

## Barragem da UHE Sá Carvalho



### **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.002563-1.01

**Documento nº PAE - UHE Sá Carvalho - RevF**

**Responsável pela elaboração:** Cemig GT

**Municípios relacionados (MG):**

Zona de Autossalvamento (ZAS): Antônio Dias

Zona de Segurança Secundária (ZSS): Timóteo, Santana do Paraíso, Coronel Fabriciano, Ipatinga, Caratinga

Revisão	Vigência	Motivo da revisão
F	19/10/2023	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 .....	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 .....	8
A.	Empreendedor .....	8
B.	Coordenador do PAE .....	9
C.	Equipe técnica .....	9
D.	Plantonista de cheias.....	10
E.	Sistema de Proteção e Defesa Civil e demais autoridades .....	10
IV.	Níveis de resposta – Identificação e análise das possíveis situações de emergência .....	11
A.	Caracterização do Nível de Resposta – CHEIAS .....	14
B.	Caracterização do Nível de Resposta 2 – ALERTA.....	15
C.	Caracterização do Nível de Resposta 3 – EMERGÊNCIA .....	15
V.	Procedimentos de notificação e alerta .....	16
A.	Fluxograma de ações e notificação em situação de CHEIAS .....	16
B.	Fluxograma de ações e notificação em situação de ALERTA .....	17
C.	Fluxograma de ações e notificação em situação de EMERGÊNCIA.....	18
VI.	Procedimentos preventivos e corretivos em situações de alerta e emergência .....	19
A.	Zona de Autossalvamento (ZAS) .....	19
B.	Monitoramento de vazões .....	20
C.	Parâmetros para comunicação do plantonista de cheia .....	22
VII.	Cadastro Socioeconômico .....	22
VIII.	Projeto de Sinalização de Rotas de Fuga e Pontos de Encontro.....	25
IX.	Implantação do Sistema de Comando e Operação (SCO) e Posto de Comando (PC)a Sala de Situação .....	27

X.	Plano de Comunicação.....	28
A.	Meios de Comunicação.....	28
B.	Canais de Comunicação .....	1
C.	Outras Ações de Comunicação .....	1
XI.	Encerramento das operações .....	1
XII.	Apêndices .....	2
A.	Ficha Técnica da Barragem .....	3
B.	Mensagem de notificação Padrão .....	5
C.	Premissas e resultados dos estudos de ruptura hipotética .....	6
1.	Cenário RDC 1: Rompimento da Barragem Antônio Dias por galgamento do vertedouro com vazão decamilenar (2698 m <sup>3</sup> /s).....	6
2.	Cenário RDC 2: Rompimento da Barragem Antônio Dias por colapso do vertedouro em com a vazão de restrição (550 m <sup>3</sup> /s) .....	8
3.	Cenário RDC 3: Rompimento da Barragem Antônio Dias por colapso do vertedouro em dia seco, vazão média de longo termo (86,7 m <sup>3</sup> /s) .....	9
D.	Principais pontos de inundação .....	11
E.	Tempos de chegada e pico de onda .....	13
F.	Lista de mapas temáticos e manchas de inundação .....	17
XIII.	Apêndices Externos .....	19
G.	Controle de distribuição digital deste PAE .....	20
H.	Plano de chamadas para notificação deste PAE .....	21

**I. Controle de revisões e assinaturas dos responsáveis**

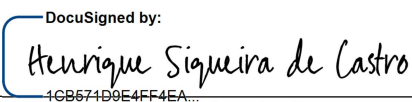
Revisão	Vigência	Motivo da revisão
A	14/12/2018	Emissão inicial
B	30/04/2019	Inserção de análise de dados de estudos de propagação de vazões
C	01/02/2020	Revisão de informações da barragem, níveis de resposta e contatos
D	01/09/2020	Revisão de apêndices e página de assinaturas
E	20/04/2022	Revisão de apêndices e página de assinaturas
F	19/10/2023	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:  
  
 1CB671D9E4FF4EA...

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

DocuSigned by:  
  
 324C2F3C929E423...

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

## II. Informações gerais da barragem

### A. Apresentação

O presente Plano de Ação de Emergência visa a apresentar os riscos mapeados a partir do estudo da onda de inundação provocada por eventual ruptura da barragem da UHE Sá Carvalho, para atendimento regulatório à Lei Federal de Segurança de Barragens nº 12.334/2010 e Resolução Normativa ANEEL nº 1064/2023. 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 Civas 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 UHE Sá Carvalho, do empreendedor Sá Carvalho S.A., está situada no município de Antônio Dias, MG, cerca de 47 km a montante da foz do rio Piracicaba e é composta por dois barramentos (Antônio Dias e Severo) interligados por túneis. Estando a Barragem Antônio Dias (19°38'47" Sul e 42°51'01

Oeste) instalada no rio Piracicaba, enquanto a Barragem Severo ( $19^{\circ}38'15''$  Sul e  $42^{\circ}49'18''$  Oeste) encontra-se no ribeirão Severo.

A reservatório de Antônio Dias conta com volume útil de  $1,12 \text{ hm}^3$ , a barragem (Figura 1) é do tipo concreto gravidade com comprimento da crista de 112 m e altura máxima de 14,8 m. Seu sistema extravasor é composto por duas comportas de fundo, cinco vãos com perfil Creager, operados por dois níveis de taipas pivotantes superpostas ( $1^{\circ}$  e  $2^{\circ}$  estágio), e uma comporta de setor sobreposta às taipas. O vertimento máximo das comportas setor com as taipas do primeiro e segundo estágio é de  $1840 \text{ m}^3/\text{s}$ . O reservatório de Antônio Dias é interligado ao reservatório de Severo mediante dois túneis (1 e 1A) de 2620 m e 2550 m, respectivamente. Enquanto o túnel 1 possui fluxo livre, a entrada do túnel 1A conta com duas comportas tipo vagão para o controle do fluxo d'água para a Barragem Severo.

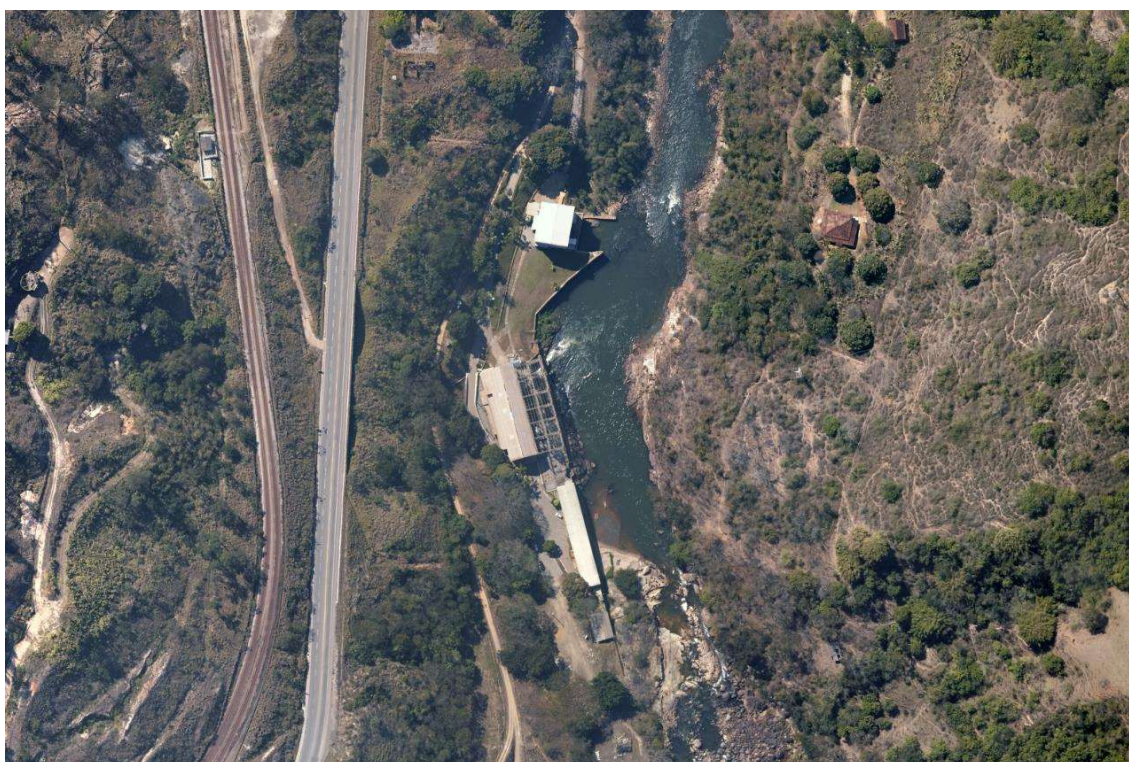


**Figura 1 - Vista superior da barragem Antônio Dias**

O reservatório de Severo possui volume útil de  $0,09 \text{ hm}^3$ , a barragem (Figura 2) conta com 34 metros de comprimento da crista e 14 m de altura máxima. Esta estrutura é composta por uma comporta de fundo, dois desarenadores, uma comporta de desvio do ribeirão Severo, uma comporta “ladroão” para nível acima de 369,50 m e dois vãos com taipas pivotantes, sendo o acionamento por estágio e vão total, não se permitindo aberturas parciais. O túnel 2 alimenta três unidades geradoras sendo duas de 15 MW (G1 e G2) e uma de 18 MW (G3). O túnel 2A alimenta apenas uma unidade geradora de 30 MW (G4), instalada em casa de força própria. As duas casas de força são mostradas na Figura 3.



**Figura 2 – Vista superior da barragem Severo**



**Figura 3 – Casas de força**

O acesso à UHE Sá Carvalho (Figura 4), partindo de Belo Horizonte, faz-se através da BR-381 sentido Governador Valadares. A Usina fica aproximadamente 171 km de Belo Horizonte e na lateral direita da rodovia no município de Antônio Dias.

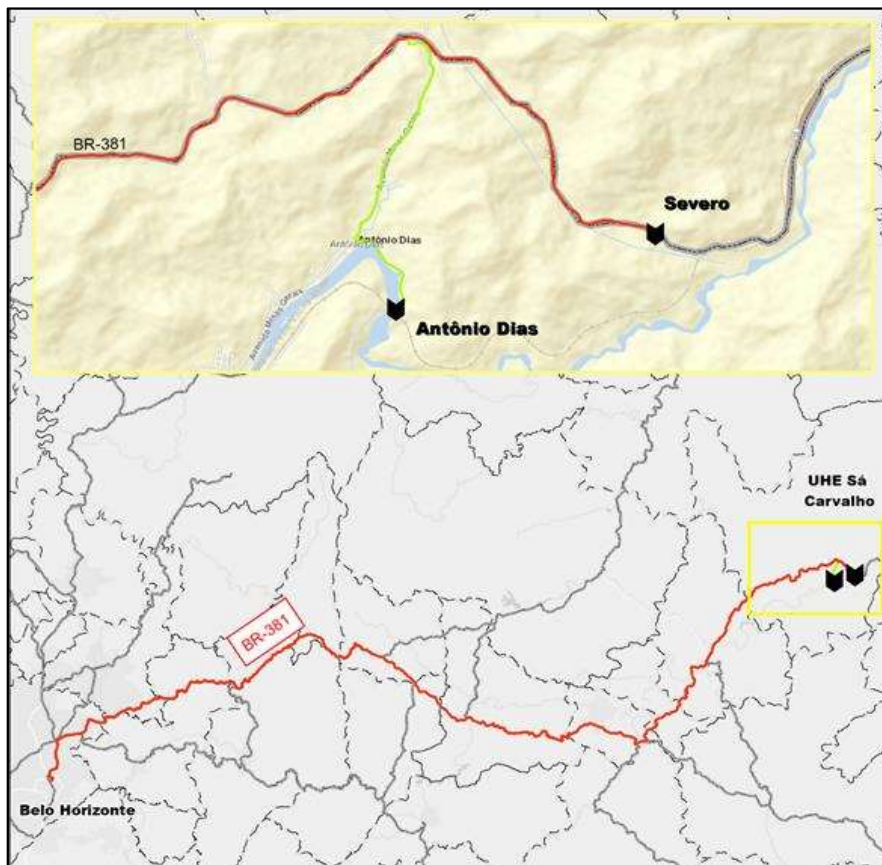


Figura 4 - Localização e acesso

### 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 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 PAE interno (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 1064/23, “a equipe técnica de segurança de barragem deverá ser composta por profissionais treinados e capacitados, os quais deverão realizar as atividades relacionadas às inspeções de segurança de barragens”.

Para ações de segurança de barragem, a Cemig GT conta com uma equipe civil e um coordenador técnico civil, além de equipes locais de apoio, cujas responsabilidades concentram-se nas ações internas de gestão de emergência descritas no PPRC (documento interno), contendo os seus contatos e hierarquia.

**D. Plantonista de cheias**

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

- detectar, avaliar e 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;

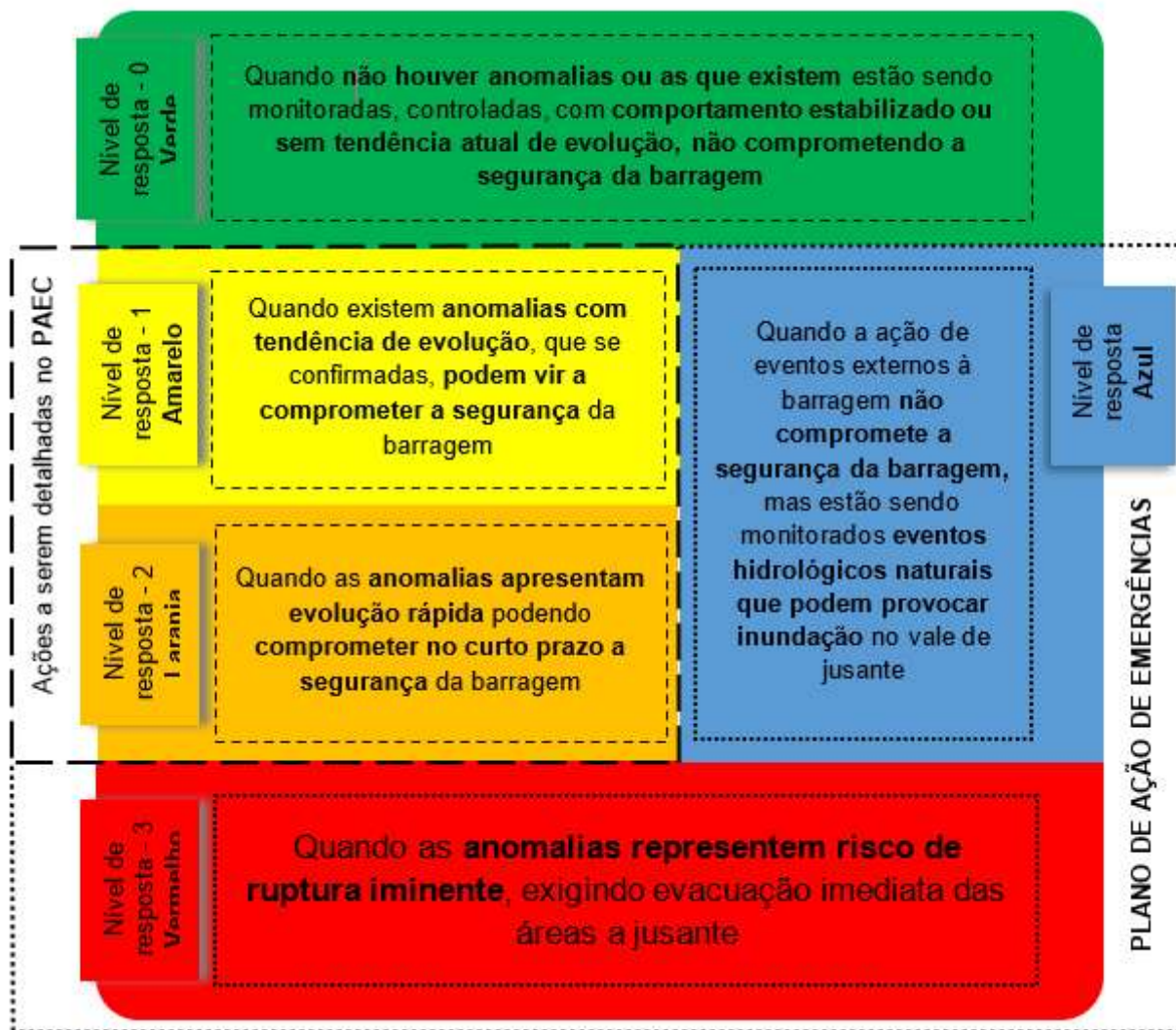
- estimular a participação de entidades privadas, associações de voluntários, clubes de serviços, organizações não governamentais e associações de classe e comunitárias nas ações do SINPDEC e promover o treinamento de associações de voluntários para atuação conjunta com as comunidades apoiadas.

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	Instrumentação	Ausência de monitoramento, análise ou manutenção	Normal (Verde)
		Resultados anômalos da instrumentação de auscultação da barragem	
	Equipamentos	Indisponibilidade total do sistema de monitoramento de níveis e afluência de cheias (previsão)	Atenção (Amarelo)
Anomalias na barragem, ombreiras e área a jusante	Trincas	Trincas superficiais	Atenção (Amarelo)
		Trincas profundas estáveis, documentadas e monitoradas.	
		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>	
	Surgências (áreas encharcadas, água surgindo ou infiltrações)	Presença de trincas transversais passantes, de montante para jusante, com percolação de água	Atenção (Amarelo)
		Surgência de água próximo à barragem ou ombreiras: <ul style="list-style-type: none"> <li>Não documentada e/ou não monitorada</li> <li>Com carregamento de materiais de origem desconhecida</li> <li>Aumento das infiltrações com o tempo</li> <li>Água saindo com pressão</li> </ul>	
	Abatimento / Deslizamento	Deslizamento do maciço através da crista ou talude, reduzindo borda livre e/ou seção transversal	Alerta (Laranja)
	Recalque diferencial excessivo	Recalque diferencial excessivo entre blocos, reduzindo borda livre, permitindo passagem excessiva de água entre juntas.	
	Deslizamento	Deslizamento entre blocos das estruturas, permitindo passagem excessiva de água entre juntas.	
Sistema de Aviso	Período seco	Impossibilidade de notificação	Normal (Verde)
	Período chuvoso	Impossibilidade de notificação	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 as **anomalias** encontradas ou a ação de eventos externos à barragem **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 é acionado a 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 Sá Carvalho possui dois reservatórios com baixo volume de amortecimento de cheias, não sendo possível utilizá-los para regularização do regime hídrico do rio Piracicaba. Sua principal estrutura extravasora é um vertedouro controlado, porém dado o porte de armazenamento da usina, toda a afluência ao barramento que não é aproveitada na geração de energia é vertida, operando a fio d'água. Assim sendo, o presente nível de resposta é acionado de forma a alertar sobre as condições naturais que o rio Piracicaba e o ribeirão Severo durante um evento de cheia, que serão repassadas para jusante.

É verificado que mesmo para vazões abaixo da vazão de projeto do vertedouro da barragem, existem impactos significativos para a população de jusante. 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 das barragens, correspondentes aos Tempos de Retorno (TR) de 2, 10, 50, 100, e 10.000 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 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 abrangendo os municípios de Antônio Dias/MG, Jaguarapu/MG, Timóteo/MG, Coronel Fabriciano/MG, Ipatinga/MG, Santana do Paraíso/MG, Caratinga/MG e Ipaba/MG, contemplando inteiramente o reservatório do empreendimento e 75 km do vale a jusante, totalizando 86 km de modelo.

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 que é o rompimento por galgamento do Vertedouro em Condição de Carregamento Excepcional (CCE), durante evento de vazão Decamilenar com reservatório na El. 372,90 m.

## 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 5 abaixo sintetiza as ações a serem tomadas quando da ocorrência de situação de CHEIAS.



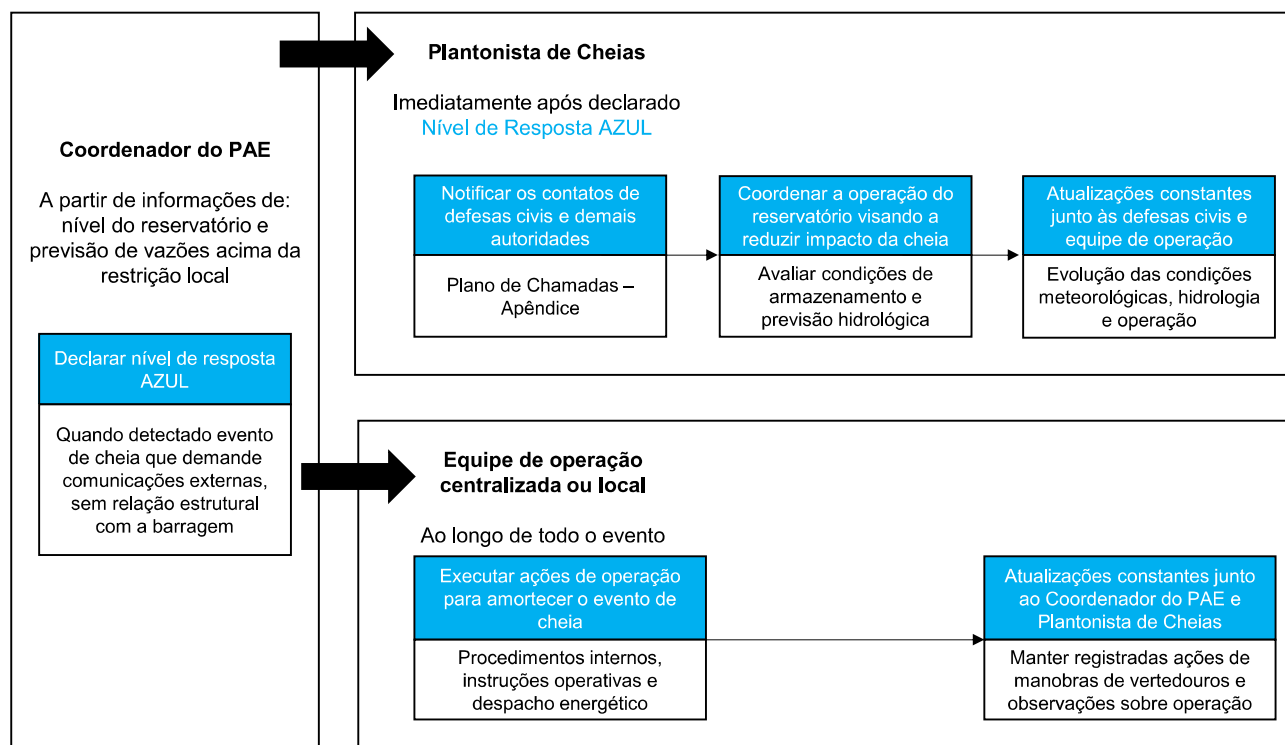


Figura 5 - Fluxograma em situação de CHEIAS

### 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 6 abaixo sintetiza as ações a serem tomadas quando da ocorrência de situação de **ALERTA**.

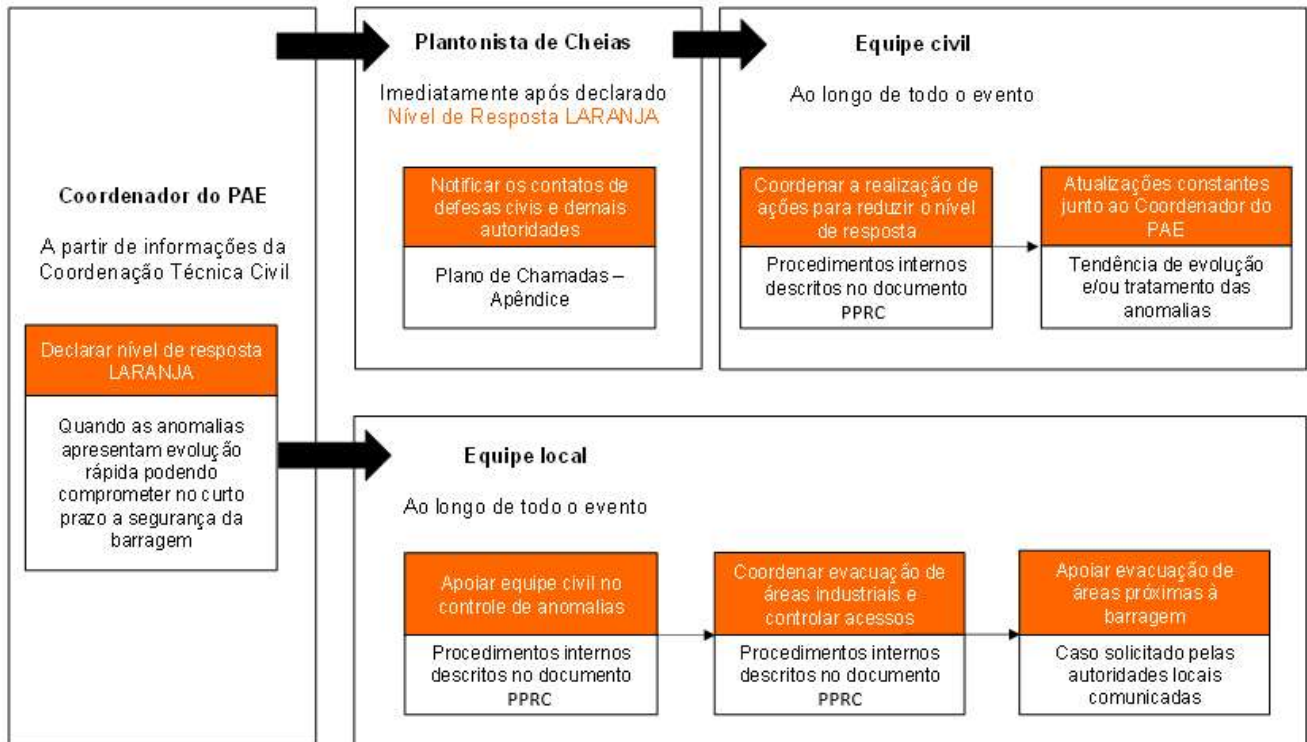


Figura 6 - Fluxograma em situação ALERTA

### 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 7 abaixo sintetiza as ações a serem tomadas quando da ocorrência de situação de **EMERGÊNCIA**.

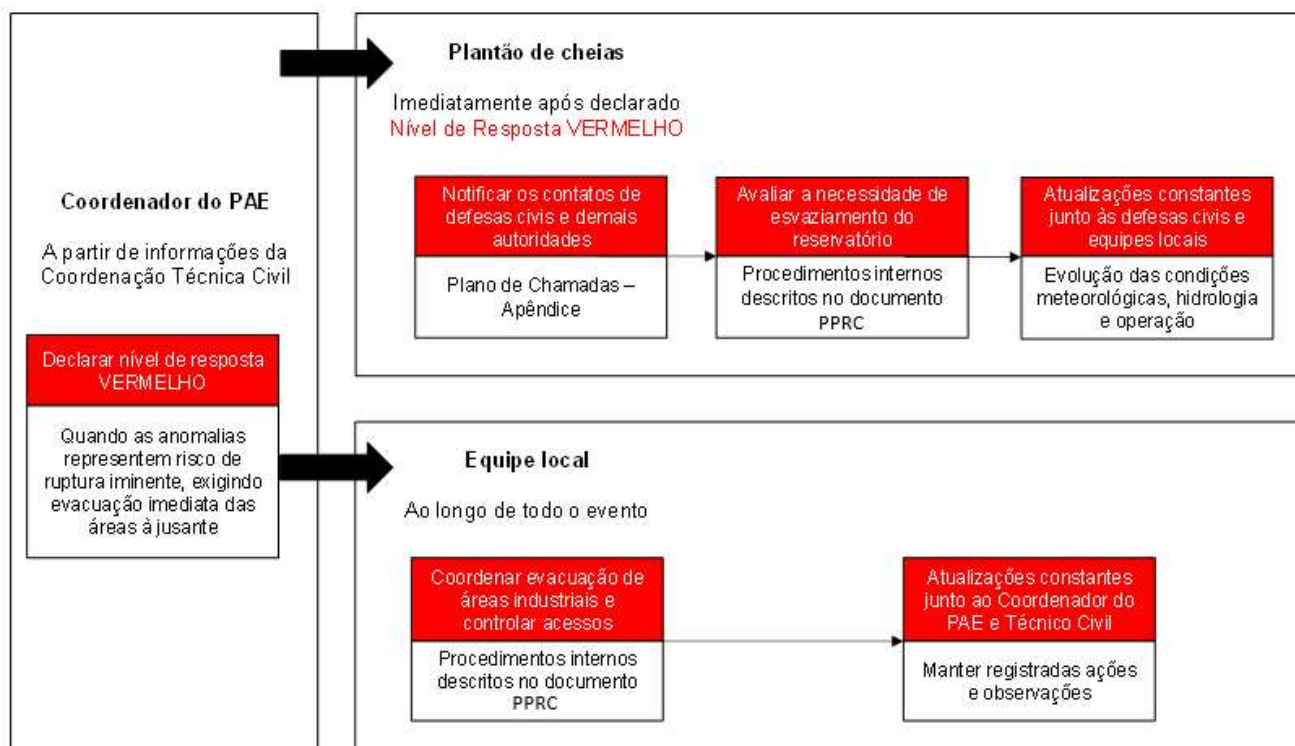


Figura 7 - Fluxograma em situação EMERGÊNCIA

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

### A. Zona de Autossalvamento (ZAS)

O reservatório de Barragem Severo possui um pequeno volume de armazenamento de apenas 1,78 hm<sup>3</sup>, o qual, mesmo após ser totalmente liberado em caso de eventual ruptura, não é capaz de gerar uma mudança significativa no regime de vazão do rio a jusante. Assim como o reservatório da Barragem Antônio Dias, com capacidade de armazenamento de 1,73 hm<sup>3</sup>, que, em caso de ruptura, seriam em grande parte liberados mas não apresentam um significativo aumento da vazão no vale a jusante.

Ainda assim, 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. Para a UHE Sá Carvalho, foi considerado pior cenário de ruptura (Barragem Antônio Dias, com vazão decamilenar), adotando-se uma ZAS de 10 km a jusante, na qual são observados pequenos aglomerados populacionais que deverão ser diretamente alertados em eventual situação de emergência, não dependendo da atuação das autoridades competentes.

Em relação aos resultados mapeados pelo estudo de propagação de vazões em eventos hidrológicos naturais, sem rompimento de barragem, as mesmas ocupações próximas à calha do rio Santo Antônio, que sofrem efeitos de inundação devido a cheias naturais, bem como as áreas urbanas a jusante, deverão ser devidamente alertadas por meio de contato com as respectivas defesas civis.

## B. Monitoramento de vazões

Dado que o evento de ruptura está intimamente ligado a um evento hidrológico, produzido naturalmente ou por acidente, é primordial que o monitoramento das vazões no **rio Piracicaba** seja mantido constantemente. Além dos dados operativos da UHE Sá Carvalho, para a emissão de alertas para o vale do rio Piracicaba serão monitorados os pontos de controle constantes da tabela abaixo:

**Tabela 5 - Postos de monitoramento da CEMIG**

Bacias	Sub-bacias	Operador	Estações
5 – ATLÂNTICO, TRECHO LESTE	56 – RIO DOCE	SÁ CARVALHO	3 – 56688081 - UHE SÁ CARVALHO BARRAMENTO SEVERO
5 – ATLÂNTICO, TRECHO LESTE	56 – RIO DOCE	SÁ CARVALHO	3 – 56688080 - UHE SÁ CARVALHO BARRAMENTO ANTÔNIO DIAS
5 – ATLÂNTICO, TRECHO LESTE	56 – RIO DOCE	CONS.UHEGA	3 – 56675080 - UHE GUILMAN-AMORIM JUSANTE
5 – ATLÂNTICO, TRECHO LESTE	56 – RIO DOCE	CONS.UHEGA	3 – 56675000 - UHE GUILMAN-AMORIM BARRAMENTO
5 – ATLÂNTICO, TRECHO LESTE	56 – RIO DOCE	SÁ CARVALHO	3 – 56660002 - UHE SÁ CARVALHO DRUMOND CENTRAL
5 – ATLÂNTICO, TRECHO LESTE	56 – RIO DOCE	SÁ CARVALHO	5 – 56696000 – MARIO DE CARVALHO

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>. Além dos dados operativos da UHE Sá Carvalho, para a emissão de alertas para o vale do rio, serão monitorados os seguintes pontos de controle durante emergências:

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.

A Figura 8 mostra um exemplo de visualização de dados no portal da ANA. Em seguida, a Figura 9 apresenta a posição dos postos de montante à UHE Sá Carvalho que permitem o monitoramento de vazões, antecipar eventos de cheias e acompanhar o avanço de onda de ruptura. O mapa pode ser acessado online pelo endereço: [https://bit.ly/FLU\\_SACARVALHO](https://bit.ly/FLU_SACARVALHO)

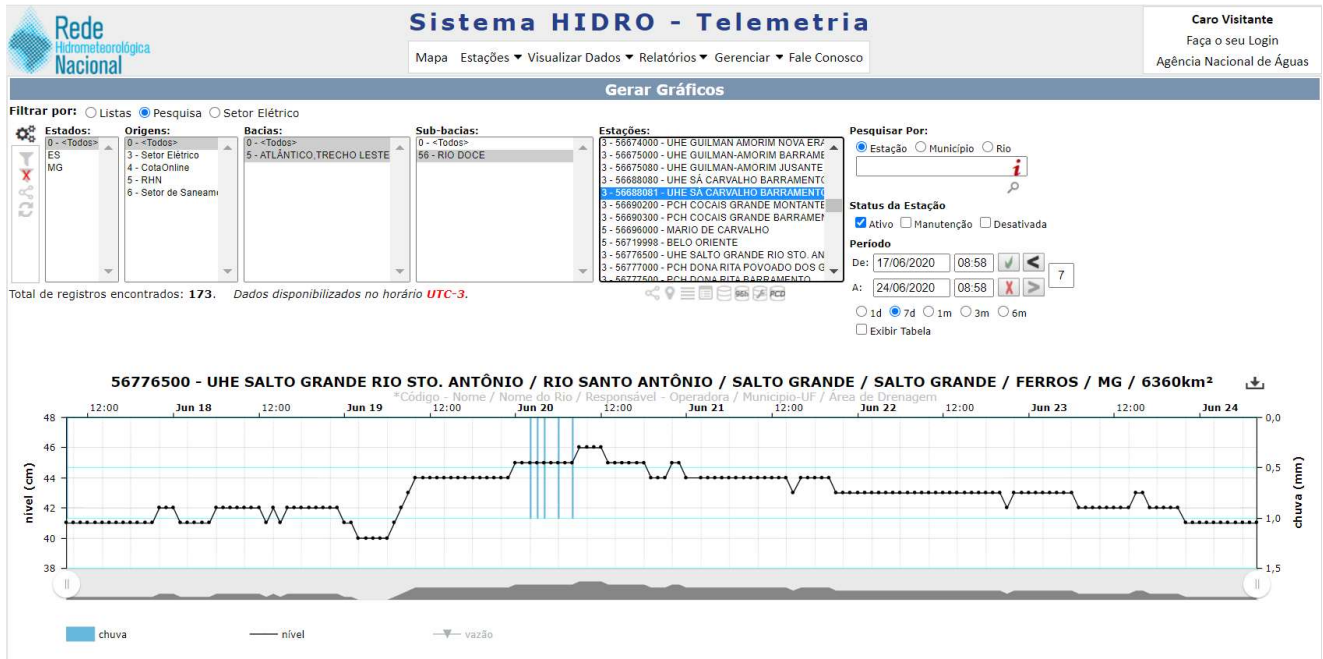


Figura 8 - Visualização do Gestor PCD de dados em tempo real

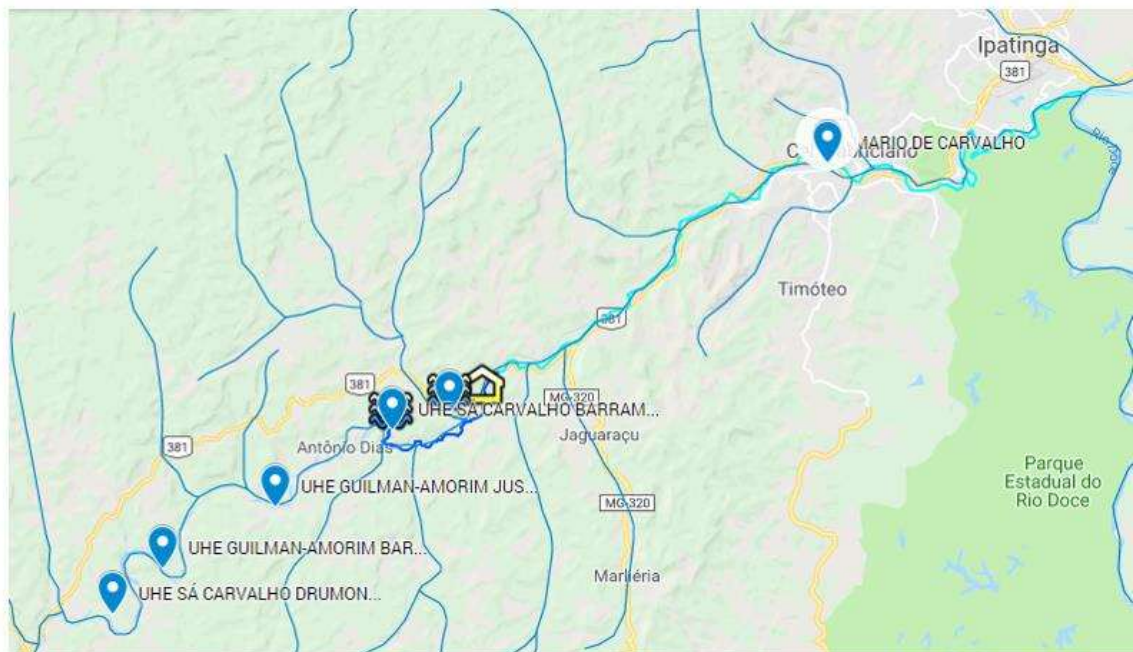


Figura 9 - Mapa de localização de estações de monitoramento da CEMIG

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

O primeiro acionamento de comunicação será realizado assim que haja a possibilidade de ultrapassagem da vazão de restrição ( $Q_r$ ):

$$Q_r = 550 \text{ m}^3/\text{s}$$

Vazões maiores que  $550 \text{ m}^3/\text{s}$  podem provocar danos ao Bairro Cachoeira do Vale na cidade de Timóteo e em Coronel Fabriciano, assim sendo, deve haver comunicação com a Defesa Civil destas cidades (considerar o tempo de viagem de 4h – Sá Carvalho - Timóteo). Pelo histórico de eventos durante a operação da UHE Sá Carvalho, viu-se que somente para vazões da ordem de  $800 \text{ m}^3/\text{s}$  houve problema em Cel. Fabriciano. Os parâmetros abaixo deverão ser seguidos para estabelecimento do procedimento de comunicação.

#### Parâmetros para comunicação com a Defesa Civil (Timóteo e Cel. Fabriciano)

- **Operação Normal** – defluência até  $300 \text{ m}^3/\text{s}$  (não há necessidade de comunicação)
- **Operação Normal porém em alerta 1 de inundação** – previsão de defluência entre  $300$  e  $400 \text{ m}^3/\text{s}$ , a comunicação dependerá da distribuição da chuva na bacia e da continuidade do evento hidrológico.
- **Alerta 2 de nível de inundação** – defluência  $> 400 \text{ m}^3/\text{s}$  (comunicação necessária)

As condições de alerta e cheia significam que podem ocorrer inundações a jusante da UHE Sá Carvalho, dependendo das condições de distribuição do evento hidrológico na bacia.

#### Parâmetros para comunicação com a Defesa Civil de Ipatinga

- **Operação Normal** – previsão de vazão em Ipatinga (após a confluência do Doce com o Piracicaba) de até  $1000 \text{ m}^3/\text{s}$  (não há necessidade de comunicação)
- **Operação Normal porém em alerta 3 de inundação** – previsão de vazão em Ipatinga (após a confluência do Doce com o Piracicaba) de até  $1200 \text{ m}^3/\text{s}$ .

**Alerta 4 de nível de inundação** – previsão de vazão em Ipatinga (após a confluência do Doce com o Piracicaba) de até  $1400 \text{ m}^3/\text{s}$ .

## VII. Cadastro Socioeconômico

Em novembro de 2021 foi realizada a primeira campanha de levantamento cadastral das propriedades e pessoas a jusante da UHE Sá Carvalho e em setembro de 2023 a segunda campanha de cadastro, e adicionalmente, o cadastro de animais domésticos, animais de criação/produção, de edifícios

comerciais e públicos, do patrimônio cultural (por meio de dados secundários) e o cadastro de estruturas de apoio ao resgate (hospitais, unidades de saúde, escola, ginásio, entre outros).

Foram feitos 11 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 - Número de questionários aplicados (fonte: Relatório de Cadastro, HIDROBR, 2023).Tabela 6.

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

Ficha de cadastro	Quantidade	Percentual (%)
<b>Casa</b>	5	45,45
<b>Comércio</b>	1	9,09
<b>Fauna Pecuária</b>	5	45,45
<b>Total</b>	<b>11</b>	<b>100</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>	3	7,7
<b>18 a 39</b>	5	30,8
<b>40 a 59</b>	3	46,6
<b>60 ou mais</b>	4	15,4
<b>Não informado</b>	0	0,0
<b>Total</b>	<b>15</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 1 edificação comercial.**

Na Tabela 8 abaixo está o **quantitativo total de população permanente e flutuante na ZAS**, incluídos os funcionários da UHE Sá Carvalho, **contabilizado em 13 pessoas**.

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

Número de pessoas	Quantidade	Percentual (%)
<b>População permanente</b>	28	15,7
<b>População flutuante</b>	150	84,3
<b>Total</b>	<b>103</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. Na Tabela 9 estão os resultados do cadastroizados 14 animais domésticos (entre cachorros, gatos e outros) e 12 animais de produção/criação.

**Tabela 9 - Resultado do cadastro (fonte: Relatório de Cadastro, HIDROBR, 2023)**

Número de animais	Quantidade	Percentual (%)
<b>Animais domésticos</b>	14	53,3
<b>Animais de produção</b>	12	46,7
<b>Total</b>	<b>28</b>	<b>100</b>

O Patrimônio Cultural de Bom Jesus do Itabapoana (RJ) foi levantado e cadastrado a partir de dados do Instituto Estadual do Patrimônio Cultural (INEPAC), Secretaria de Estado de Cultura e Economia Criativa e do Instituto de Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN), indica que o município possui **12 bens, entre patrimônios material e imaterial, bens móveis e sítios arqueológicos. Esses bens não estão localizados na ZAS da UHE Sá Carvalho.**

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 17% propriedades na ZAS (01 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 10).



**Figura 10 - Localização das placas de sinalização de alerta das Rotas de Fuga e dos Pontos de Encontro no PROX – Antônio Dias/MG.**

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

No total, para a área estudada, **foram criadas 01 Rota de Fuga; das quais 5 placas de Rota de Fuga; e 01 placa de Ponto de Encontro no município de Antônio Dias-MG.**

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

**Tabela 10 - 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	0,75 x 0,50	1,80
<b>Ponto de Encontro</b>	Local com boa visibilidade, próximo aos	1,00 x 0,75	1,80

**Tabela 11 – 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 12 apresenta as principais informações referentes às rotas de fuga e aos pontos de encontro, com indicação do número de pessoas esperado, distâncias e tempos de deslocamento.

**Tabela 12 – Principais informações sobre as rotas de fuga e pontos de encontro.**

Localidade	Ponto de encontro	Rota de fuga	Número estimado de pessoas	População flutuante	Distância do maior percurso (m)	Tempo estimado do maior percurso (min)
<b>Antônio Dias</b>	PE-01	1	28	150	600	5
<b>TOTAL</b>	<b>01</b>	<b>1</b>	<b>28</b>	<b>150</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

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

O SCO deverá ser instaurada assim que o nível de resposta em emergência for confirmada. 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 Sá Carvalho é na Vila Cemig, a montante da Casa de Força da usina na cidade de Antônio Dias – MG (Figura 12), no seguinte endereço:

- Vila Cemig, BR-381, km 210 - Antônio Dias, MG



Figura 12 – Localização do SCO e PC (fonte: PROX).

A distância entre o SCO e PC com a UHE Sá Carvalho é de 3,1 km, e cerca de 4 minutos de deslocamento.

## 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 11 apresenta os meios de comunicação a serem utilizados e a ordem de acionamento, em função do Nível de Resposta. Conforme citado anteriormente, os fluxogramas de notificação e contatos de todos os agentes internos e externos estão disponíveis, respectivamente, nos Capítulo V e no Apêndice H.

Classificação: **Somente uso oficial**

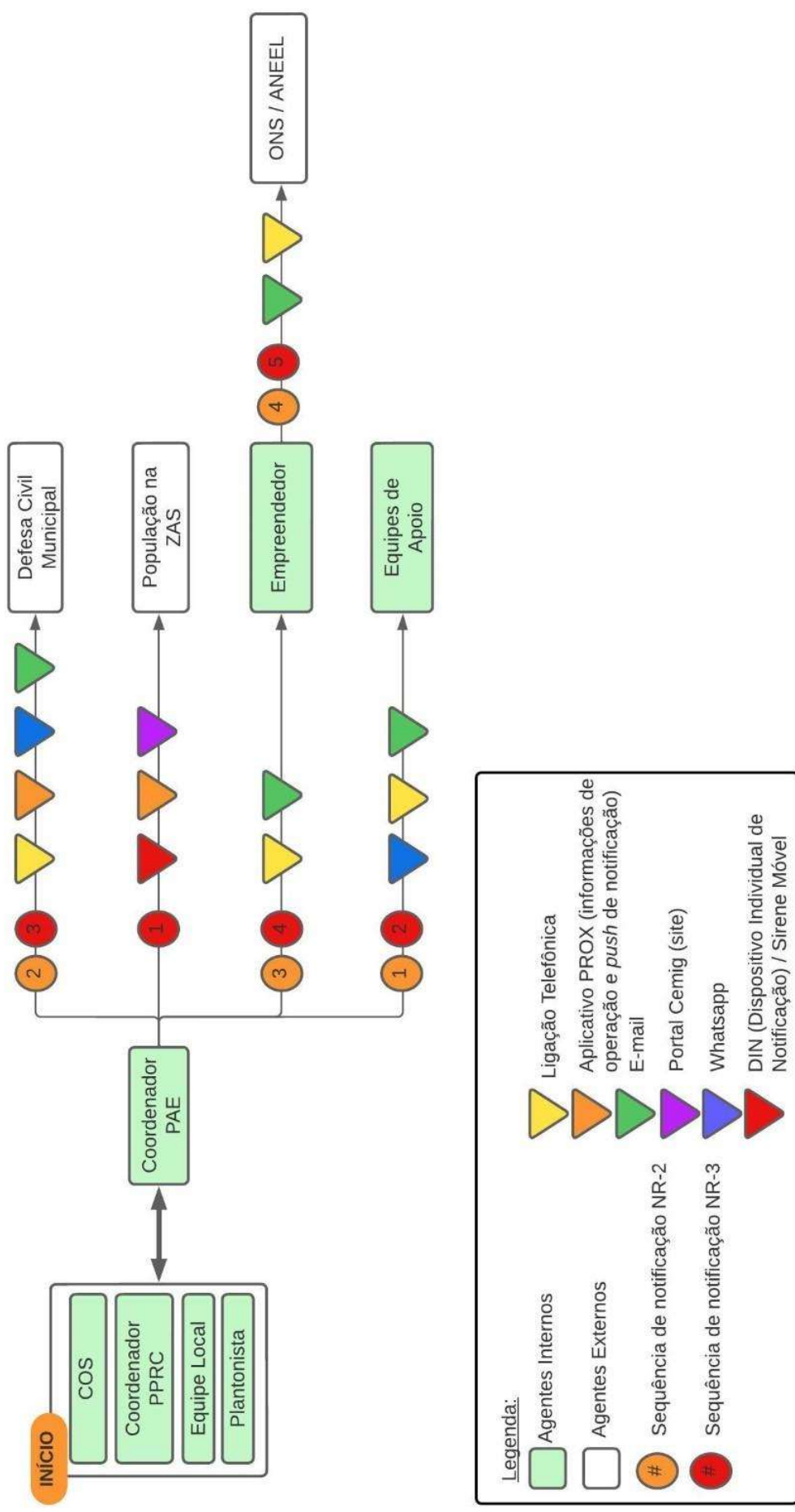


Figura 11 - Meios de comunicação a serem utilizados

## 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 Rosal 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**

- Barragem Antônio Dias:

IDENTIFICAÇÃO		EMPRESA	
Nome da Usina	Sá Carvalho – Antônio Dias	Sá Carvalho S.A	
Situação	Em operação	Concessionário	
<b>LOCALIZAÇÃO</b>		Estado	Minas Gerais
Municípios	Antônio Dias	<b>Coordenadas da barragem</b>	
Rio	Piracicaba	Margem direita	19°38'44"S - 42°51'00"W
Sub-Bacia/Código	DO2 – Rio Piracicaba	Margem esquerda	19°38'44"S - 42°50'58"W
Bacia	Federal Rio Doce		
DADOS HIDROMETEOROLÓGICOS		ÁREAS INUNDADAS	
<b>Vazões características</b>		No N.A. máximo normal	0,83
Vazão MLT (m <sup>3</sup> /s)	86,70	(km <sup>2</sup> )	
RESERVATÓRIO		VOLUMES	
<b>N.A.s DE MONTANTE</b>		Volume de amortecimento de cheias (m <sup>3</sup> )	
N.A. Máximo maximum (m)	373,03	0	
N.A. Máximo normal (m)	372,93	Útil (m <sup>3</sup> ) no N.A. máximo normal	0,95x10 <sup>6</sup>
Área de drenagem (km <sup>2</sup> )	4.461	Total (m <sup>3</sup> ) no N.A. máximo normal	1,73x10 <sup>6</sup>
<b>N.A. DE JUSANTE</b>		Total (m <sup>3</sup> ) no N.A. máximo maximum	1,80x10 <sup>6</sup>
N.A. Máximo normal (m)	261,50		
BARRAGEM		VERTEDOIRO	
<b>CARACTERÍSTICAS</b>		<b>CARACTERÍSTICAS</b>	
Barragem principal		Tipo	Superfície controlada
Forma/Tipo/Material	Gravidade/concreto	Nº de vãos	5
Altura da barragem (m)	14,8	Vazão de projeto (m <sup>3</sup> /s)	2.015
Comprimento na crista (m)	112	Tempo de recorrência (anos)	1.000
Cota da crista (m)	373,00		



- Barragem Severo:

IDENTIFICAÇÃO		EMPRESA	
<b>Nome da Usina</b>	Sá Cravalho / Severo	Sá Carvalho S.A	
<b>Situação</b>	Em operação	Concessionário	
<b>LOCALIZAÇÃO</b>		Estado	Minas Gerais
Municípios	Antônio Dias	<b>Coordenadas da barragem</b>	
Rio	Severo	Margem direita	19°38'14"S - 42°49'17"W
Sub-Bacia/Código	DO2-Rio Piracicaba	Margem esquerda	19°38'14"S - 42°49'17"W
Bacia	Federal Rio Doce		
DADOS HIDROMETEOROLÓGICOS		ÁREAS INUNDADAS	
<b>Vazões características</b>		No N.A. máximo normal	0,83
Vazão MLT (m <sup>3</sup> /s)	83,96	(km <sup>2</sup> )	
RESERVATÓRIO		VOLUMES	
<b>N.A.s DE MONTANTE</b>		Volume de amortecimento de cheias (m <sup>3</sup> )	
N.A. Máximo maximorum (m)	373,03		0
N.A. Máximo normal (m)	373,03	Útil (m <sup>3</sup> ) no N.A. máximo normal	1,78x10 <sup>6</sup>
Área de drenagem (km <sup>2</sup> )	4.369	Total (m <sup>3</sup> ) no N.A. máximo normal	1,78x10 <sup>6</sup>
<b>N.A. DE JUSANTE</b>		Total (m <sup>3</sup> ) no N.A. máximo maximorum	
N.A. Máximo normal (m)	259,00		
BARRAGEM		VERTEDOURO	
<b>CARACTERÍSTICAS</b>		<b>CARACTERÍSTICAS</b>	
Barragem principal		Tipo	Superfície controlada
Forma/Tipo/Material	Gravidade/Concreto	Nº de vãos	2
Altura da barragem (m)	12,5	Vazão de projeto (m <sup>3</sup> /s)	164
Comprimento na crista (m)	34	Tempo de recorrência (anos)	1.000
Cota da crista (m)	372,00		

**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 Sá Carvalho.

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

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 Sá Carvalho possui duas barragens em concreto, Antônio Dias e Severo, que deságuam no rio Piracicaba. Os volumes máximos de armazenamento são de 1,78 hm<sup>3</sup> para Severo, e 1,73 hm<sup>3</sup> para Antônio Dias. As Zonas de Autossalvamento (ZAS) adotadas correspondem a 10 km a partir dos barramentos, e englobam pequenos aglomerados populacionais.

**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 galgamento do Vertedouro em Condição de Carregamento Excepcional (CCE), durante evento de vazão Decamilenar com reservatório na El. 372,90 m;
- **Cenário RDC 2:** Rompimento por colapso da estrutura do Vertedouro em Condição de Carregamento Normal (CCN), durante evento de vazão de restrição (Q igual a 550 m<sup>3</sup>/s), com o reservatório na El. 372,90 m;
- **Cenário RDC 3:** Rompimento por colapso da estrutura do Vertedouro em Condição de Carregamento Normal (CCN), durante evento de vazão média de longo termo (*Sunny day*), com o reservatório na El.372,90 m;

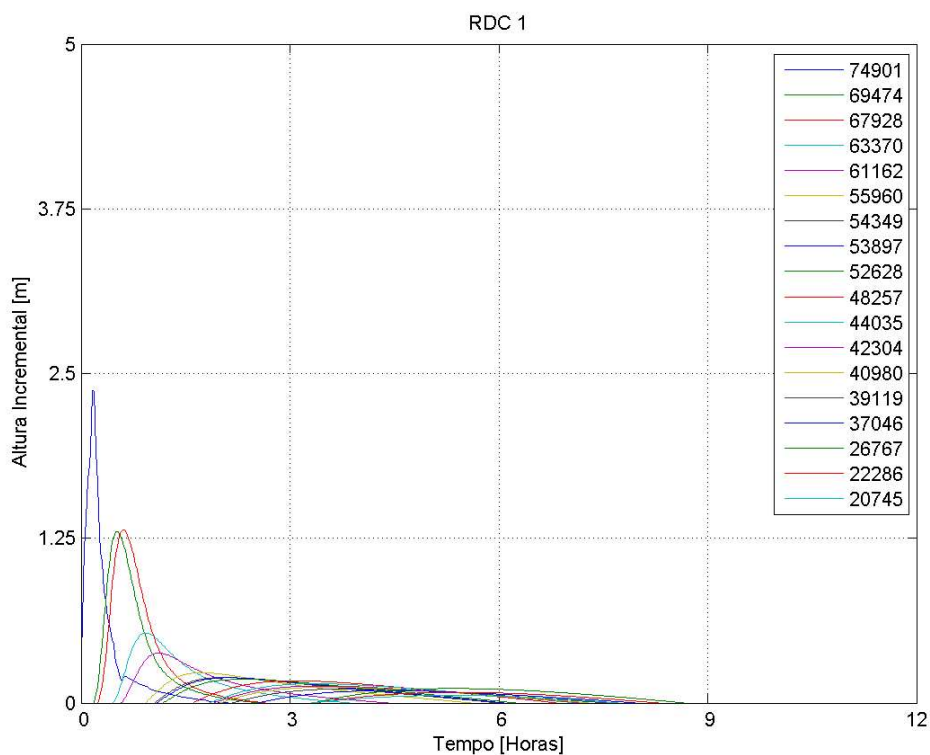
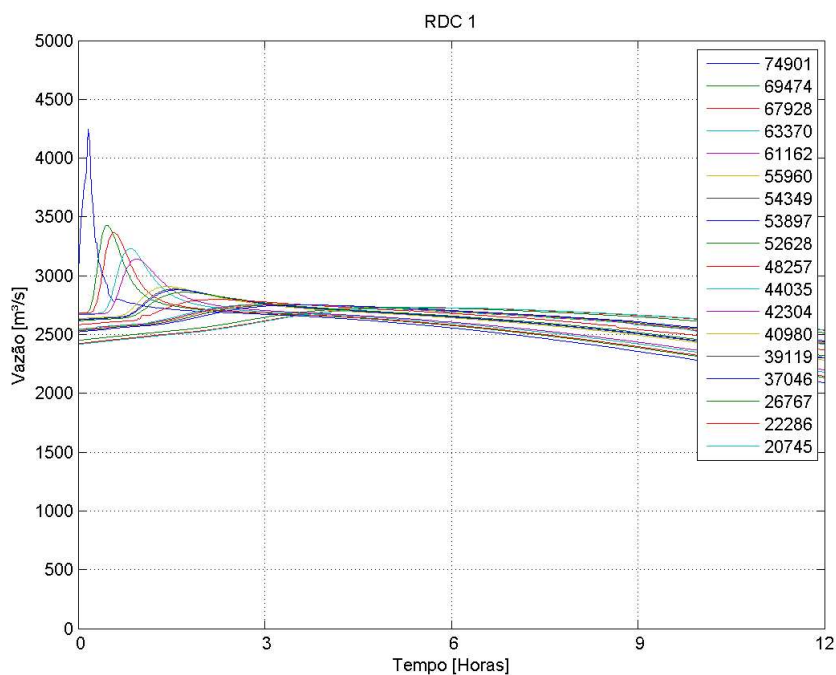
Resultados:

1. Cenário RDC 1: Rompimento da Barragem Antônio Dias por galgamento do vertedouro com vazão decamilenar (2698 m<sup>3</sup>/s)

As figuras seguintes ilustram o comportamento das ondas de ruptura ao longo do vale a jusante da UHE Sá Carvalho, Barragem Antônio Dias, para o modo RDC 1 (Decamilenar), onde são apresentados um hidrograma e uma curva da altura incremental da onda de ruptura para cada seção de interesse. A altura incremental é contada a partir a cota d'água formada pelo evento natural Decamilenar. Neste caso, a ruptura inicia durante o carregamento gerado pela sobrelevação máxima no vertedouro durante o evento de cheia Decamilenar. O estado hidráulico do reservatório inicia com N.A. El. 372,90 [m-IBGE], subindo conforme a passagem da onda natural.

O tempo de inundação é conceituado como o tempo que a onda de inundação leva para subir desde um nível de referência e descer até este mesmo nível. Considera-se como nível de referência aquele que fica 0,60 m acima do nível natural do rio correspondente à vazão em análise. Tal critério é uma forma de avaliar o tempo de submersão do vale a jusante durante a passagem da onda de cheia, contabilizando, apenas, o efeito incremental provocado pela ruptura hipotética da barragem.

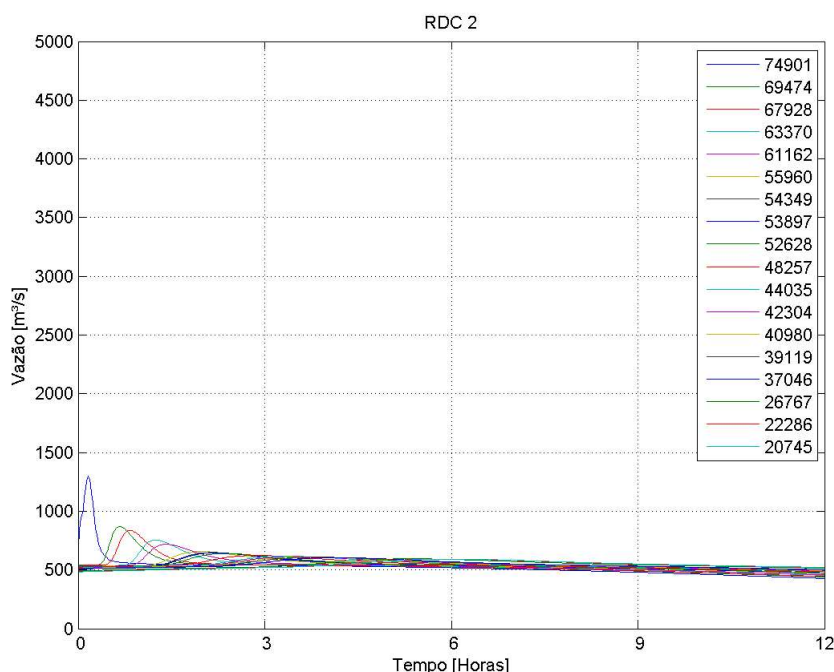
Ao longo do modelo verificou-se que o abatimento da vazão da onda de ruptura é total. A altura incremental varia entre 0,06 m até 2,37 m, chegando a 0,06 m na confluência do rio Piracicaba com o rio Doce. A interação dos dois rios é não linear e é sensível com o volume e forma dos hidrogramas propagados. A dissipação da onda, abaixo do limite de 0,60 m, ocorre nos 15 km a jusante do eixo da barragem Antônio Dias.

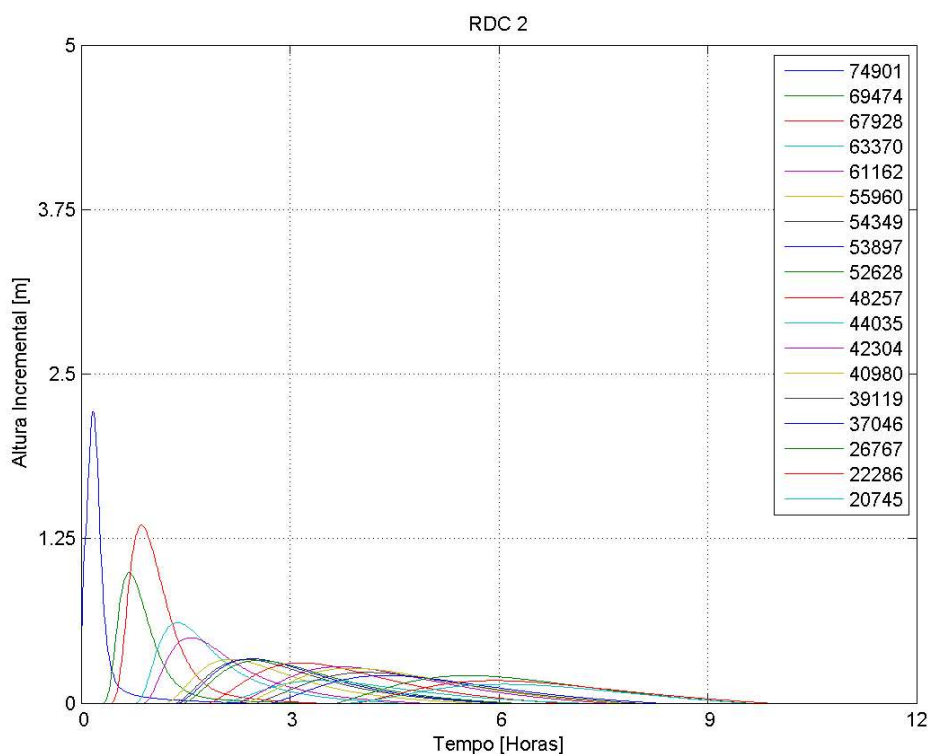


## 2. Cenário RDC 2: Rompimento da Barragem Antônio Dias por colapso do vertedouro em com a vazão de restrição (550 m<sup>3</sup>/s)

As figuras seguintes ilustram o comportamento das ondas de ruptura ao longo do vale a jusante da UHE Sá Carvalho, Barragem Antônio Dias, para o modo RDC 2 (Restrição operativa), onde são apresentados um hidrograma e uma curva da altura incremental da onda de ruptura para cada seção de interesse. Altura incremental contada a partir a cota d'água formada pelo evento natural de magnitude igual ou superior a 550 m<sup>3</sup>/s. Neste caso, a ruptura inicia durante o carregamento gerado pela sobrelevação máxima no vertedouro durante o evento de cheia natural com magnitude igual ou superior a 550 m<sup>3</sup>/s. O estado hidráulico do reservatório inicia com N.A. El. 372,90 [m-IBGE], subindo conforme a passagem da onda natural.

Ao longo do modelo verificou-se que o abatimento da vazão da onda de ruptura é total. A altura incremental chega a 0,14 cm ao longo do rio Piracicaba até a confluência com o rio Doce. O comportamento incremental de uma ruptura hipotética em condição de vazão de restrição é semelhante ao do evento Decamilenar. No entanto, por representar um cenário limiar de inundação, o efeito incremental da onda induzida pela ruptura hipotética, apesar de ser de pequena magnitude, deve ser considerado como elemento de tomada de decisão em ações de aviso e resgate nas áreas atingidas.

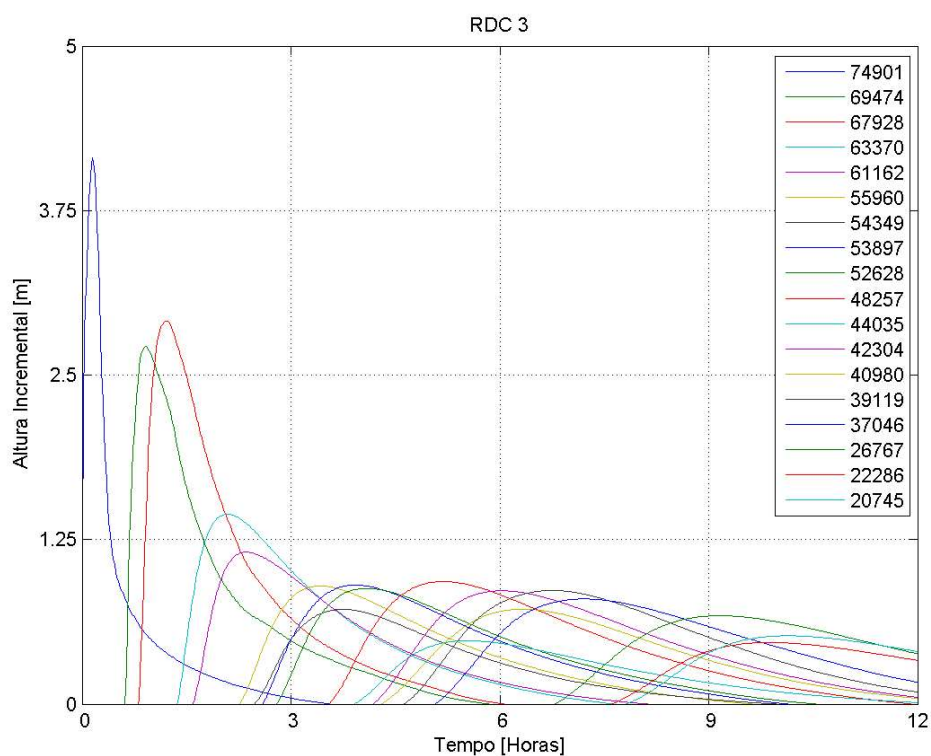
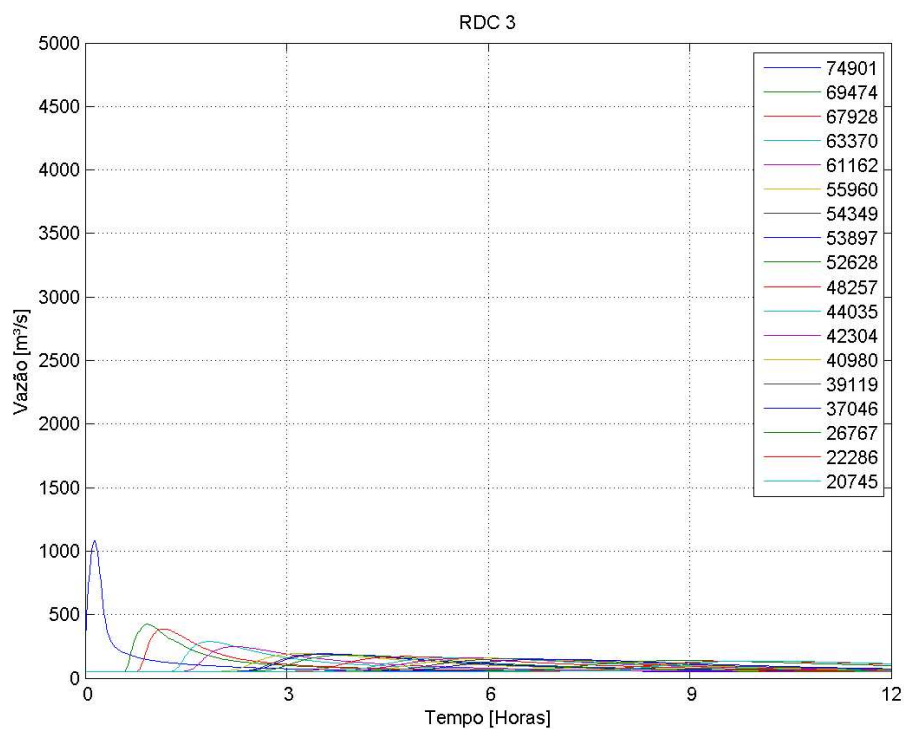




### 3. Cenário RDC 3: Rompimento da Barragem Antônio Dias por colapso do vertedouro em dia seco, vazão média de longo termo (86,7 m<sup>3</sup>/s)

o comportamento das ondas de ruptura ao longo do vale a jusante da UHE Sá Carvalho, Barragem Antônio Dias, para o modo RDC 3 (Sunny Day), onde são apresentados um hidrograma e uma curva da altura incremental da onda de ruptura para cada seção de interesse. Altura incremental contada a partir a cota d'água formada pelo evento natural de vazão  $Q_{MLT}$  nos rios Piracicaba e Doce. O estado hidráulico do reservatório permanece no N.A. El. 372,90 [m-IBGE] durante o evento.

Ao longo do modelo verificou-se que o abatimento da vazão da onda de ruptura é total. A altura incremental varia entre 0,47 m até 4,15 m ao longo do rio Piracicaba até a confluência com o rio Doce. Para o modo RDC 3, a altura da onda é igual à altura incremental devido à drenagem fluvial estar em condição de alta permanência e sem evento hidrológico. O comportamento incremental de uma ruptura hipotética em condição Sunny Day é mais intenso do que para os modos de ruptura concomitantes aos eventos hidrológicos, no entanto, não há ocorrência de extravasamento da calha principal do rio Piracicaba, tão pouco o desenvolvimento de um cenário de restrição operativa. A onda induzida pela ruptura hipotética é dissipada nos primeiros 5 km a jusante do eixo da barragem Antônio Dias.



**D. Principais pontos de inundação**

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, seguida da espacialização dessas estruturas.

**Tabela F. 1 - Pontes existentes ao longo do modelo**

Estrutura	Elevação tabuleiro		Elevação máxima do nível de água [m-IBGE]							
	Superior	Inferior	MDF 1	MDF 2	MDF 3	TR10.000	TR100	TR50	TR10	TR2
Ponte 1	377,29	374,79	<b>378,12</b>	<b>374,09</b>	372,94	<b>378,15</b>	<b>376,25</b>	<b>376,00</b>	<b>375,30</b>	<b>374,30</b>
Ponte 2	376,40	373,90	<b>375,89</b>	372,90	372,91	<b>375,90</b>	372,91	372,91	372,91	372,91
Ponte 3	337,58	335,18	278,71	276,50	276,50	277,47	276,50	276,50	276,50	276,50
Ponte 4	272,30	272,05	<b>273,36</b>	267,34	265,28	<b>271,73</b>	269,45	269,05	268,01	266,47
Ponte 5	262,76	259,76	250,08	243,36	240,96	248,91	246,28	245,80	244,40	242,52
Ponte 6	237,04	234,54	<b>236,39</b>	231,33	229,53	<b>236,26</b>	<b>234,08</b>	<b>233,72</b>	232,66	231,30
Ponte 7	246,44	242,94	234,60	229,17	226,92	234,50	232,30	231,88	230,67	229,18
Ponte 8	232,75	230,25	<b>232,93</b>	227,28	225,67	<b>232,83</b>	<b>230,46</b>	<b>230,02</b>	228,87	227,30
Ponte 9	240,25	239,45	231,95	226,78	225,58	231,84	229,82	229,41	228,30	226,79
Ponte 10	239,98	236,48	231,95	226,78	225,58	231,84	229,82	229,41	228,30	226,79
Ponte 11	242,63	238,98	230,67	226,02	223,70	230,56	228,77	228,43	227,49	226,06
Ponte 12	246,87	243,37	229,58	225,04	222,61	229,54	227,77	227,44	226,53	225,09
Ponte 13	236,12	233,12	227,10	223,17	221,05	226,95	225,82	225,51	224,68	223,41
Ponte 14	236,00	233,00	227,10	223,17	221,05	226,95	225,82	225,51	224,68	223,41
Ponte 15	227,00	225,00	217,49	211,05	208,53	216,82	214,40	214,02	212,84	211,14
C. Força	263,64	262,47	<b>268,64</b>	<b>262,02</b>	259,75	<b>267,35</b>	<b>264,69</b>	<b>264,21</b>	262,94	261,09





**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 RDC 1:

SC	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]*
74901	314,49	312,13	304,38	10,11	2,37	4246,99	00 00 10	00 00 23	00 00 01	0,00
69474	278,94	277,63	269,15	9,78	1,30	3429,10	00 00 31	00 00 33	00 00 20	15,51
67928	268,63	267,32	256,84	11,79	1,31	3364,52	00 00 37	00 00 36	00 00 24	15,49
63370	242,64	242,11	234,26	8,38	0,53	3231,42	00 00 56	NDA	NDA	15,04
61162	241,22	240,85	233,62	7,61	0,38	3141,26	00 01 07	NDA	NDA	14,46
55960	238,42	238,19	231,23	7,19	0,23	2908,13	00 01 44	NDA	NDA	12,09
54349	237,36	237,16	230,04	7,32	0,19	2886,21	00 02 03	NDA	NDA	10,91
53897	237,15	236,96	229,41	7,74	0,19	2879,65	00 02 07	NDA	NDA	10,77
52628	236,69	236,51	228,94	7,74	0,18	2859,39	00 02 21	NDA	NDA	10,20
48257	234,80	234,63	225,95	8,85	0,17	2799,93	00 03 04	NDA	NDA	9,19
44035	231,99	231,84	225,12	6,87	0,15	2758,15	00 03 22	NDA	NDA	9,65
42304	230,96	230,83	222,86	8,09	0,13	2757,31	00 03 26	NDA	NDA	9,98
40980	229,96	229,84	222,21	7,75	0,12	2756,48	00 03 34	NDA	NDA	9,98
39119	228,64	228,53	221,23	7,40	0,11	2754,81	00 03 51	NDA	NDA	9,71
37046	227,00	226,90	220,20	6,80	0,09	2751,59	00 04 21	NDA	NDA	9,05
26767	222,98	222,87	214,49	8,50	0,11	2729,59	00 05 21	NDA	NDA	9,29
22286	220,51	220,43	212,32	8,19	0,08	2729,02	00 05 23	NDA	NDA	10,09
20745	219,84	219,79	210,54	9,30	0,06	2729,37	00 05 17	NDA	NDA	10,58

\*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>restrição</sub> é a cota da vazão de restrição; 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 [DD:HH:MM]; T<sub>inun</sub> é o tempo de submersão da seção (para H > 0,60) [DD:HH:MM]; T<sub>ch</sub> é o tempo de chegada de onda [DD:HH:MM]; V é a velocidade média do pico da onda entre a seção do barramento e a seção de controle [km/hr], \*\*NDA – Não atinge a condição de inundação incremental.

- Resultados RDC 2:

SC	Z <sub>p</sub> *	Z <sub>restrição</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]*
74901	309,12	306,90	304,38	4,73	2,22	1297,13	00 00 10	00 00 20	00 00 01	0,00
69474	273,15	272,16	269,15	4,00	0,99	870,03	00 00 41	00 00 27	00 00 32	10,50
67928	262,03	260,68	256,84	5,19	1,35	836,55	00 00 52	00 00 40	00 00 39	9,96
63370	237,76	237,15	234,26	3,50	0,61	754,77	00 01 23	00 00 09	00 01 19	9,48
61162	236,71	236,22	233,62	3,10	0,50	718,51	00 01 35	NDA	NDA	9,70
55960	233,89	233,55	231,23	2,66	0,33	657,59	00 02 09	NDA	NDA	9,55
54349	232,61	232,28	230,04	2,57	0,33	648,77	00 02 22	NDA	NDA	9,34
53897	232,30	231,96	229,41	2,89	0,34	646,16	00 02 27	NDA	NDA	9,20
52628	231,79	231,46	228,94	2,84	0,32	639,95	00 02 33	NDA	NDA	9,34
48257	229,21	228,90	225,95	3,26	0,31	623,45	00 03 09	NDA	NDA	8,93
44035	226,83	226,66	225,12	1,71	0,17	616,54	00 03 25	NDA	NDA	9,50
42304	226,11	225,84	222,86	3,25	0,28	614,08	00 03 43	NDA	NDA	9,18
40980	225,32	225,05	222,21	3,11	0,27	612,03	00 03 53	NDA	NDA	9,13
39119	224,43	224,19	221,23	3,19	0,23	609,17	00 04 06	NDA	NDA	9,10
37046	223,16	222,95	220,20	2,96	0,21	605,12	00 04 23	NDA	NDA	8,98
26767	217,50	217,29	214,49	3,01	0,21	595,07	00 05 34	NDA	NDA	8,91
22286	214,67	214,50	212,32	2,34	0,17	592,86	00 05 57	NDA	NDA	9,10
20745	213,23	213,09	210,54	2,69	0,14	592,70	00 06 05	NDA	NDA	9,15

\*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>restrição</sub> é a cota da vazão de restrição; 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 [DD:HH:MM]; T<sub>inun</sub> é o tempo de submersão da seção (para H > 0,60) [DD:HH:MM]; T<sub>ch</sub> é o tempo de chegada de onda [DD:HH:MM]; V é a velocidade média do pico da onda entre a seção do barramento e a seção de controle [km/hr], \*\*NDA – Não atinge a condição de inundação incremental.

- Resultados RDC 3:

SC	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]*
74901	308,53	309,97	304,38	4,15	NDA	1083,14	00 00 09	00 00 49	00 00 01	0,00
69474	271,87	275,28	269,15	2,72	NDA	423,61	00 00 55	00 02 02	00 00 39	7,08
67928	259,75	264,69	256,84	2,91	NDA	387,13	00 01 13	00 02 15	00 00 52	6,54
63370	235,71	240,20	234,26	1,44	NDA	287,85	00 02 05	00 02 24	00 01 32	5,96
61162	234,77	239,07	233,62	1,15	NDA	248,62	00 02 21	00 02 08	00 01 50	6,24
55960	232,12	236,28	231,23	0,90	NDA	195,83	00 03 25	00 02 06	00 02 45	5,80
54349	230,76	235,20	230,04	0,72	NDA	192,07	00 03 45	00 01 24	00 03 11	5,71
53897	230,31	234,95	229,41	0,90	NDA	189,76	00 03 55	00 02 22	00 03 07	5,58
52628	229,82	234,50	228,94	0,88	NDA	183,57	00 04 05	00 02 17	00 03 20	5,66
48257	226,88	232,37	225,95	0,93	NDA	170,79	00 05 11	00 02 51	00 04 13	5,29
44035	225,60	229,69	225,12	0,48	NDA	162,92	00 05 32	00 00 00	00 04 57	5,73
42304	223,72	228,95	222,86	0,86	NDA	159,03	00 06 02	00 02 44	00 05 03	5,54
40980	222,93	228,07	222,21	0,72	NDA	157,19	00 06 19	00 01 56	00 05 32	5,50
39119	222,10	227,00	221,23	0,86	NDA	152,93	00 06 44	00 02 56	00 05 36	5,44
37046	221,00	225,44	220,20	0,80	NDA	147,86	00 07 12	00 02 48	00 06 08	5,37
26767	215,16	220,51	214,49	0,67	NDA	138,58	00 09 10	00 01 51	00 08 23	5,34
22286	212,79	217,62	212,32	0,47	NDA	135,34	00 09 52	00 00 00	NDA	5,41
20745	211,06	216,55	210,54	0,52	NDA	135,01	00 10 08	00 00 00	NDA	5,42

\*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>restrição</sub> é a cota da vazão de restrição; 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 [DD:HH:MM]; T<sub>inun</sub> é o tempo de submersão da seção (para H > 0,60) [DD:HH:MM]; T<sub>ch</sub> é o tempo de chegada de onda [DD:HH:MM]; V é a velocidade média do pico da onda entre a seção do barramento e a seção de controle [km/hr], \*\*NDA – Não atinge a condição de inundação incremental.

- Resultados Cheias Naturais:

SC	Z <sub>TR2</sub>	Z <sub>TR10</sub>	Z <sub>TR50</sub>	Z <sub>TR100</sub> [m]	T <sub>TR10000</sub>
74901	307,16	308,51	309,57	309,97	312,36
69474	272,42	273,77	274,85	275,28	277,80
67928	261,09	262,94	264,21	264,69	267,35
63370	237,47	238,92	239,86	240,20	242,09
61162	236,52	237,89	238,76	239,07	240,85
55960	233,81	235,05	235,95	236,28	238,22
54349	232,54	233,89	234,86	235,20	237,21
53897	232,25	233,63	234,61	234,95	237,01
52628	231,76	233,14	234,15	234,50	236,57
48257	229,22	230,78	231,94	232,37	234,76
44035	226,84	228,18	229,28	229,69	231,89
42304	226,15	227,62	228,60	228,95	230,85
40980	225,36	226,81	227,73	228,07	229,84
39119	224,49	225,82	226,69	227,00	228,73
37046	223,22	224,39	225,16	225,44	226,95
26767	217,59	219,05	220,13	220,51	222,68
22286	214,69	216,08	217,21	217,62	219,88
20745	213,29	214,93	216,12	216,55	219,14

\*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>restrição</sub> é a cota da vazão de restrição; 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 [DD:HH:MM]; T<sub>inun</sub> é o tempo de submersão da seção (para H > 0,60) [DD:HH:MM]; T<sub>ch</sub> é o tempo de chegada de onda [DD:HH:MM]; V é a velocidade média do pico da onda entre a seção do barramento e a seção de controle [km/hr], \*\*NDA – Não atinge a condição de inundação incremental.

**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 [ $m^3/s$ ];
- 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 da Barragem Antônio Dias por galgamento do vertedouro com vazão decamilenar (2698 <math>m^3/s</math>)</b>	PAE-SCA-MAP01-RDC01_revB
<b>RDC 2 – Rompimento da Barragem Antônio Dias por colapso do vertedouro em com a vazão de restrição (550 <math>m^3/s</math>)</b>	PAE-SCA-MAP02-RDC02_revB
<b>RDC 3 – Rompimento da Barragem Antônio Dias por colapso do vertedouro em dia seco, vazão média de longo termo (86,7 <math>m^3/s</math>)</b>	PAE-SCA-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 da Barragem Antônio Dias por galgamento do vertedouro com vazão decamilenar (2698 m<sup>3</sup>/s)</b>	PAE-SCA-MAP04-PER01_revB
<b>RDC 2 – Rompimento da Barragem Antônio Dias por colapso do vertedouro em com a vazão de restrição (550 m<sup>3</sup>/s)</b>	PAE-SCA-MAP05-PER02_revB
<b>RDC 3 – Rompimento da Barragem Antônio Dias por colapso do vertedouro em dia seco, vazão média de longo termo (86,7 m<sup>3</sup>/s)</b>	PAE-SCA-MAP06-PER03_revB

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

Tempo de Recorrência	Número do Mapa
<b>TR 2 anos (621 m<sup>3</sup>/s)</b>	PAE-SCA-MAP07-TR2_revB
<b>TR 10 anos (1063 m<sup>3</sup>/s)</b>	PAE-SCA-MAP08-TR10_revB
<b>TR 50 anos (1451 m<sup>3</sup>/s)</b>	PAE-SCA-MAP09-TR50_revB
<b>TR 100 anos (1615 m<sup>3</sup>/s)</b>	PAE-SCA-MAP10-TR100_revB
<b>TR 10.000 anos (2698 m<sup>3</sup>/s)</b>	PAE-SCA-MAP10-TR10000_revB

### XIII. Apêndices Externos

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



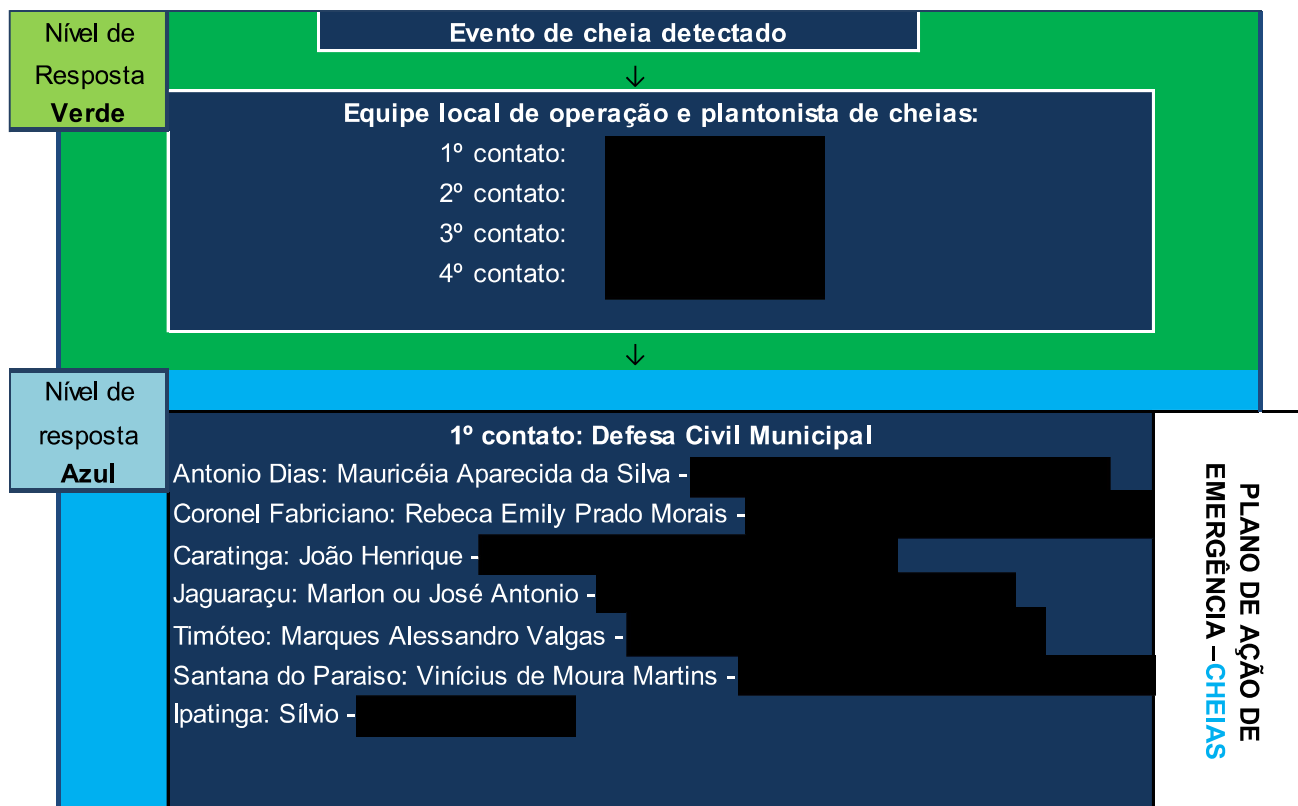
**G. Controle de distribuição digital deste PAE<sup>1</sup>**

<b>Nome do Responsável</b>	<b>Função/Entidade</b>
Ivan Sérgio Carneiro	Coordenador do PAE – Cemig GT
Diego Antônio F. Balbi	Coordenador Técnico Civil – Cemig GT
Ronildo Garcia de Castro	Gerente da Equipe Local – Cemig GT
Paulo Henrique Camargos Firme	Diretor – Defesa Civil Estadual Minas Gerais
Mauricéia Aparecida da Silva	Coordenador – Defesa Civil Municipal Prefeitura Municipal de Antônio Dias
Rebeca Emily Prado Moraes	Coordenador – Defesa Civil Municipal Prefeitura Municipal de Coronel Fabriciano
João Henrique	Coordenador – Defesa Civil Municipal Prefeitura Municipal de Caratinga
Marques Alessandro Valgas	Coordenador – Defesa Civil Municipal Prefeitura Municipal de Timóteo
Vinicius de Moura Martins	Coordenador – Defesa Civil Municipal Prefeitura Municipal de Santana do Paraiso
Sílvio	Coordenador – Defesa Civil Municipal Prefeitura Municipal de Ipatinga
José Antônio	Coordenador – Defesa Civil Municipal Prefeitura Municipal de Jaguaráçu

<sup>1</sup> 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: CHEIAS<sup>2</sup>

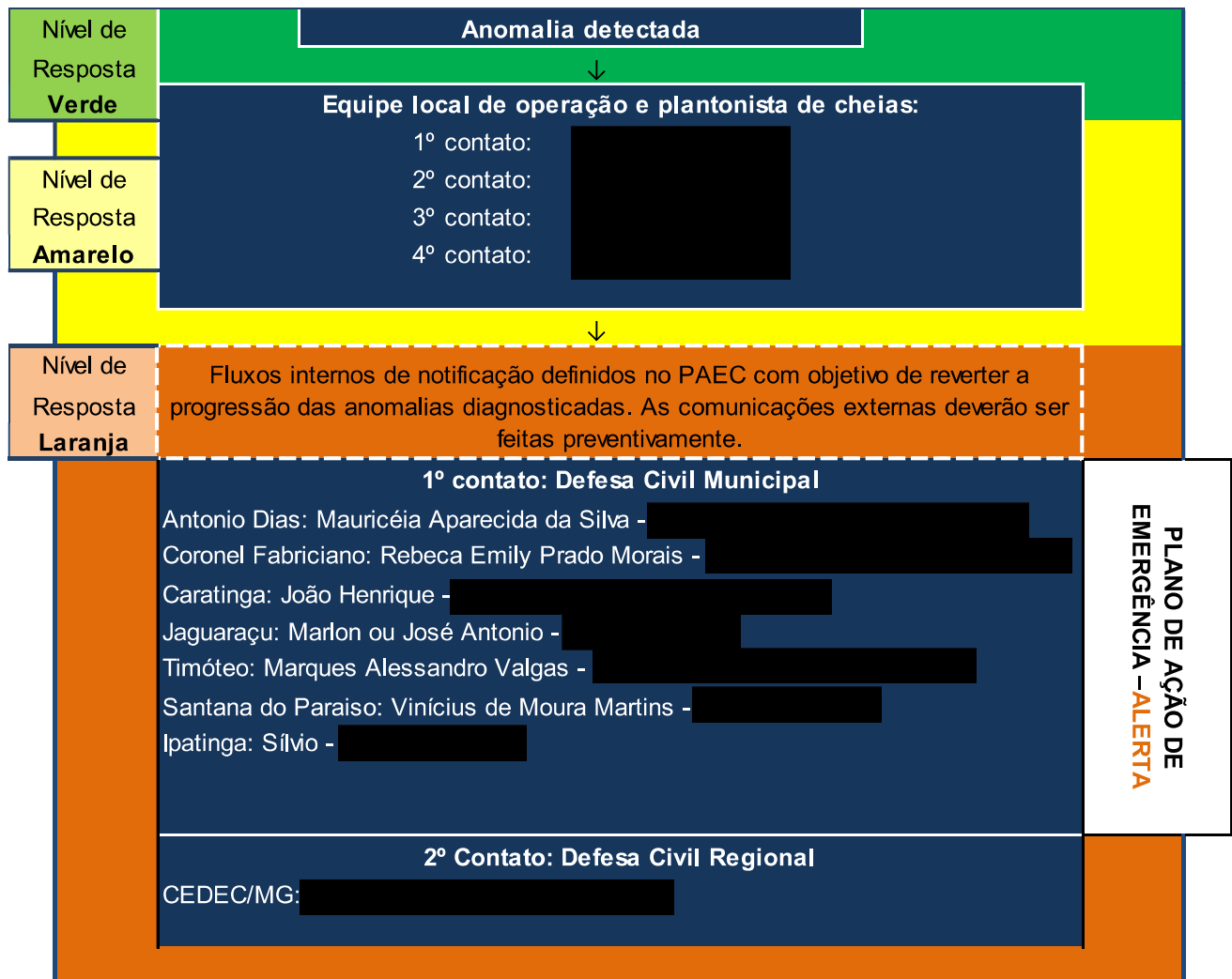


No Ofício nº 532/2020-SFG/ANEEL, de 10/09/2020, a ANEEL tratou da conclusão da ação à distância de fiscalização da UHE Sá Carvalho, apresentando determinações para melhorias no conteúdo deste PAE. Em atendimento ao referido ofício, foi realizada inclusão do contato das usinas a jusante e do responsável pela ferrovia a poucos metros a jusante da barragem. A tabela a seguir, válida para todos os níveis de resposta deste PAE, apresenta a relação desses contatos.

Descrição	Contato
Estrada Ferroviária Vitória/Minas (VALE)	[REDACTED]
UHE Baguari	[REDACTED]
UHE Aimorés	[REDACTED]

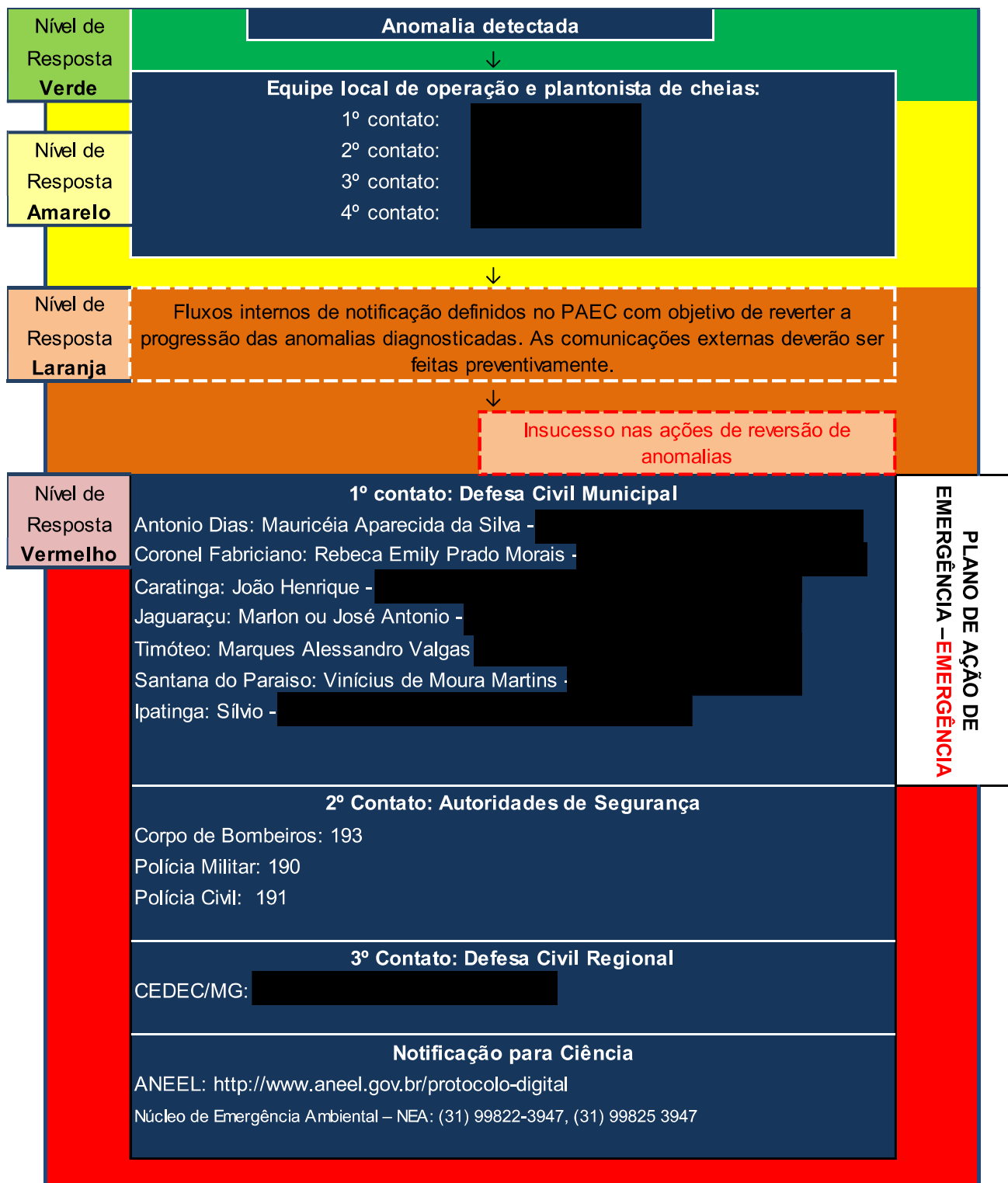
<sup>2</sup> Apêndice revisado em 20/04/2022. Este apêndice pode ter seus contatos alterados, sem que o documento do PAE Externo perca a vigência de sua revisão.

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



<sup>3</sup> 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: EMERGÊNCIA<sup>4</sup>



<sup>4</sup> 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.

**Certificate Of Completion**

Envelope Id: FFD88C163E58435E97653ED5174E6C98	Status: Completed
Subject: Complete com a DocuSign: PAE - UHE Sá Carvalho - RevF.pdf	
Número do Processo Cemig:	
Tipo de Documento: Outros	
Numero_Contrato:	
Numero_Licitacao:	
Source Envelope:	
Document Pages: 52	Signatures: 4
Certificate Pages: 2	Initials: 0
AutoNav: Enabled	
EnvelopeId Stamping: Enabled	Envelope Originator:
Time Zone: (UTC-03:00) Brasilia	BRUNO KAORU KAORU ONOHARA NETO
	Av. Barbacena, 1200, 1º Andar
	Belo Horizonte, MG 30190-131
	bruno.neto@cemig.com.br
	IP Address: 64.207.219.136

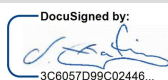
**Record Tracking**

Status: Original	Holder: BRUNO KAORU KAORU ONOHARA NETO	Location: DocuSign
10/24/2023 12:52:20 PM	bruno.neto@cemig.com.br	

**Signer Events**

**DIOGO CARNEIRO RIBEIRO BUENO MARTINS**  
 diogo.martins@cemig.com.br  
 Security Level: Email, Account Authentication (None)

**Signature**



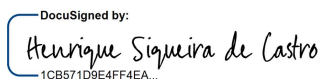
Signature Adoption: Uploaded Signature Image  
 Using IP Address: 201.17.159.226  
 Signed using mobile

**Timestamp**

Sent: 10/24/2023 12:55:03 PM  
 Viewed: 10/24/2023 2:26:24 PM  
 Signed: 10/24/2023 2:26:41 PM

**Electronic Record and Signature Disclosure:**  
 Not Offered via DocuSign

Henrique Siqueira de Castro  
 hscastro@cemig.com.br  
 Security Level: Email, Account Authentication (None)



Signature Adoption: Pre-selected Style  
 Using IP Address: 155.190.28.6

Sent: 10/24/2023 12:55:04 PM  
 Viewed: 10/24/2023 2:17:21 PM  
 Signed: 10/24/2023 2:17:32 PM

**Electronic Record and Signature Disclosure:**  
 Not Offered via DocuSign

Ivan Sergio Carneiro  
 ivan.carneiro@cemig.com.br  
 Gerente de Planejamento Energético  
 Security Level: Email, Account Authentication (None)



Signature Adoption: Uploaded Signature Image  
 Using IP Address: 152.255.108.183  
 Signed using mobile

Sent: 10/24/2023 12:55:03 PM  
 Viewed: 10/24/2023 1:10:33 PM  
 Signed: 10/24/2023 1:11:14 PM

**Electronic Record and Signature Disclosure:**  
 Not Offered via DocuSign

Thadeu Carneiro da Silva  
 thadeu.silva@cemig.com.br  
 Security Level: Email, Account Authentication (None)



Signature Adoption: Uploaded Signature Image  
 Using IP Address: 152.255.119.201  
 Signed using mobile

Sent: 10/24/2023 12:55:04 PM  
 Viewed: 10/24/2023 12:56:02 PM  
 Signed: 10/24/2023 12:56:11 PM

**Electronic Record and Signature Disclosure:**  
 Not Offered via DocuSign

<b>In Person Signer Events</b>	<b>Signature</b>	<b>Timestamp</b>
<b>Editor Delivery Events</b>	<b>Status</b>	<b>Timestamp</b>
<b>Agent Delivery Events</b>	<b>Status</b>	<b>Timestamp</b>
<b>Intermediary Delivery Events</b>	<b>Status</b>	<b>Timestamp</b>
<b>Certified Delivery Events</b>	<b>Status</b>	<b>Timestamp</b>
<b>Carbon Copy Events</b>	<b>Status</b>	<b>Timestamp</b>
<b>Witness Events</b>	<b>Signature</b>	<b>Timestamp</b>
<b>Notary Events</b>	<b>Signature</b>	<b>Timestamp</b>
<b>Envelope Summary Events</b>	<b>Status</b>	<b>Timestamps</b>
Envelope Sent	Hashed/Encrypted	10/24/2023 12:55:04 PM
Certified Delivered	Security Checked	10/24/2023 12:56:02 PM
Signing Complete	Security Checked	10/24/2023 12:56:11 PM
Completed	Security Checked	10/24/2023 2:26:41 PM
<b>Payment Events</b>	<b>Status</b>	<b>Timestamps</b>