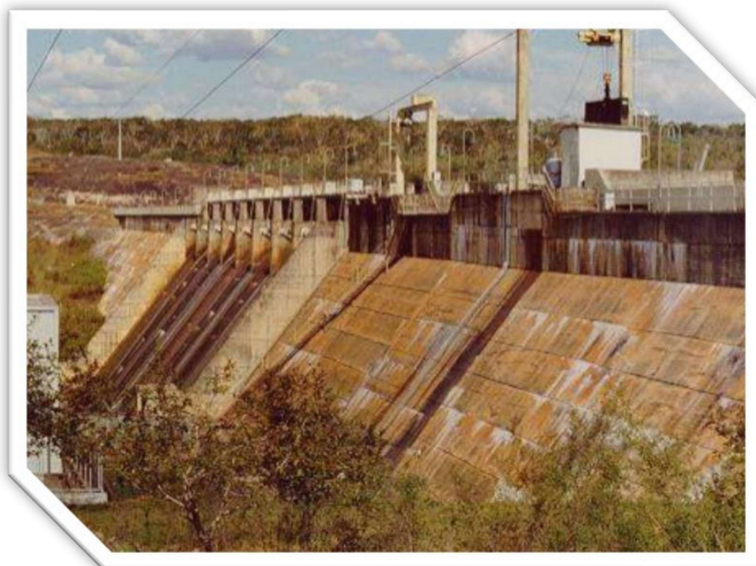


## Barragem da UHE Cajuru



### 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.000597-5.01

**Documento nº PAE - UHE Cajuru - revE**

**Responsável pela elaboração:** Cemig GT

**Municípios relacionados (MG):**

Zona de Autossalvamento (ZAS): Divinópolis, Carmo do Cajuru

Zona de Segurança Secundária (ZSS): Conceição do Pará, São Gonçalo do Pará, Nova Serrana, Pitangui

Revisão	Vigência	Motivo da revisão
E	19/04/2022	Revisão de apêndices e página de assinaturas



## Sumário

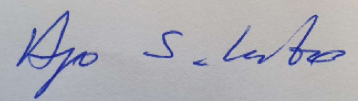

I.	Controle de revisões e assinaturas dos responsáveis .....	4
II.	Informações gerais da barragem.....	5
A.	Apresentação.....	5
B.	Objetivo do PAE.....	5
C.	Caracterização da barragem.....	5
III.	Responsabilidades gerais no PAE.....	7
A.	Empreendedor .....	7
B.	Coordenador do PAE.....	8
C.	Equipe técnica.....	8
D.	Plantonista de cheias .....	9
E.	Sistema de Proteção e Defesa Civil e demais autoridades .....	9
IV.	Níveis de resposta – Identificação e análise das possíveis situações de emergência .....	10
A.	Caracterização do Nível de Resposta – CHEIAS .....	13
B.	Caracterização do Nível de Resposta 2 – ALERTA.....	14
C.	Caracterização do Nível de Resposta 3 – EMERGÊNCIA.....	15
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 .....	16
C.	Fluxograma de ações e notificação em situação de EMERGÊNCIA .....	17
VI.	Procedimentos preventivos e corretivos em situações de alerta e emergência .....	18
A.	Zona de Autossalvamento (ZAS).....	18
B.	Monitoramento de vazões.....	19
C.	Parâmetros para início da comunicação .....	20
VII.	Encerramento das operações.....	21
VIII.	Apêndices .....	22
A.	Ficha Técnica da Barragem.....	23
B.	Mensagem de notificação Padrão .....	25

C.	Premissas e resultados dos estudos de ruptura hipotética .....	26
1.	Cenário RDC 1 - Rompimento por piping, com vazão decamilenar (2166 m <sup>3</sup> /s) .....	26
2.	Cenário RDC 2 - Rompimento por galgamento ou colapso do vertedouro, com vazão decamilenar (2166 m <sup>3</sup> /s).....	28
3.	Cenário RDC 3 - Rompimento por colapso do vertedouro operando vazão de restrição (420 m <sup>3</sup> /s), com cheia natural TR 10 anos (655 m <sup>3</sup> /s) .....	29
4.	Cenário RDC 4 - Rompimento por colapso do vertedouro em dia seco, com vazão média de longo termo (32 m <sup>3</sup> /s) .....	30
5.	Cenário RDC 5 – Rompimento do vertedouro provocando ruptura sinérgica por galgamento da UHE Gafanhoto, vazão decamilenar (2166 m <sup>3</sup> /s).....	31
D.	Principais pontos de inundação .....	32
E.	Tempos de chegada e pico de onda para cenários de ruptura.....	36
F.	Lista de mapas temáticos e manchas de inundação .....	41
IX.	Apêndices Externos .....	43
G.	Controle de distribuição digital deste PAE .....	44
H.	Plano de chamadas para notificação deste PAE .....	45

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

Revisão	Vigência	Motivo da revisão
A	21/12/2018	Emissão inicial
B	30/04/2019	Inserção de análise de dados de estudos de propagação de vazões
C	01/07/2020	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

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

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



## II. Informações gerais da barragem

### A. Apresentação

O presente Plano de Ação de Emergência (PAE) visa a apresentar os riscos mapeados a partir do estudo da onda de inundação provocada por eventual ruptura da barragem da UHE Cajuru, para atendimento regulatório à Lei Federal de Segurança de Barragens nº 12.334/2010 e Resolução Normativa ANEEL nº 696/2015. Serão apresentadas as premissas adotadas e as cartas temáticas de cada cenário simulado. Trata-se da formalização das ações externas à operação e manutenção do empreendimento, que devem ser tomadas ao longo de um evento 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

### B. Objetivo do PAE

Este documento tem como objetivo facilitar a comunicação entre o empreendedor e entidades públicas, proteger o patrimônio de terceiros e 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 a estes eventos 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. Assim, é elaborado um documento complementar denominado Plano de Ações Emergenciais da Central - PAEC com o objetivo de apoiar a tomada de decisão e orientar as ações em situações intempestivas e severas, associadas à segurança da central. Trata-se de um documento da instalação onde se definem as ações internas do empreendedor que visam recuperar as condições de segurança estrutural e operacional da barragem.

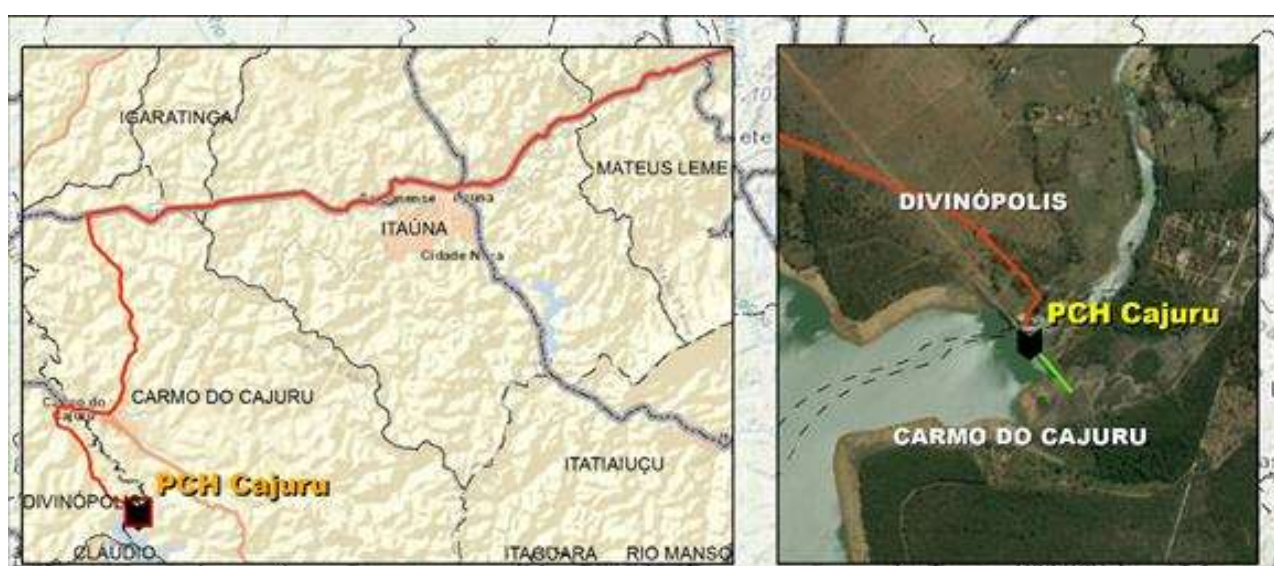
### C. Caracterização da barragem

A UHE Cajuru localiza-se no rio Pará, nos municípios de Carmo do Cajuru e Divinópolis, em Minas Gerais, e possui uma unidade geradora de 7,2 MW de potência. A margem direita está localizada em Carmo do Cajuru e a margem esquerda, em Divinópolis. A barragem acumula água para regularização do funcionamento da UHE Gafanhoto, à jusante. É composta pelas seguintes estruturas: Barragem de concreto da margem direita (BCMD), Vertedouro soleira controlada (VS), Barragem de concreto da margem esquerda (BCME) e Barragem de terra da margem esquerda (BTME), conforme a Figura 1.



Figura 1 - Estruturas do Empreendimento da UHE Cajuru

O acesso a partir de Belo Horizonte (Figura 2) faz-se pela BR-262, sentido Betim – MG. Segue-se por esta rodovia até a MG-050 em Juatuba – MG. A partir se então, segue-se pela MG-050 até o acesso aos municípios São José dos Salgados e Carmo do Cajuru – MG, e percorre-se, aproximadamente, 13 km até o cruzamento com a rua Tiradentes. Na sequência, deve-se seguir pela rua Tiradentes por, aproximadamente, 3 km até a placa indicativa da Usina Cajuru. Continuar por cerca de 9 km até o acesso a margem esquerda da PCH Cajuru. Por sua vez, a margem direita pode ser acessada pela crista do barramento.







**B. Coordenador do PAE**

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

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

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

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

**Tabela 1 - Contato Coordenador do PAE**

Contato de Emergência	Forma de comunicação
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 PAEC (documento interno), contendo os seus contatos e hierarquia.

#### **D. Plantonista de cheias**

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

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

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

**Tabela 2 - Contato Plantonista de Cheias**

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

#### **E. Sistema de Proteção e Defesa Civil e demais autoridades**

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

- identificar e mapear as áreas de risco de desastres relacionados a cheias;
- elaborar Plano de Contingência de Proteção e Defesa Civil e instituir órgãos municipais de defesa civil, de acordo com os procedimentos estabelecidos pelo órgão central do Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil – SINPDEC;
- promover a fiscalização das áreas de risco de desastre e vedar novas ocupações nessas áreas;
- realizar regularmente exercícios simulados, conforme Plano de Contingência de Proteção e Defesa Civil;

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

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

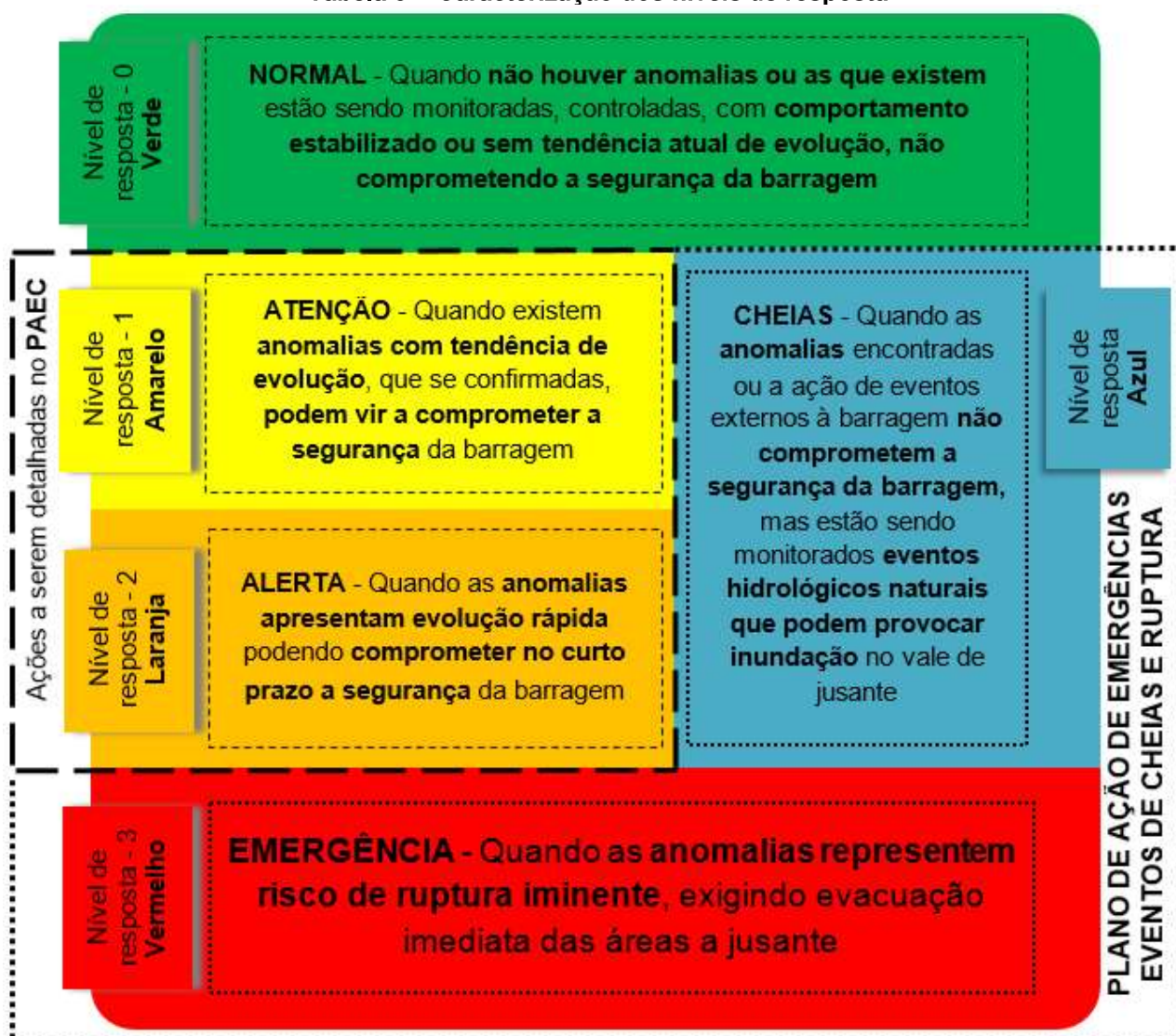
A lista de contatos da Defesa Civil para distribuição digital deste PAE e o plano de chamadas para acionamento nos casos aqui previsto, encontram-se nos apêndices externos deste documento. Elas serão atualizadas conforme haja alterações na composição das estruturas municipais, consistindo, no entanto,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

#### IV. Níveis de resposta – Identificação e análise das possíveis situações de emergência

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



Tabela 3 – Caracterização dos níveis de resposta



As ações internas nos níveis de resposta de 0 (normal) a 3 (vermelho) estão detalhadas no Plano de Emergência da Barragem, integrante do Plano de Ações de Emergência da Central (PAEC), localizados na instalação e junto às equipes remotas de operação. São procedimentos **internos** que orientam as equipes do empreendimento nos treinamentos e na gestão de emergências internas à central. Além disso, o PAEC possui todos os limites de monitoramento para instrumentação e identificação de anomalias no estado da barragem.

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



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

Ocorrência	Cenários Possíveis	Eventuais medidas de intervenção	Nível	
O&M	Ausência de monitoramento, análise ou manutenção	Executar monitoramento, análise e manutenção da conforme indicado pelo responsável pela Segurança de Barragem.  <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 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 Barragem Cajuru possui um reservatório de 192,7 hm<sup>3</sup> de capacidade de armazenamento, sendo capaz de ser utilizado para controle de cheias. Sua principal estrutura extravasora é um conjunto 8 comportas segmento sobre o barramento de concreto, por onde é possível controlar as vazões vertidas até um montante de 810 m<sup>3</sup>/s. Além disso, é possível complementar esse vertimento por duas válvulas de fundo, provendo um incremento de capacidade de vazão de 150 m<sup>3</sup>/s. Dessa forma, o presente PAE é acionado de forma a apenas alertar sob as condições naturais que o rio Pará sofre durante um evento de cheia.

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** anomalia que comprometa 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.

## **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 sobre os municípios de Carmo do Cajuru/MG, Divinópolis/MG, São Gonçalo do Pará/MG, Nova Serrana/MG, Conceição do Pará/MG e Pitangui/MG contemplando 115 km do vale a jusante do rio Pará.

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 ou colapso estrutural do Vertedouro de Soleira Controlada (VS) em Condição de Carregamento Excepcional (CCE), durante evento de vazão Decamilenar, com o reservatório na El. 757,70 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 3 abaixo sintetiza as ações a serem tomadas quando da ocorrência de situação de **CHEIAS**.

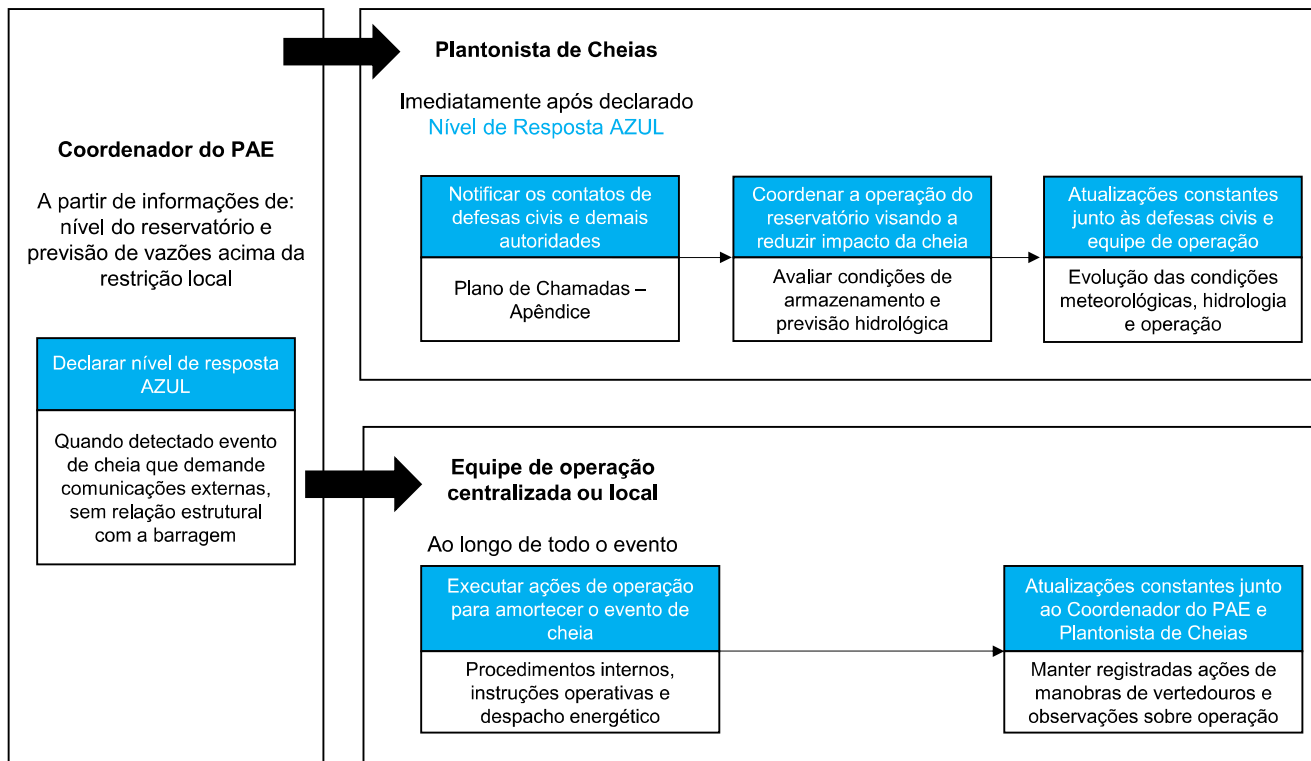
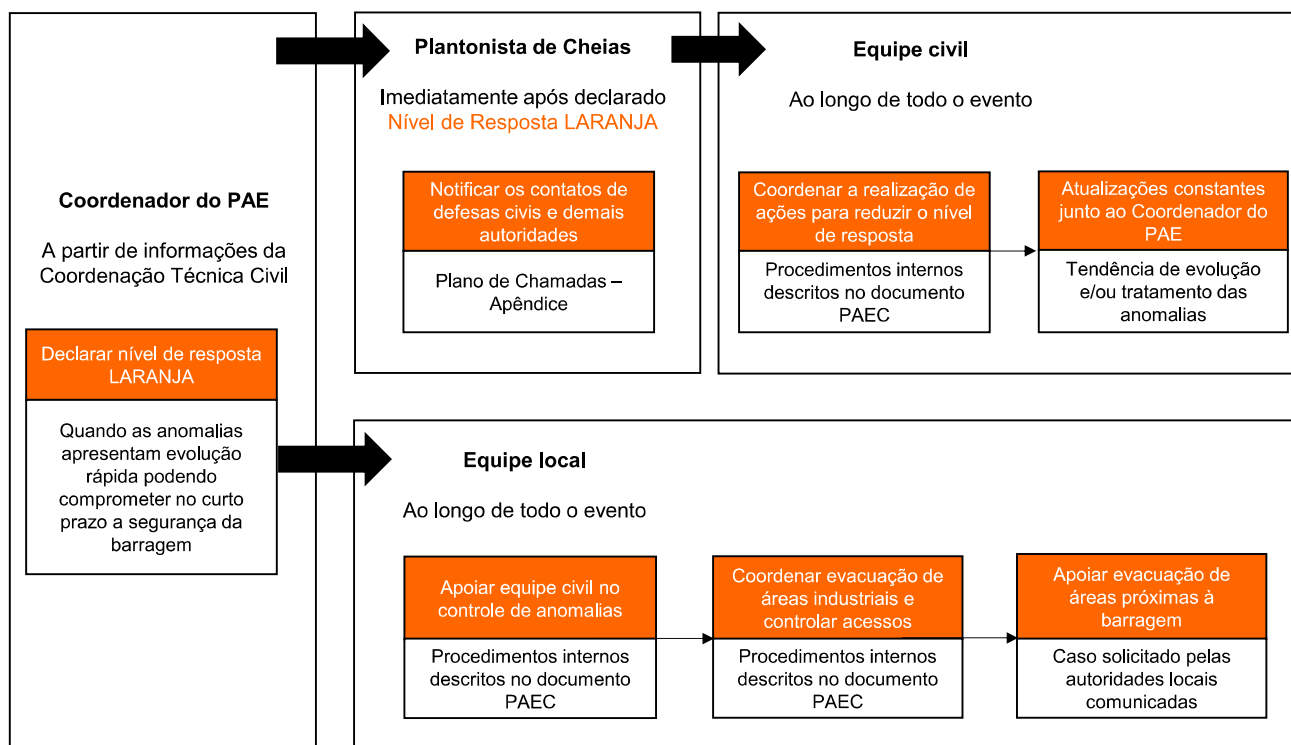


Figura 3 - Fluxograma em situação de CHEIAS

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

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

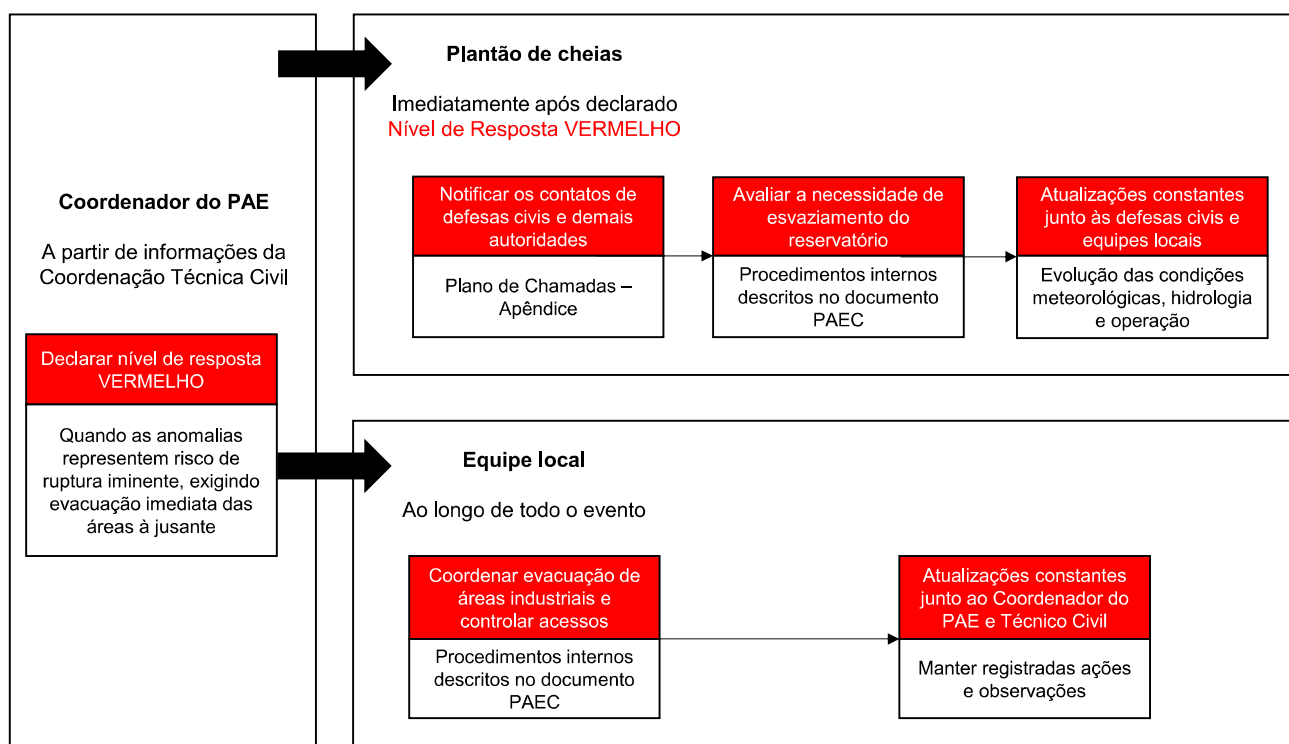


**Figura 4 - Fluxograma em situação ALERTA**

### C. Fluxograma de ações e notificação em situação de **EMERGÊNCIA**

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





**Figura 5 - Fluxograma em situação EMERGÊNCIA**

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

### A. Zona de Autossalvamento (ZAS)

O reservatório da Barragem de Cajuru possui dimensões consideráveis, com capacidade de armazenamento de 192,05 hm<sup>3</sup>, que, em caso de ruptura, seriam em grande parte liberados, provocando significativo aumento da vazão e severas inundações no vale a jusante. Dessa forma, foi delimitada a Zona de Autossalvamento (ZAS), definida como a região imediatamente a jusante da barragem em que se considera não haver tempo suficiente para uma adequada intervenção dos serviços e agentes de proteção civil, em caso de uma eventual ruptura.

Para a UHE Cajuru, foi considerado pior cenário de ruptura, adotando-se uma ZAS de 10 km a jusante, na qual são observados 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 Pará, 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 Pará** e seus afluentes seja mantido constantemente. A lista dos postos de monitoramento é descrita na Tabela 5.

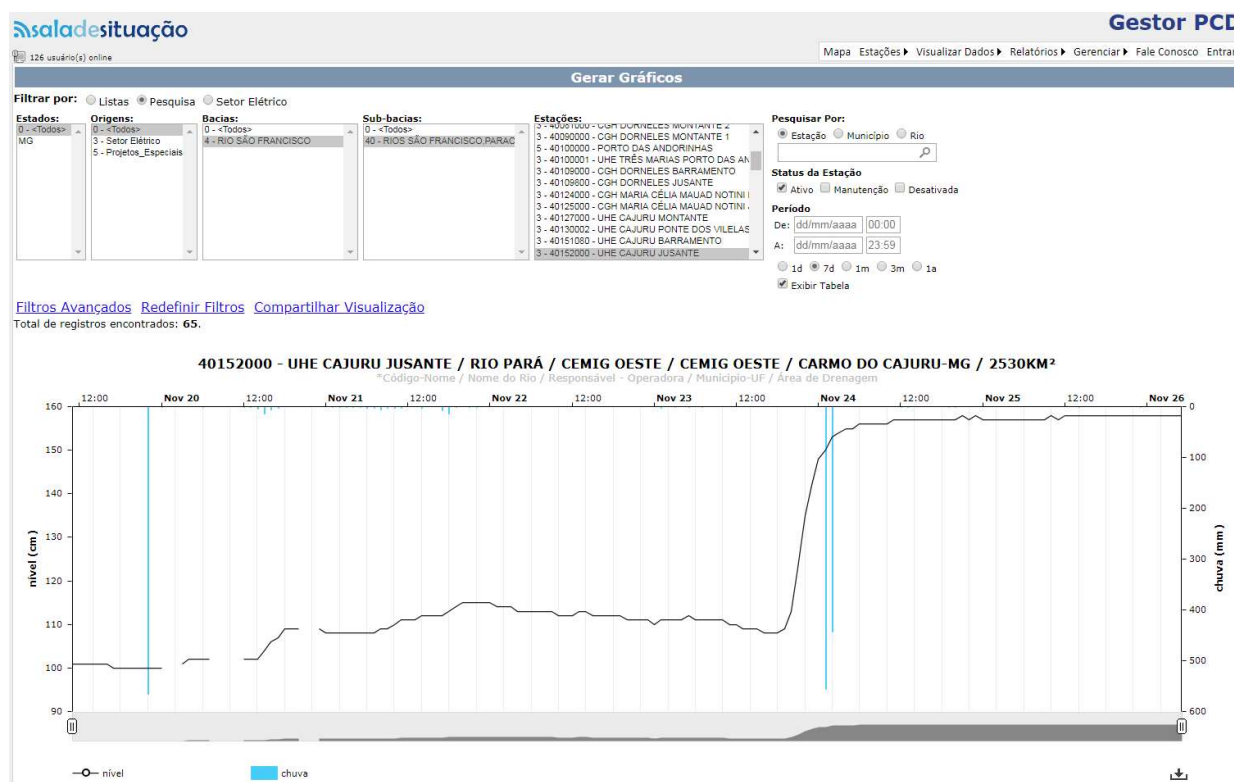
**Tabela 5 - Estações Fluviométricas**

Bacias	Sub-bacias	Estações
4 – RIO SÃO FRANCISCO	40 – SÃO FRANCISCO, PARAOPEBA, PARÁ	40127000 – UHE CAJURU MONTANTE
4 – RIO SÃO FRANCISCO	40 – SÃO FRANCISCO, PARAOPEBA, PARÁ	40130002 – UHE CAJURU PONTE DOS VILELAS
4 – RIO SÃO FRANCISCO	40 – SÃO FRANCISCO, PARAOPEBA, PARÁ	40151080 – UHE CAJURU BARRAMENTO
4 – RIO SÃO FRANCISCO	40 – SÃO FRANCISCO, PARAOPEBA, PARÁ	40152000 – UHE CAJURU JUSANTE

Pelo portal Gestor PCD da Agência Nacional de Águas – ANA é possível verificar os dados em tempo real dos postos de monitoramento: <http://gestorpcd.ana.gov.br/gerarGrafico.aspx>. Para selecionar os postos de interesse, escolhe-se o Estado: MG, Origem: Setor Elétrico, Bacia: 4 – Rio São Francisco, Sub-bacia: 40 – São Francisco, Paraopeba e Pará, e Estação: conforme listagem acima.

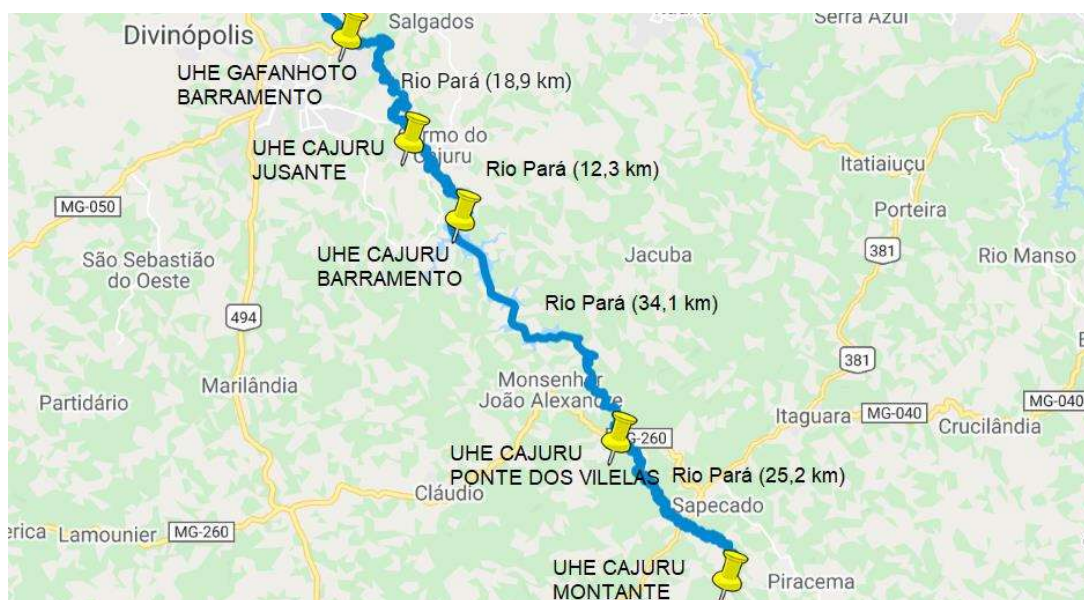
Obs.: Será exibido um gráfico com os dados de nível e precipitação. Para visualização dos dados de vazão, selecionar a opção “Exibir Tabela”. A tabela com os dados será exibida abaixo do gráfico

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 Cajuru, 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: [https://bit.ly/FLU\\_CAJURU](https://bit.ly/FLU_CAJURU)



**Figura 7 - Pontos de monitoramento hidrométrico**

### C. Parâmetros para início da comunicação

Por se tratar de uma barragem com vertedouro controlado, para que haja controle sobre a vazão defluente, a previsibilidade da vazão afluente e a agilidade na comunicação são imprescindíveis. O monitoramento de vazões operativas do Barramento de Cajuru será realizado através dos 3 postos hidrométricos operados pela empresa. O ponto de controle assumido é a defluência praticada pela UHE Cajuru. Historicamente, ocorrem inundações para vazões superiores a **420 m³/s**. Parâmetros de comunicação estão relacionados na Tabela 6 a seguir.

**Tabela 6 - Parâmetros de comunicação**

Quando	Quem	O que fazer	Como fazer
<b>Qd &gt; 300 m³/s</b>	Plantonista de cheias	Comunicar <u>MT Manufatura Têxtil</u> , <u>Copasa Divinópolis</u> sobre risco iminente inundação	Via telefone
<b>Qd &gt; 420 m³/s</b>	Plantonista de cheias	Comunicar <u>SAAE Carmo do Cajuru</u> e <u>Prefeitura de Carmo do Cajuru</u>	Via telefone
<b>A cada incremento de 50 m³/s em Qd, se Qd &gt; 420 m³/s</b>	Plantonista de cheias	Comunicar <u>SAAE Carmo do Cajuru</u> e <u>Prefeitura de Carmo do Cajuru</u>	Via telefone
<b>Qd &gt; 600 m³/s</b>	Plantonista de cheias	Comunicar sobre risco iminente inundação na <u>Usina São José (PCH Sinico)</u> e na <u>Ferrovias FCA</u>	Via telefone
<b>Qa &gt; 1000 m³/s</b>	Plantonista de cheias	Comunicar áreas de segurança de barragem e equipes locais	Via telefones internos Cemig

## VII. Encerramento das operações

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

## VIII. Apêndices

## A. Ficha Técnica da Barragem

<b>(1) Geral</b>	
Nome do barramento	PCH Cajuru
Empreendedor	Cemig Geração Oeste S.A.
Entidade Fiscalizadora	ANEEL
<b>Localização</b>	
- Curso de água barrado	Rio Pará
- Município	Carmo do Cajuru e Divinópolis
- Unidade da Federação	Minas Gerais/MG
- Coordenadas do Empreendimento	Lat. 20°14'19" S Long. 44°45'11" O
<b>(2) Reservatório</b>	
NA Montante – Reservatório:	
- Máximo Maximorum [m-IBGE]	756,61
- Máximo Normal [m-IBGE]	755,71 a 756,61
- Mínimo Normal [m-IBGE]	748,61
NA Jusante	
- Máximo Normal [m-IBGE]	735,80
Áreas Inundadas:	
- No NA Máximo Maximorum [km <sup>2</sup> ]	23,27
- No NA Máximo Normal [km <sup>2</sup> ]	21,63 a 23,27
- No NA Mínimo Normal [km <sup>2</sup> ]	10,63
Volume do Reservatório:	
- No N.A. Máximo Maximorum [hm <sup>3</sup> ]	192,70
- No N.A. Máximo Normal [hm <sup>3</sup> ]	171,89 192,70
- No N.A. Mínimo Normal [hm <sup>3</sup> ]	59,59
<b>(3) Barragem</b>	
Barragem de Terra Margem Esquerda (BTME)	
- Material	Terra
- Comprimento Aprox. da Crista [m]	97
- Cota da Crista [m-IBGE]	759,51
Barragem de Concreto	
- Material	Concreto
- Comprimento Aprox. da Crista [m]	341
- Altura máxima em relação à fundação [m]	24
- Cota da Crista [m-IBGE]	756,61 (desconsiderando a mureta)

<b>(4) Sistema de descarga</b>	
Tipo	Vertedouro de Soleira Controlado
- Vazão de Projeto [m³/s]	810
- Cota da soleira [m-IBGE]	753,61
- Número de vãos	8
- Largura do vão [m]	9,10
- Tipo de Comporta	Segmento
- Dissipação de Energia	Bacia de Dissipação em Rocha
- Dimensões da Comporta	
Largura [m]	9,10
Altura [m]	3,00
- Acionamento	Elétrico
Tipo	Válvulas de Fundo
- Vazão de Projeto [m³/s]	150
- Cota do emboque [m-IBGE]	739,55
- Diâmetro [m]	2,44
- Acionamento	Elétrico
<b>(5) Circuito Hidráulico de Geração</b>	
Tomada d'Água	
Tipo	Gravidade
Número de vãos	1
Cota do emboque [m-IBGE]	758,62
Acionamento	Hidráulico
<b>(6) Casa de Força</b>	
Tipo	Abrigada
Número de Unidades Geradoras	01
Turbinas Hidráulicas	
- Tipo	Kaplan de Eixo Vertical
- Número de Turbinas	1
- Potência Nominal Unitária [MW]	7,20
- Vazão turbinada nominal unitária [m³/s]	42

## **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 Cajuru.

A partir das \_\_\_\_:\_\_\_\_ h de \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_\_, foi ativado o Nível de Segurança \_\_\_\_\_ do Plano de Ação de Emergência – PAE da Barragem da UHE Cajuru 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 pôr em ação as recomendações e atividades delineadas em sua cópia do Plano de Ação de Emergência - PAE da Barragem UHE Cajuru.

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 Cajuru possui uma barragem em concreto, localizadas no rio Pará. O volume máximo de armazenamento é de 192,70 hm<sup>3</sup>, sendo que durante o evento de ruptura, o reservatório contava com \_\_\_\_\_% de armazenamento, \_\_\_\_\_ hm<sup>3</sup>.

A Zona de Autossalvamento (ZAS) adotada correspondem a 10 km a partir do barramento, e englobam grandes aglomerados populacionais, em especial, na região do município de Carmo do Cajuru.

### **FIM DA MENSAGEM**



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

Premissas:

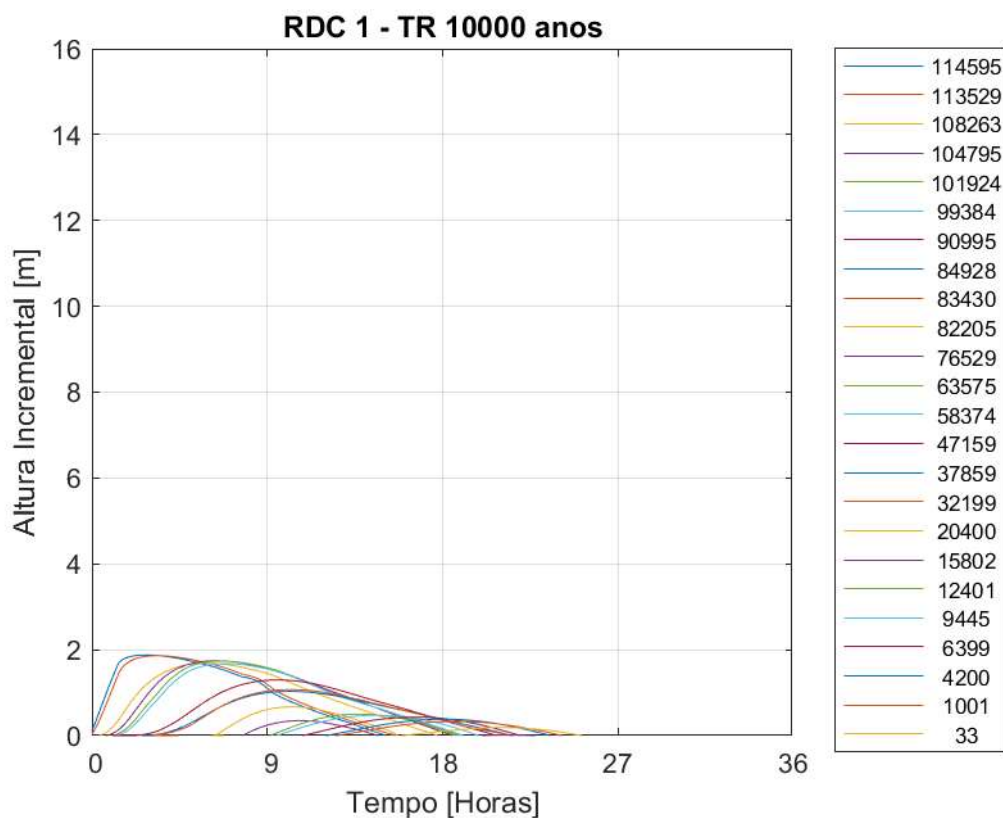
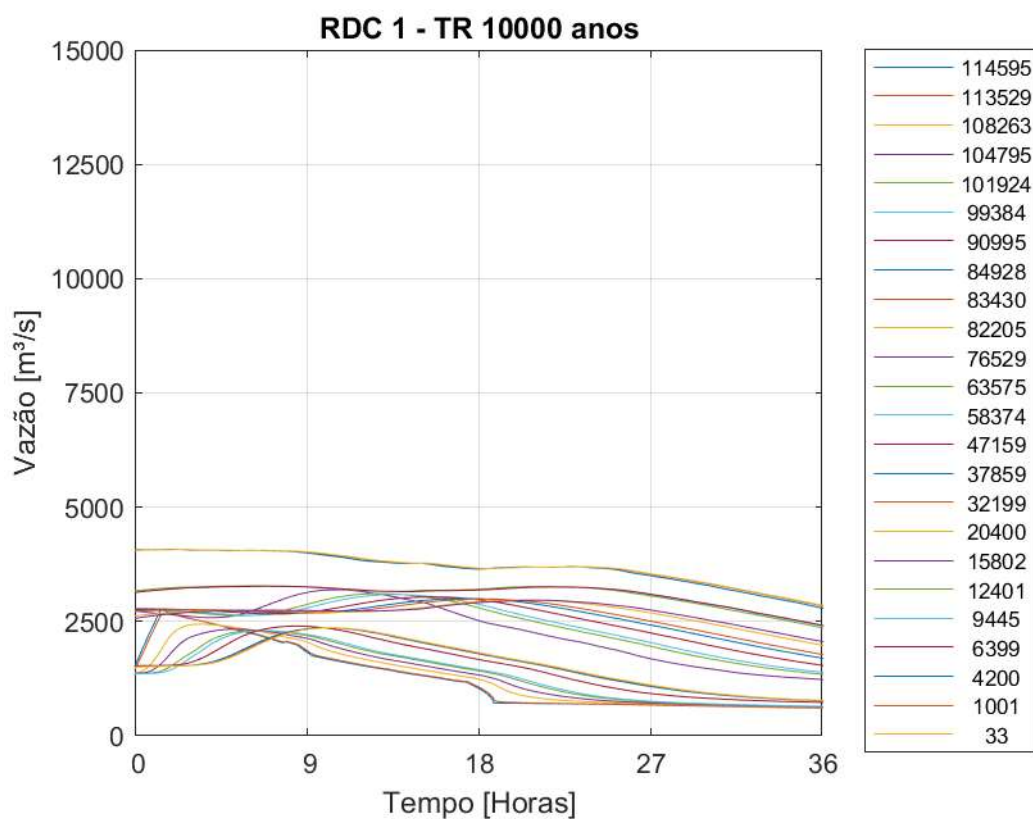
Para o **Nível de Resposta 3 – Emergência**, foram simulados cinco cenários hidrológicos de ruptura e da UHE Cajuru, os quais seguem:

- **Cenário RDC 1:** Rompimento por piping da Barragem de Terra da Margem Esquerda (BTME) em Condição de Carregamento Excepcional (CCE), durante evento de vazão Decamilenar, com o reservatório na El. 757,70 m;
- **Cenário RDC 2:** Rompimento por galgamento ou colapso estrutural do Vertedouro de Soleira Controlada (VS) em Condição de Carregamento Excepcional (CCE), durante evento de vazão Decamilenar, com o reservatório na El. 757,70 m;
- **Cenário RDC 3:** Rompimento por colapso da estrutura do Vertedouro de Soleira Controlada (VS) em Condição de Carregamento Normal (CCN), na ocorrência de cheia de TR 10 anos e durante o vertimento da vazão de restrição ( $Q = 420 \text{ m}^3/\text{s}$ ), com o reservatório na El. 756,00 m;
- **Cenário RDC 4:** Rompimento por colapso da estrutura do Vertedouro de Soleira Controlada (VS) em Condição de Carregamento Normal (CCN), durante evento de vazão média de longo termo (Sunny day), com o reservatório na El. 755,75 m;
- **Cenário RSC 5:** Rompimento do Vertedouro de Soleira Controlada (VS) da UHE Cajuru, desencadeando a ruptura sinérgica por galgamento da estrutura de terra da UHE Gafanhoto. Ocorrência durante evento de vazão Decamilenar com reservatório da UHE Cajuru na El. 757,71 m.

Resultados:

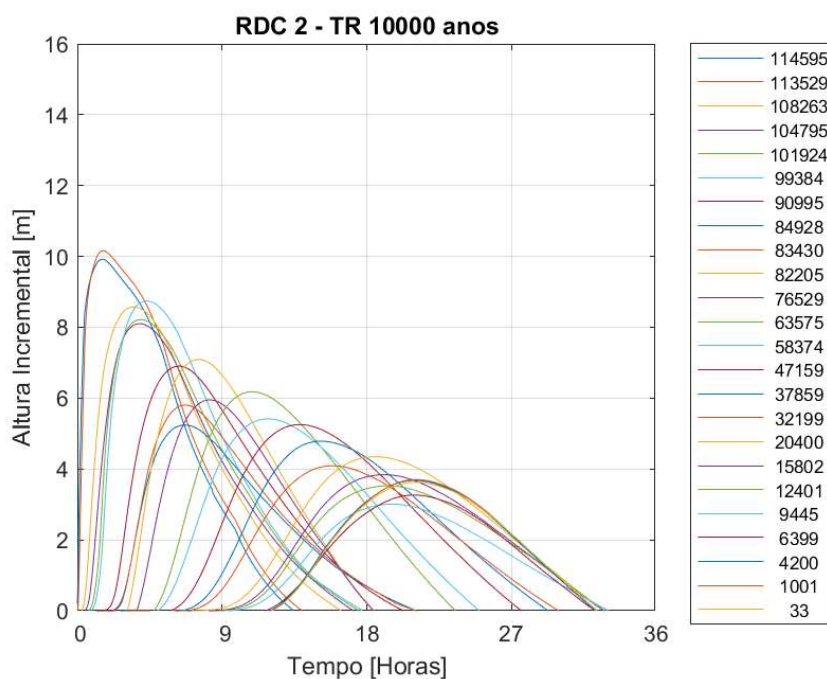
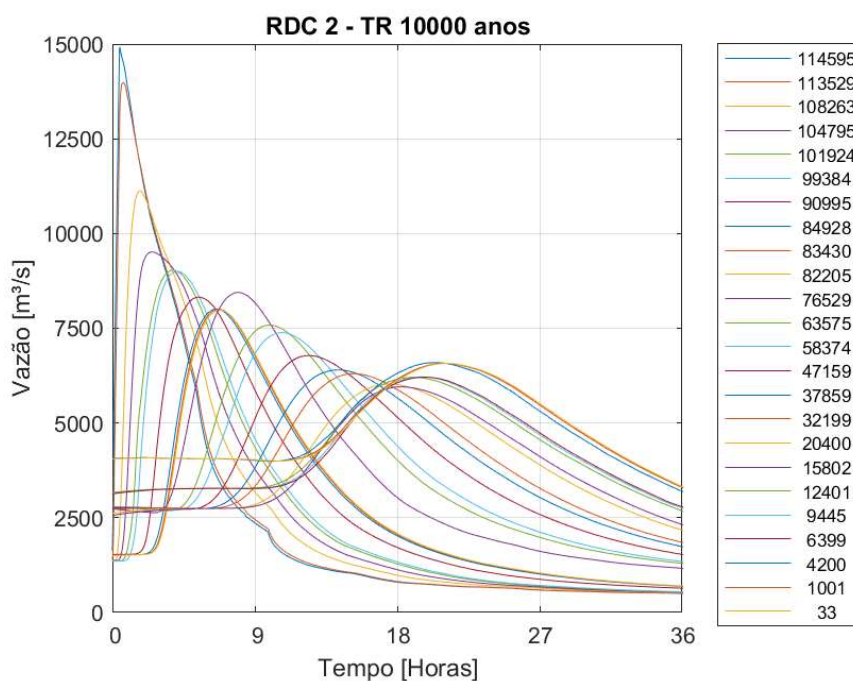
1. Cenário RDC 1 - Rompimento por piping, com vazão decamilenar (2166 m<sup>3</sup>/s)

As figuras abaixo apresentam os resultados propagados ao longo do rio Pará. Vê-se que o pico de vazão atingido é de 2.760 m<sup>3</sup>/s e a altura incremental produzida pelo esvaziamento do reservatório sobre o cenário de cheia precedente é de 1,88 m.



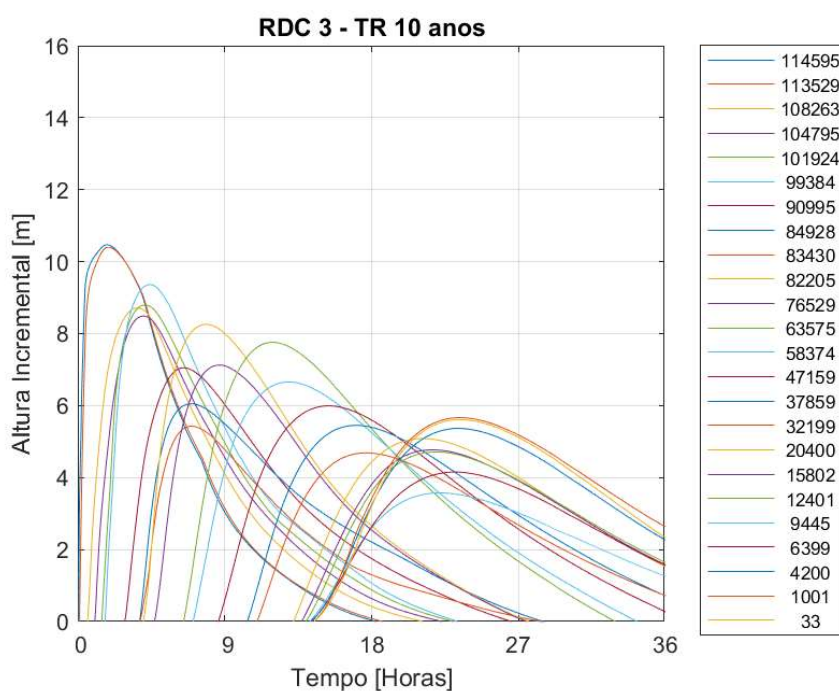
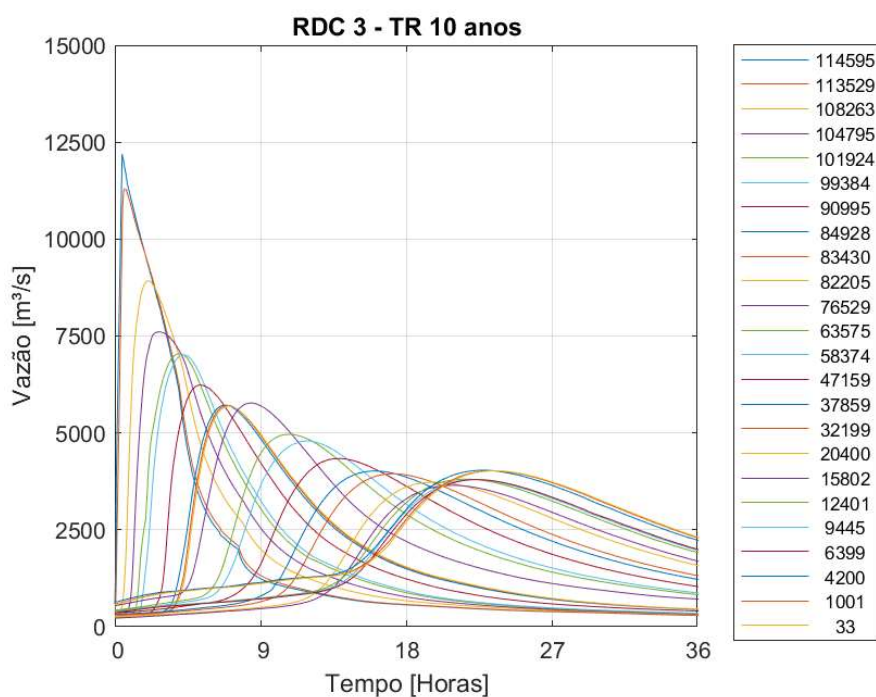
2. Cenário RDC 2 - Rompimento por galgamento ou colapso do vertedouro, com vazão decamilenar (2166 m³/s)

As figuras abaixo apresentam os resultados propagados ao longo do rio Pará. Vê-se que o pico de vazão atingido é de 14.923 m³/s e a altura incremental produzida pelo esvaziamento do reservatório sobre o cenário de cheia precedente é de 10,16 m.



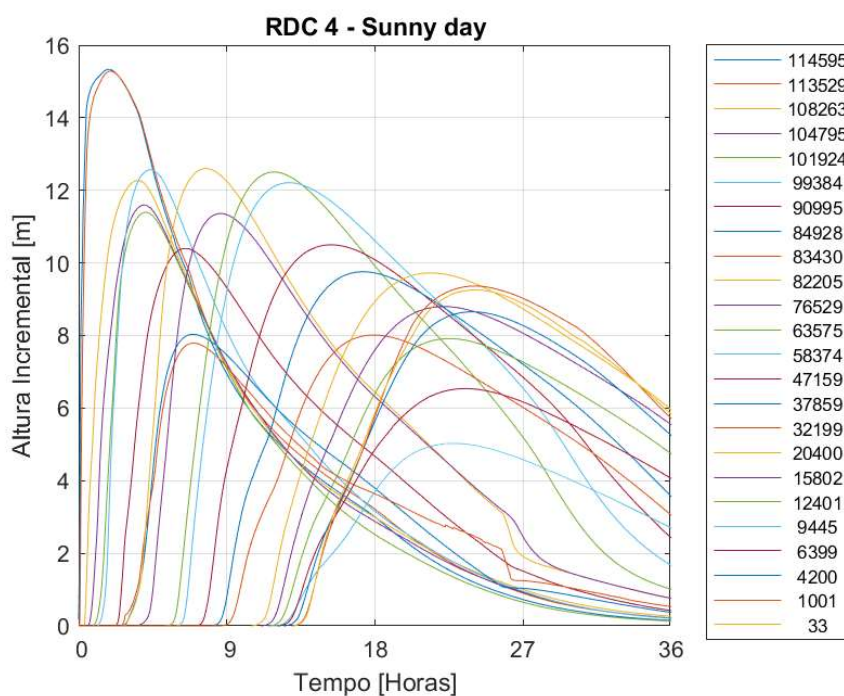
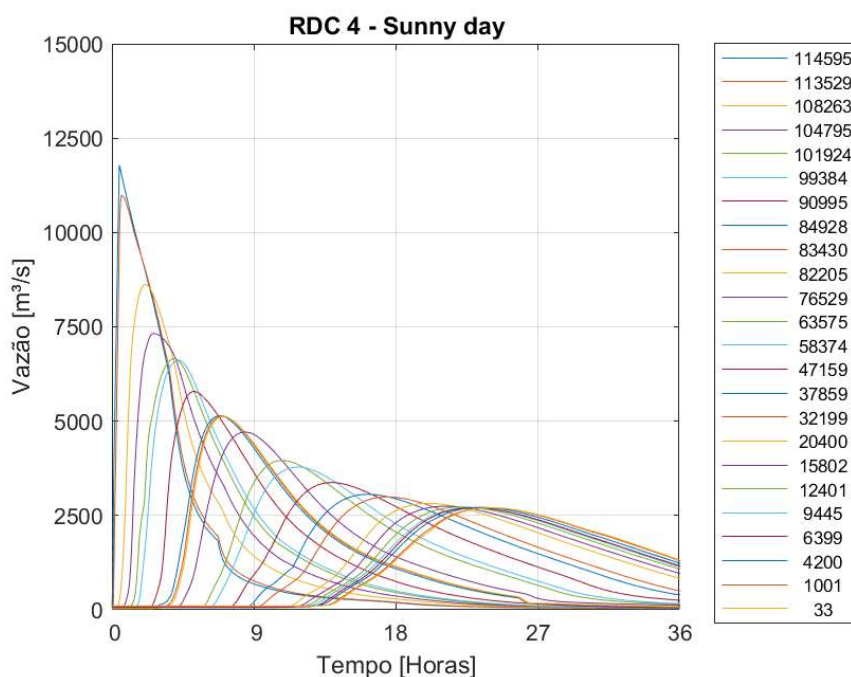
3. Cenário RDC 3 - Rompimento por colapso do vertedouro operando vazão de restrição (420 m<sup>3</sup>/s), com cheia natural TR 10 anos (655 m<sup>3</sup>/s)

As figuras abaixo apresentam os resultados propagados ao longo do rio Pará. Vê-se que o pico de vazão atingido é de 12.198 m<sup>3</sup>/s e a altura incremental produzida pelo esvaziamento do reservatório sobre o cenário de cheia precedente é de 10,47 m.



4. Cenário RDC 4 - Rompimento por colapso do vertedouro em dia seco, com vazão média de longo termo (32 m³/s)

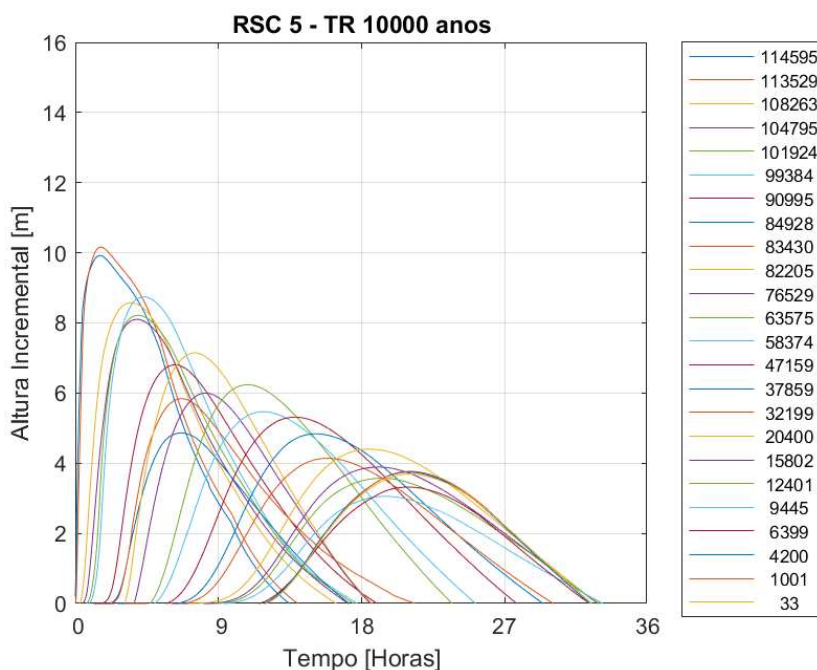
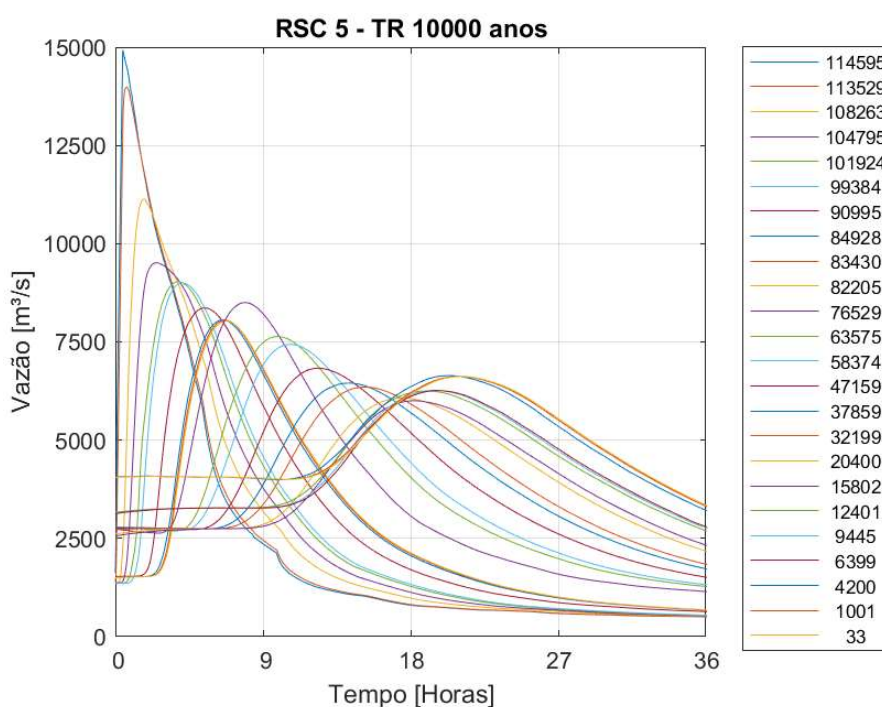
As figuras abaixo apresentam os resultados propagados ao longo do rio Pará. Vê-se que o pico de vazão atingido é de 11.782 m³/s e a altura incremental produzida pelo esvaziamento do reservatório sobre o cenário de cheia precedente é de 9,33 m.





5. Cenário RSC 5 – Rompimento do vertedouro provocando ruptura sinérgica por galgamento da UHE Gafanhoto, vazão decamilenar (2166 m³/s)

As figuras abaixo apresentam os resultados propagados ao longo do rio Pará. Vê-se que o pico de vazão atingido é de 14.923 m³/s e a altura incremental produzida pelo esvaziamento do reservatório sobre o cenário de cheia precedente é de 10,16 m.



#### D. Principais pontos de inundação

As tabelas abaixo expõem o número de benfeitorias potencialmente afetadas pelos cenários de ruptura hipotética da UHE Cajuru. 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	30	1146	1176
RDC 2	152	1987	2139
RDC 3	122	1472	1594
RDC 4	120	1173	1293
RSC 5	153	1984	2137

Setor Censitário	Número Aprox. de atingidos (Economias)			
	RDC 4		RSC 5	
	Na ZAS	Fora da ZAS	Na ZAS	Fora da ZAS
312230605000203	76	2	95	7
311420405000021	44	0	55	0
311420405000016	0	0	3	0
312230605000104	0	25	0	37
311420405000028	0	47	0	52
311420405000012	0	0	0	1
311420405000023	0	1	0	12
311420405000001	0	0	0	1
311420405000015	0	30	0	32
311420405000009	0	26	0	26
311420405000010	0	55	0	66
312230605000188	0	41	0	55
311420410000003	0	59	0	68
312230605000187	0	42	0	50
312230605000184	0	5	0	7
312230605000183	0	23	0	37
312230605000200	0	35	0	53
316180905000015	0	47	0	84
312230605000201	0	68	0	120
316180905000010	0	17	0	72



Setor Censitário	Número Aprox. de atingidos (Economias)			
	RDC 4		RSC 5	
	Na ZAS	Fora da ZAS	Na ZAS	Fora da ZAS
314520805000045	0	49	0	79
311760305000007	0	2	0	13
314520810000002	0	54	0	102
311760305000004	0	159	0	289
311760305000003	0	77	0	133
311760305000010	0	126	0	236
311760305000002	0	101	0	179
311760305000001	0	0	0	19
311760305000011	0	33	0	42
315140405000043	0	37	0	87
315140405000059	0	11	0	23
315140405000026	0	1	0	2
<b>Total</b>	<b>120</b>	<b>1173</b>	<b>153</b>	<b>1984</b>

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
312230605000203	65	0	291	22	241	7
311420405000021	27	0	161	0	129	0
311420405000016	0	0	11	0	0	0
312230605000104	0	31	0	125	0	88
311420405000028	0	50	0	173	0	156
311420405000012	0	0	0	4	0	0
311420405000023	0	0	0	37	0	9
311420405000001	0	0	0	3	0	0
311420405000015	0	66	0	88	0	83
311420405000009	0	16	0	80	0	80
311420405000010	0	126	0	224	0	196
312230605000188	0	48	0	185	0	155
311420410000003	0	170	0	230	0	197
312230605000187	0	61	0	168	0	151
312230605000184	0	10	0	27	0	17
312230605000183	0	35	0	116	0	88
312230605000200	0	94	0	172	0	136

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
316180905000015	0	149	0	277	0	202
312230605000201	0	212	0	369	0	283
316180905000010	0	51	0	213	0	68
314520805000045	0	157	0	253	0	180
311760305000007	0	13	0	41	0	13
314520810000002	0	169	0	296	0	218
311760305000004	0	546	0	825	0	601
311760305000003	0	302	0	401	0	323
311760305000010	0	517	0	765	0	559
311760305000002	0	403	0	595	0	463
311760305000001	0	0	0	65	0	0
311760305000011	0	84	0	92	0	84
315140405000043	0	155	0	229	0	153
315140405000059	0	61	0	77	0	61
315140405000026	0	3	0	6	0	3
<b>Total</b>	<b>92</b>	<b>3529</b>	<b>463</b>	<b>6158</b>	<b>370</b>	<b>4574</b>

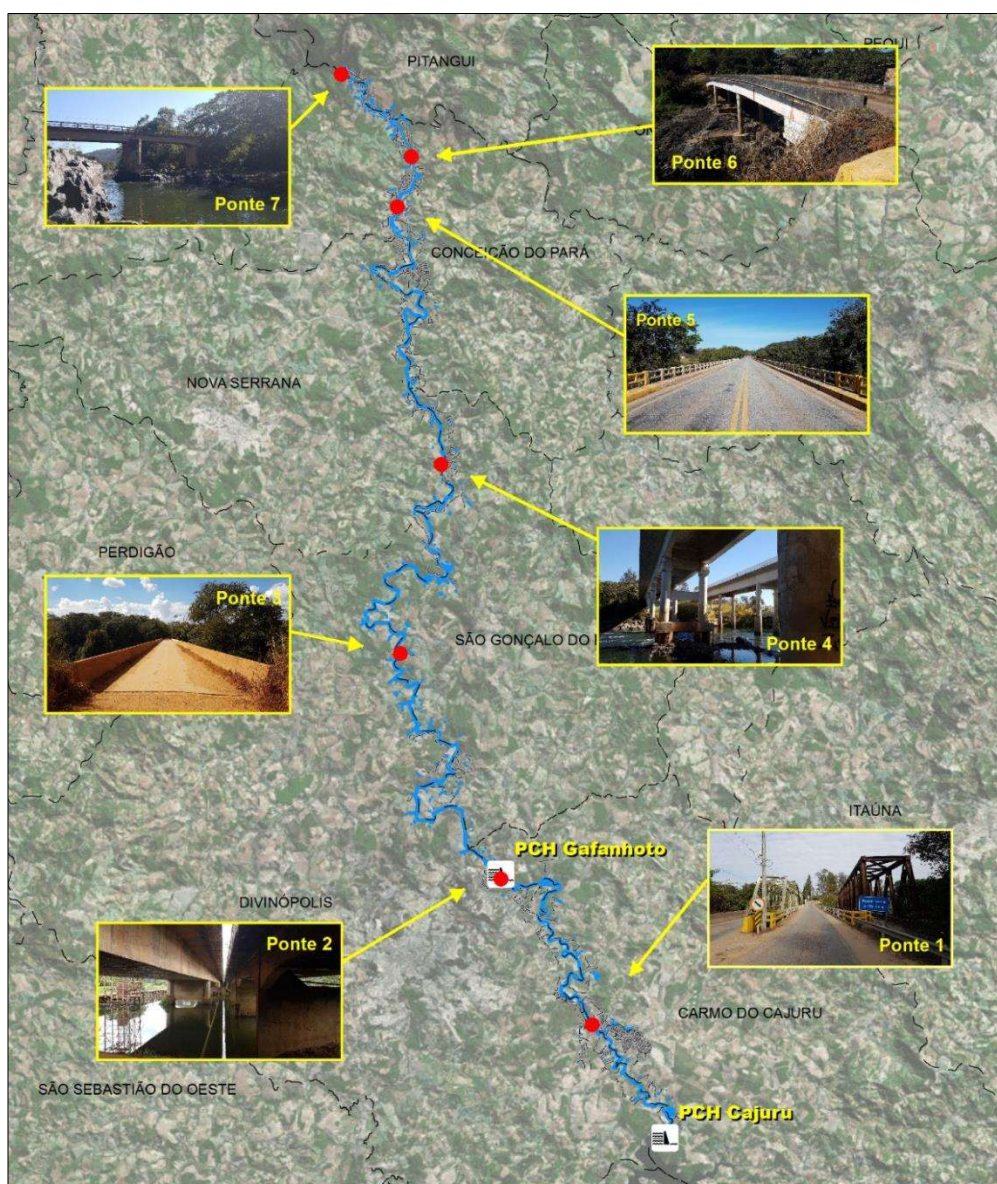
Algumas restrições de acesso em momentos de crise podem ser identificadas. Dentre elas, o acesso às localidades da área de inundação mediante as rodovias e estradas sujeitas à inundação, bem como a interdição das pontes pertencentes a elas. Nesse contexto, nas cartas de inundação estão indicadas as estradas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

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

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

Estrutura	Elevação do tabuleiro [m-IBGE]		Elevação máxima do nível de água [m-IBGE]							
	Superior	Inferior	RDC 1	RDC 2	RDC 3	RDC 4	RSC 5	TR10.000	TR100	TR50
Ponte 1	735,80	734,60	<b>738,02</b>	<b>744,63</b>	<b>743,12</b>	<b>742,79</b>	<b>744,63</b>	<b>736,07</b>	<b>734,48</b>	<b>734,17</b>
Ponte 2	713,14	712,14	<b>714,46</b>	<b>718,47</b>	717,09	<b>716,71</b>	<b>718,00</b>	<b>713,47</b>	<b>712,07</b>	<b>711,76</b>
Ponte 3	666,61	665,31	<b>665,93</b>	<b>671,44</b>	<b>668,54</b>	<b>666,88</b>	<b>671,49</b>	<b>665,42</b>	662,66	662,15
Ponte 4	660,19	658,29	657,28	<b>661,69</b>	<b>658,67</b>	657,27	<b>661,74</b>	656,90	654,58	654,17
Ponte 5	643,63	642,03	<b>643,50</b>	<b>647,18</b>	<b>644,32</b>	<b>642,55</b>	<b>647,23</b>	<b>643,50</b>	640,88	640,45
Ponte 6*	633,22	631,72	<b>632,03</b>	<b>635,39</b>	<b>632,62</b>	631,16	<b>635,44</b>	<b>632,04</b>	629,82	629,46
Ponte 7	621,54	620,04	<b>626,88</b>	<b>630,74</b>	<b>626,79</b>	<b>624,41</b>	<b>630,81</b>	<b>626,89</b>	<b>623,51</b>	<b>622,79</b>

\*Ponte não modelada por motivos de instabilidade numérica, entretanto foi aferida as elevações do nível de água no local para as diferentes simulações (em vermelho estão situações de risco ou inconformidade).





### E. Tempos de chegada e pico de onda para cenários de ruptura

A seguir são apresentados os resultados tabelados dos hidrogramas de propagação das ondas de ruptura provenientes dos cinco cenários acima mencionados.

- RDC 1 - Rompimento por piping, com vazão decamilenar (2166 m³/s):

SC	Z <sub>p</sub> *	Z <sub>ref</sub> *	Z <sub>Qmlt</sub> *	H [m]*	H <sub>incr</sub> [m]*	Q <sub>p</sub> [m³/s]*	T <sub>p</sub> *	T <sub>inun</sub> *	T <sub>ch</sub>	V [km/h]*
114595	742,17	740,29	733,08	9,09	1,88	2.760	2H49M	10H47M	0H26M	-
113529	741,63	739,77	732,73	8,91	1,86	2.683	3H18M	10H58M	0H38M	2,21
108263	739,22	737,54	731,92	7,30	1,68	2.442	5H51M	12H3M	1H45M	2,09
104795	738,36	736,62	731,36	7,01	1,74	2.332	6H22M	12H32M	2H16M	2,76
101924	737,13	735,40	730,50	6,64	1,73	2.302	6H37M	12H12M	2H39M	3,33
99384	726,27	724,59	718,81	7,45	1,68	2.301	6H52M	12H1M	2H53M	3,76
90995	716,44	715,14	709,27	7,17	1,30	2.400	9H29M	10H53M	5H14M	3,54
84928	714,58	713,55	708,94	5,64	1,03	2.363	10H7M	9H23M	6H21M	4,06
83430	700,64	699,57	695,43	5,21	1,07	2.362	10H10M	9H28M	6H21M	4,24
82205	681,79	681,12	671,94	9,85	0,67	2.362	10H19M	2H32M	9H3M	4,32
76529	678,82	678,47	669,34	9,48	0,35	3.193	10H45M	NDA**	NDA**	4,80
63575	667,56	667,06	656,12	11,44	0,50	3.110	13H40M	NDA**	NDA**	4,70
58374	664,88	664,41	653,34	11,54	0,47	3.091	14H33M	NDA**	NDA**	4,79
47159	660,99	660,56	650,66	10,34	0,43	3.038	16H34M	NDA**	NDA**	4,90
37859	657,56	657,18	647,79	9,76	0,38	3.003	18H7M	NDA**	NDA**	5,02
32199	654,84	654,51	646,80	8,04	0,33	2.994	18H40M	NDA**	NDA**	5,20
20400	646,39	646,21	636,03	10,36	0,19	2.971	20H58M	NDA**	NDA**	5,19
15802	644,94	644,93	635,31	9,63	0,01	2.966	21H11M	NDA**	NDA**	5,38
12401	643,59	643,59	634,76	8,83	0,00	3.281	NDA**	NDA**	NDA**	-
9445	640,07	640,08	634,35	5,73	0,00	3.272	NDA**	NDA**	NDA**	-
6399	629,38	629,39	621,07	8,31	0,00	3.272	NDA**	NDA**	NDA**	-
4200	628,58	628,59	617,55	11,03	0,00	4.081	NDA**	NDA**	NDA**	-
1001	626,89	626,90	615,15	11,73	0,00	4.077	NDA**	NDA**	NDA**	-
33	625,53	625,54	613,75	11,77	0,00	4.077	NDA**	NDA**	NDA**	-

\*Z<sub>p</sub> é a cota de pico [m-IBGE]; Z<sub>ref</sub> é a cota de pico para o evento natural Decamilenar [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 Decamilenar [m]; Q<sub>p</sub> é a vazão de pico [m³/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.

- RDC 2 - Rompimento por galgamento ou colapso do vertedouro, com vazão decamilenar (2166 m<sup>3</sup>/s):

SC	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]*
114595	750,21	740,29	733,08	17,14	9,92	14.923	1H33M	12H1M	0H2M	-
113529	749,93	739,77	732,73	17,21	10,16	13.985	1H36M	12H24M	0H6M	21,32
108263	746,11	737,54	731,92	14,19	8,58	11.133	3H31M	14H0M	0H32M	3,22
104795	744,72	736,62	731,36	13,37	8,10	9.513	3H52M	14H30M	0H50M	4,23
101924	743,62	735,40	730,50	13,12	8,22	9.030	3H57M	14H23M	1H7M	5,28
99384	733,33	724,59	718,81	14,52	8,74	9.009	4H17M	14H22M	1H17M	5,57
90995	722,05	715,14	709,27	12,78	6,90	8.320	6H19M	15H37M	2H25M	4,95
84928	718,79	713,55	708,94	9,85	5,24	8.008	6H41M	15H17M	2H59M	5,78
83430	705,38	699,57	695,43	9,95	5,80	8.001	6H42M	15H19M	3H0M	6,05
82205	688,22	681,12	671,94	16,27	7,09	7.980	7H32M	13H54M	3H25M	5,41
76529	684,42	678,47	669,34	15,08	5,95	8.446	8H14M	13H13M	4H4M	5,70
63575	673,24	667,06	656,12	17,13	6,18	7.583	10H52M	16H47M	5H27M	5,48
58374	669,83	664,41	653,34	16,49	5,42	7.384	11H50M	17H33M	5H58M	5,47
47159	665,82	660,56	650,66	15,16	5,25	6.780	13H50M	18H48M	7H12M	5,49
37859	661,96	657,18	647,79	14,17	4,79	6.403	15H9M	19H4M	8H24M	5,64
32199	658,60	654,51	646,80	11,80	4,09	6.301	15H51M	18H51M	9H2M	5,76
20400	650,55	646,21	636,03	14,52	4,35	6.025	18H30M	20H8M	10H52M	5,56
15802	648,77	644,93	635,31	13,46	3,84	5.955	19H5M	19H17M	11H36M	5,63
12401	647,12	643,59	634,76	12,36	3,53	6.206	19H15M	19H0M	11H54M	5,77
9445	643,09	640,08	634,35	8,74	3,01	6.217	19H36M	18H5M	12H29M	5,83
6399	632,66	629,39	621,07	11,58	3,26	6.209	20H54M	16H51M	13H34M	5,59
4200	632,27	628,59	617,55	14,72	3,68	6.594	20H58M	17H5M	13H36M	5,69
1001	630,60	626,90	615,15	15,45	3,70	6.573	21H4M	17H7M	13H41M	5,82
33	629,17	625,54	613,75	15,41	3,63	6.572	21H2M	17H8M	13H41M	5,88

\*Z<sub>p</sub> é a cota de pico [m-IBGE]; Z<sub>ref</sub> é a cota de pico para o evento natural Decamilenar [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 Decamilenar [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.



- RDC 3 - Rompimento por colapso do vertedouro operando vazão de restrição (420 m<sup>3</sup>/s), com cheia natural TR 10 anos (655 m<sup>3</sup>/s):

SC	Z <sub>p</sub> <sup>*</sup>	Z <sub>ref</sub> <sup>*</sup>	Z <sub>Qmlt</sub> <sup>*</sup>	H [m] <sup>*</sup>	H <sub>incr</sub> [m] <sup>*</sup>	Q <sub>p</sub> [m <sup>3</sup> /s] <sup>*</sup>	T <sub>p</sub> <sup>*</sup>	T <sub>inun</sub> <sup>*</sup>	T <sub>ch</sub>	V [km/h] <sup>*</sup>
114595	748,64	738,17	733,08	15,56	10,47	12.198	1H47M	14H48M	0H3M	-
113529	748,26	737,86	732,73	15,53	10,40	11.298	1H52M	14H56M	0H8M	12,79
108263	744,52	735,81	731,92	12,60	8,71	8.925	3H38M	16H20M	0H42M	3,42
104795	743,27	734,78	731,36	11,91	8,49	7.608	4H1M	17H0M	1H8M	4,39
101924	742,20	733,41	730,50	11,71	8,79	7.044	4H7M	17H35M	1H33M	5,43
99384	731,73	722,37	718,81	12,92	9,36	7.012	4H23M	18H2M	1H45M	5,85
90995	720,19	713,14	709,27	10,93	7,05	6.236	6H29M	19H56M	3H4M	5,02
84928	717,37	711,32	708,94	8,43	6,05	5.718	6H56M	20H57M	3H58M	5,76
83430	703,69	698,26	695,43	8,26	5,43	5.711	6H57M	18H44M	4H5M	6,03
82205	685,53	677,27	671,94	13,59	8,26	5.691	7H51M	20H32M	4H13M	5,34
76529	681,86	674,74	669,34	12,52	7,13	5.772	8H40M	19H44M	4H55M	5,53
63575	670,21	662,45	656,12	14,10	7,76	4.964	11H54M	23H50M	6H44M	5,04
58374	666,94	660,28	653,34	13,60	6,66	4.793	12H53M	24H23M	7H21M	5,06
47159	662,66	656,67	650,66	12,00	5,99	4.339	15H21M	25H25M	9H1M	4,97
37859	658,96	653,51	647,79	11,16	5,45	4.017	17H3M	25H42M	10H48M	5,03
32199	656,05	651,36	646,80	9,25	4,69	3.945	17H39M	25H9M	11H28M	5,19
20400	647,40	642,32	636,03	11,37	5,08	3.730	21H8M	26H43M	13H46M	4,87
15802	645,80	641,03	635,31	10,49	4,77	3.648	21H43M	26H21M	14H24M	4,96
12401	644,38	639,67	634,76	9,62	4,71	3.807	21H57M	26H13M	14H44M	5,07
9445	640,68	637,11	634,35	6,34	3,57	3.799	22H13M	24H43M	15H14M	5,15
6399	629,38	625,22	621,07	8,30	4,15	3.796	23H6M	25H21M	15H22M	5,08
4200	628,49	623,13	617,55	10,95	5,37	4.038	23H16M	26H23M	15H21M	5,14
1001	626,80	621,14	615,15	11,65	5,67	4.024	23H25M	26H51M	15H27M	5,25
33	625,44	619,83	613,75	11,69	5,61	4.024	23H24M	26H26M	15H34M	5,30

\*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 10 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 Tr 10 anos [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.

- RDC 4 - Rompimento por colapso do vertedouro em dia seco, com vazão média de longo termo (32 m³/s):

SC	Z <sub>p</sub> *	Z <sub>ref</sub> *	Z <sub>Qmlt</sub> *	H [m]*	H <sub>incr</sub> [m]*	Q <sub>p</sub> [m³/s]*	T <sub>p</sub> *	T <sub>inun</sub> *	T <sub>ch</sub>	V [km/h]*
114595	748,41	739,09	733,08	15,33	9,33	11.782	1H50M	27H57M	0H1M	-
113529	748,01	738,66	732,73	15,29	9,35	10.995	1H55M	29H13M	0H5M	12,79
108263	744,19	736,38	731,92	12,27	7,80	8.621	3H36M	29H48M	0H26M	3,58
104795	742,95	735,35	731,36	11,59	7,60	7.318	3H58M	28H44M	0H50M	4,59
101924	741,89	734,07	730,50	11,40	7,83	6.658	4H4M	26H4M	1H17M	5,67
99384	731,38	723,12	718,81	12,57	8,26	6.618	4H21M	28H2M	1H33M	6,04
90995	719,66	713,85	709,27	10,40	5,82	5.789	6H28M	31H5M	2H32M	5,09
84928	716,97	712,11	708,94	8,03	4,86	5.143	6H57M	29H19M	3H24M	5,80
83430	703,22	698,72	695,43	7,79	4,50	5.136	6H58M	31H31M	3H17M	6,07
82205	684,54	678,65	671,94	12,60	5,89	5.119	7H43M	34H25M	3H26M	5,51
76529	680,70	676,17	669,34	11,36	4,53	4.712	8H36M	33H21M	4H25M	5,63
63575	668,62	664,26	656,12	12,50	4,36	3.957	11H51M	33H58M	6H1M	5,09
58374	665,55	661,87	653,34	12,21	3,68	3.783	12H47M	36H26M	6H33M	5,13
47159	661,15	658,07	650,66	10,50	3,08	3.374	15H19M	35H58M	7H50M	5,00
37859	657,55	654,84	647,79	9,76	2,71	3.061	17H15M	41H29M	8H56M	4,98
32199	654,81	652,49	646,80	8,01	2,32	2.992	17H55M	41H47M	9H37M	5,12
20400	645,75	643,63	636,03	9,72	2,12	2.820	21H23M	44H39M	11H36M	4,82
15802	644,11	642,38	635,31	8,80	1,73	2.746	22H9M	44H1M	12H12M	4,86
12401	642,67	641,08	634,76	7,91	1,60	2.724	22H29M	40H27M	12H44M	4,95
9445	639,38	638,15	634,35	5,03	1,23	2.714	22H50M	32H51M	13H20M	5,01
6399	627,61	626,65	621,07	6,54	0,96	2.709	23H28M	38H42M	13H19M	5,00
4200	626,20	625,30	617,55	8,65	0,91	2.716	23H54M	39H19M	13H39M	5,00
1001	624,52	623,64	615,15	9,36	0,88	2.705	24H3M	40H3M	14H2M	5,11
33	623,01	621,99	613,75	9,26	1,02	2.705	24H3M	41H30M	14H4M	5,16

\*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>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 Tr 100 anos [m]; Q<sub>p</sub> é a vazão de pico [m³/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.

- RSC 5 – Rompimento do vertedouro provocando ruptura sinérgica por galgamento da UHE Gafanhoto, vazão decamilenar (2166 m³/s):

SC	Z <sub>p</sub> *	Z <sub>ref</sub> *	Z <sub>Qmlt</sub> *	H [m]*	H <sub>incr</sub> [m]*	Q <sub>p</sub> [m³/s]*	T <sub>p</sub> *	T <sub>inun</sub> *	T <sub>ch</sub>	V [km/h]*
114595	750,21	740,29	733,08	17,14	9,92	14.923	1H33M	12H1M	0H2M	-
113529	749,93	739,77	732,73	17,21	10,16	13.985	1H36M	12H24M	0H6M	21,32
108263	746,11	737,54	731,92	14,19	8,58	11.133	3H31M	14H0M	0H32M	3,22
104795	744,72	736,62	731,36	13,37	8,10	9.513	3H52M	14H30M	0H50M	4,23
101924	743,62	735,40	730,50	13,12	8,22	9.030	3H57M	14H23M	1H7M	5,28
99384	733,33	724,59	718,81	14,52	8,74	9.010	4H16M	14H21M	1H17M	5,60
90995	721,95	715,14	709,27	12,68	6,80	8.364	6H16M	14H41M	2H25M	5,00
84928	718,41	713,55	708,94	9,47	4,86	8.058	6H39M	12H39M	2H59M	5,82
83430	705,41	699,57	695,43	9,98	5,84	8.050	6H40M	15H35M	3H0M	6,09
82205	688,27	681,12	671,94	16,33	7,15	8.030	7H30M	14H0M	3H25M	5,44
76529	684,47	678,47	669,34	15,13	6,00	8.502	8H12M	13H20M	4H2M	5,72
63575	673,30	667,06	656,12	17,18	6,24	7.637	10H49M	17H1M	5H23M	5,51
58374	669,88	664,41	653,34	16,54	5,47	7.438	11H50M	17H47M	5H54M	5,47
47159	665,88	660,56	650,66	15,22	5,31	6.830	13H48M	19H0M	7H9M	5,50
37859	662,01	657,18	647,79	14,22	4,84	6.452	15H7M	19H16M	8H20M	5,66
32199	658,65	654,51	646,80	11,85	4,14	6.351	15H51M	19H4M	8H58M	5,76
20400	650,61	646,21	636,03	14,58	4,40	6.073	18H27M	20H21M	10H47M	5,57
15802	648,82	644,93	635,31	13,51	3,89	6.003	19H2M	19H29M	11H32M	5,65
12401	647,17	643,59	634,76	12,41	3,57	6.252	19H14M	19H12M	11H50M	5,78
9445	643,14	640,08	634,35	8,79	3,06	6.274	19H28M	18H18M	12H25M	5,87
6399	632,71	629,39	621,07	11,64	3,32	6.263	20H55M	17H4M	13H29M	5,59
4200	632,34	628,59	617,55	14,79	3,74	6.641	20H57M	17H18M	13H31M	5,69
1001	630,67	626,90	615,15	15,51	3,77	6.621	21H2M	17H19M	13H37M	5,83
33	629,23	625,54	613,75	15,48	3,69	6.620	21H0M	17H21M	13H36M	5,89

\*Z<sub>p</sub> é a cota de pico [m-IBGE]; Z<sub>ref</sub> é a cota de pico para o evento natural Decamilenar [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 Decamilenar [m]; Q<sub>p</sub> é a vazão de pico [m³/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.

## 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 por piping, com vazão decamilenar (2166 <math>m^3/s</math>)</b>	PAE-CAJ-MAP01-RDC01_revB
<b>RDC 2 - Rompimento por galgamento ou colapso do vertedouro, com vazão decamilenar (2166 <math>m^3/s</math>)</b>	PAE-CAJ-MAP02-RDC02_revB
<b>RDC 3 - Rompimento por colapso do vertedouro operando vazão de restrição (420 <math>m^3/s</math>), com cheia natural TR 10 anos (655 <math>m^3/s</math>)</b>	PAE-CAJ-MAP03-RDC03_revB
<b>RDC 4 - Rompimento por colapso do vertedouro em dia seco, com vazão média de longo termo (32 <math>m^3/s</math>)</b>	PAE-CAJ-MAP04-RDC04_revB
<b>RSC 5 – Rompimento do vertedouro provocando ruptura sinérgica por galgamento da UHE Gafanhoto, vazão decamilenar (2166 <math>m^3/s</math>)</b>	PAE-CAJ-MAP05-RDC05_revB

É representado em carta de inundação, também, o perigo hidrodinâmico do cenário mais crítico. Este é o produto direto entre a velocidade e a profundidade do escoamento, sendo uma variável importante de tomada de decisão, a qual ilustra espacialmente a capacidade destrutiva de uma onda induzida pela ruptura hipotética da barragem.

Nessa linha, a tabela abaixo apresenta as prováveis consequências esperadas da onda de ruptura baseada na variável “perigo hidrodinâmico” ou “inundação dinâmica”, empregados na graduação dessa variável nas cartas de inundação.

Parâmetro HxV [m <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 piping, com vazão decamilenar (2166 m<sup>3</sup>/s)</b>	PAE-CAJ-MAP06-PER01_revB
<b>RDC 2 - Rompimento por galgamento ou colapso do vertedouro, com vazão decamilenar (2166 m<sup>3</sup>/s)</b>	PAE-CAJ-MAP07-PER02_revB
<b>RDC 3 - Rompimento por colapso do vertedouro operando vazão de restrição (420 m<sup>3</sup>/s), com cheia natural TR 10 anos (655 m<sup>3</sup>/s)</b>	PAE-CAJ-MAP08-PER03_revB
<b>RDC 4 - Rompimento por colapso do vertedouro em dia seco, com vazão média de longo termo (32 m<sup>3</sup>/s)</b>	PAE-CAJ-MAP09-PER04_revB
<b>RSC 5 – Rompimento do vertedouro provocando ruptura sinérgica por galgamento da UHE Gafanhoto, vazão decamilenar (2166 m<sup>3</sup>/s)</b>	PAE-CAJ-MAP10-PER05_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 – Cheia Natural	Número do Mapa
<b>TR 2 anos (303 m<sup>3</sup>/s)</b>	PAE-CAJ-MAP11-TR2_revB
<b>TR 10 anos (655 m<sup>3</sup>/s)</b>	PAE-CAJ-MAP12-TR10_revB
<b>TR 50 anos (1007 m<sup>3</sup>/s)</b>	PAE-CAJ-MAP13-TR50_revB
<b>TR 100 anos (1159 m<sup>3</sup>/s)</b>	PAE-CAJ-MAP14-TR100_revB
<b>TR 10.000 anos (2166 m<sup>3</sup>/s)</b>	PAE-CAJ-MAP15-TR10000_revB



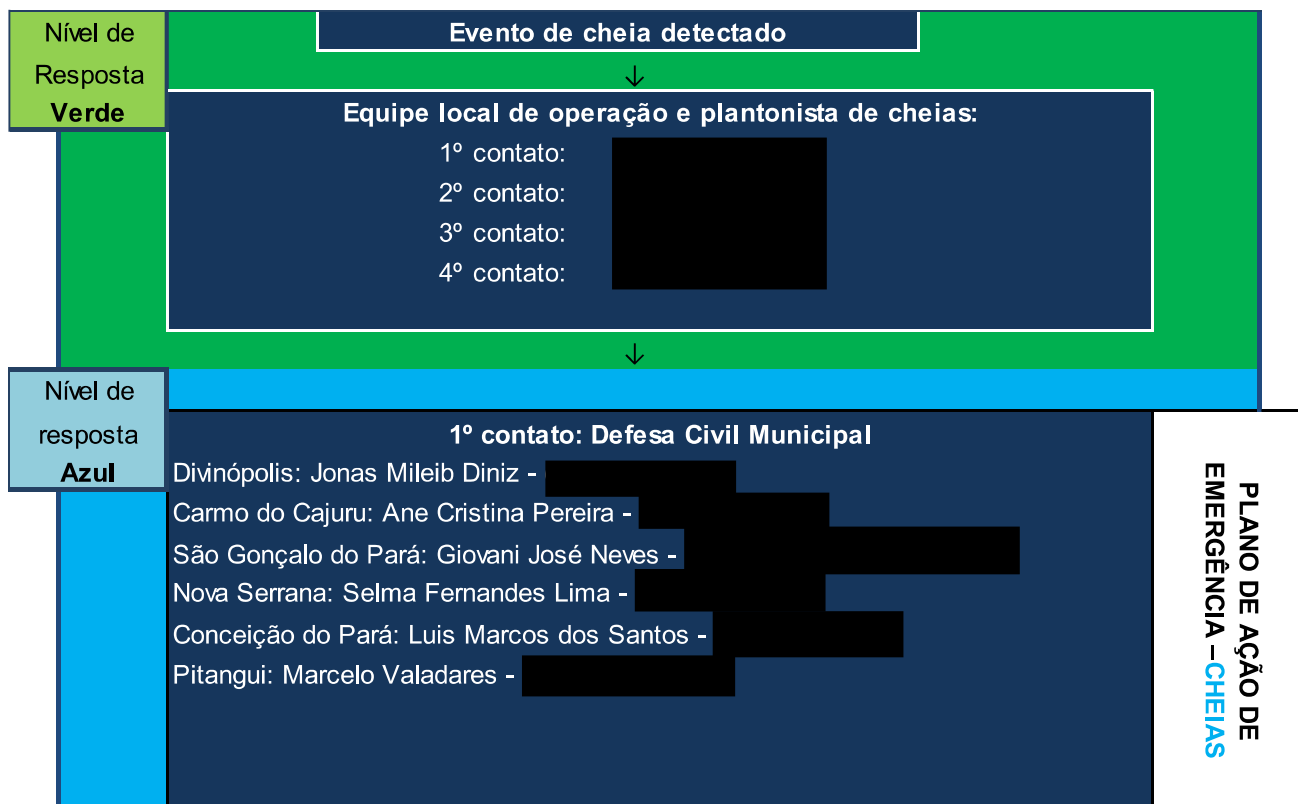
## IX. Apêndices Externos

Documento nº PAE-CAJ-DOC02\_Apêndices-G-H



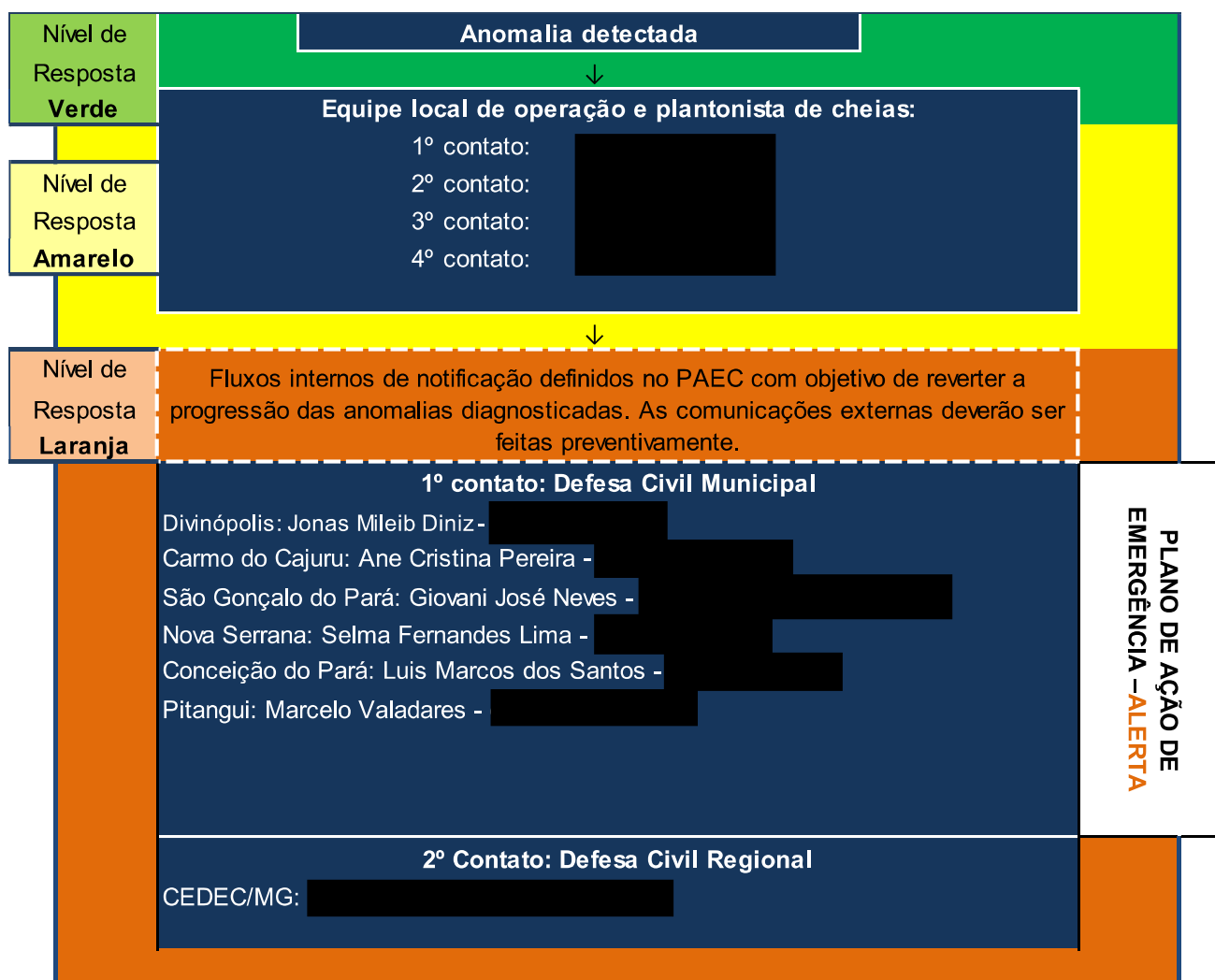
**H. Plano de chamadas para notificação deste PAE**

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



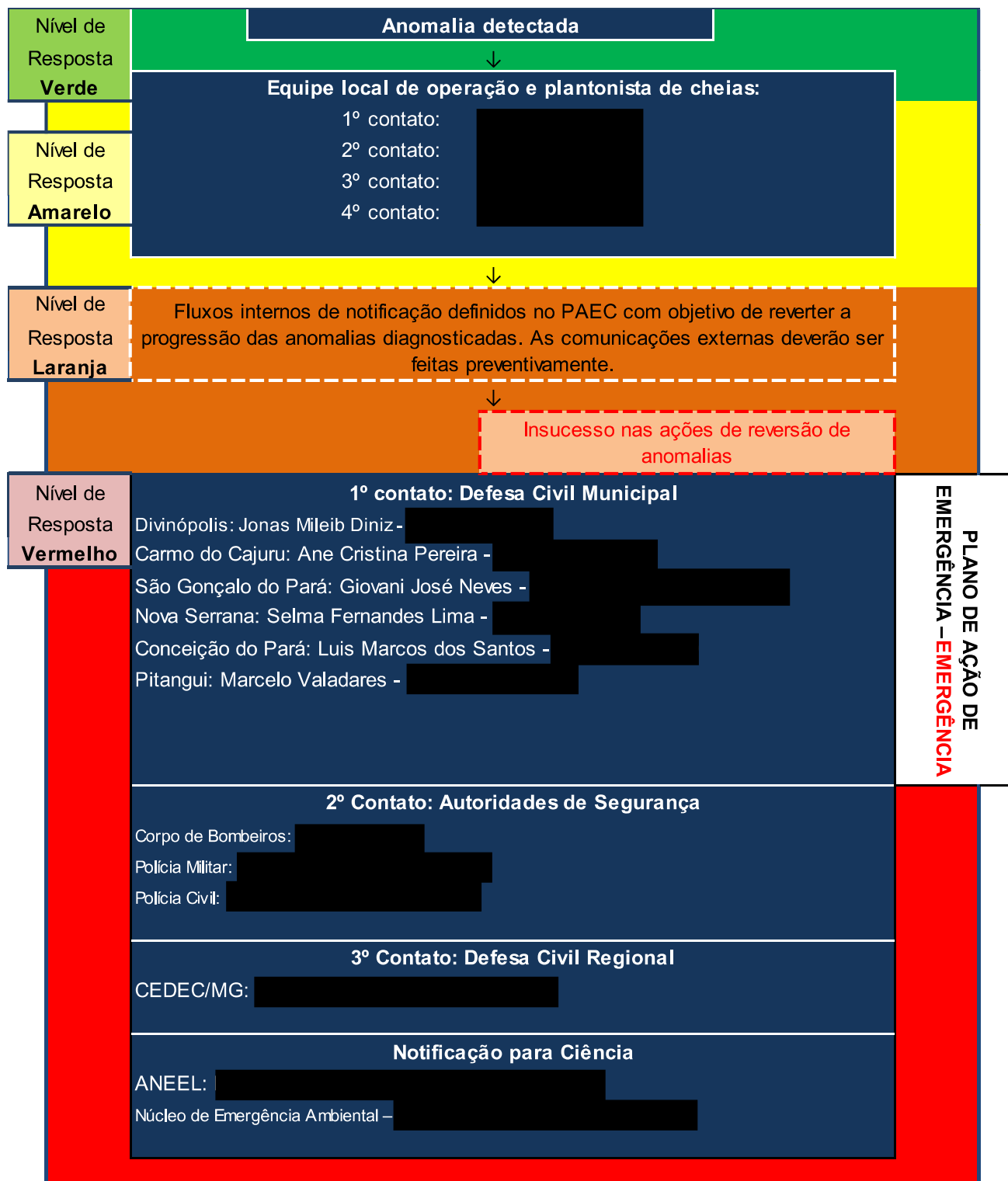
<sup>2</sup> Apêndice revisado em 19/04/2022. Este apêndice pode ter seus contatos alterados, sem que o documento do PAE Externo perca a vigência de sua revisão.

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



<sup>3</sup> Apêndice revisado em 19/04/2022. 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 19/04/2022. Este apêndice pode ter seus contatos alterados, sem que o documento do PAE Externo perca a vigência de sua revisão.