

Barragem da UHE Tronqueiras



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

Coordenador do PAE: Ivan Sérgio Carneiro

Entidade fiscalizadora: Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL

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

Documento nº PAE - UHE Tronqueiras - revE

Responsável pela elaboração: Cemig GT

Município relacionado:

Zona de Autossalvamento (ZAS): Coroaci – MG

Revisão	Vigência	Motivo da revisão
E	20/04/2022	Revisão de apêndices e página de assinaturas



Sumário

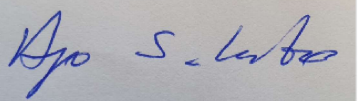

I.	Controle de revisões e assinaturas dos responsáveis	4
II.	Informações gerais da barragem.....	5
A.	Apresentação.....	5
B.	Objetivo do PAE.....	5
C.	Caracterização da barragem.....	5
III.	Responsabilidades gerais no PAE.....	7
A.	Empreendedor	7
B.	Coordenador do PAE.....	8
C.	Equipe técnica.....	8
D.	Plantonista de cheias	9
E.	Sistema de Proteção e Defesa Civil e demais autoridades	9
IV.	Níveis de resposta – Identificação e análise das possíveis situações de emergência	10
A.	Caracterização do Nível de Resposta – CHEIAS	12
B.	Caracterização do Nível de Resposta 2 – ALERTA.....	13
C.	Caracterização do Nível de Resposta 3 – EMERGÊNCIA.....	13
V.	Procedimentos de notificação e alerta	14
A.	Fluxograma de ações e notificação em situação de CHEIAS.....	14
B.	Fluxograma de ações e notificação em situação de ALERTA	15
C.	Fluxograma de ações e notificação em situação de EMERGÊNCIA	16
VI.	Procedimentos preventivos e corretivos em situações de alerta e emergência	17
A.	Zona de Autossalvamento (ZAS).....	17
B.	Monitoramento de vazões.....	17
C.	Parâmetros para comunicação do plantonista de cheia.....	19
VII.	Encerramento das operações.....	19
VIII.	Apêndices	20
A.	Ficha Técnica da Barragem.....	21
B.	Mensagem de notificação Padrão	22

C.	Premissas e resultados dos estudos de ruptura hipotética	23
1.	Cenário RDC 1: Rompimento por colapso do vertedouro com vazão milenar (122 m ³ /s) ...	23
2.	Cenário RDC 2: Rompimento por colapso do vertedouro em dia seco, com vazão média de longo termo (6,20 m ³ /s)	25
3.	Cenário RDC 3: Rompimento por colapso do vertedouro com de TR 2 anos (41,0 m ³ /s) ...	26
D.	Principais pontos de inundação	28
E.	Tempos de chegada e pico de onda	31
F.	Lista de mapas temáticos e manchas de inundação	33
IX.	Apêndices Externos	35
G.	Controle de distribuição digital deste PAE	36
H.	Plano de chamadas para notificação deste PAE	37

I. Controle de revisões e assinaturas dos responsáveis

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

<p>Assinatura Eletrônica 27/04/2022 15:49 UTC</p>  <p>BRy 103.***.***.45 Diogo Carneiro Ribeiro Bueno Martins</p>	<p>Assinatura Eletrônica 27/04/2022 22:59 UTC</p>  <p>BRy 045.***.***.70 Ivan Sergio Carneiro</p>
<p>Diogo Carneiro Ribeiro Bueno Martins Responsável Técnico pela Elaboração do PAE CREA-MG: 163375/D</p>	<p>Ivan Sérgio Carneiro Coordenador Executivo do PAE Gerente de Planejamento Energético</p>

<p>Assinatura Eletrônica 28/04/2022 12:00 UTC</p>  <p>BRy 043.***.***.59 HENRIQUE SIQUEIRA DE CASTRO</p>	<p>Assinatura Eletrônica 28/04/2022 12:44 UTC</p>  <p>BRy 053.***.***.69 thadeu carneiro da silva</p>
<p>Aprovado por: Henrique Siqueira de Castro Superintendência de Operação de Ativos da Geração e Transmissão</p>	<p>Responsável Legal: Thadeu Carneiro da Silva Diretor da Cemig Geração e Transmissão</p>

II. Informações gerais da barragem

A. Apresentação

O presente Plano de Ação de Emergência visa a apresentar os riscos mapeados a partir do estudo da onda de inundação provocada por eventual ruptura da barragem da UHE Tronqueiras, para atendimento regulatório à Lei Federal de Segurança de Barragens nº 12.334/2010 e Resolução Normativa ANEEL nº 696/2015. Serão apresentadas premissas adotadas e mapas de inundação de cada cenário simulado. Trata-se 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 de manchas de inundação para cheias naturais intermediárias, antecipando as ações de preparação e remoção de pessoas das áreas potencialmente atingidas.

B. Objetivo do PAE

Este documento tem como objetivo facilitar a comunicação entre o empreendedor e 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 Cíveis municipais envolvidas prepararem seus Planos de Contingência de Proteção e Defesa Civil – PLANCON para alagamentos, enchentes e tempestades. Tais planos estabelecem os procedimentos a serem adotados pelos órgãos envolvidos direta ou indiretamente na resposta a emergências e desastres relacionados eventos de cheias naturais e de ruptura de barragem.

Além das ações externas de comunicação e 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 Ações Emergenciais da Central – PAEC com o objetivo de apoiar a tomada de decisão e orientar as ações em situações intempestivas e severas, associadas à segurança da central. Trata-se de um documento da instalação, no qual se definem as ações internas do empreendedor que visam a recuperar as condições de segurança estrutural e operacional da barragem.

C. Caracterização da barragem

A UHE Tronqueiras é um empreendimento concedido à CEMIG Geração Leste S.A., e teve sua operação iniciada em 1955, contando com 3 (três) unidades geradoras de potência total instalada igual a 8,40 MW. Construído em concreto tipo gravidade, o barramento da UHE Tronqueiras conta com altura máxima de 19,50 m e, aproximadamente, 85 m de comprimento de crista. O reservatório da usina possui cerca de 0,60 km² de área inundada no NA Máximo Normal e capacidade máxima de

acumulação de 1,94 hm³. O sistema extravasor da UHE Tronqueiras é composto por um **Vertedouro de Soleira Livre (VL)** equipado por *flash-board* de 1,72 m de altura, elevando a cota dessa estrutura para 455,54 m. Situado na parte central da barragem, esse vertedouro possui cerca de 30 m de comprimento e capacidade de descarga máxima de 117 m³/s (TR 1.000 anos). O sistema extravasor é composto, também, por uma comporta intermediária de 1,00 x 2,50 m, localizada no paramento do Vertedouro de Soleira Livre (VL). Atualmente esta estrutura é utilizada para garantir a vazão sanitária no rio Tronqueiras. Algumas das estruturas descritas são mostradas na Figura 1, abaixo.



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

A barragem da UHE Tronqueiras está localizada no rio Tronqueiras, afluente do rio Doce, no município de Coroaci – MG, nas coordenadas 18°43'18,6" Sul e 42°16'17,5" Oeste. De acordo com dados da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), o rio Tronqueiras conta com cinco empreendimentos hidrelétricos cadastrados em seu percurso, porém a UHE Tronqueiras é o único em operação.

O acesso a partir de Belo Horizonte, mostrado na Figura 2, faz-se pela BR-262, sentido norte. Segue-se por essa rodovia até encontrar a MG-381 na cidade de Taquaraçu de Minas – MG. A partir desse ponto, segue-se pela MG-381 até a BR-120 em Itabira – MG, pela qual se segue até o município de Guanhões – MG, e toma-se o acesso à BR-259, percorrendo mais cerca de 100 km por essa rodovia. Findo este trecho, chega-se à margem esquerda da UHE Tronqueiras.

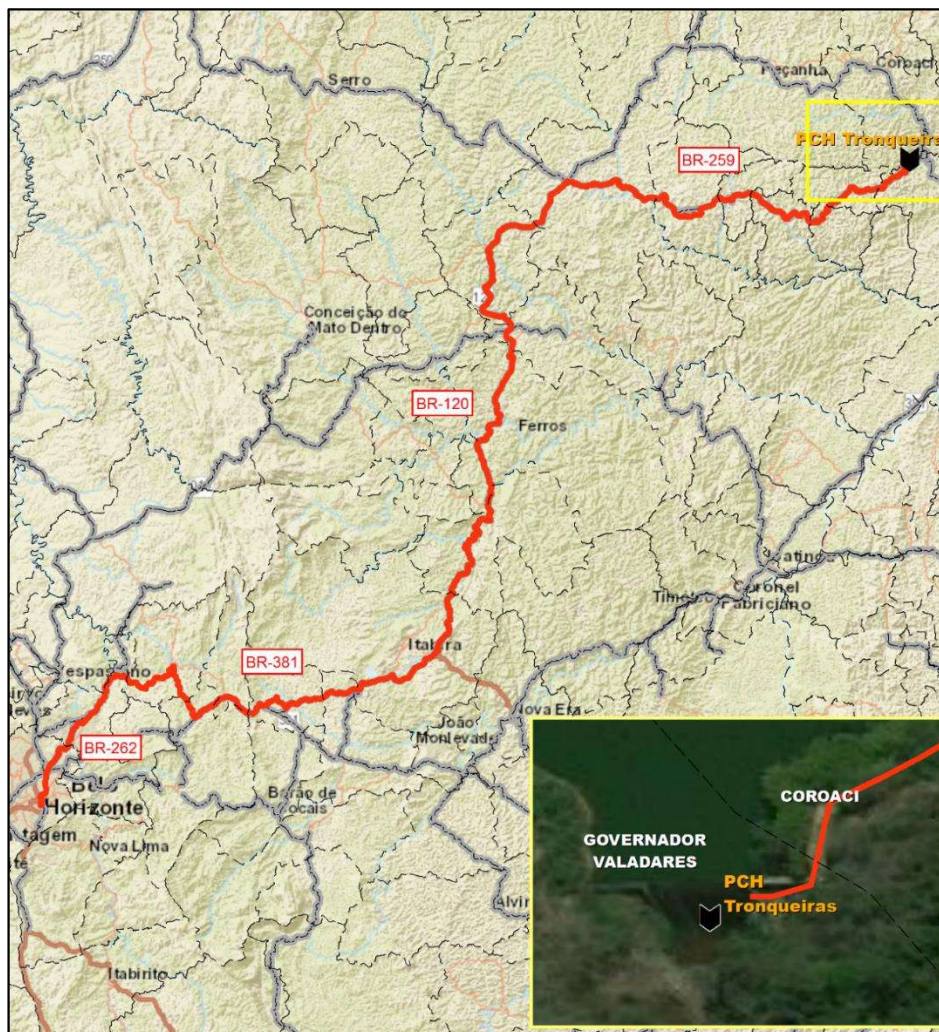


Figura 2 – Localização e acesso

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 atualizar o PAE;
- promover treinamentos internos e manter os respectivos registros das atividades;
- participar de simulações de situações de emergência, em conjunto com as prefeituras e organismos de defesa civil quando convocado.

B. Coordenador do PAE

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

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

Cabe ainda ao coordenador do PAE garantir que os envolvidos no PAE sejam capacitados e treinados, assegurando o estado de prontidão na barragem, a implantação do PAE interno (PAEC) e integração deste PAE externo aos planos de contingência municipais, promover atualização e revisão do PAE e demais atividades sob sua responsabilidade definidas no PAE.

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, e suas informações de contato estão descritas na Tabela 1.

Tabela 1 - Contato Coordenador do PAE

Contato de Emergência	Forma de comunicação
<p>Coordenador do PAE Ivan Sérgio Carneiro Gerente de Planejamento Energético</p>	

C. Equipe técnica

Conforme previsto na Resolução Normativa ANEEL nº 696/2015, “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 PAEC (documento interno), contendo os seus contatos e hierarquia.

D. Plantonista de cheias

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

- detectar, avaliar e classificar as situações de emergência em potencial, de acordo com os níveis e código de cores padrão definidos no PAEC e no PAE;
- acionar o Coordenador do PAE;
- declarar situação de emergência e executar as ações descritas no PAE, na ausência do Coordenador do PAE;
- executar as ações de comunicação no fluxograma de notificação;
- atuar na tomada de decisão operativa de alteração da defluência da usina e operação do reservatório;
- notificar as autoridades públicas e usuários da água em caso de situação de emergência.

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 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.

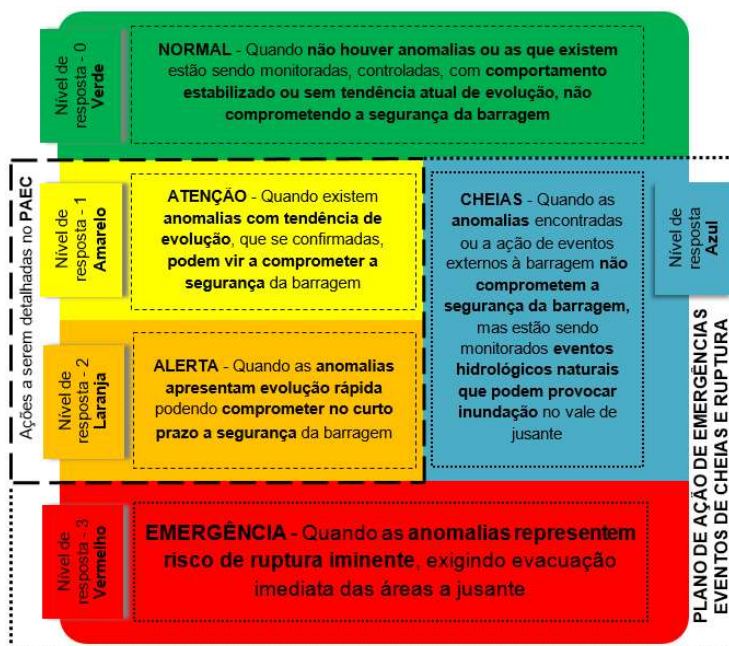
Além disso é importante que os órgãos locais informem o empreendedor no caso de alteração de risco associado às vazões mapeadas.

A lista de contatos da Defesa Civil para distribuição digital deste PAE e o plano de chamadas para acionamento nos casos aqui previsto, encontram-se nos apêndices externos deste documento. Elas serão atualizadas 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 análise das possíveis situações de emergência

O nível de resposta do Plano de Ação de Emergência é a gradação dada às situações de emergência em potencial da barragem que possam comprometer a segurança da própria barragem e a ocupação na área afetada. Ao detectar-se uma situação que possivelmente comprometa a segurança da barragem e/ou de áreas no vale a jusante, dever-se-á avaliá-la e classificá-la, de acordo com o nível de resposta, conforme código de cores padrão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 – Caracterização dos níveis de resposta



As ações internas nos níveis de resposta de 0 (normal) a 3 (vermelho) estão detalhadas no Plano de Emergência da Barragem, integrante do Plano de Ações de Emergência da Central (PAEC),

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 central. Além disso, o PAEC 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 alerta para ocorrências excepcionais ou circunstâncias anômalas, assim como possíveis ações preventivas ou corretivas a serem tomadas para cada nível de resposta. Podem ocorrer cenários diferentes dos apontados, que devem ser avaliados e tratados pelo Coordenador do PAE, equipe local e equipe técnica 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	Ausência de monitoramento, análise ou manutenção	Executar monitoramento, análise e manutenção da conforme indicado pelo responsável pela Segurança de Barragem. Responsável: equipe técnica de segurança de barragem e equipe local	Normal (Verde)	
	Resultados anômalos da instrumentação de auscultação da barragem	Avaliar os resultados anômalos da instrumentação de auscultação da barragem e prover soluções. Responsável: equipe técnica de segurança de barragem e equipe local		
	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 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	Trincas profundas estáveis, documentadas e monitoradas.	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)
		Presença de trincas transversais e longitudinais profundas sem percolação de água: <ul style="list-style-type: none"> • Que não estabilizam • Passantes ou não, de montante para jusante 		
		Presença de trincas transversais passantes, de montante para jusante, com percolação de água		
	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 			
Surgências (áreas encharcadas, água surgindo ou infiltrações)	Surgência incontrolável com erosão interna em andamento.	Projetar e executar tratamento em caráter emergencial	Atenção (Amarelo)	

Ocorrência	Cenários Possíveis	Eventuais medidas de intervenção	Nível
Abatimento / Deslizamento	Deslizamento do maciço através da crista ou talude, reduzindo borda livre e/ou seção transversal	Responsável: equipe técnica de segurança de barragem e equipe local	Alerta (Laranja)
	Recalque diferencial excessivo entre blocos, reduzindo borda livre, permitindo passagem excessiva de água entre juntas.		
	Deslizamento entre blocos das estruturas, permitindo passagem excessiva de água entre juntas.		
Sistema de Aviso	Período seco	Corrigir sistema Responsável: equipe técnica de segurança de barragem	Normal (Verde)
	Período chuvoso	Corrigir sistema com urgência Responsável: equipe técnica de segurança de barragem e equipe local	Atenção (Amarelo)
Cheias	Nível	Se possível, reduzir nível através do aumento do vertimento Responsável: plantonista de cheias	Alerta (Laranja)
	Galgamento da barragem	Se possível, reduzir nível através do aumento do vertimento. Accionar 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 	Accionar fluxo de comunicação. Iniciar evacuação do vale a jusante. Responsável: plantonista de cheias	Emergência (Vermelho)

A. Caracterização do Nível de Resposta – CHEIAS

O **Nível de Resposta – CHEIAS** é um dos níveis que acionam este Plano de Ações de Emergência, ou seja, quando **anomalias não comprometem a segurança da barragem**, mas estão sendo monitorados **eventos hidrológicos naturais que podem provocar inundação** no vale de jusante. Assim, o presente PAE será acionado à medida que for **verificado um evento de cheia** que coloque pessoas sujeitas a situação de inundação. O **primeiro contato de comunicação** é realizado visando à tomada de medidas para prevenção e redução dos danos materiais e humanos para cada escala de evento identificado. Assim, o **Nível de Resposta – CHEIAS** é acionado de forma a alertar sobre as condições naturais e as vazões que serão repassadas pela UHE Tronqueiras para jusante.

É verificado que, mesmo para vazões abaixo da vazão de projeto dos vertedouros das barragens, existem impactos significativos para a população de jusante. Assim, 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 - CHEIAS)**, busca-se que o presente PAE seja um instrumento que formaliza a disponibilidade de comunicação entre empreendedor e agentes locais.

Sinteticamente, para o **Nível de Resposta - CHEIAS**:

- a barragem **não apresenta** uma anomalia que comprometa a sua segurança no curto prazo;
- entende-se que a segurança do **vale à jusante está sob ameaça** monitorada e será necessário acionar os procedimentos de comunicação e notificação externos previstos no PAE para preparação dos órgãos para resposta à situação de inundação;
- pode ser necessária evacuação da população a jusante.

Dessa forma, para possibilitar a melhor preparação possível para situações que requeiram o acionamento de **Nível de Resposta - CHEIAS**, que ocorrem naturalmente e com frequência, são apresentadas as cartas de inundação para eventos hidrológicos (sem ruptura de barragens) no vale a jusante da barragem, correspondentes aos Tempos de Retorno (TR) de 2, 10, 50, 100, e 1.000 anos.

B. Caracterização do Nível de Resposta 2 – ALERTA

O **Nível de Resposta 2 – ALERTA** é o nível que aciona este Plano de Ações de Emergência devido a alguma fragilidade estrutural da barragem, ou seja, quando as anomalias encontradas ou a ação de eventos externos à barragem representem **elevada probabilidade de ruptura**. Neste nível de resposta, haverá ações que podem ser executadas para evitar a ruptura, mas a situação pode sair do controle em curto prazo.

Em suma:

- A evolução rápida de anomalias pode comprometer a segurança da barragem no curto prazo;
- São demandadas ações internas imediatas visando a evitar a ruptura da barragem;
- Pode haver a necessidade de acionamento do PAE Externo com ações de comunicação para evacuar áreas preventivamente;
- A previsão meteorológica e a 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 3 – EMERGÊNCIA

O **Nível de Resposta 3 – EMERGÊNCIA** é o nível que aciona este PAE acerca de 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 a barragem já se está rompendo**, devendo ser tomadas medidas para a de preservação de vidas e a redução dos danos materiais decorrentes do colapso da barragem.

Sinteticamente:

- a barragem já se rompeu, está rompendo-se ou tem ruptura iminente;
- julga-se que as ações em andamento na barragem não evitarão a sua ruptura;
- entende-se que a segurança do vale a jusante está gravemente ameaçada e será necessário acionar os procedimentos de comunicação e notificação externos previstos no PAE para iminente ruptura;
- evacuação necessária interna e externamente;
- deve-se avisar/alarmar a Zona de autossalvamento;
- acionam-se os procedimentos de comunicação e notificação previstos no PAE para ruptura em progresso e as ações de evacuação previstas nos planos de contingências das comunidades à jusante.

Para esse nível de resposta foi possível apresentar em cartas de inundação a espacialização das 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 foi elaborado ao longo do rio Tronqueiras, no município de Coroaci, no leste de Minas Gerais. Dada a incerteza de como uma barragem pode romper-se e seus reais efeitos, foi realizado um estudo de ruptura hipotética, considerando diferentes cenários de ruptura.

V. Procedimentos de notificação e alerta

A. Fluxograma de ações e notificação em situação de CHEIAS

O fluxograma de ações e notificação durante uma situação de CHEIAS possui um caráter de prevenção de impactos causados por eventos naturais. Os contatos que fazem parte do Plano de Chamadas – Apêndice devem contar com atualizações e verificações frequentes, e os dados que subsidiam a tomada de decisões operativas fazem parte da rotina de monitoramento das condições hidrológicas da bacia e das instruções operativas e documentos internos do empreendimento. O quadro da Figura 3 abaixo sintetiza as ações a serem tomadas quando da ocorrência de situação de CHEIAS.

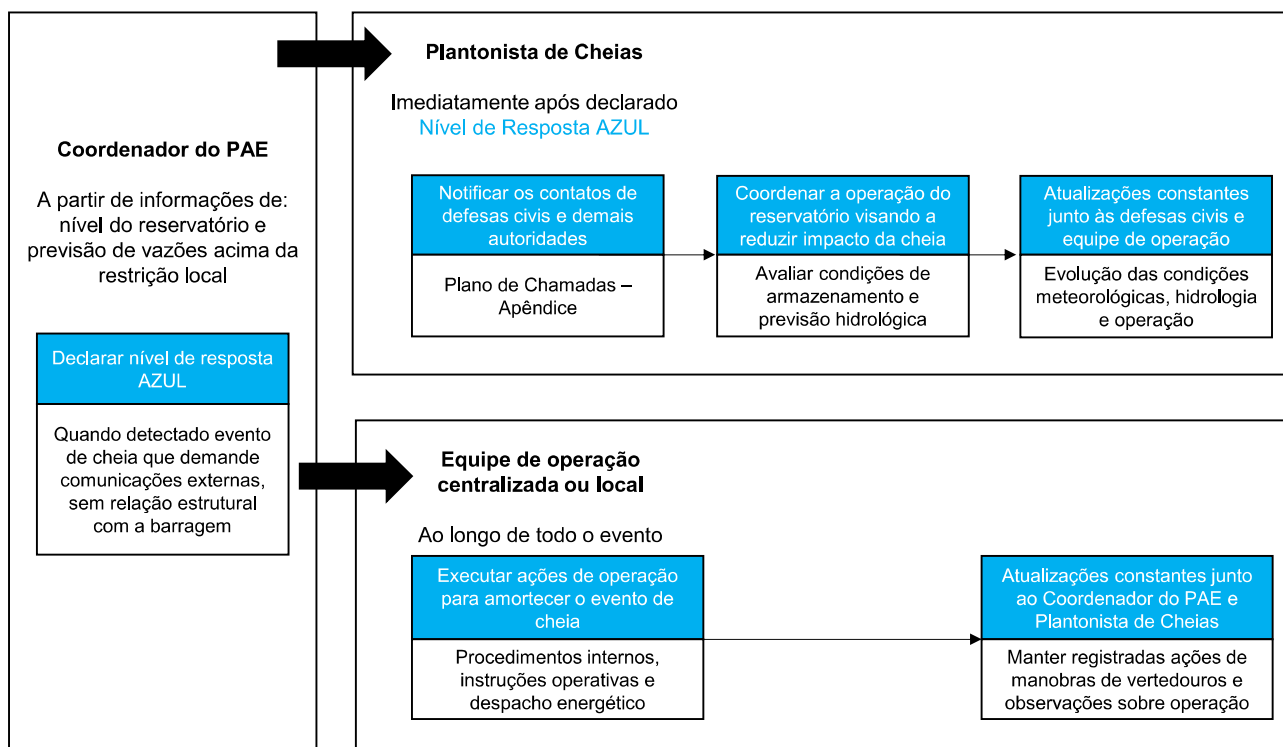


Figura 3 - Fluxograma em situação de CHEIAS

B. Fluxograma de ações e notificação em situação de **ALERTA**

O fluxograma de ações e notificação durante uma situação de **ALERTA** possui um caráter de prevenção de impactos causados por um possível insucesso nas ações em andamento para tratar de anomalia estrutural da barragem. Os contatos que fazem parte do Plano de Chamadas – Apêndice devem contar com atualizações e verificações frequentes, e os dados que subsidiam a realização de ações para controle de anomalias e reduzir o nível de resposta, bem como de evacuações, fazem parte do PAEC, documento interno do empreendimento. O quadro da Figura 4 abaixo sintetiza as ações a serem tomadas quando da ocorrência de situação de **ALERTA**.

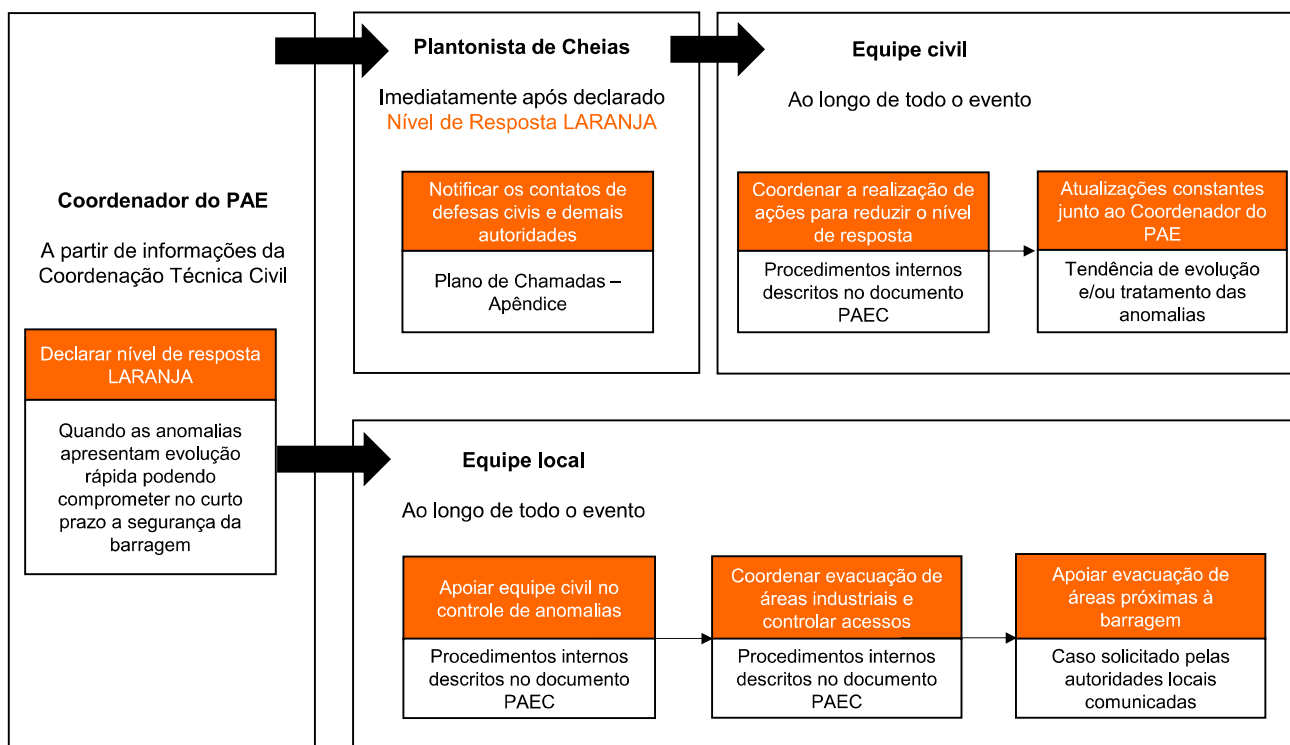


Figura 4 - Fluxograma em situação ALERTA

C. Fluxograma de ações e notificação em situação de EMERGÊNCIA

O fluxograma de ações e notificação durante uma situação de **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 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 PAEC, documento interno do empreendimento. O quadro da Figura 5 abaixo sintetiza as ações a serem tomadas quando da ocorrência de situação de **EMERGÊNCIA**.

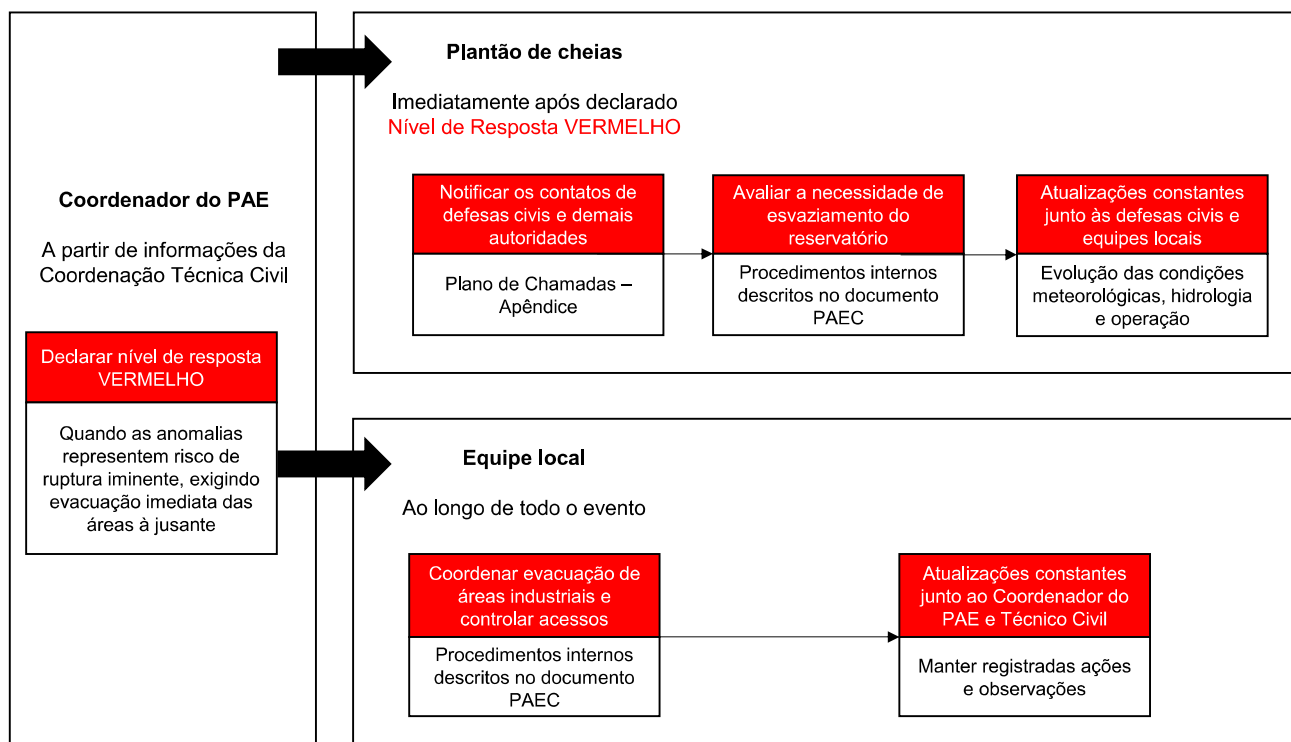


Figura 5 - Fluxograma em situação EMERGÊNCIA

VI. Procedimentos preventivos e corretivos em situações de alerta e emergência

A. Zona de Autossalvamento (ZAS)

Para a UHE Tronqueiras, 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 serviços e agentes de proteção civil, em caso de uma eventual ruptura. Adotou-se uma ZAS de 10 km a jusante, que inclui a comunidade Conceição de Tronqueiras, situada aproximadamente 5 km a jusante do barramento da UHE Tronqueiras. O centro urbano mais próximo a jusante pertence ao município de Sardoá – MG, localizado, a cerca de 16 km da barragem.

B. Monitoramento de vazões

Além dos dados operativos das usinas, o Grupo CEMIG opera diversos postos de monitoramento a montante e a jusante de suas barragens, acompanhados para a emissão de alertas para o vale a jusante durante situações de cheias ou emergências, conforme a Tabela 5 abaixo:

Tabela 5 - Postos de monitoramento

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

Pelo portal 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: 5 – Atlântico Leste, Sub-bacia: 56 – Rio Doce, e Estação: conforme listagem cima.

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

A Figura 6 mostra um exemplo de visualização de dados no portal da ANA.

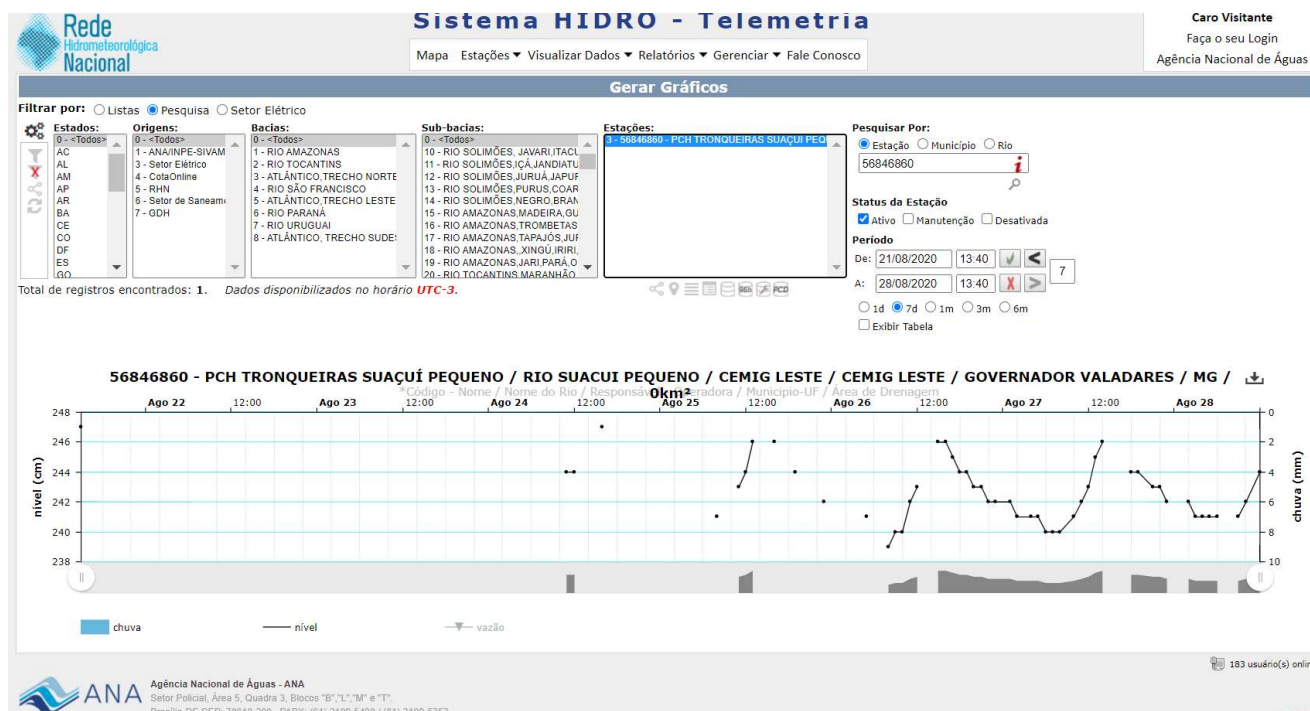


Figura 6 - Visualização do Gestor PCD de dados em tempo real

A Figura 7 apresenta a localização dos postos que permitem o monitoramento de vazões junto à UHE Tronqueiras, antecipando eventos de cheias para acompanhamento e previsão do avanço. O mapa pode ser acessado pelo endereço: http://bit.ly/FLU_TRONQUEIRAS

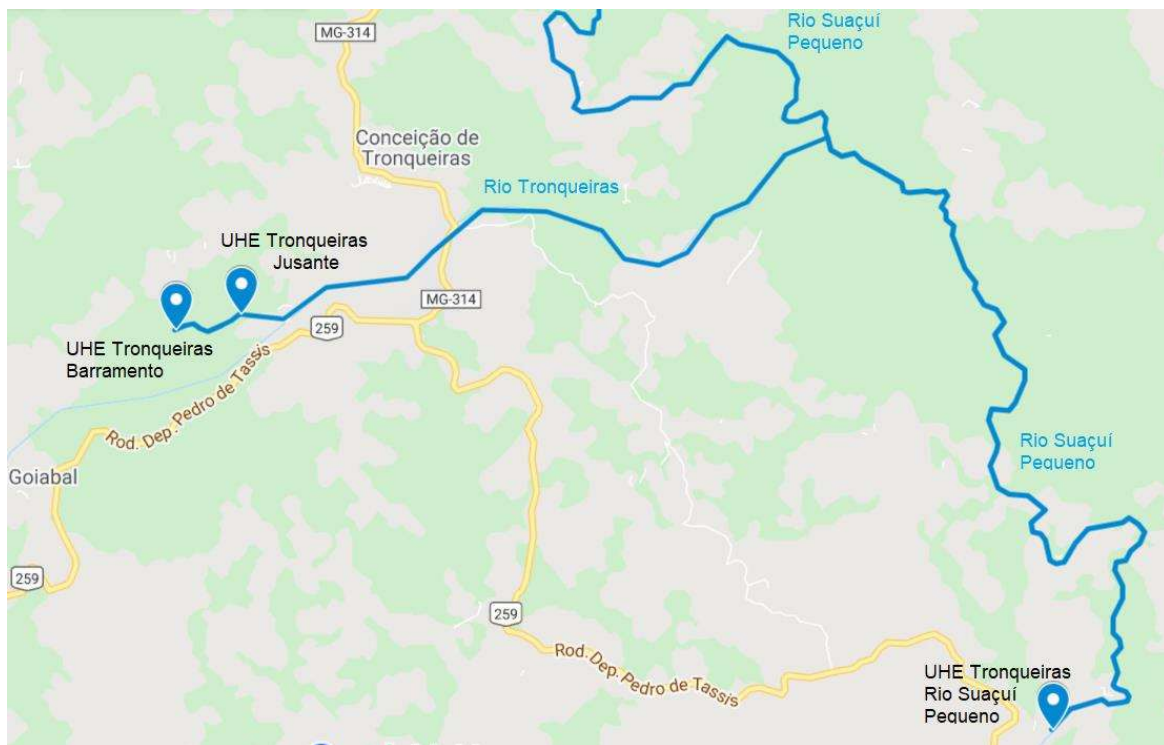


Figura 7 - Mapa de localização de estações de monitoramento da CEMIG

C. Parâmetros para comunicação do plantonista de cheia

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

O primeiro parâmetro para comunicação se refere à possibilidade de ultrapassagem de uma **vazão de restrição de 30 m³/s**, para evitar danos à comunidade de São José do Tronqueiras, a jusante.

VII. Encerramento das operações

Uma vez que as condições indiquem que não existe mais uma emergência no local da barragem e que a Cemig GT declarou que a barragem está segura, o Coordenador do PAE deverá contatar a COMPDEC e/ou a CEDEC que irão acompanhar a evolução das inundações no vale e decretar o fim da emergência, e conseqüentemente o regime de monitoramento de cheia.

VIII. Apêndices

A. Ficha Técnica da Barragem

Dados Básicos	
Nome do barramento	UHE Tronqueiras
Empreendedor	Cemig Geração Leste S.A.
Entidade Fiscalizadora	ANEEL
Localização	
- Curso de água barrado	Rio Tronqueiras
- Município	Coroaci
- Unidade da Federação	Minas Gerais (MG)
- Coordenadas do Empreendimento	Lat. 18°43'18,6" S Long. 42°16'17,5" O
Reservatório	
NA Montante – Reservatório:	
- Máximo Maximorum [m-IBGE]	456,32
- Máximo Normal [m-IBGE] (Com <i>flash-board</i>)	455,54
- Máximo Normal [m-IBGE] (Sem <i>flash-board</i>)	453,82
- Mínimo Normal [m-IBGE]	453,42
Áreas Inundadas:	
- No NA Máximo Normal [km ²]	0,60
Volume do Reservatório:	
- No N.A. Máximo Normal [hm ³]	1,94
Barragem	
Material	Concreto/ Gravidade
Comprimento Aprox. da Crista [m]	85,00
Altura Máxima Aprox. [m]	19,50
Cota da Crista [m-IBGE]	457,12
Sistema de descarga	
Vertedouro Crista Livre - Flash-board	
- Vazão de Projeto [m ³ /s] (TR 1.000 anos)	117,00
- Cota da crista [m-IBGE] (Sem <i>flash-board</i>)	453,82
- Cota da crista [m-IBGE] (Com <i>flash-board</i>)	455,54
- Número de vãos	1
- Dissipação de Energia	Diretamente sob o leito do rio Tronqueiras
Comporta Intermediária	
- Cota da soleira [m-IBGE]	448,08
- Altura das comportas [m]	1,00
- Largura das comportas [m]	2,50
Tomada d'Água	
Tipo	Gravidade
Formato	Castelo
Número de vãos	1
Número de Tubulações	1
Chaminé de Equilíbrio	
- Altura [m]	20,00
- Diâmetro [m]	5,50
Tomada d'Água	
Conduto Forçado	
- Número de Condutos	2
- Comprimento [m]	395
- Diâmetro [m]	1,40
Casa de Força	
Tipo	Abrigada
Número de Unidades Geradoras	3
Potência Instalada Total [MW]	8,40

B. Mensagem de notificação Padrão

URGENTE

Esta é uma mensagem de (declaração / alteração) do Nível de Segurança, feita pelo Coordenador do Plano de Ação de Emergência – PAE da UHE Tronqueiras, _____.

A partir das ____:____ h de ____/____/____, foi ativado o Nível de Segurança _____ do PAE da UHE Tronqueiras.

A causa da declaração é _____

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

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

As circunstâncias ocorridas fazem com que se devam precaver e pôr em ação as recomendações e atividades delineadas em sua cópia do PAE da UHE Tronqueiras.

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

A UHE Tronqueiras possui uma barragem de concreto, localizada no rio Tronqueiras, e a Zona de Autossalvamento (ZAS) adotada corresponde a 10 km a partir do barramento, e engloba a comunidade de São José do Tronqueiras.

FIM DA MENSAGEM

C. Premissas e resultados dos estudos de ruptura hipotética

Premissas:

Para o **Nível de Resposta 3 – Emergência**, foram simulados três cenários de ruptura para a Barragem de Tronqueiras, sucintamente descritos a seguir:

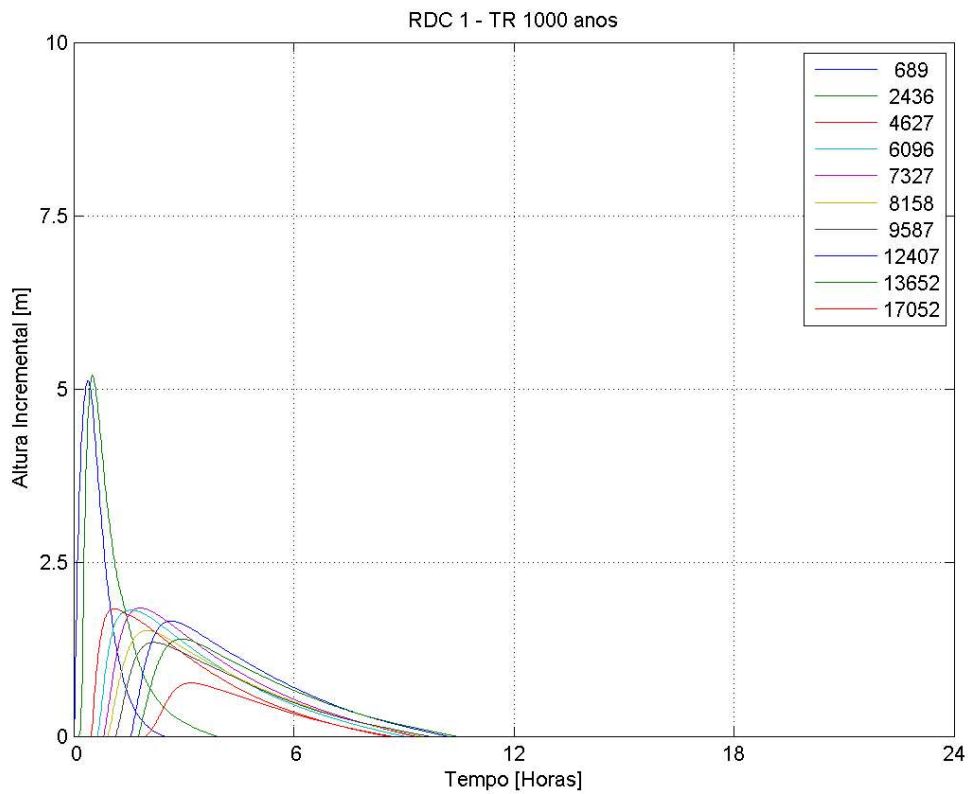
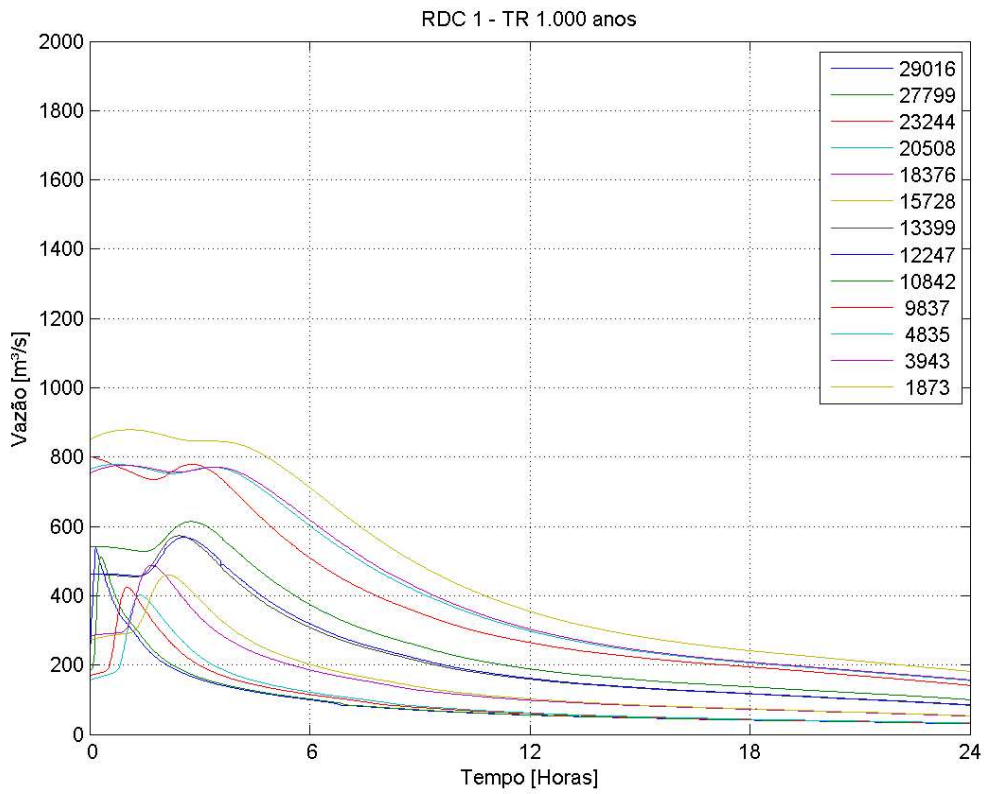
- **Modo RDC 1** – Rompimento por colapso da estrutura do Vertedouro de Soleira Livre (VL) durante evento de vazão milenar com reservatório na cota de 455,50 m;
- **Modo RDC 2** – Rompimento por colapso da estrutura do Vertedouro de Soleira Livre (VL) em dia seco, considerando a defluência igual à vazão média de longo termo (Sunny Day), com o reservatório na cota de 454,04 m,
- **Modo RDC 3** – Rompimento por colapso da estrutura do Vertedouro de Soleira Livre (VL) durante a defluência de vazão de TR 2 anos, com o reservatório cota de 454,62 m.

Resultados:

1. Cenário RDC 1: Rompimento por colapso do vertedouro com vazão milenar (122 m³/s)

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

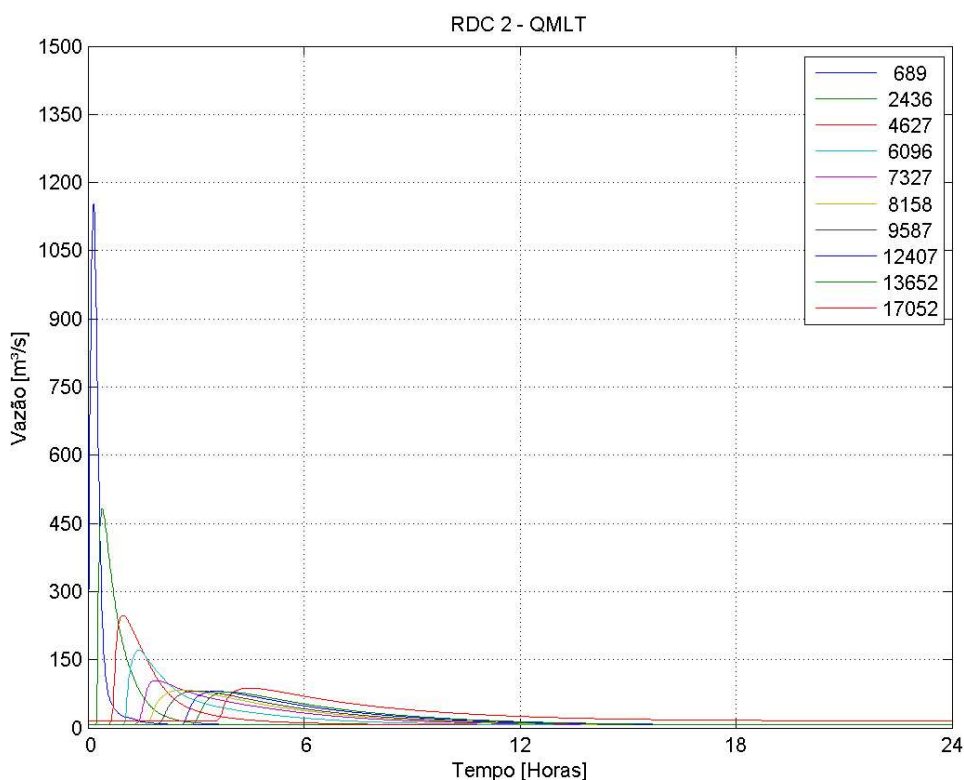
A **vazão de pico após a ruptura foi estimada de 1.601 m³/s**, e a onda induzida pela ruptura hipotética da Barragem Tronqueiras chega ao final do trecho estudado com 0,77 m de altura incremental, com abatimento de 85% da altura inicial.

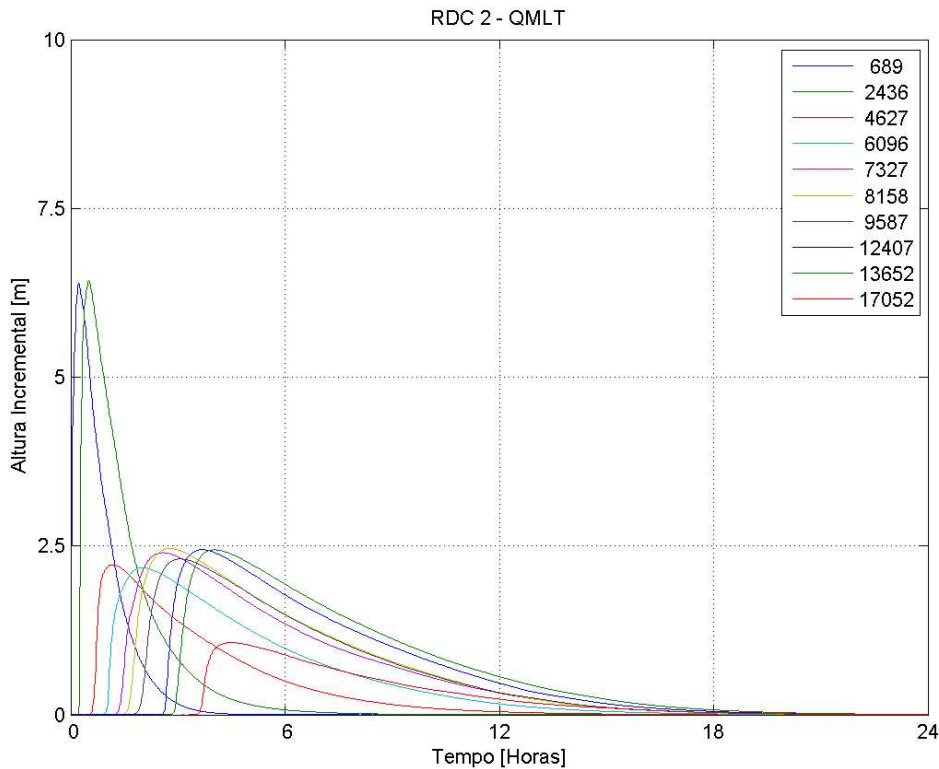


2. Cenário RDC 2: Rompimento por colapso do vertedouro em dia seco, com vazão média de longo termo (6,20 m³/s)

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

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

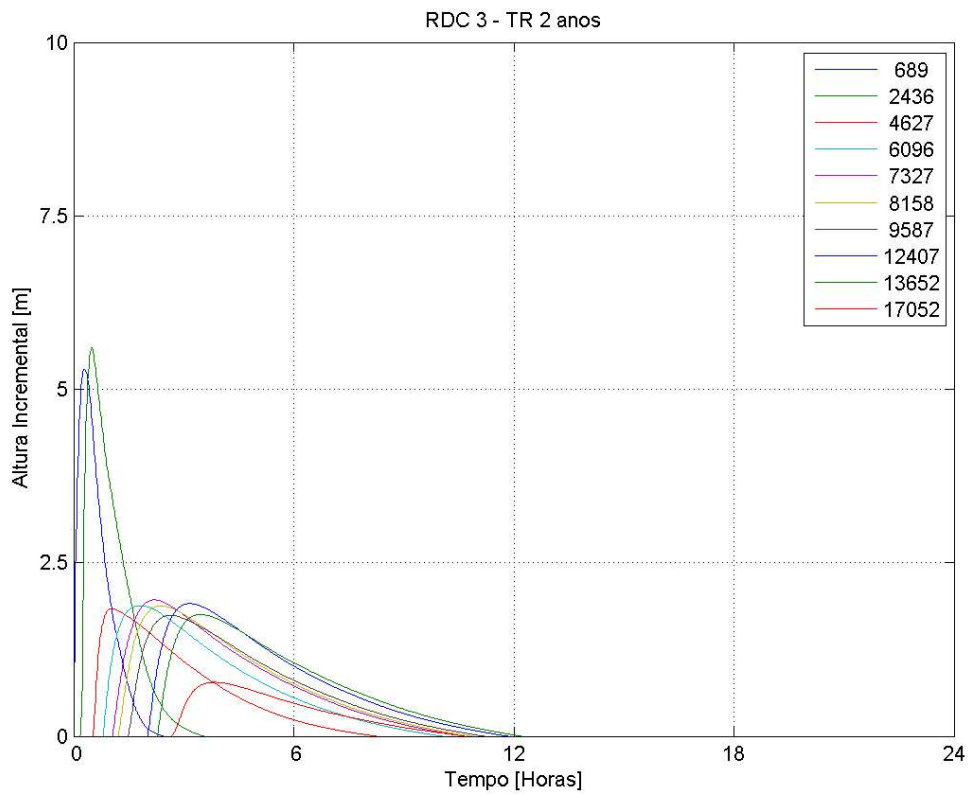
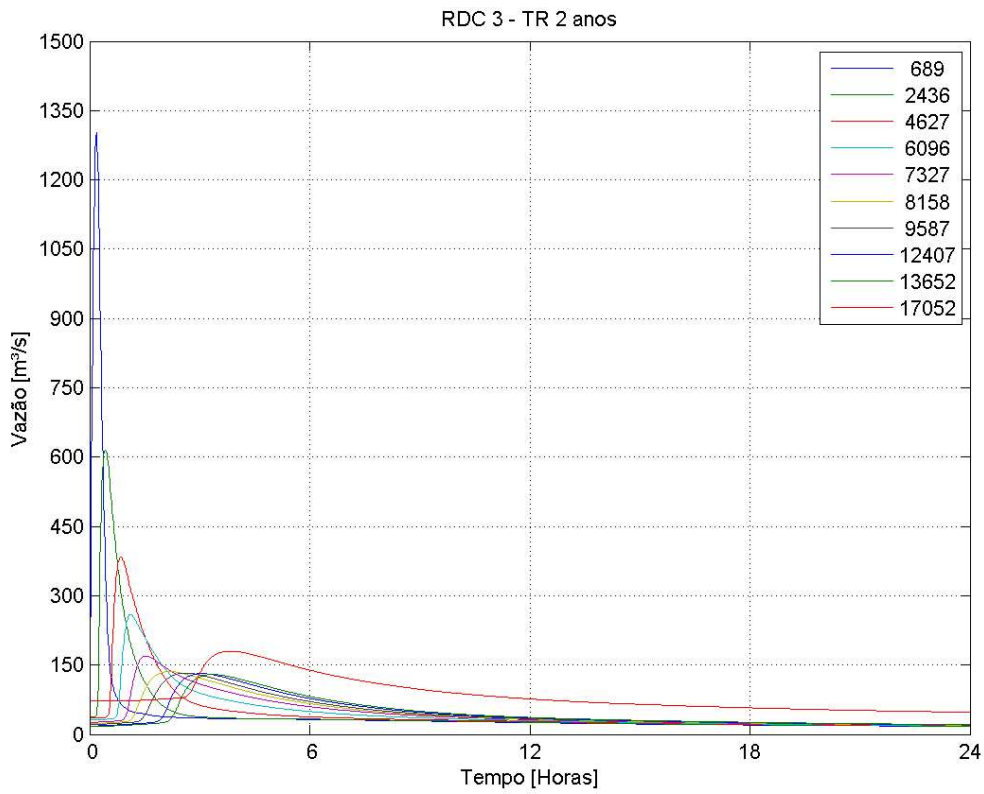




3. Cenário RDC 3: Rompimento por colapso do vertedouro com de TR 2 anos (41,0 m³/s)

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

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



D. Principais pontos de inundação

As tabelas abaixo expõem o número de benfeitorias potencialmente afetadas pelos cenários de ruptura hipotética. Considerando a média de habitantes por edificações, por setor censitário, a estimativa da população afetada, por cenário de ruptura, encontra-se nas tabelas seguintes.

Cenário de Ruptura	Número Aprox. de atingidos (Economias)		
	Dentro da ZAS	Fora da ZAS	Total
RDC 1	108	33	141
RDC 2	49	1	50
RDC 3	79	10	89

Setor Censitário	Número Aprox. de atingidos (Economias)					
	RDC 1		RDC 2		RDC 3	
	Na ZAS	Fora da ZAS	Na ZAS	Fora da ZAS	Na ZAS	Fora da ZAS
311920310000003	18	0	11	0	14	0
312770140000004	20	0	17	0	17	0
312770140000003	36	18	13	1	30	8
311920310000006	19	0	7	0	14	0
311920310000001	13	0	1	0	4	0
311920310000004	2	3	0	0	0	1
312770120000002	0	12	0	0	0	1
Total	108	33	49	1	79	10

Setor Censitário	Número Aprox. de atingidos (Habitantes)					
	RDC 1		RDC 2		RDC 3	
	Na ZAS	Fora da ZAS	Na ZAS	Fora da ZAS	Na ZAS	Fora da ZAS
311920310000003	56	0	35	0	44	0
312770140000004	63	0	54	0	54	0
312770140000003	125	63	45	4	104	28
311920310000006	65	0	24	0	48	0
311920310000001	43	0	4	0	14	0
311920310000004	7	10	0	0	0	4
312770120000002	0	35	0	0	0	3
Total	359	108	162	4	264	35

Em relação às cheias naturais, o número de benfeitorias potencialmente afetadas é apresentado:

Tempos de recorrência	Número Aprox. de atingidos (Economias)		
	Dentro da ZAS	Fora da ZAS	Total
TR 1.000 anos	42	12	54
TR 100 anos	23	3	26
TR 50 anos	21	2	23
TR 10 anos	13	0	13
TR 2 anos	9	0	9

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 planejado e executado para momentos de crise.

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

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

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

Em vermelho estão situações de risco ou inconformidade.



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.

• Resultados RDC1:

SC	d*[m]	Z _p *	Z _{ref} *	Z _{Qmit} *	H [m]*	H _{incr} [m]*	Q _p [m³/s]*	T _p *	T _{inun} *	T _{ch}	V [km/h]*
18891	688,77	428,71	423,58	420,59	8,11	5,13	1543,74	00 23	01 27	00 03	0,00
17144	2435,73	338,27	333,07	329,69	8,57	5,20	857,35	00 31	01 58	00 14	13,10
14953	4626,73	332,28	330,44	328,39	3,88	1,84	627,83	01 08	04 16	00 35	5,25
13484	6095,93	331,99	330,17	327,68	4,31	1,82	433,73	01 35	04 33	00 48	4,51
12252	7327,03	331,63	329,78	326,95	4,68	1,85	307,74	01 49	04 43	01 00	4,63
11422	8157,59	330,41	328,89	325,98	4,43	1,52	239,28	02 00	04 21	01 10	4,62
9993	9586,591	327,10	325,75	323,02	4,08	1,35	234,32	02 11	04 01	01 25	4,94
7172	12407,45	304,52	302,86	299,90	4,62	1,66	232,40	02 40	04 40	01 47	5,13
5927	13652,14	301,45	300,04	297,12	4,32	1,40	229,52	02 57	04 15	02 03	5,05
2527	17052,14	255,71	254,94	252,60	3,11	0,77	385,41	03 13	01 44	02 40	5,78

*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 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 [HH:MM]; T_{inun} é o tempo de submersão da seção (para H_{incr} > 1,00) [HH:MM]; T_{ch} é o tempo de chegada do início da onda na seção de controle, 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 RDC2:

SC	d*[m]	Z _p *	Z _{ref} *	Z _{Qmit} *	H [m]*	H _{incr} [m]*	Q _p [m³/s]*	T _p *	T _{inun} *	T _{ch}	V [km/h]*
18891	688,77	426,98	423,20	420,59	6,39	3,79	1152,94	00 13	02 09	00 01	0,00
17144	2435,73	336,12	332,60	329,69	6,43	3,52	482,73	00 30	03 08	00 15	6,17
14953	4626,73	330,62	330,07	328,39	2,22	0,55	246,46	01 10	04 50	00 42	4,15
13484	6095,93	329,86	329,74	327,68	2,18	0,12	171,48	02 00	06 50	01 05	3,03
12252	7327,03	329,35	329,34	326,95	2,40	0,01	104,04	02 35	08 19	01 29	2,80
11422	8157,59	328,44	328,45	325,98	2,46	0,00	83,65	02 47	08 21	01 45	2,91
9993	9586,591	325,33	325,34	323,02	2,31	0,00	81,80	03 04	07 58	02 05	3,12
7172	12407,45	302,35	302,40	299,90	2,45	0,00	80,79	03 41	08 28	02 43	3,38
5927	13652,14	299,57	299,64	297,12	2,44	0,00	79,07	04 02	08 45	03 02	3,40
2527	17052,14	253,67	254,53	252,60	1,07	0,00	87,56	04 30	04 11	03 47	3,82

*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 [HH:MM]; T_{inun} é o tempo de submersão da seção (para H > 1,00) [HH:MM]; T_{ch} é o tempo de chegada do início da onda na seção de controle, 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 RDC3:

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

*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 2 anos [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 [HH:MM]; T_{inun} é o tempo de submersão da seção (para H > 1,00) [HH:MM]; T_{ch} é o tempo de chegada do início da onda na seção de controle, 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]					Q _{mlt}
		TR 2	TR 10	TR 50	TR 100	TR 1.000	
18891	688,77	422,28	422,73	423,07	423,20	423,58	420,59
17144	2435,73	331,46	332,05	332,46	332,60	333,07	329,69
14953	4626,73	329,35	329,69	329,97	330,07	330,44	328,39
13484	6095,93	328,79	329,25	329,62	329,74	330,17	327,68
12252	7327,03	328,28	328,81	329,20	329,34	329,78	326,95
11422	8157,59	327,40	327,92	328,31	328,45	328,89	325,98
9993	9586,591	324,34	324,85	325,22	325,34	325,75	323,02
7172	12407,45	301,32	301,86	302,26	302,40	302,86	299,90
5927	13652,14	298,59	299,13	299,51	299,64	300,04	297,12
2527	17052,14	253,64	254,08	254,41	254,53	254,94	252,60

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

F. Lista de mapas temáticos e manchas de inundação

Na lista de desenhos apresentada nas tabelas abaixo pode-se visualizar os mapas de inundação para cada simulação realizada com a delimitação do alcance máximo da onda induzida pela ruptura da barragem e pela passagem das cheias naturais no vale a jusante, além das principais estruturas atingidas em cada cenário. Os mapas anexos apresentam as situações específicas para o Nível de Resposta 3 – **Emergência**, onde a ruptura já ocorreu ou está prestes a ocorrer, assim como cenários de cheias naturais para o Nível de Resposta – **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 [m³/s];
- Tempo de chegada do pico da onda [00H00M];
- Tempo inundado [00H00M];
- Tempo de chegada do início da onda [00H00M]; e,
- Velocidade média da onda [km/h].

Cenário	Número do Mapa
RDC 1 - Rompimento por colapso do vertedouro com vazão milenar (122 m³/s)	PAE-TRQ-MAP01-RDC01_revB
RDC 2 - Rompimento por colapso do vertedouro em dia seco, com vazão média de longo termo (6,20 m³/s)	PAE-TRQ-MAP02-RDC02_revB
RDC 3 - Rompimento por colapso do vertedouro com de TR 2 anos (41,0 m³/s)	PAE-TRQ-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 abaixo 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 colapso do vertedouro com vazão milenar (122 m³/s)	PAE-TRQ-MAP04-PER01_revB
RDC 2 - Rompimento por colapso do vertedouro em dia seco, com vazão média de longo termo (6,20 m³/s)	PAE-TRQ-MAP05-PER02_revB
RDC 3 - Rompimento por colapso do vertedouro com de TR 2 anos (41,0 m³/s)	PAE-TRQ-MAP06-PER03_revB

Por fim, são apresentadas as cartas de inundação do cenário sem ruptura, para as vazões com TR 2, 10, 50, 100 e 1.000 anos. Desta forma é possível analisar quais as regiões que estão, naturalmente, expostas a riscos hidrológicos no vale a jusante da barragem.

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

IX. Apêndices Externos

Documento nº PAE-TRQ-DOC02_Apêndices-G-H

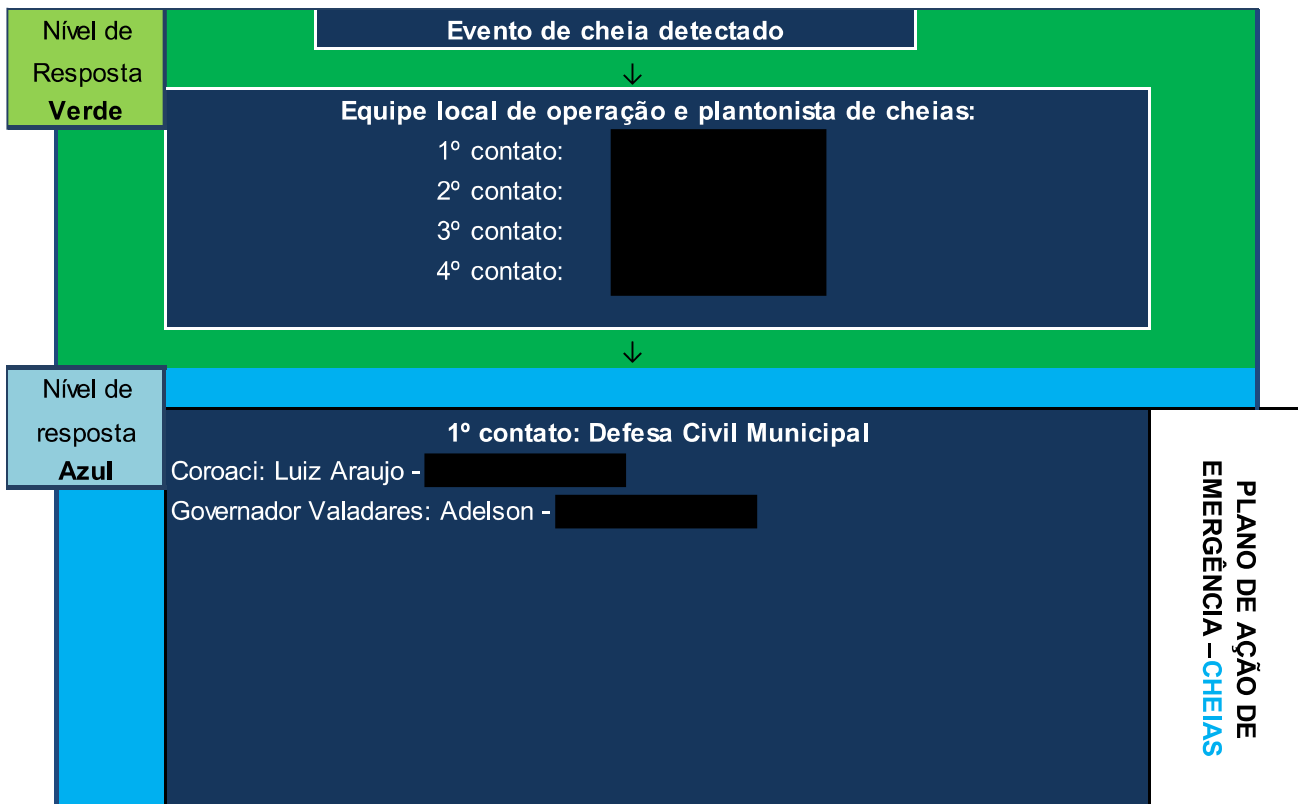
G. Controle de distribuição digital deste PAE¹

Nome do Responsável	Função/Entidade
Ivan Sérgio Carneiro	Coordenador do PAE – Cemig GT
Diego Antônio F. Balbi	Coordenador Técnico Civil – Cemig GT
Fabiano de Sousa Botelho	Gerente da Equipe Local – Cemig GT
Paulo Henrique Camargos Firme	Diretor – Defesa Civil Estadual Minas Gerais
Luiz Araújo	Coordenador – Defesa Civil Municipal Prefeitura Municipal de Coroaci
Adelson	Coordenador – Defesa Civil Municipal Prefeitura Municipal de Governador Valadares

¹ Apêndice revisado em 20/04/2022. Este apêndice pode ter seus contatos alterados, sem que o documento do PAE Externo perca a vigência de sua revisão.

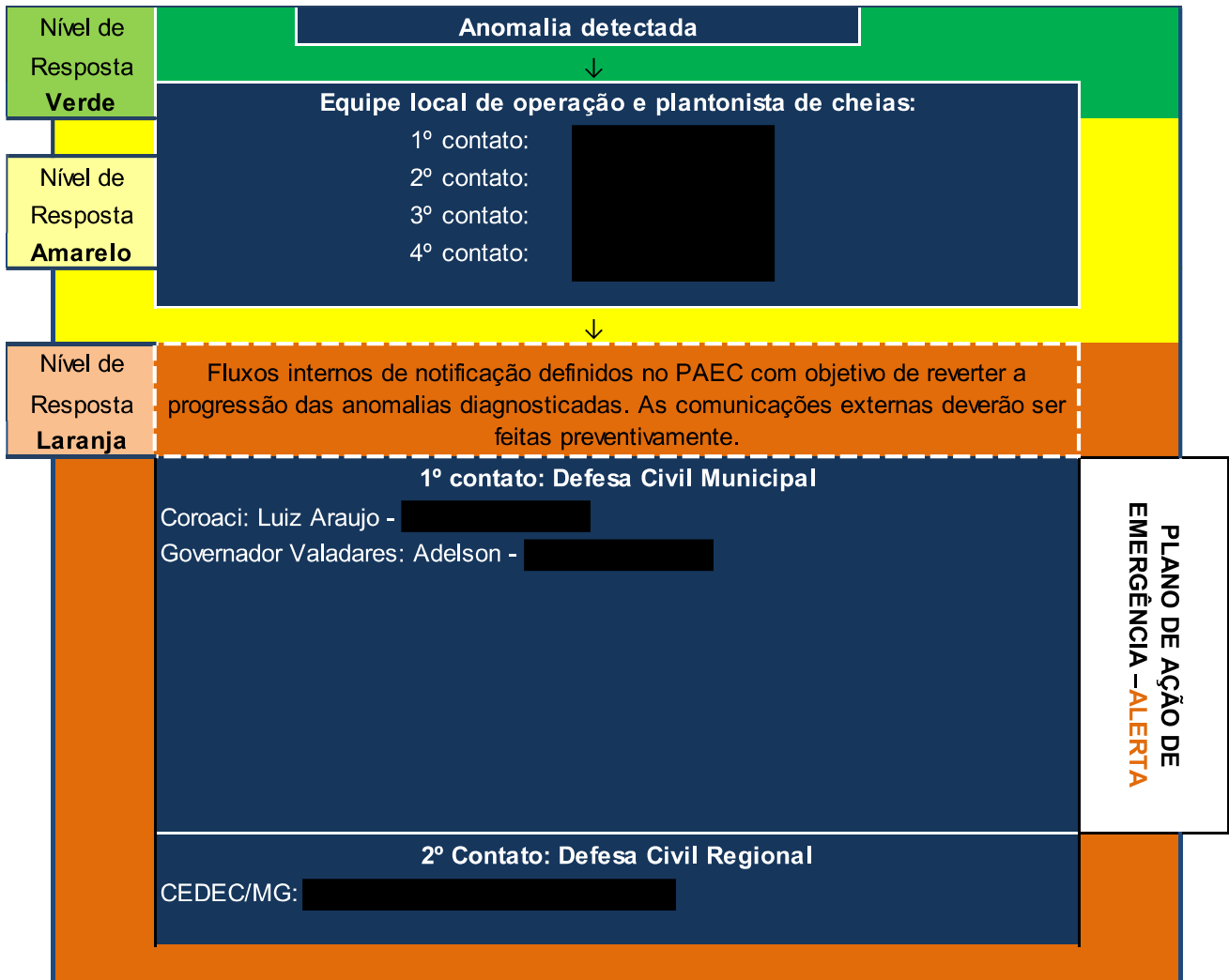
H. Plano de chamadas para notificação deste PAE

- Nível de Resposta: CHEIAS²



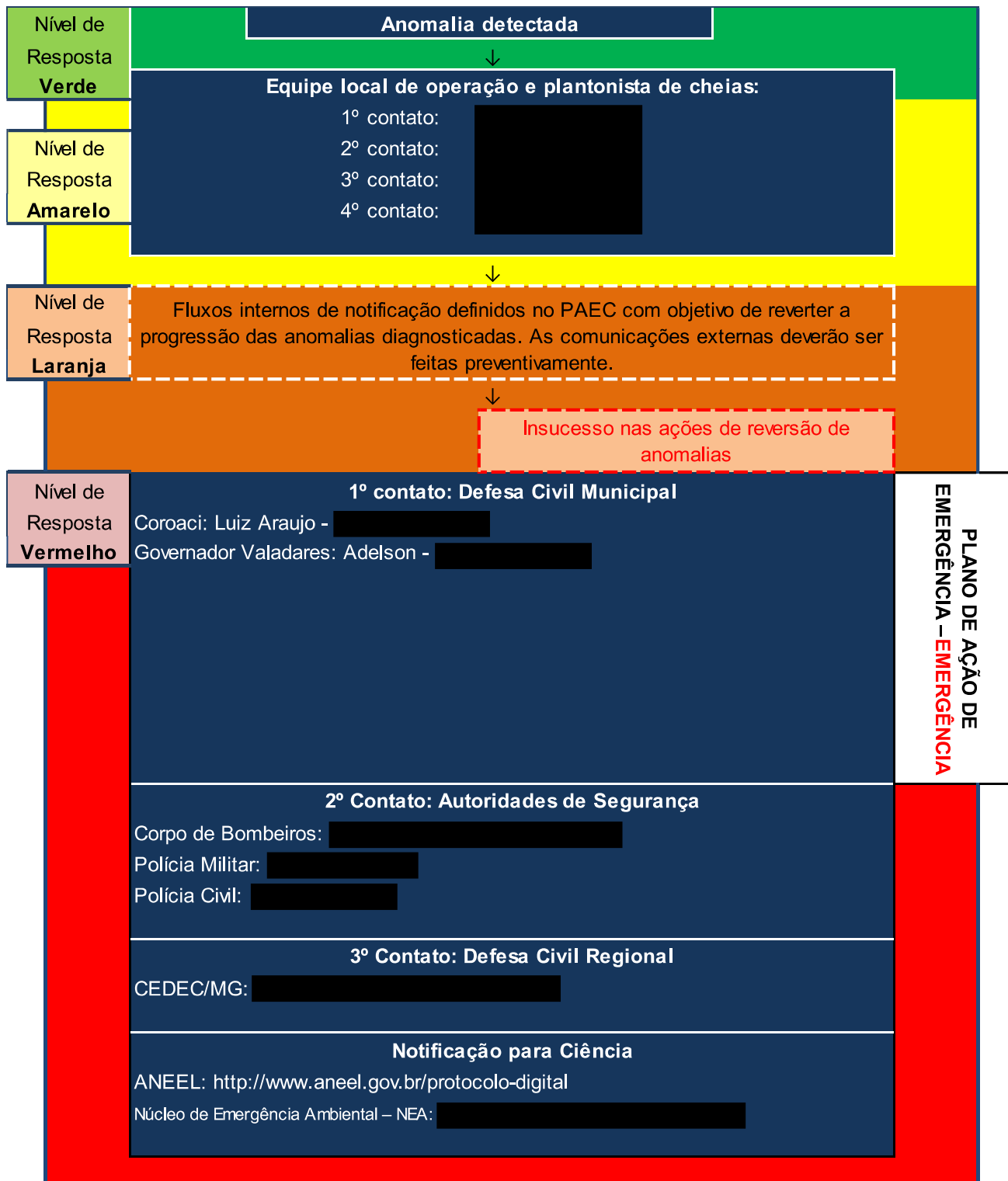
² Apêndice revisado em 20/04/2022. Este apêndice pode ter seus contatos alterados, sem que o documento do PAE Externo perca a vigência de sua revisão.

- Nível de Resposta 2: ALERTA³



³ Apêndice revisado em 20/04/2022. Este apêndice pode ter seus contatos alterados, sem que o documento do PAE Externo perca a vigência de sua revisão.

- Nível de Resposta 3: EMERGÊNCIA⁴



⁴ Apêndice revisado em 20/04/2022. Este apêndice pode ter seus contatos alterados, sem que o documento do PAE Externo perca a vigência de sua revisão.