

## Barragem da UHE Coronel Domiciano



### 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.000838-9.02

**Documento nº PAE - UHE Coronel Domiciano - revF**

**Responsável pela elaboração:** Cemig GT

**Município relacionado:**

Zona de Autossalvamento (ZAS): Muriaé – MG

Revisão	Vigência	Motivo da revisão
F	16/10/2023	Revisão de informações após conclusão de obras na barragem e inclusão dos capítulos de Projeto de Sinalização, Plano de Comunicação, Cadastro Socioeconômico e Instituição do SCO e PC

## Sumário

I.	Controle de revisões e assinaturas dos responsáveis .....	3
II.	Informações gerais da barragem .....	4
	A. Apresentação .....	4
	B. Objetivo do PAE .....	4
	C. Caracterização da barragem .....	4
III.	Responsabilidades gerais no PAE .....	7
	A. Empreendedor .....	7
	B. Coordenador do PAE .....	7
	C. Equipe técnica .....	8
	D. Plantonista de cheias.....	8
	E. Sistema de Proteção e Defesa Civil e demais autoridades .....	9
IV.	Níveis de resposta – Identificação e análise das possíveis situações de emergência .....	9
	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 .....	15
	A. Fluxograma de ações e notificação em situação de CHEIAS .....	15
	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.	Cadastro Socioeconômico .....	20
VIII.	Projeto de Sinalização de Rotas de Fuga e Pontos de Encontro.....	22
IX.	Implantação do Sistema de Comando e Operação (SCO) e Posto de Comando (PC).....	26
X.	Plano de Comunicação.....	27

A.	Meios de Comunicação.....	27
B.	Canais de Comunicação .....	28
C.	Outras Ações de Comunicação .....	28
XI.	Encerramento das operações .....	29
XII.	Apêndices .....	30
A.	Ficha Técnica da Barragem .....	31
B.	Mensagem de notificação Padrão .....	32
C.	Premissas e resultados dos estudos de ruptura hipotética .....	33
1.	Cenário RDC 1 - Rompimento por colapso da estrutura do vertedouro com vazão milenar (73,0 m <sup>3</sup> /s).....	33
2.	Cenário RDC 2 - Rompimento por colapso da estrutura do vertedouro em dia seco, com vazão média de longo termo (3,96 m <sup>3</sup> /s).....	35
3.	Cenário RDC 3 - Rompimento por colapso da estrutura do vertedouro durante evento de vazão TR 2 anos (33,0 m <sup>3</sup> /s) .....	36
D.	Principais pontos de inundação .....	38
E.	Tempos de chegada e pico de onda .....	41
F.	Lista de mapas temáticos e manchas de inundação .....	43
XIII.	Apêndices Externos .....	45
G.	Controle de distribuição digital deste PAE .....	46
H.	Plano de chamadas para notificação deste PAE .....	47

## I. Controle de revisões e assinaturas dos responsáveis

Revisão	Vigência	Motivo da revisão
A	14/12/2018	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	19/04/2022	Revisão de apêndices e página de assinaturas
F	16/10/2023	Revisão de informações após conclusão de obras na barragem e inclusão dos capítulos de Projeto de Sinalização, Plano de Comunicação, Cadastro Socioeconômico e Instituição do SCO e PC

DocuSigned by:  
  
3C6057D99C02446...

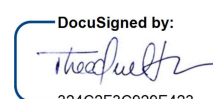
Diogo Carneiro Ribeiro Bueno Martins  
Responsável Técnico pela Elaboração do PAE  
CREA-MG: 163375/D

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:  
  
32462F3C929E423...

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 a apresentar os riscos mapeados a partir do estudo da onda de inundação provocada por eventual ruptura da barragem da UHE Coronel Domiciano, 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.

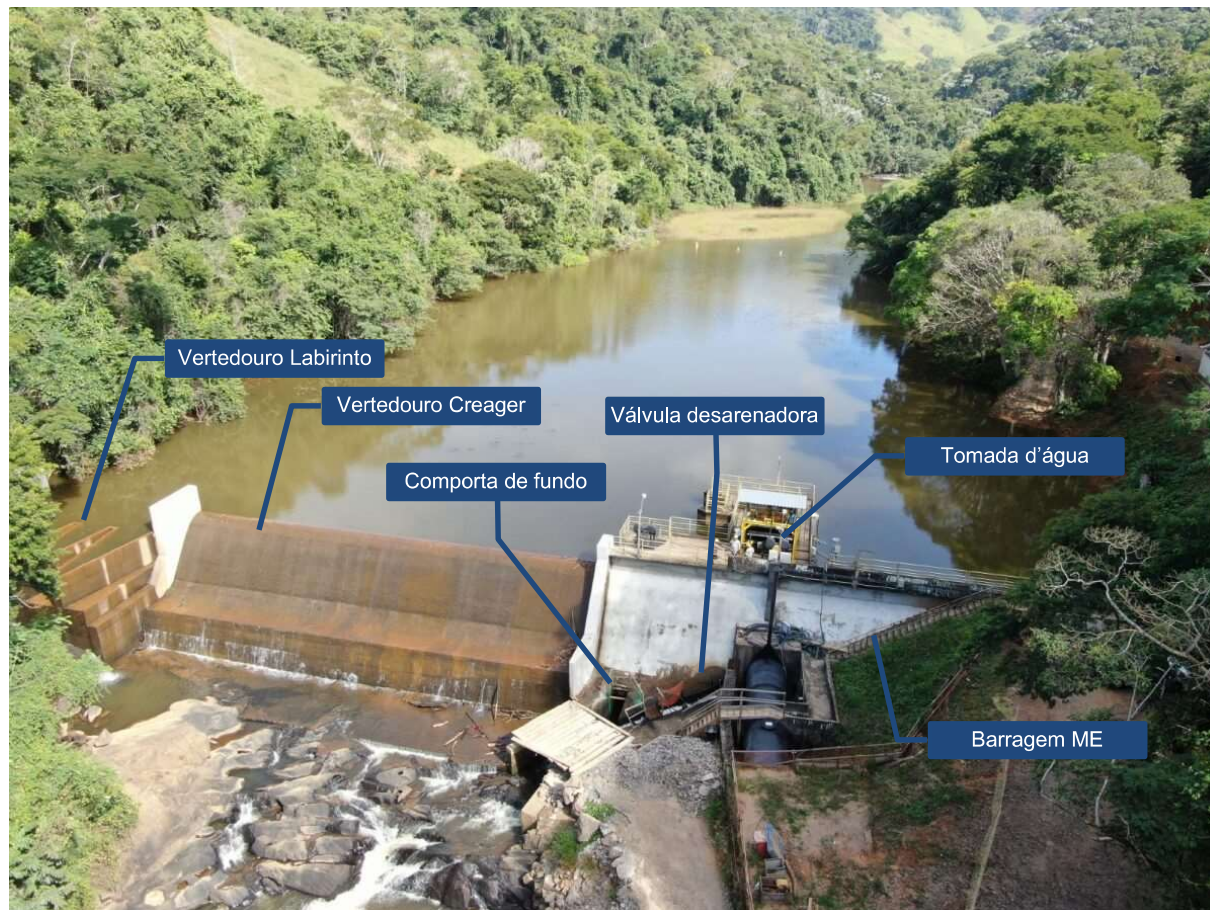
Além das ações externas de comunicação e mapeamento do risco, cabe à equipe ligada à operação e manutenção da barragem a adoção de medidas de controle, prevenção e correção de vulnerabilidades. Assim, é elaborado um documento complementar denominado Plano de Prevenção e Resposta Civil a Potenciais Emergências 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 a recuperar as condições de segurança estrutural e operacional da barragem.

### C. Caracterização da barragem

A barragem de Coronel Domiciano, do empreendedor Cemig Geração Sul S.A., está localizada no Rio Fumaça, no município de Muriaé, em Minas Gerais. As coordenadas da barragem principal são: 21°00'59.1" Sul e 42°26'28.6" Oeste. A barragem é do tipo gravidade, possui altura de 8,00 m e comprimento de 85,0 m. O vertedouro principal é de soleira livre, em trecho labirinto de largura 11,86

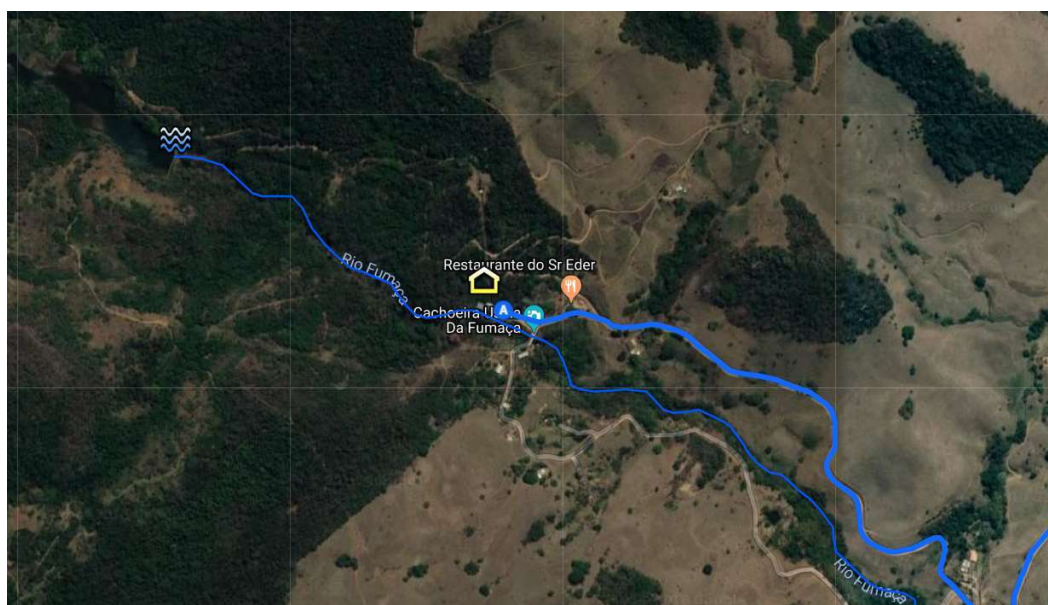
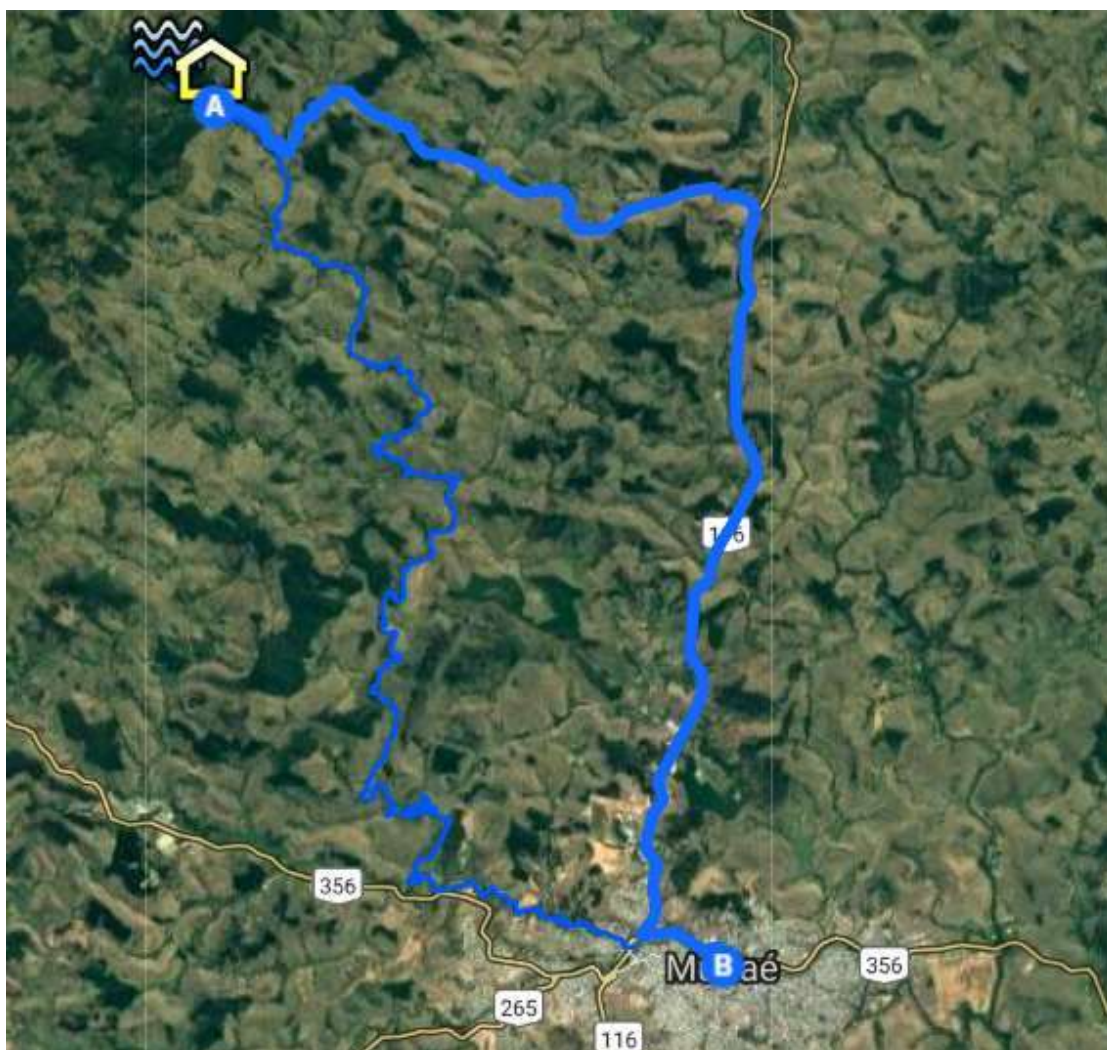
m acrescidos de 28,66 m em perfil Creager. A capacidade de descarga máxima é de 192,86 m<sup>3</sup>/s no NA Máximo Maximorum (483,47 m).

A Figura 1 ilustra as estruturas associadas ao aproveitamento.



**Figura 1 - Estruturas do Empreendimento da UHE Coronel Domiciano**

Para acesso ao barramento (Figura 2) e à casa de força através das cidades de jusante, parte-se do centro do município de Muriaé, seguindo na direção Norte pela Rodovia BR 116, percorrendo 11 km até a conversão à esquerda, sentido Capetinga. Para seguir até a casa de força, faz-se a conversão à esquerda, enquanto para o acesso ao barramento, é necessário seguir pelo acesso em estrada de terra pela direita.



**Figura 2 - Acesso à casa de força e barramento**

### 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 PPRC 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 PPRC 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
Coordenador do PAE: <b>Ivan Sérgio Carneiro</b> Gerente de Planejamento Energético	

### 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 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 classificar as situações de emergência em potencial, de acordo com os níveis e código de cores padrão definidos no PPRC 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.

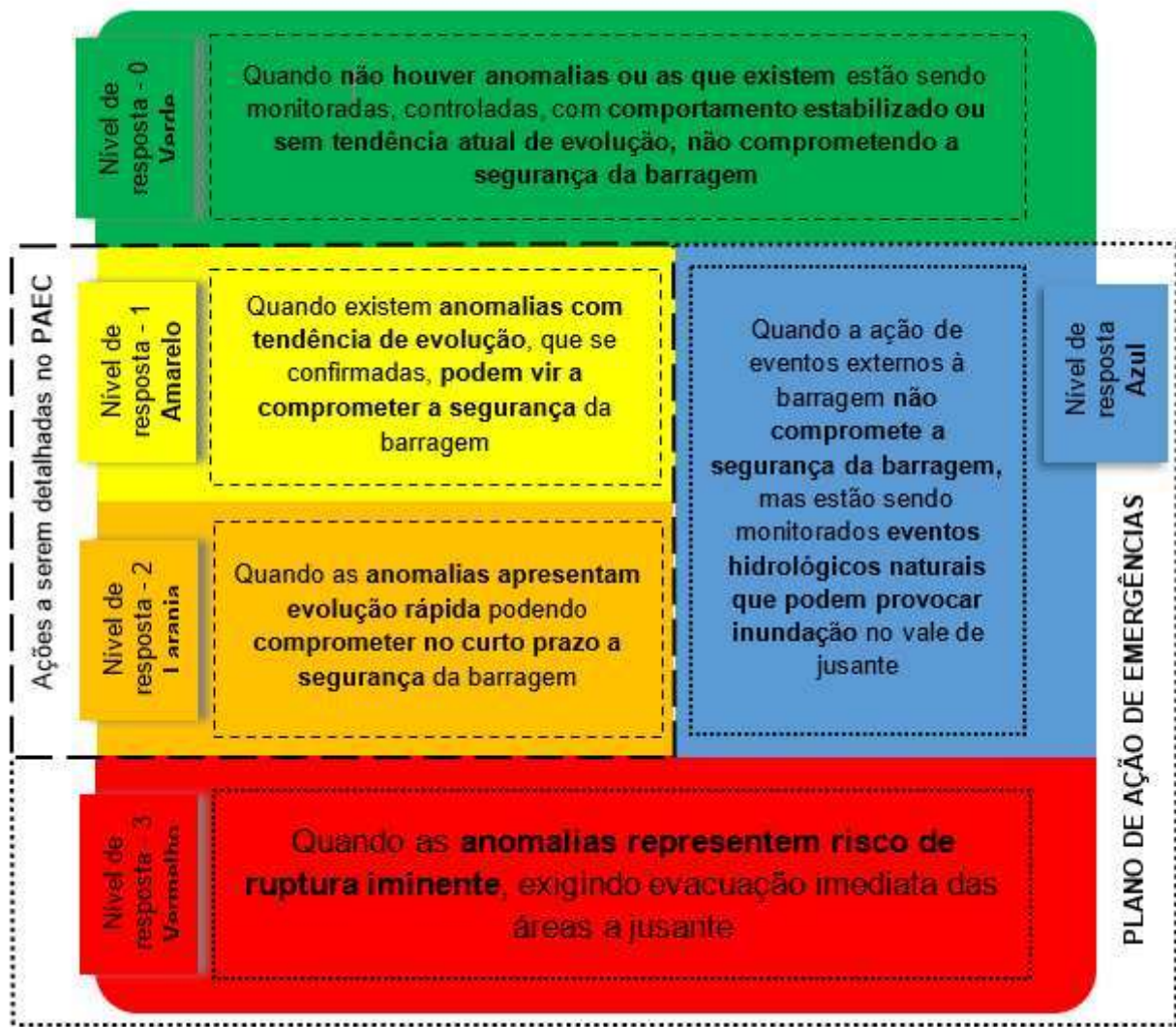
Além disso é importante que os órgãos locais informem o empreendedor no caso de alteração de risco associado às vazões mapeadas.

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 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 central. 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 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.  <b>Responsável: equipe técnica de segurança de barragem e equipe local</b>	Normal (Verde)	
	Resultados anômalos da instrumentação de auscultação da barragem	Avaliar os resultados anômalos da instrumentação de auscultação da barragem e prover soluções.  <b>Responsável: equipe técnica de segurança de barragem e equipe local</b>		
	Equipamentos	Indisponibilidade total do sistema de monitoramento de níveis e afluência de cheias (previsão)	Executar manutenção com urgência.  <b>Responsável: equipe técnica de segurança de barragem e equipe local</b>	Atenção (Amarelo)
Anomalias na barragem, ombreiras e área a jusante	Trincas superficiais	Monitorar visualmente ou através de instrumento. Fazer registro de todas as medidas.  <b>Responsável: equipe técnica de segurança de barragem e equipe local</b>	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  <b>Responsável: equipe técnica de segurança de barragem e equipe local</b>	Atenção (Amarelo)
		Presença de trincas transversais e longitudinais profundas sem percolação de água: <ul style="list-style-type: none"> <li>Que não estabilizam</li> <li>Passantes ou não, de montante para jusante</li> </ul>		
		Presença de trincas transversais passantes, de montante para jusante, com percolação de água		
	Surgências (áreas encharcadas, água surgindo ou infiltrações)	Surgência de água próximo à barragem ou ombreiras: <ul style="list-style-type: none"> <li>Não documentada e/ou não monitorada</li> <li>Com carreamento de materiais de origem desconhecida</li> <li>Aumento das infiltrações com o tempo</li> <li>Água saindo com pressão</li> </ul>	Projetar e executar tratamento em caráter emergencial  <b>Responsável: equipe técnica de segurança de barragem e equipe local</b>	Alerta (Laranja)
		Surgência incontrolável com erosão interna em andamento.		
	Abatimento / Deslizamento	Deslizamento do maciço através da crista ou talude, reduzindo borda livre e/ou seção transversal	Projetar e executar tratamento em caráter emergencial  <b>Responsável: equipe técnica de segurança de barragem e equipe local</b>	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	Corrigir sistema  <b>Responsável: equipe técnica de segurança de barragem</b>	Normal (Verde)	
	Período chuvoso	Corrigir sistema com urgência  <b>Responsável: equipe técnica de segurança de barragem e equipe local</b>	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 <b>Responsável: plantonista de cheias</b>	Alerta (Laranja)
	Galgamento da barragem	Galgamento da barragem iniciado	Se possível, reduzir nível através do aumento do vertimento. <b>Acionar fluxo de comunicação.</b> Iniciar estado de alerta no vale a jusante. <b>Responsável: plantonista de cheias</b>	
Ruptura da Barragem		<ul style="list-style-type: none"> <li>Tombamento da barragem</li> <li>Abertura de brecha no maciço com descarga incontrolável de água</li> <li>Colapso completo do maciço</li> </ul>	<b>Acionar fluxo de comunicação.</b> Iniciar <b>evacuação</b> do vale a jusante. <b>Responsável: plantonista de cheias</b>	Emergência (Vermelho)

### A. Caracterização do Nível de Resposta – CHEIAS

O **Nível de Resposta – CHEIAS** é um dos níveis que aciona este Plano de Ações de Emergência, ou seja, quando a ação de eventos externos à barragem **não compromete a segurança da barragem**, mas estão sendo monitorados **eventos hidrológicos naturais que podem provocar inundação** no vale de jusante. Assim, o presente PAE é acionado à medida que está sendo **verificado um evento de cheia** que coloque pessoas sujeitas a situação de inundação. O **primeiro contato de comunicação** é realizado visando que sejam tomadas medidas para prevenção e redução dos danos materiais e humanos para cada escala de evento identificado.

A UHE Coronel Domiciano possui um reservatório com volume útil de 0,054 hm<sup>3</sup>, **não sendo possível utilizá-lo para regularização do regime hídrico do rio Fumaça**. Sua principal estrutura extravasora é um vertedouro de crista livre. O vertedouro não possui manobras operativas associadas, repassando toda a afluência ao barramento que não é aproveitada na geração de energia. Assim sendo, o presente nível de resposta é acionado de forma a alertar sobre as condições naturais que o rio Fumaça durante um evento de cheia, que serão repassadas para jusante, sem controle de vazões ou regularização.

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 - 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** uma anomalia que comprometem 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 a 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 um dos níveis que aciona este Plano de Ações 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 de 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 2 – 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.

Sinteticamente:

- a barragem apresenta uma **anomalia significativa que está sendo tratada**;
- julga-se que **há risco de ações** em andamento na barragem **não evitarem a sua ruptura**;
- entende-se que a segurança do vale a jusante está sob **ameaçada controlada** e será necessário acionar os procedimentos de comunicação e notificação externos previstos no PAE para preparação dos órgãos para resposta a situação de emergência;
- Pode ser necessária evacuação interna e externamente;
- Avisar/alarmar a Zona de Autossalvamento.

## C. Caracterização do Nível de Resposta 3 – EMERGÊNCIA

O **Nível de Resposta 3 – EMERGÊNCIA** é o nível que aciona este Plano de Ações 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 a barragem já está rompendo**, devendo ser tomadas medidas para prevenção e redução dos danos materiais e humanos decorrentes do colapso da barragem.

Sinteticamente:

- A barragem já rompeu, está rompendo 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 à 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;
- Avisar/alarmar a Zona de Autossalvamento;
- Acionar 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 entre o município de Rosário de Limeira, MG, a montante do reservatório, e o município de Muriaé, MG, totalizando cerca de 28 km de extensão ao longo do rio Fumaça e rio Preto.

Dada a incerteza de como uma barragem pode se romper e seus reais efeitos, foi realizado um estudo de ruptura hipotética, considerando então um método de falha mais conservador onde é criada uma brecha ao longo de toda a altura da barragem, utilizando as seguintes premissas:

- Tempo de formação da brecha: 6 minutos;
- Cota da base da brecha: El. 478,00 m;
- Largura da base: 27,70 metros (ruptura do bloco do vertedouro);
- Inclinação das faces laterais da brecha: Vertical;

Cabe destacar que o volume d'água represado no reservatório da UHE Coronel Domiciano **não é capaz de gerar, em um evento de ruptura, uma mudança significativa** no regime fluviométrico do rio Fumaça. Desta forma o evento gera uma onda de cheia **praticamente indistinguível** quando comparado com uma cheia natural de tempo de recorrência de 10 anos. Ou seja, não é a ruptura da barragem que determina a ocorrência de inundação. Dessa forma, vê-se a importância do Nível de Resposta – **CHEIAS** para o início de comunicação e para a preparação do município contra a inundações naturais.

## 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**.

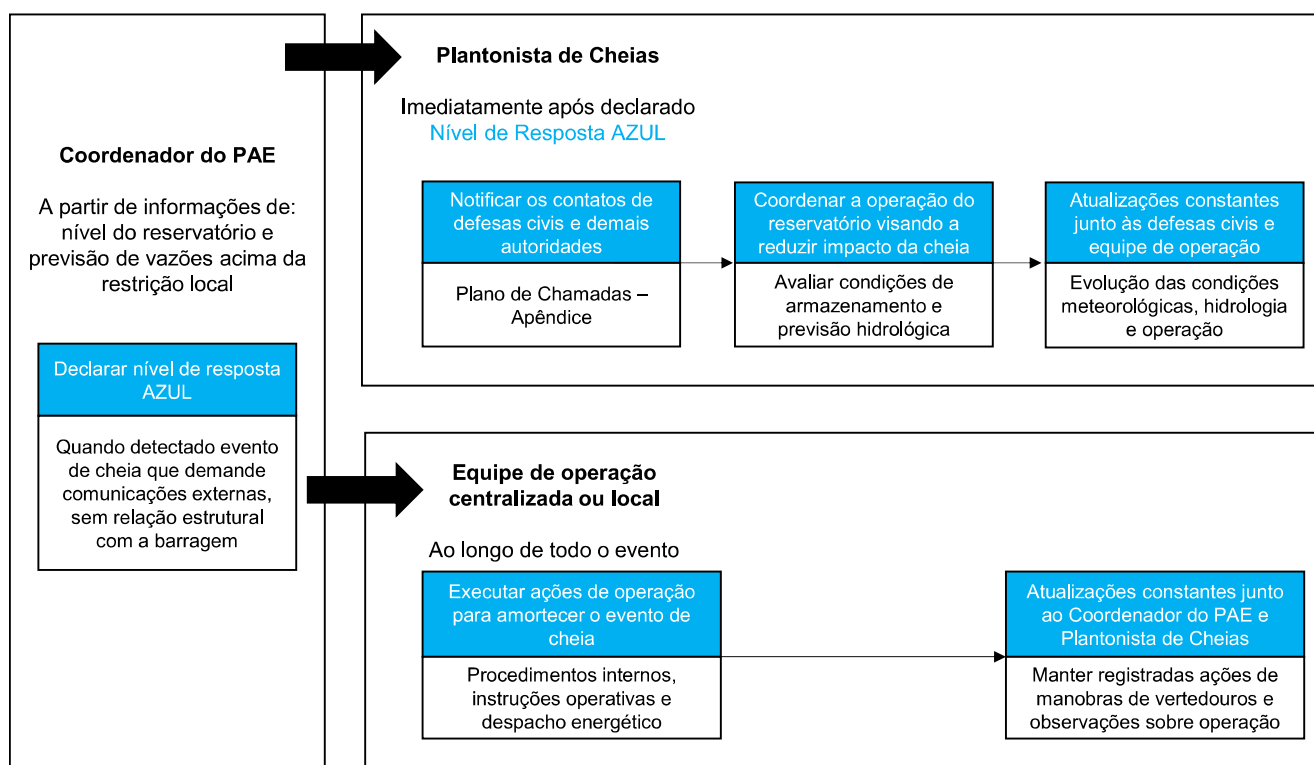


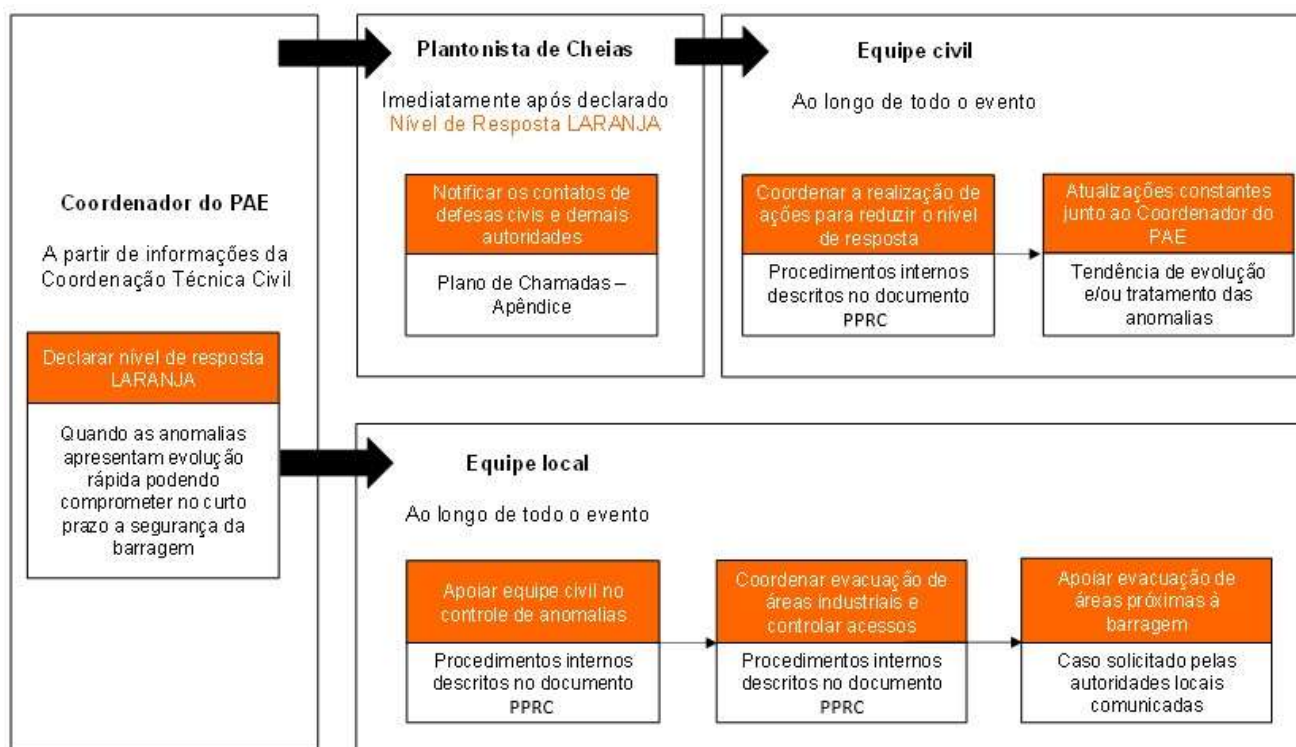
Figura 3 - Fluxograma em situação de CHEIAS

### 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



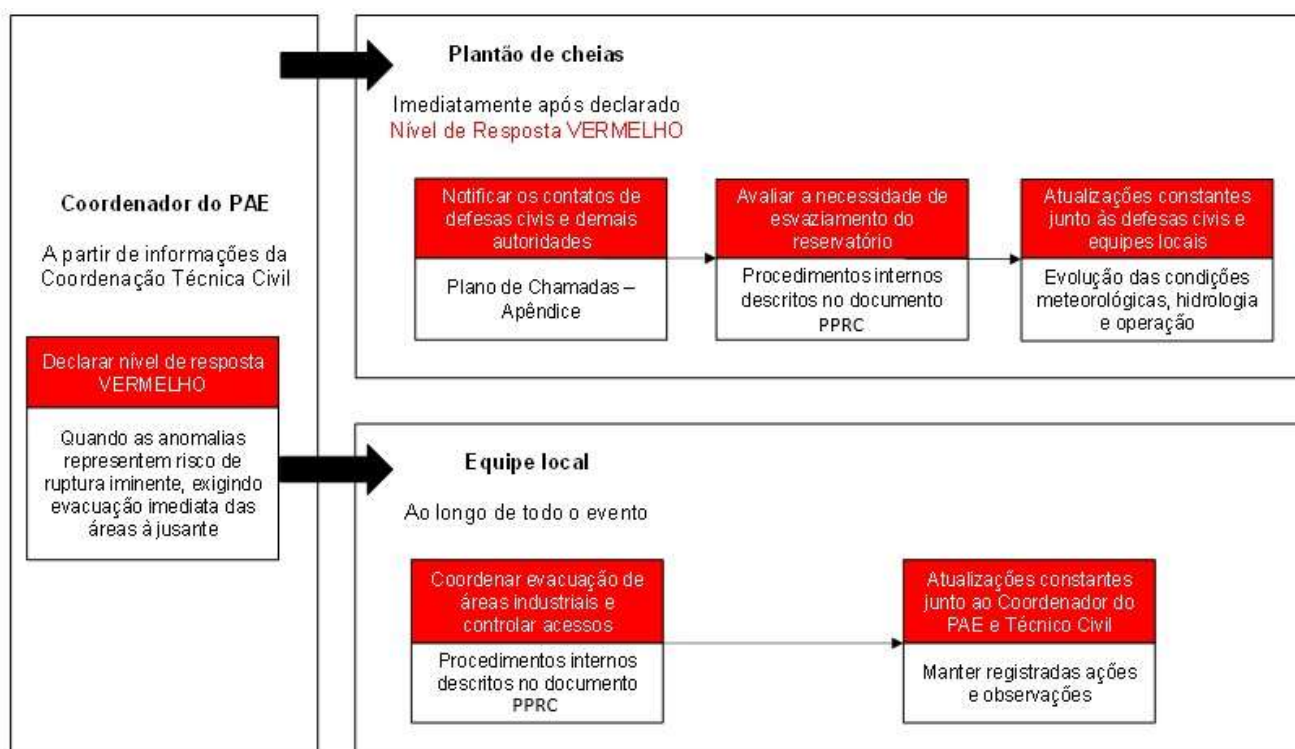
parte do PPRC, documento interno do empreendimento. O quadro da Figura 4 abaixo sintetiza as ações a serem tomadas quando da ocorrência de situação de **ALERTA**.



**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 PPRC, 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)

Dado os resultados mapeados pelo estudo de propagação de vazões, a UHE Coronel Domiciano não apresenta grandes danos associados diretamente a um evento hipotético de ruptura. Entretanto existem ocupações próximas à calha do rio Fumaça que sofrem efeitos de inundação devido a cheias naturais. Isto posto, o monitoramento de vazões é de extrema importância para mitigar as perdas de vida e de bens materiais.

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 serviços e agentes de proteção civil, em caso de uma eventual ruptura. Assim sendo, foi adotado uma Zona de Autossalvamento de 10 km, de modo que todo esse trecho seja alertado numa eventual situação de crise, não dependendo da atuação das autoridades competentes.

### B. Monitoramento de vazões

Além dos dados operativos da UHE Coronel Domiciano, para a emissão de alertas para o vale do rio Fumaça, serão monitorados durante emergências os pontos de controle relacionados na Tabela 5:

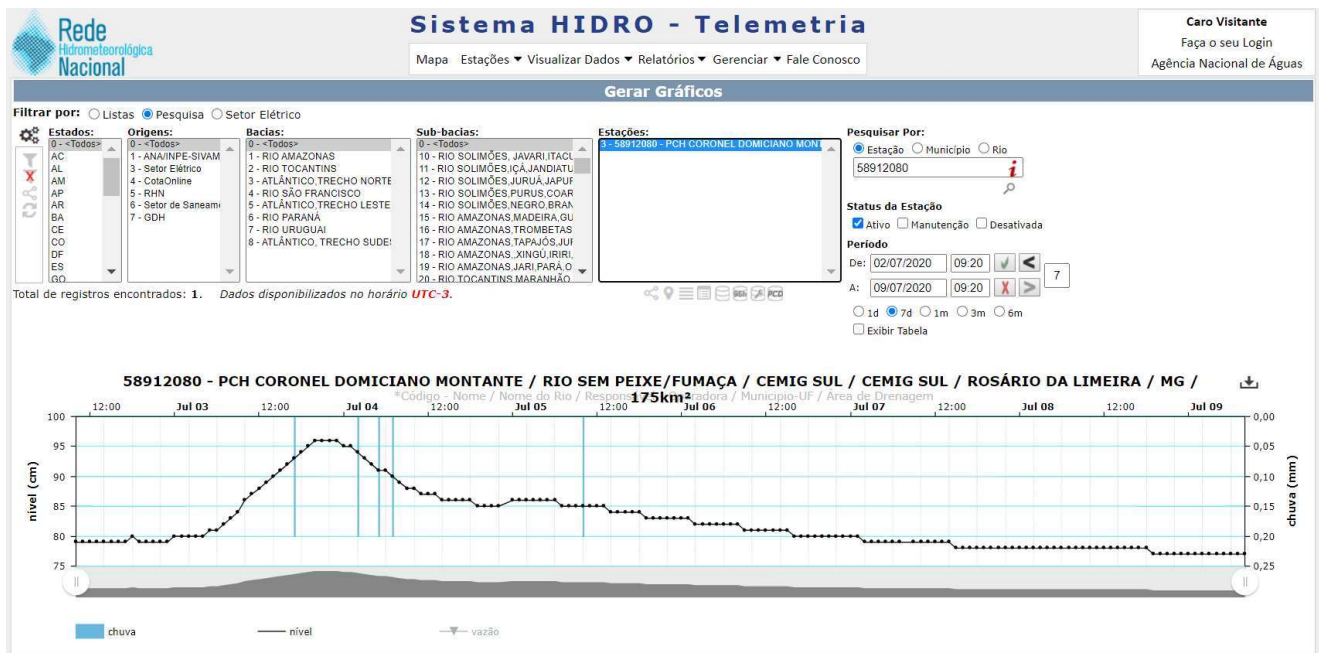
**Tabela 5 - Postos de Monitoramento**

Bacia	Sub-bacias	Estações
5 – ATLÂNTICO LESTE	58 – RIO PARAÍBA DO SUL	58912080 – UHE Coronel Domiciano Montante
5 – ATLÂNTICO LESTE	58 – RIO PARAÍBA DO SUL	58912090 – UHE Coronel Domiciano Barramento

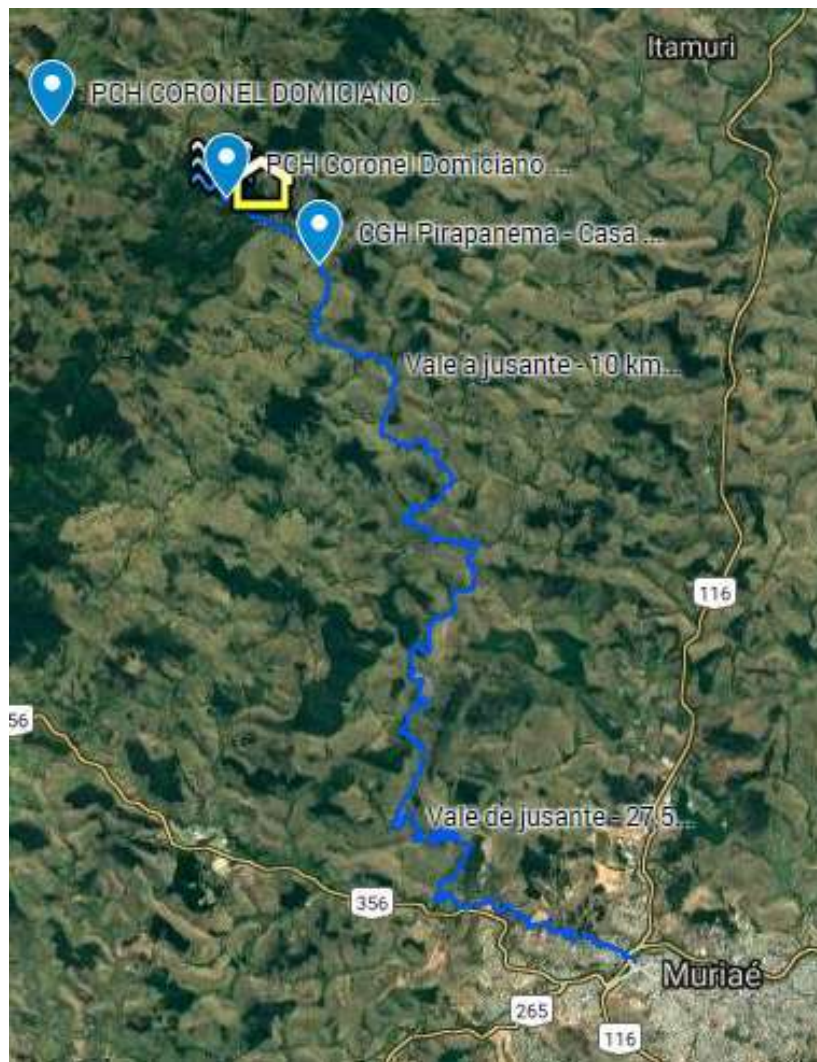
Pelo portal Gestor PCD da Agência Nacional de Águas – ANA é possível verificar os dados em tempo real dos postos de monitoramento: <http://gestorpcd.ana.gov.br/gerarGrafico.aspx>. Para selecionar os postos de interesse, escolhe-se o Estado: MG, Origem: Setor Elétrico, Bacia: 5 – Atlântico, Trecho Leste, Sub-bacia: 58 – Rio Paraíba do Sul, 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 que permitem o monitoramento de vazões afluentes e defluentes da UHE Coronel Domiciano, antecipando eventos de cheias e acompanhando o avanço de onda de ruptura. Os postos indicados no mapa permitem o acesso direto às telas de monitoramento em tempo real. É possível acessar a versão online do mapa via endereço: <http://bit.ly/CDOM-PAE>.



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

### **C. Parâmetros para comunicação do plantonista de cheia**

Conforme apresentado anteriormente, a maior capacidade de vertimento da UHE Coronel Domiciano dá-se pelo extravasor de crista livre. Por ser um reservatório de apenas 0,054 hm<sup>3</sup> de volume útil, a usina não possui capacidade de atenuação dos eventos de cheia, operando a fio d'água, ou seja, toda a afluência que chega ao reservatório é repassada. Dessa forma, a previsibilidade da vazão afluente e a agilidade na comunicação são imprescindíveis.

O monitoramento de vazões ordinárias da UHE Coronel Domiciano será realizado através do posto hidrométrico a montante, operado pela Cemig GT. A 25 km a jusante da UHE Coronel Domiciano localiza-se a cidade de Muriaé que já vivenciou cheias em bairros ribeirinhos, porém não associado à operação das usinas de montante. O primeiro acionamento de comunicação será realizado assim que haja a possibilidade de ultrapassagem da vazão de restrição (Qr):

**Qr = 33 m³/s**

Outros efeitos de potenciais inundações são apresentados em apêndice com principais pontos de inundação por município, para os cenários estudados de ruptura de barragem e de cheias naturais.

## VII. Cadastro Socioeconômico

Em novembro de 2021 foi realizada a primeira campanha de levantamento cadastral das propriedades e pessoas a jusante da PCH Coronel Domiciano e em setembro de 2023 a segunda campanha de cadastro (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**), 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).

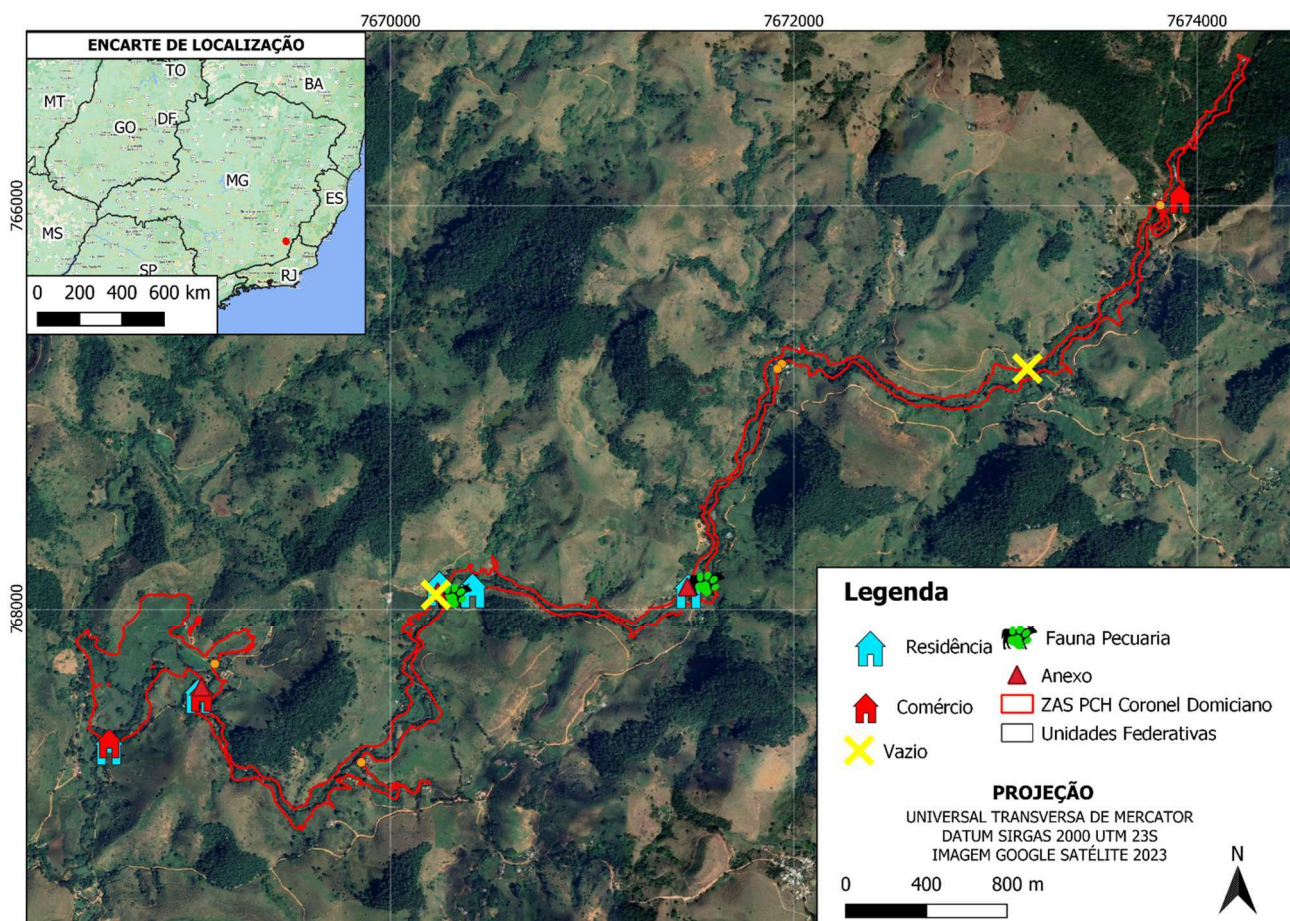


Figura 8 – Localização das propriedades cadastradas (fonte: Relatório de Cadastro, HIDROBR, 2023).

Foram feitos 10 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. O patrimônio cultural foi levantado a partir de dados secundários. A quantificação de cada ficha de cadastro é apresentada na Tabela 6.

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

Ficha de cadastro	Quantidade	Percentual (%)
<b>Casa</b>	5	50,0
<b>Comércio</b>	3	30,0
<b>Fauna Pecuária</b>	2	20,0
<b>Total</b>	<b>10</b>	<b>100,0</b>

Para as residências, foram coletadas informações de faixa etária, escolaridade, alfabetização, 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 abaixo está o resultado do cadastro.

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

Faixa etária (anos)	Quantidade	Percentual (%)
<b>0 a 17</b>	1	5,0
<b>18 a 39</b>	3	15,0
<b>40 a 59</b>	8	40,0
<b>60 ou mais</b>	8	40,0
<b>Não informado</b>	0	0,0
<b>Total</b>	<b>20</b>	<b>100</b>

Para as edificações comerciais, foram coletados o 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. **Foram cadastradas no total 3 edificações comerciais**, e na Tabela 8 abaixo está o quantitativo de **população permanente, onde são contabilizados moradores e funcionários dos comércios, e flutuante**.

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

Número de pessoas	Quantidade	Percentual (%)
<b>População permanente</b>	30	10,60
<b>População flutuante</b>	253	89,40
<b>Total</b>	<b>283</b>	<b>100</b>

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. Em resumo, **foram contabilizados 17 animais domésticos (entre cachorros, gatos e outros) e 25.191 animais de produção/criação.**

O Patrimônio Cultural de Muriaé (MG), foi levantado e cadastrado a partir de dados do Instituto Estadual do Patrimônio Histórico e Artístico (IEPHA) e do Instituto de Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN), indica que o município possui 29 (vinte e nove) bens, entre bens imóvel e arqueológicos. Sendo que **nenhum dos bens avaliados encontra-se na ZAS da UHE Coronel Domiciano).**

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. Estes locais correspondem a 16,67% propriedades na ZAS (02 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** visando definir os caminhos que devem ser percorridos até os locais seguros localizados fora da delimitação da mancha de inundação, denominados **Pontos de Encontro**. 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 Pontos de Encontro no PROX.

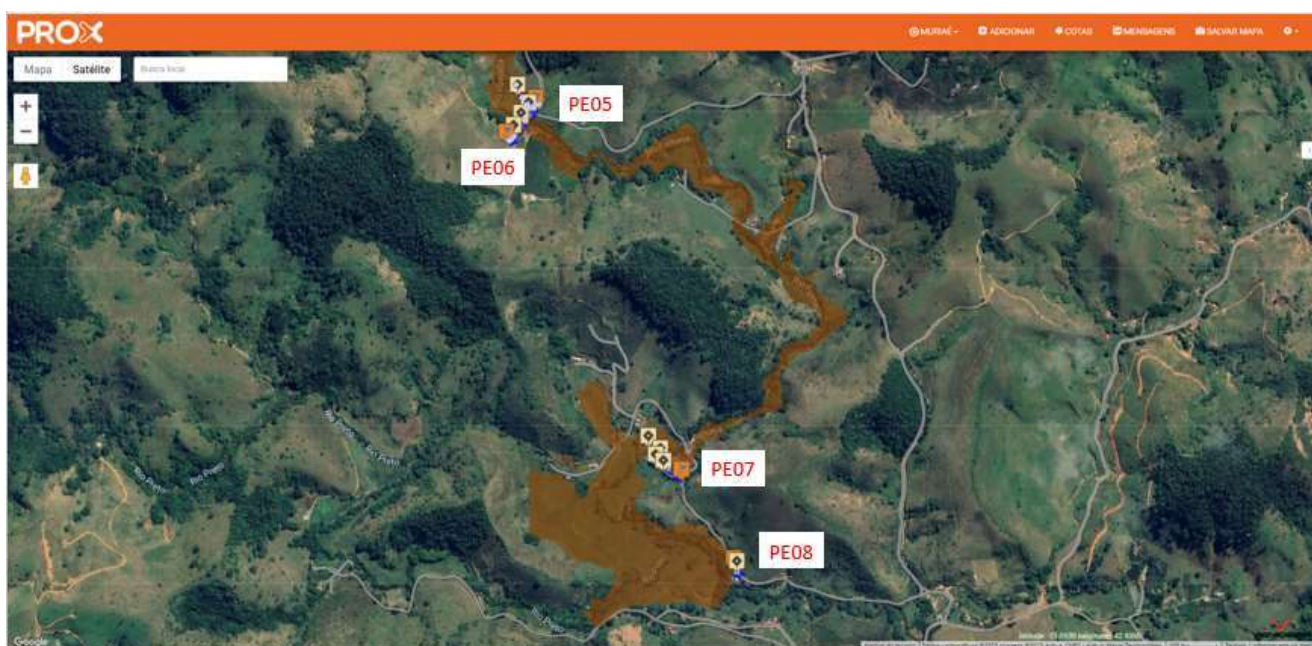


Figura 10 - Localização das placas de sinalização de alerta das Rotas de Fuga e Pontos de Encontro no PROX.

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 10 Rotas de Fuga; das quais 15 placas de Rota de Fuga; e 08 placas de Pontos de Encontro, todos dentro do município de Muriaé.**

As dimensões, orientações para instalação e modelos sugeridos para as placas de sinalização estão apresentados nas Tabela 9 e Tabela 10.

**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)
<b>Rota de Fuga</b>	Paralelo ao fluxo, seguindo o a localização indicada no PROX	0,75 x 0,50	1,80
<b>Ponto de Encontro</b>	Local com boa visibilidade, próximo aos Pontos de	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.

**Classificação: Somente uso oficial**
**Tabela 11 – Principais informações sobre as rotas de fuga e pontos de encontro.**

Localidade	Ponto de encontro	Rota de fuga	Número estimado de pessoas	Distância do maior percurso (m)	Tempo estimado do maior percurso (min)
Muriaé-MG	PE01	2	6	200	2,8
Muriaé-MG	PE02	1	2	50	0,7
Muriaé-MG	PE03	1	3	100	1,4
Muriaé-MG	PE04	1	3	50	0,7
Muriaé-MG	PE05	1	20	100	1,4
Muriaé-MG	PE06	1	20	100	1,4
Muriaé-MG	PE07	2	239	100	1,4
Muriaé-MG	PE08	1	1	50	0,7
<b>TOTAL</b>	<b>08</b>	<b>10</b>	<b>294</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

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

O SCO deverá ser instaurada assim que o nível de resposta em emergência for confirmado. Inicialmente será constituída pelos agentes internos e, caso a situação se agrave, passarão a integrar os agentes externos. O comando do SCO caberá aos agentes externos, a partir da sua chegada.

No Sistema de Comando e Operação ocorrerá a coordenação e 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 ruptura.

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

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 órgãos de proteção e defesa civil deliberarem sobre o encerramento do SCO.

O Local do SCO e PC sugerido para a ZAS da UHE Cel. Domiciano é na Bar/Restaurante Éder (Estrada rural, próximo à Casa de Força) (Figura 12).



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

O SCO e PC da UHE Cel. Domiciano está próximo à Casa de Força e do Ponto de Encontro 01 da ZAS da usina.

## X. Plano de Comunicação

Em uma situação de rompimento de barragem, a eficiente comunicação entre Empreendedor, órgãos externos 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.

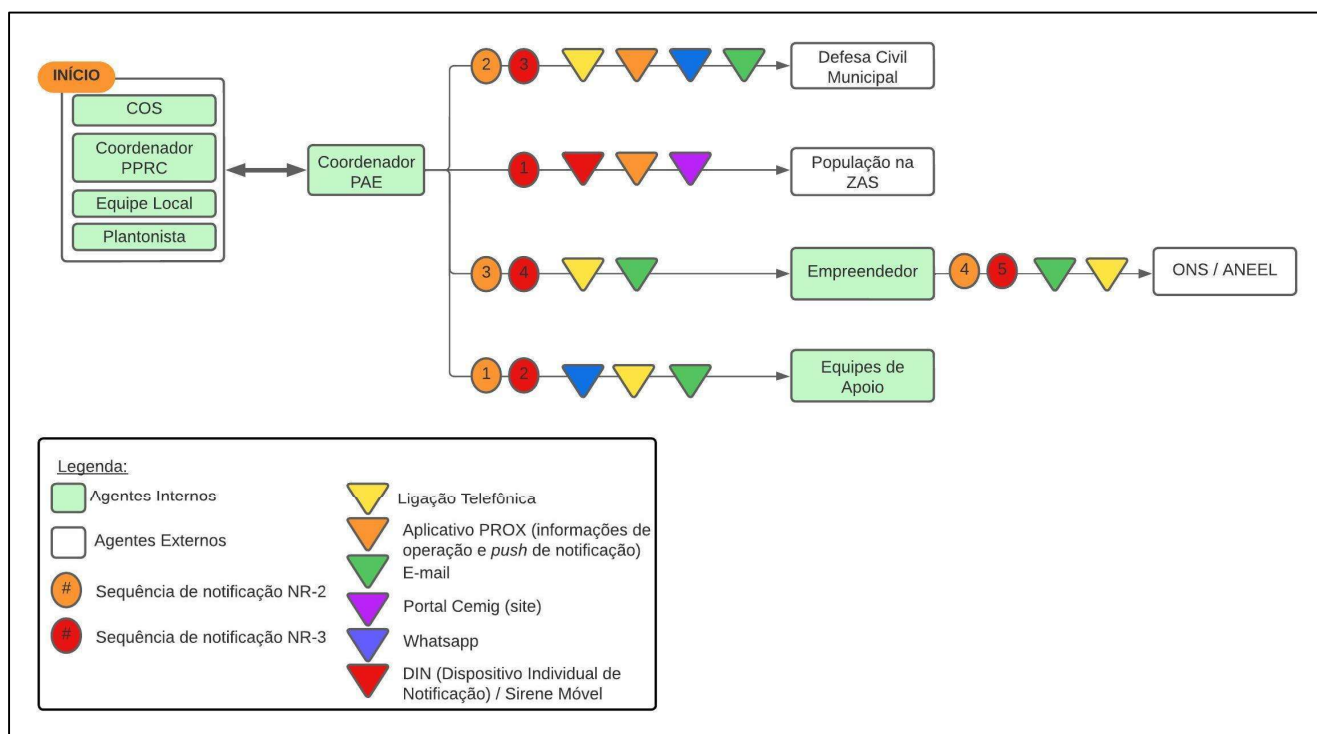
A notificação aos agentes internos do PAE deverá ser estabelecida com o máximo de cuidado, com o conhecimento da hierarquia, mas, também, com atenção à urgência da situação. A necessidade de ações de controle e resposta poderá acontecer em vários tipos de circunstâncias e adversidades. Dessa forma, é 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 devem ser comunicados imediatamente após a confirmação da situação de Alerta pelos colaboradores da empresa, indicados nos fluxogramas de notificação. No Apêndice B encontra-se a “Mensagem de Notificação Padrão” que deverá ser realizado para informar ou formalizar o ocorrido no âmbito externos.

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 empreendidas pelo agente privado na mitigação dos potenciais danos nas áreas do entorno do empreendimento.

### A. Meios de Comunicação

Conforme as estratégias de comunicação definidas para as áreas impactadas pelas cheias ordinárias, foi elaborado o fluxo de comunicação a ser adotado. A Figura 12 apresenta os meios de comunicação a serem utilizados e a ordem de acionamento, em função do Nível de Resposta. A “Mensagem de Notificação Padrão” será encaminhada por e-mail para os agentes externos (Defesa Civil, ONS e ANEEL). Conforme citado anteriormente, os fluxogramas de notificação e contatos de todos os agentes internos e externos estão disponíveis, respectivamente, nos Capítulos V e no Apêndice H.



**Figura 12 - Meios de comunicação a serem utilizados**

## 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](http://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 ou de eventos de cheia.

## C. Outras Ações de Comunicação

De acordo com a boa prática, para uma comunicação efetiva diante de uma situação de cheia natural, a UHE Coronel Domiciano 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 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.

## XII. Apêndices

**A. Ficha Técnica da Barragem**

<b>(1) Geral</b>	
Nome do barramento	UHE Coronel Domiciano
Empreendedor	Cemig Geração Sul S.A.
Entidade Fiscalizadora	ANEEL
<b>Localização</b>	
- Curso de água barrado	Rio Fumaça
- Município	Muriaé
- Unidade da Federação	Minas Gerais (MG)
- Coordenadas do Empreendimento	Lat. 21°00'45" S      Long. 42°26'50" O
<b>(2) Reservatório</b>	
NA Montante – Reservatório:	
- Máximo Normal [m-IBGE]	482,02
- Mínimo Operativo [m-IBGE]	480,02
<b>Áreas Inundadas:</b>	
- No NA Máximo Normal [km <sup>2</sup> ]	0,033
- No NA Mínimo Normal [km <sup>2</sup> ]	0,022
<b>Volume do Reservatório:</b>	
- No N.A. Máximo Normal [hm <sup>3</sup> ]	0,095
- No N.A. Mínimo Normal [hm <sup>3</sup> ]	0,041
<b>(3) Barragem</b>	
- Material	Concreto
- Comprimento da Crista [m]	85,00
- Altura máxima em relação à fundação [m]	8,00
- Cota da Crista [m-IBGE]	483,47
<b>(4) Sistema de descarga</b>	
Tipo	Vertedouro de Soleira Livre (VL)
- Vazão de Projeto [m <sup>3</sup> /s] – TR 10.000 anos	192,86
- Cota da soleira vertente [m-IBGE]	482,02
- Número de vãos	2 (labirinto e perfil Creager)
<b>(5) Tomada d'Água</b>	
- Tipo	Gravidade
- Número de vãos	1
- Dimensões do vão [m]	3,40 x 3,00
<b>Conduto Forçado</b>	
- Trecho 01	
Número de Condutos	2
Diâmetro [m]	0,762
- Trecho 02	
Número de Condutos	1
Diâmetro [m]	1,273
<b>(6) Casa de Força</b>	
Tipo	Abrigada
Número de Unidades Geradoras em Operação	1
<b>Turbinas Hidráulicas</b>	
- Tipo	Francis
- Potência Instalada Total [MW]	5,04



**B. Mensagem de notificação Padrão****URGENTE**

Esta é uma mensagem de (declaração / alteração) do Nível de Segurança, feita por \_\_\_\_\_, Coordenador do PAE Plano de Ação de Emergência – PAE da Barragem da UHE Coronel Domiciano.

A partir das \_\_\_\_:\_\_\_\_ h de \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_\_, foi ativado o Nível de Segurança \_\_\_\_\_ do Plano de Ação de Emergência – PAE da Barragem da UHE Coronel Domiciano devido \_\_\_\_\_.

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

Esta mensagem está sendo enviada simultaneamente a \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ e \_\_\_\_\_.

As circunstâncias ocorridas fazem com que devam se precaver e por em ação as recomendações e atividades delineadas em sua cópia do Plano de Ação de Emergência - PAE da Barragem UHE Coronel Domiciano.

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

A UHE Coronel Domiciano possui uma barragem de concreto com altura máxima de 8 metros. Seu volume total armazenado no nível máximo normal é de 134.000 m<sup>3</sup>. O barramento está a 37 km do centro urbano da cidade de Muriaé. Centros urbanos próximos ao rio Fumaça serão impactados a partir de uma vazão de 33 m<sup>3</sup>/s (TR = 2 anos), em caso de ruptura associada a esta vazão os impactos ocasionados pela sobrelevação causada é insignificante em relação ao evento de cheia natural.

**FIM DA MENSAGEM**

### C. Premissas e resultados dos estudos de ruptura hipotética

Premissas:

Para o **Nível de Resposta 3 – Emergência**, foram simulados três cenários hidrológicos de ruptura, os quais são apresentados abaixo:

- **Cenário RDC 1:** Rompimento por colapso do Vertedouro de Soleira Livre (VL) em Condição de Carregamento Excepcional (CCE), durante evento de vazão Milenar com reservatório na El. 483,62 [m-IBGE];
- **Cenário RDC 2:** Rompimento por colapso da estrutura do Vertedouro de Soleira Livre (VL) em Condição de Carregamento Normal (CCN), durante evento de vazão média de longo termo (Sunny day), com o reservatório na El. 482,43 [m-IBGE];
- **Cenário RDC 3:** Rompimento por colapso da estrutura do Vertedouro de Soleira Livre (VL) em Condição de Carregamento Normal (CCN), durante evento de vazão de TR 2 anos, com o reservatório na El. 482,95 [m-IBGE].

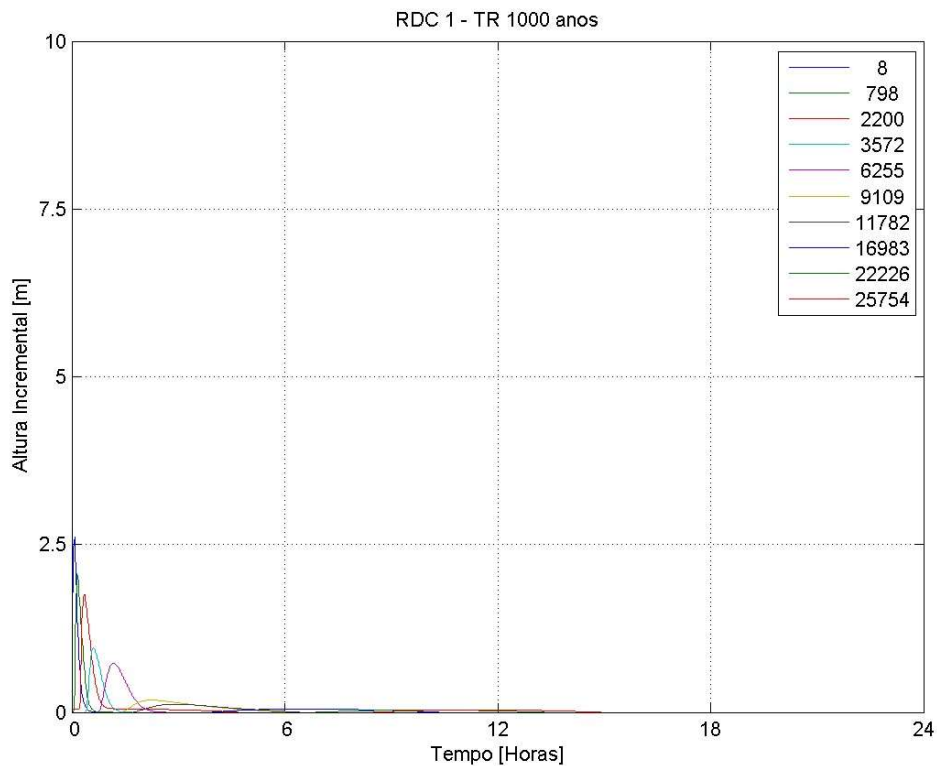
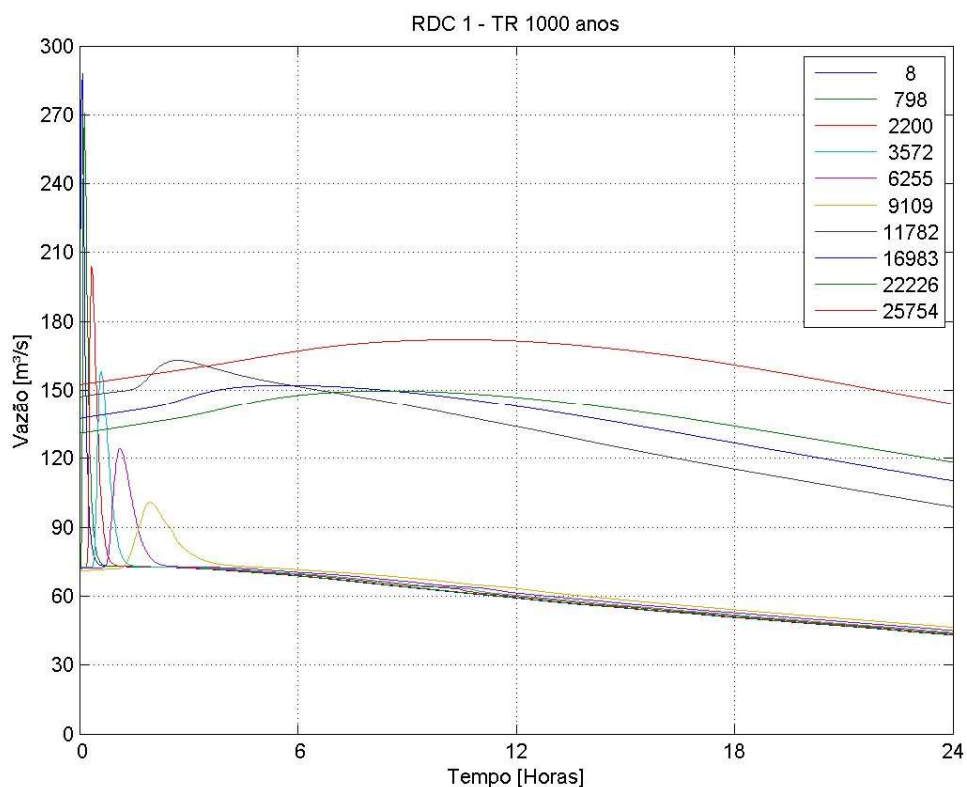
Resultados:

1. Cenário RDC 1 - Rompimento por colapso da estrutura do vertedouro com vazão milenar (73,0 m<sup>3</sup>/s)

As figuras seguintes ilustram o comportamento das ondas de ruptura ao longo do vale a jusante da UHE Coronel Domiciano para o cenário de falha 1 (ruptura durante cheia milenar), onde são apresentados um hidrograma e uma curva da altura incremental da onda de ruptura para cada seção de interesse.

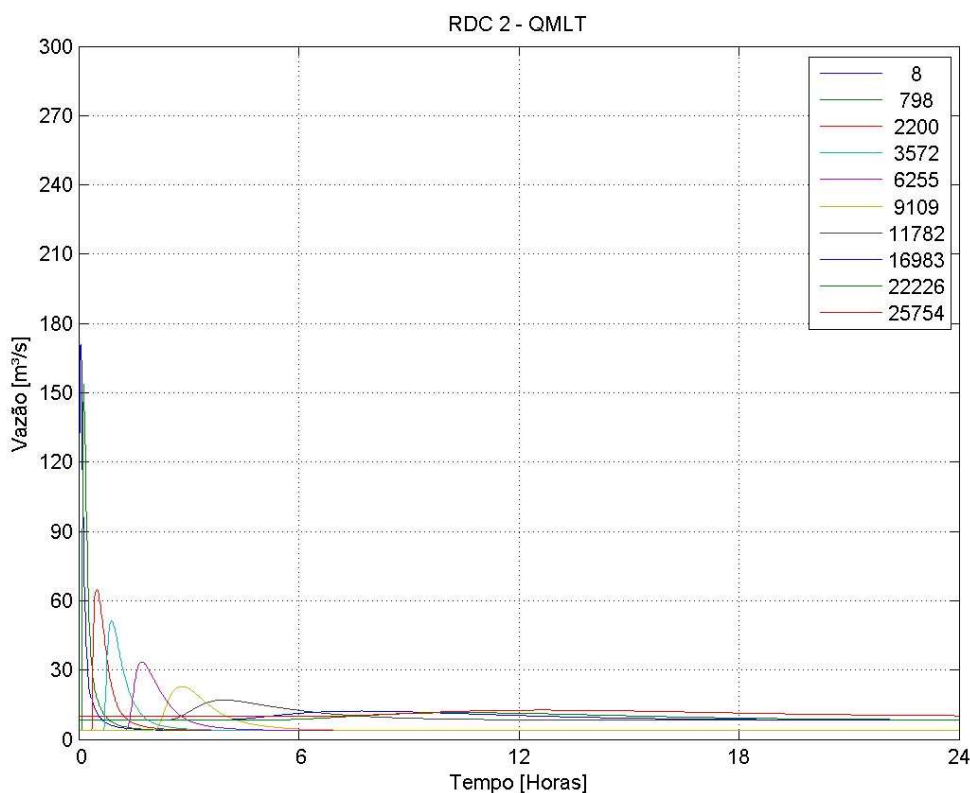
Neste caso, a ruptura inicia durante o carregamento gerado pela sobrelevação máxima no vertedouro durante o evento de cheia Milenar (reservatório com N.A. El. 483,62 [m-IBGE]).

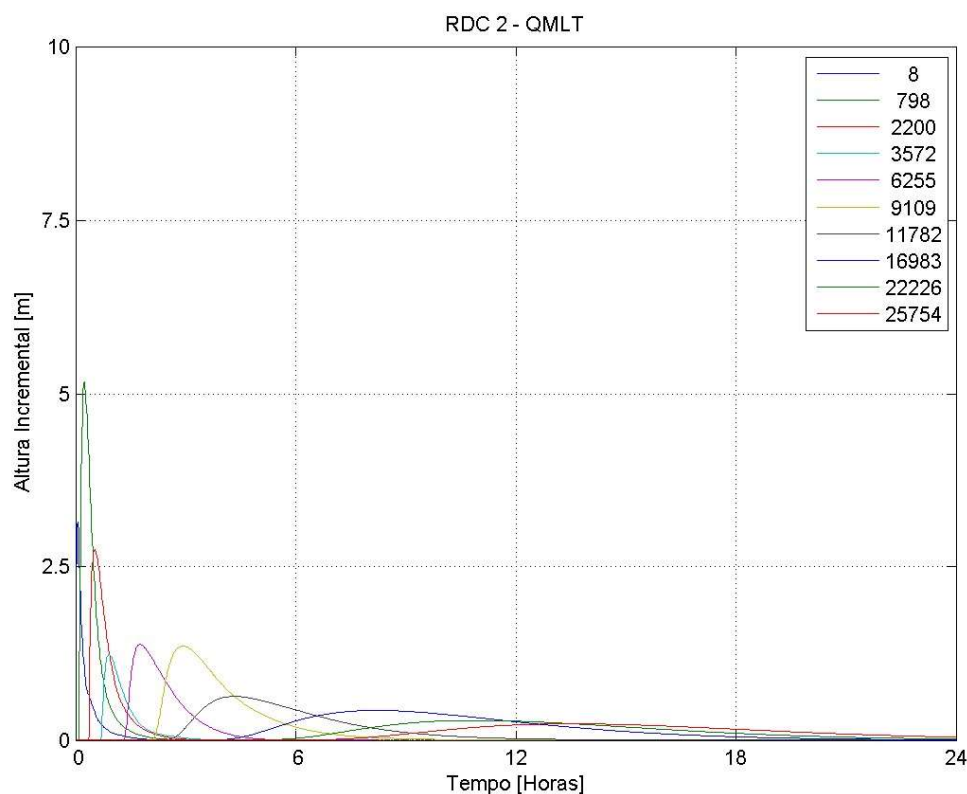
Ao longo do modelo verificou-se o abatimento completo da onda de ruptura. Indicando que o volume do reservatório da UHE Coronel Domiciano é pouco representativo perante ao volume d'água referente ao evento com tempo de retorno de 1.000 anos.



2. Cenário RDC 2 - Rompimento por colapso da estrutura do vertedouro em dia seco, com vazão média de longo termo (3,96 m<sup>3</sup>/s)

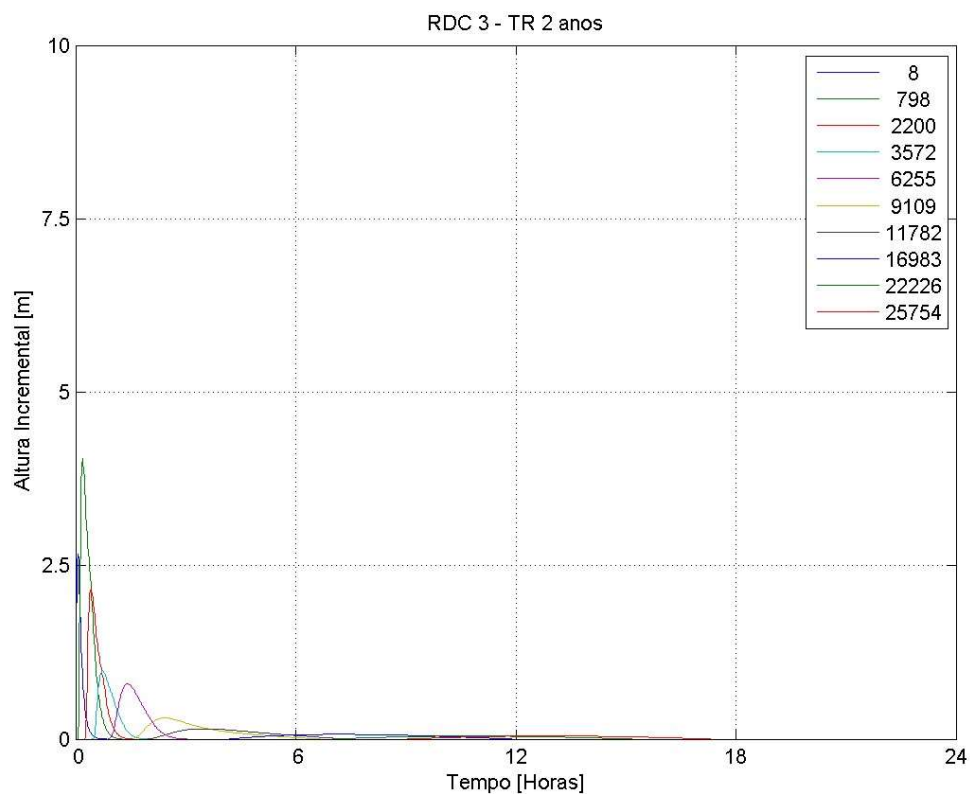
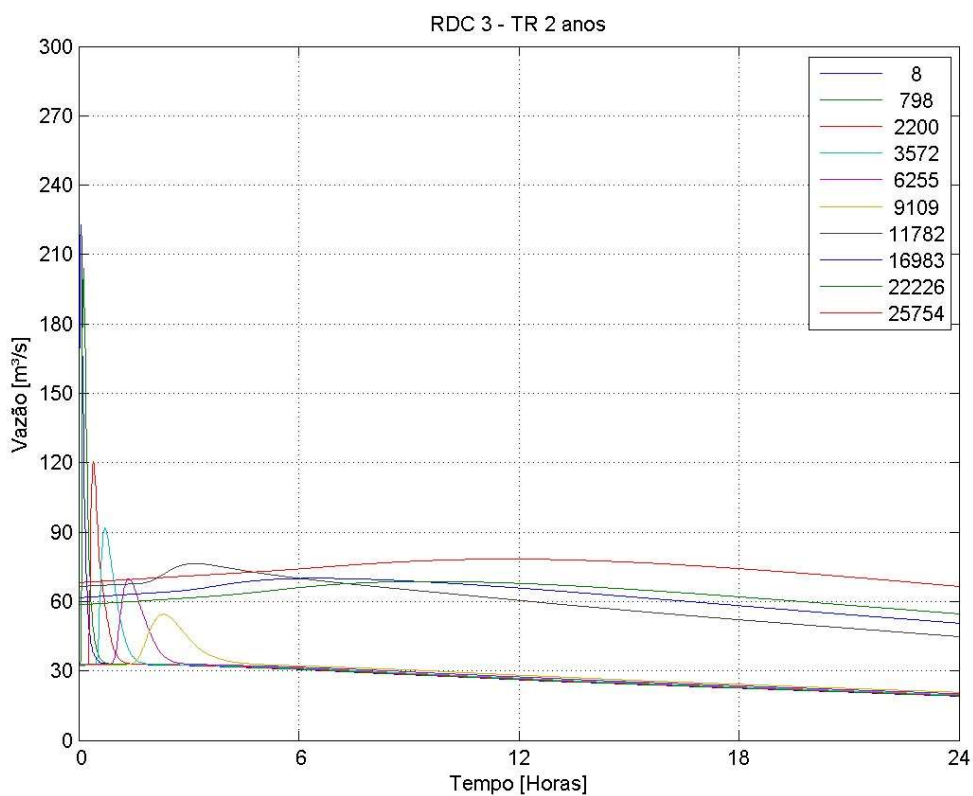
As figuras a seguir ilustram o comportamento das ondas de ruptura ao longo do vale a jusante da UHE Coronel Domiciano para o cenário de falha 2 (dia seco), onde são apresentados um hidrograma e uma curva da altura incremental da onda de ruptura para cada seção de interesse. Neste caso, a ruptura inicia durante o carregamento gerado pela sobrelevação máxima no vertedouro durante o evento hidrológico normal, com vazão média de longo termo (N.A. El. 482,43 [m-IBGE]).





3. Cenário RDC 3 - Rompimento por colapso da estrutura do vertedouro durante evento de vazão TR 2 anos (33,0 m<sup>3</sup>/s)

As figuras seguintes ilustram o comportamento das ondas de ruptura ao longo do vale a jusante da UHE Coronel Domiciano para o cenário de falha 3, 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 vertedouro durante o evento de TR 2 anos (N.A. El. 482,95 [m-IBGE]).



#### 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 – Dia chuvoso	23	145	168
RDC 2 – Dia seco	6	1	7
RDC 3 – TR 2 anos	11	28	39

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
314390630000003	13	0	4	0	9	0
315645205000004	2	0	2	0	2	0
314390625000003	4	1	0	0	0	0
314390640000004	4	26	0	0	0	4
314390605000130	0	31	0	0	0	2
314390605000110	0	7	0	0	0	1
314390605000123	0	42	0	0	0	6
314390605000120	0	10	0	0	0	1
314390605000121	0	20	0	1	0	11
314390605000118	0	8	0	0	0	3
Total	23	145	6	1	11	28

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
314390630000003	42	0	13	0	29	0
315645205000004	7	0	7	0	7	0
314390625000003	13	4	0	0	0	0
314390640000004	14	89	0	0	0	14
314390605000130	0	98	0	0	0	7
314390605000110	0	22	0	0	0	4
314390605000123	0	143	0	0	0	21
314390605000120	0	31	0	0	0	4
314390605000121	0	62	0	4	0	34
314390605000118	0	25	0	0	0	10
Total	76	474	20	4	36	94

Em relação às cheias naturais, o número de benfeitorias potencialmente afetadas é apresentado a seguir, para cada tempo de recorrência.

Tempos de recorrência	Número Aprox. de atingidos (Economias)		
	Dentro da ZAS	Fora da ZAS	Total
TR 1.000 anos	12	140	152
TR 100 anos	10	92	102
TR 50 anos	8	80	88
TR 10 anos	6	54	60
TR 2 anos	5	27	32

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

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

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

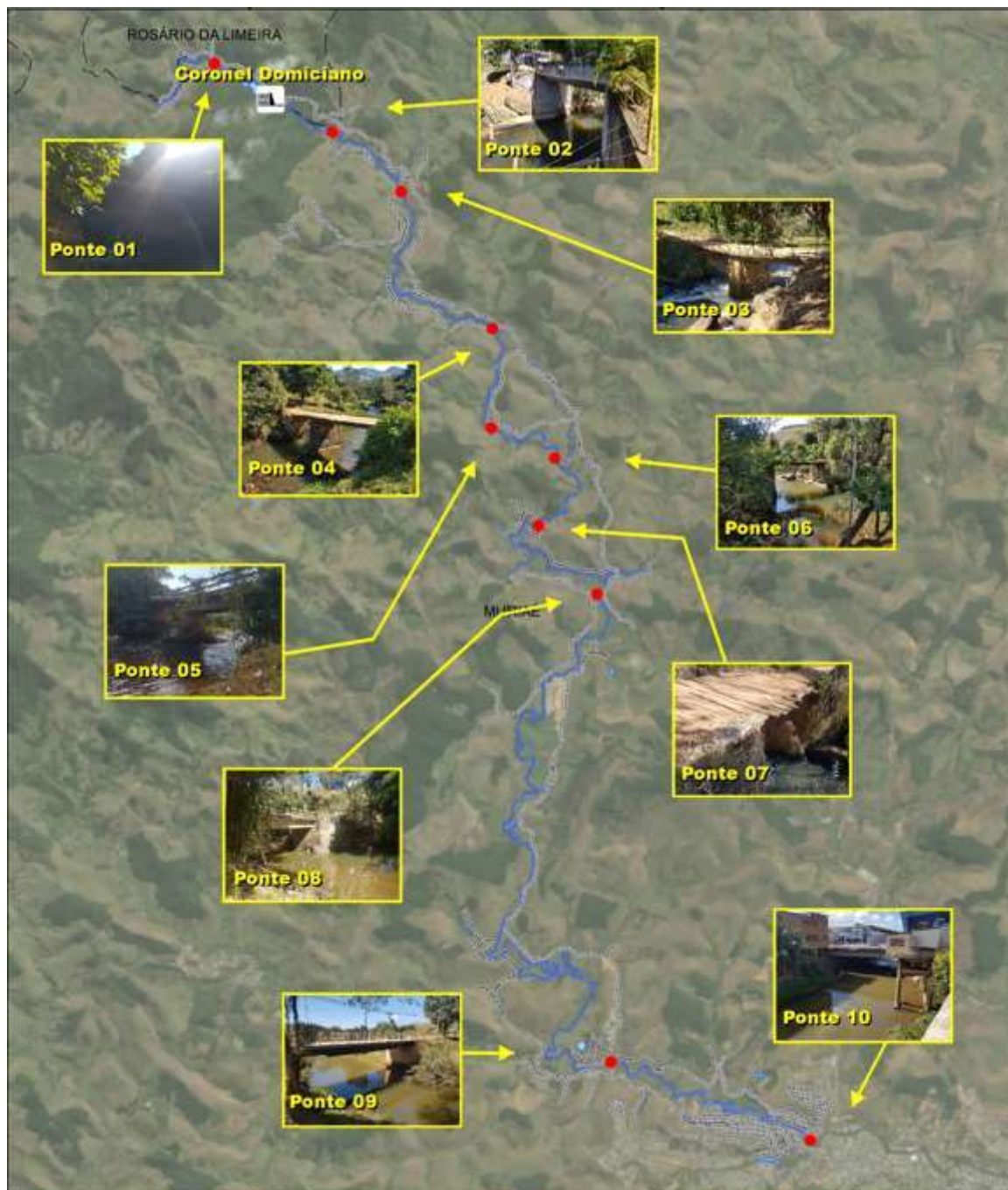
Estrutura	Elevação do tabuleiro		Elevação máxima do nível de água					
	[m-IBGE]		[m-IBGE]					
	Superior	Inferior	RDC 1	RDC 2	RDC 3	TR1.000	TR100	TR50
Ponte 1	527,66	527,56	-	-	-	-	-	-
Ponte 2	358,09	357,31	<b>361,11</b>	<b>359,53</b>	<b>360,58</b>	<b>359,39</b>	<b>358,12</b>	<b>357,89</b>
Ponte 3	283,80	283,70	<b>286,04</b>	<b>284,40</b>	<b>285,50</b>	<b>284,55</b>	<b>284,26</b>	<b>283,99</b>
Ponte 4	245,55	245,45	<b>247,53</b>	<b>245,35</b>	<b>246,51</b>	<b>246,45</b>	<b>246,12</b>	<b>245,99</b>
Ponte 5	238,91	237,41	<b>238,92</b>	<b>236,98</b>	<b>238,01</b>	<b>238,09</b>	<b>237,75</b>	<b>237,64</b>
Ponte 6	223,02	222,92	<b>224,02</b>	<b>221,42</b>	<b>222,71</b>	<b>223,26</b>	<b>222,77</b>	<b>222,64</b>
Ponte 7	206,41	206,31	<b>207,43</b>	<b>204,38</b>	<b>205,71</b>	<b>206,37</b>	<b>205,87</b>	<b>205,72</b>
Ponte 8	204,03	202,71	<b>204,55</b>	<b>201,27</b>	<b>203,28</b>	<b>204,43</b>	<b>204,01</b>	<b>203,87</b>
Ponte 9	198,58	197,68	<b>199,16</b>	<b>195,55</b>	<b>197,81</b>	<b>199,13</b>	<b>198,64</b>	<b>198,51</b>
Ponte 10	198,66	196,77	-	-	-	-	-	-

Em vermelho estão situações de risco ou inconformidade.



Ponte 1 localizada a montante do reservatório próxima à condição de contorno montante do modelo numérico. Não contemplada no modelo numérico.

Ponte 10 localizada na condição de contorno jusante do modelo numérico. Não contemplada no modelo numérico.



### 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 <sub>p</sub> *	Z <sub>ref</sub> *	Z <sub>Qmit</sub> *	H [m]*	H <sub>incr</sub> [m]*	Q <sub>p</sub> [m <sup>3</sup> /s]*	T <sub>p</sub> *	T <sub>inun</sub> *	T <sub>ch</sub>	V [km/h]*
27882	7,89	479,35	476,71	474,98	4,37	2,61	131,80	00 05	00 13	00 01	0,00
27092	798,29	361,60	359,54	354,53	7,07	2,06	116,78	00 09	00 16	00 06	11,86
25690	2199,60	287,02	285,26	282,34	4,68	1,75	92,36	00 21	00 22	00 16	8,22
24318	3571,86	272,77	271,80	270,21	2,57	0,96	83,60	00 37	00 19	00 30	6,68
21635	6254,65	240,12	239,39	237,15	2,97	0,73	78,47	01 11	00 21	01 02	5,68
18781	9108,52	205,22	203,78	201,51	3,71	0,18	74,99	02 13	NDA	NDA	4,27
16108	11782,29	204,55	202,92	200,64	3,91	0,12	152,95	02 55	NDA	NDA	4,16
10907	16983,43	202,29	200,94	198,20	4,09	0,05	151,03	06 33	NDA	NDA	2,63
5664	22226,02	199,90	198,61	196,22	3,68	0,03	150,49	09 55	NDA	NDA	2,26
2136	25754,36	198,83	197,13	194,73	4,10	0,04	176,14	11 31	NDA	NDA	2,25

\*d é a distância entre a seção de controle e o eixo do barramento [m]; Z<sub>p</sub> é a cota de pico [m-IBGE]; Z<sub>ref</sub> é a cota de pico para o evento natural Milenar [m-IBGE]; Z<sub>Qmit</sub> é a cota para a condição de escoamento da vazão de referência Q<sub>MLT</sub> [m-IBGE]; H é a altura do pico da onda induzida em relação à condição de vazão Q<sub>MLT</sub> [m]; H<sub>incr</sub> é a altura incremental do pico em relação ao evento Milenar [m]; Q<sub>p</sub> é a vazão de pico [m<sup>3</sup>/s]; T<sub>p</sub> é o tempo de pico da onda induzida [HH:MM]; T<sub>inun</sub> é o tempo de submersão da seção (para H<sub>incr</sub> > 1,00) [HH:MM]; T<sub>ch</sub> 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 <sub>p</sub> *	Z <sub>ref</sub> *	Z <sub>Qmit</sub> *	H [m]*	H <sub>incr</sub> [m]*	Q <sub>p</sub> [m <sup>3</sup> /s]*	T <sub>p</sub> *	T <sub>inun</sub> *	T <sub>ch</sub>	V [km/h]*
27882	7,89	478,12	476,49	474,98	3,14	1,63	171,08	00 04	00 24	00 00	0,00
27092	798,29	359,70	358,35	354,53	5,17	1,34	153,52	00 14	00 46	00 07	4,74
25690	2199,60	285,09	284,92	282,34	2,75	0,17	64,87	00 31	00 50	00 23	4,87
24318	3571,86	271,45	271,57	270,21	1,24	0,00	51,21	00 55	00 37	00 45	4,19
21635	6254,65	238,53	239,10	237,15	1,38	0,00	33,54	01 45	01 19	01 27	3,71
18781	9108,52	202,87	204,58	201,51	1,36	0,00	22,93	02 56	02 03	02 22	3,17
16108	11782,29	201,28	204,00	200,64	0,63	0,00	17,07	04 20	00 55	03 56	2,76
10907	16983,43	198,63	201,77	198,20	0,43	0,00	12,28	08 12	NDA	NDA	2,09
5664	22226,02	196,51	199,38	196,22	0,29	0,00	11,56	10 52	NDA	NDA	2,06
2136	25754,36	194,97	198,23	194,73	0,24	0,00	12,69	13 29	NDA	NDA	1,92

\*d é a distância entre a seção de controle e o eixo do barramento [m]; Z<sub>p</sub> é a cota de pico [m-IBGE]; Z<sub>ref</sub> é a cota de pico para o evento natural de Tr 100 anos [m-IBGE]; Z<sub>Qmit</sub> é a cota para a condição de escoamento da vazão de referência Q<sub>MLT</sub> [m-IBGE]; H é a altura do pico da onda induzida em relação à condição de vazão Q<sub>MLT</sub> [m]; H<sub>incr</sub> é a altura incremental do pico em relação ao evento Q<sub>MLT</sub> [m]; Q<sub>p</sub> é a vazão de pico [m<sup>3</sup>/s]; T<sub>p</sub> é o tempo de pico da onda induzida [HH:MM]; T<sub>inun</sub> é o tempo de submersão da seção (para H > 1,00) [HH:MM]; T<sub>ch</sub> 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 <sub>p</sub> *	Z <sub>ref</sub> *	Z <sub>Qmlt</sub> *	H [m]*	H <sub>incr</sub> [m]*	Q <sub>p</sub> [m <sup>3</sup> /s]*	T <sub>p</sub> *	T <sub>inun</sub> *	T <sub>ch</sub>	V [km/h]*
27882	7,89	478,70	476,03	474,98	3,72	2,67	222,97	00 04	00 14	00 00	0,00
27092	798,29	360,86	356,82	354,53	6,33	4,04	203,89	00 11	00 33	00 06	6,77
25690	2199,60	286,19	284,02	282,34	3,85	2,17	120,39	00 25	00 31	00 19	6,26
24318	3571,86	272,06	271,08	270,21	1,85	0,98	91,90	00 44	00 25	00 37	5,35
21635	6254,65	239,32	238,52	237,15	2,17	0,80	69,91	01 25	00 30	01 13	4,63
18781	9108,52	203,99	203,68	201,51	2,47	0,31	54,46	02 26	NDA	NDA	3,85
16108	11782,29	203,28	203,13	200,64	2,63	0,15	76,43	03 29	NDA	NDA	3,45
10907	16983,43	200,88	200,81	198,20	2,68	0,07	70,04	07 13	NDA	NDA	2,37
5664	22226,02	198,43	198,39	196,22	2,21	0,04	68,70	10 45	NDA	NDA	2,08
2136	25754,36	197,13	197,08	194,73	2,40	0,05	78,35	12 57	NDA	NDA	2,00

\*d é a distância entre a seção de controle e o eixo do barramento [m]; Z<sub>p</sub> é a cota de pico [m-IBGE]; Z<sub>ref</sub> é a cota de pico para o evento natural de Tr 2 anos [m-IBGE]; Z<sub>Qmlt</sub> é a cota para a condição de escoamento da vazão de referência Q<sub>MLT</sub> [m-IBGE]; H é a altura do pico da onda induzida em relação à condição de vazão Q<sub>MLT</sub> [m]; H<sub>incr</sub> é a altura incremental do pico em relação ao evento Q<sub>MLT</sub> [m]; Q<sub>p</sub> é a vazão de pico [m<sup>3</sup>/s]; T<sub>p</sub> é o tempo de pico da onda induzida [HH:MM]; T<sub>inun</sub> é o tempo de submersão da seção (para H > 1,00) [HH:MM]; T<sub>ch</sub> 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 <sub>mlt</sub>
		TR 2	TR 10	TR 50	TR 100	TR 1.000	
27882	7,89	476,03	476,25	476,43	476,49	476,74	474,98
27092	798,29	356,82	357,53	358,13	358,35	359,54	354,53
25690	2199,60	284,02	284,40	284,74	284,92	285,27	282,34
24318	3571,86	271,08	271,31	271,50	271,57	271,81	270,21
21635	6254,65	238,52	238,80	239,02	239,10	239,39	237,15
18781	9108,52	203,68	204,11	204,45	204,58	205,04	201,51
16108	11782,29	203,13	203,56	203,88	204,00	204,43	200,64
10907	16983,43	200,81	201,27	201,64	201,77	202,24	198,20
5664	22226,02	198,39	198,86	199,24	199,38	199,87	196,22
2136	25754,36	197,08	197,63	198,07	198,23	198,79	194,73

\*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 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
<b>RDC 1 - Rompimento por colapso da estrutura do vertedouro com vazão milenar (73,0 <math>m^3/s</math>)</b>	PAE-CDO-MAP01-RDC01_revB
<b>RDC 2 - Rompimento por colapso da estrutura do vertedouro em dia seco, com vazão média de longo termo (3,96 <math>m^3/s</math>)</b>	PAE-CDO-MAP02-RDC02_revB
<b>RDC 3 - Rompimento por colapso da estrutura do vertedouro durante evento de vazão TR 2 anos (33,0 <math>m^3/s</math>)</b>	PAE-CDO-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 <sup>2</sup> /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
<b>RDC 1 - Rompimento por colapso da estrutura do vertedouro com vazão milenar (73,0 m<sup>3</sup>/s)</b>	PAE-CDO-MAP04-PER01_revB
<b>RDC 2 - Rompimento por colapso da estrutura do vertedouro em dia seco, com vazão média de longo termo (3,96 m<sup>3</sup>/s)</b>	PAE-CDO-MAP05-PER02_revB
<b>RDC 3 - Rompimento por colapso da estrutura do vertedouro durante evento de vazão TR 2 anos (33,0 m<sup>3</sup>/s)</b>	PAE-CDO-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
<b>TR 2 anos (33,0 m<sup>3</sup>/s)</b>	PAE-CDO-MAP07-TR2_revB
<b>TR 10 anos (44,0 m<sup>3</sup>/s)</b>	PAE-CDO-MAP08-TR10_revB
<b>TR 50 anos (54,0 m<sup>3</sup>/s)</b>	PAE-CDO-MAP09-TR50_revB
<b>TR 100 anos (58,0 m<sup>3</sup>/s)</b>	PAE-CDO-MAP10-TR100_revB
<b>TR 1.000 anos (73,0 m<sup>3</sup>/s)</b>	PAE-CDO-MAP11-TR1000_revB

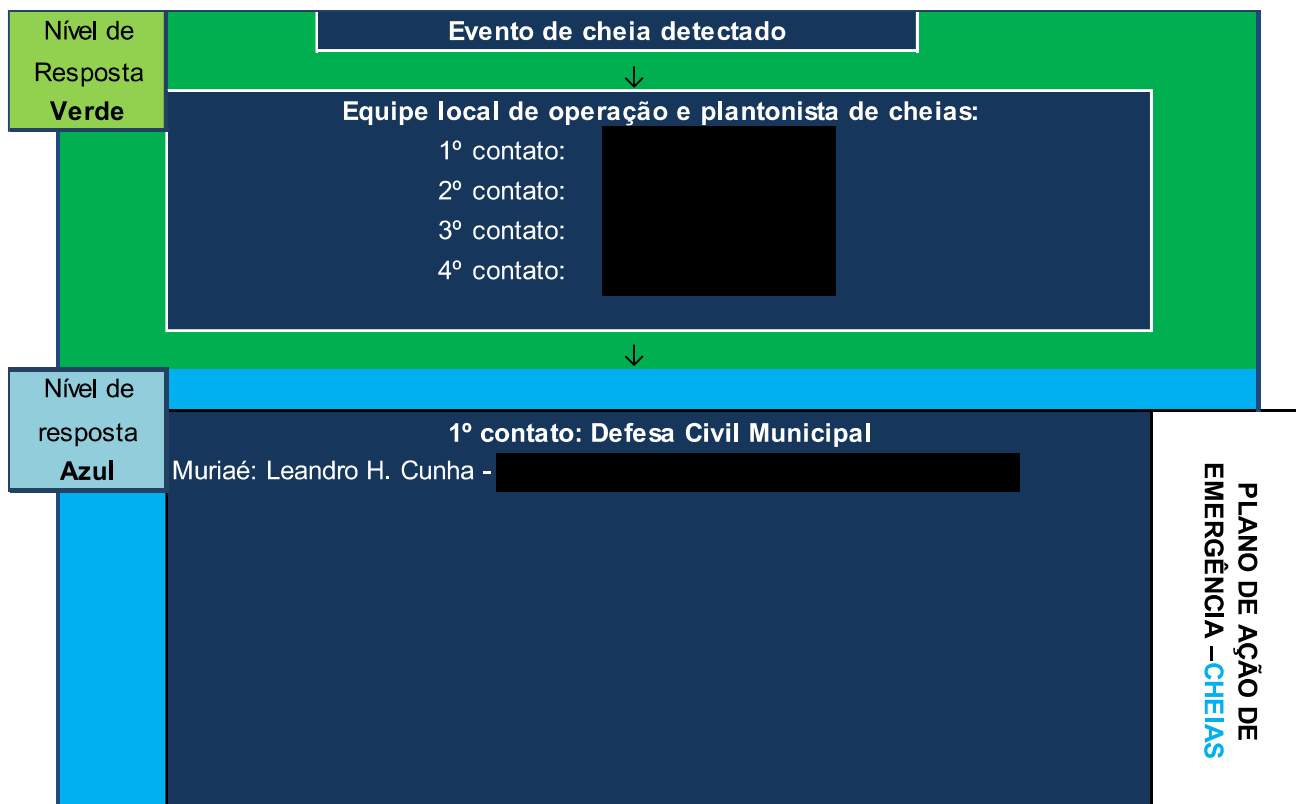
### XIII. Apêndices Externos

**Documento nº PAE-CDO-DOC02\_Apêndices-G-H**



## H. Plano de chamadas para notificação deste PAE

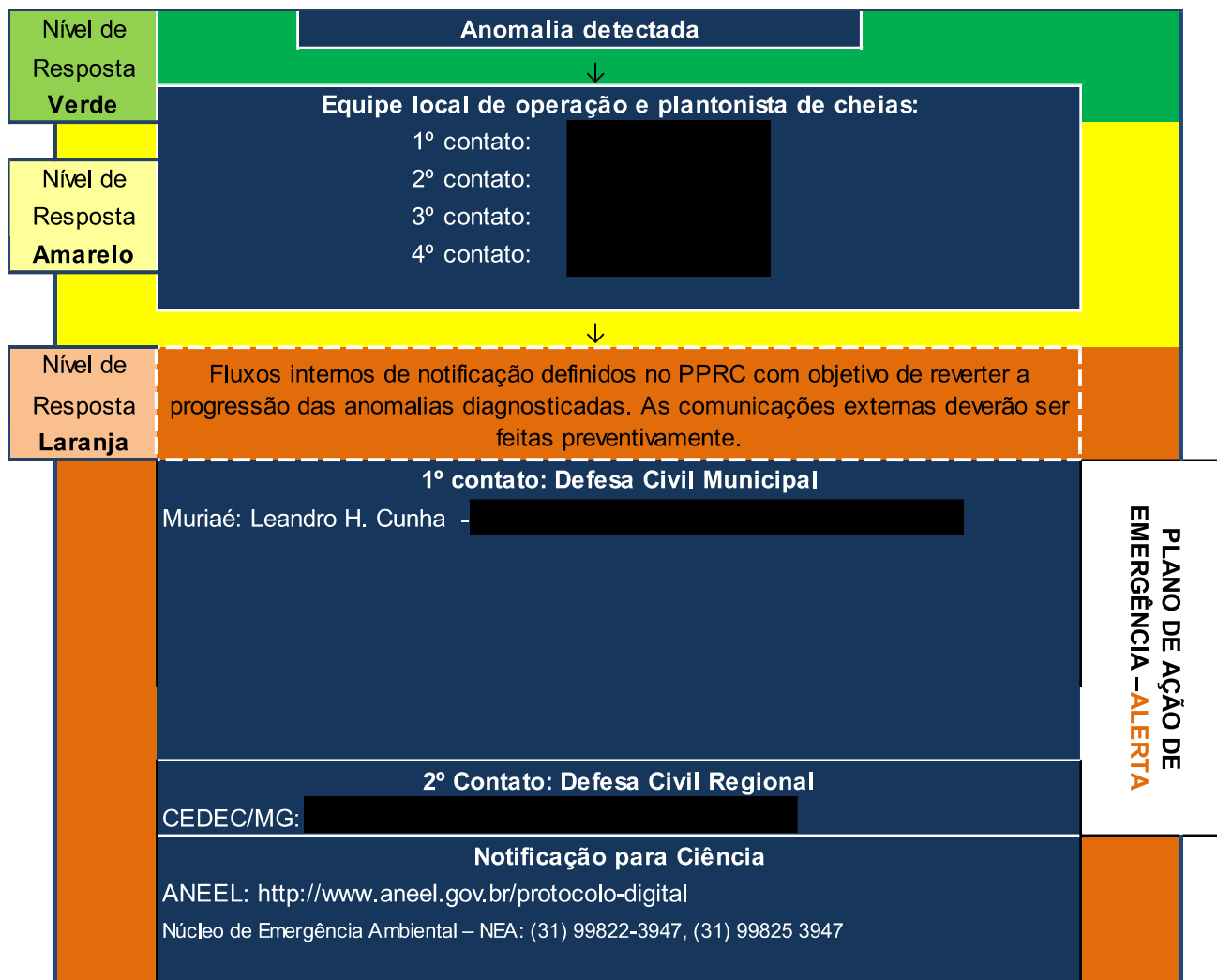
- Nível de Resposta: CHEIAS<sup>2</sup>



<sup>2</sup> Apêndice revisado em 11/10/2023. Este apêndice pode ter seus contatos alterados, sem que o documento do PAE Externo perca a vigência de sua revisão.



- Nível de Resposta 2: ALERTA<sup>3</sup>



<sup>3</sup> Apêndice revisado em 11/10/2023. Este apêndice pode ter seus contatos alterados, sem que o documento do PAE Externo perca a vigência de sua revisão.