

Barragem da PCH Poço Fundo



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): PCH.PH.MG.002092-3.01

Documento nº PAE - PCH Poço Fundo - revE

Responsável pela elaboração: Cemig GT

Municípios relacionados (MG):

Zona de Autossalvamento (ZAS): Poço Fundo

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


Sumário

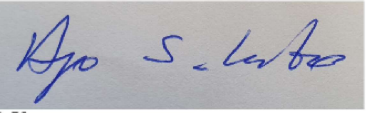

I.	Controle de revisões e assinaturas dos responsáveis	4
II.	Informações gerais da barragem	5
A.	Apresentação.....	5
B.	Objetivo do PAE.....	5
C.	Caracterização da barragem	5
III.	Responsabilidades gerais no PAE	7
A.	Empreendedor	7
B.	Coordenador do PAE	7
C.	Equipe técnica.....	8
D.	Plantonista de cheias.....	8
E.	Sistema de Proteção e Defesa Civil e demais autoridades	9
IV.	Níveis de resposta – Identificação e análise das possíveis situações de emergência	10
A.	Caracterização do Nível de Resposta – CHEIAS	12
B.	Caracterização do Nível de Resposta 2 – ALERTA.....	13
C.	Caracterização do Nível de Resposta 3 – EMERGÊNCIA	13
V.	Procedimentos de notificação e alerta	14
A.	Fluxograma de ações e notificação em situação de CHEIAS	14
B.	Fluxograma de ações e notificação em situação de ALERTA	16
C.	Fluxograma de ações e notificação em situação de EMERGÊNCIA.....	16
VI.	Procedimentos preventivos e corretivos em situações de alerta e emergência	17
A.	Zona de Autossalvamento (ZAS)	17
B.	Monitoramento de vazões	17
C.	Parâmetros para início da comunicação	19
VII.	Encerramento das operações	20
VIII.	Apêndices	21
A.	Ficha Técnica da Barragem	22
B.	Mensagem de notificação Padrão	23

C.	Premissas e resultados dos estudos de ruptura hipotética	24
•	Modo RDC 1: Rompimento por galgamento ou colapso da barragem, com vazão vazão decamilenar (365 m ³ /s).....	24
•	Modo RDC 2: Rompimento por galgamento ou colapso da barragem em dia seco, com vazão média de longo termo (8,30 m ³ /s).....	25
•	Modo RDC 3: Rompimento por galgamento ou colapso da barragem, com vazão de TR 2 anos (63,5 m ³ /s)	26
D.	Quantificação de atingidos e pontos de inundação.....	28
E.	Tempos de chegada e pico de onda para cenários de ruptura (Fractal, 2018).....	31
F.	Lista de mapas temáticos e manchas de inundação	35
IX.	Apêndices Externos	37
G.	Controle de distribuição digital deste PAE	38
H.	Plano de chamadas para notificação deste PAE	39

I. Controle de revisões e assinaturas dos responsáveis

Revisão	Vigência	Motivo da revisão
A	30/04/2019	Emissão inicial
B	03/09/2019	Inclusão dos resultados dos 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 características da barragem, de apêndices e página de assinaturas

<p>Assinatura Eletrônica 27/04/2022 15:54 UTC</p>  <p>BRy 103.***-45 Diogo Carneiro Ribeiro Bueno Martins</p>	<p>Assinatura Eletrônica 27/04/2022 23:00 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 12:43 UTC</p>  <p>BRy 043.***-59 HENRIQUE SIQUEIRA DE CASTRO</p>	<p>Assinatura Eletrônica 28/04/2022 13:02 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>Aprovado por: 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 PCH Poço Fundo, 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

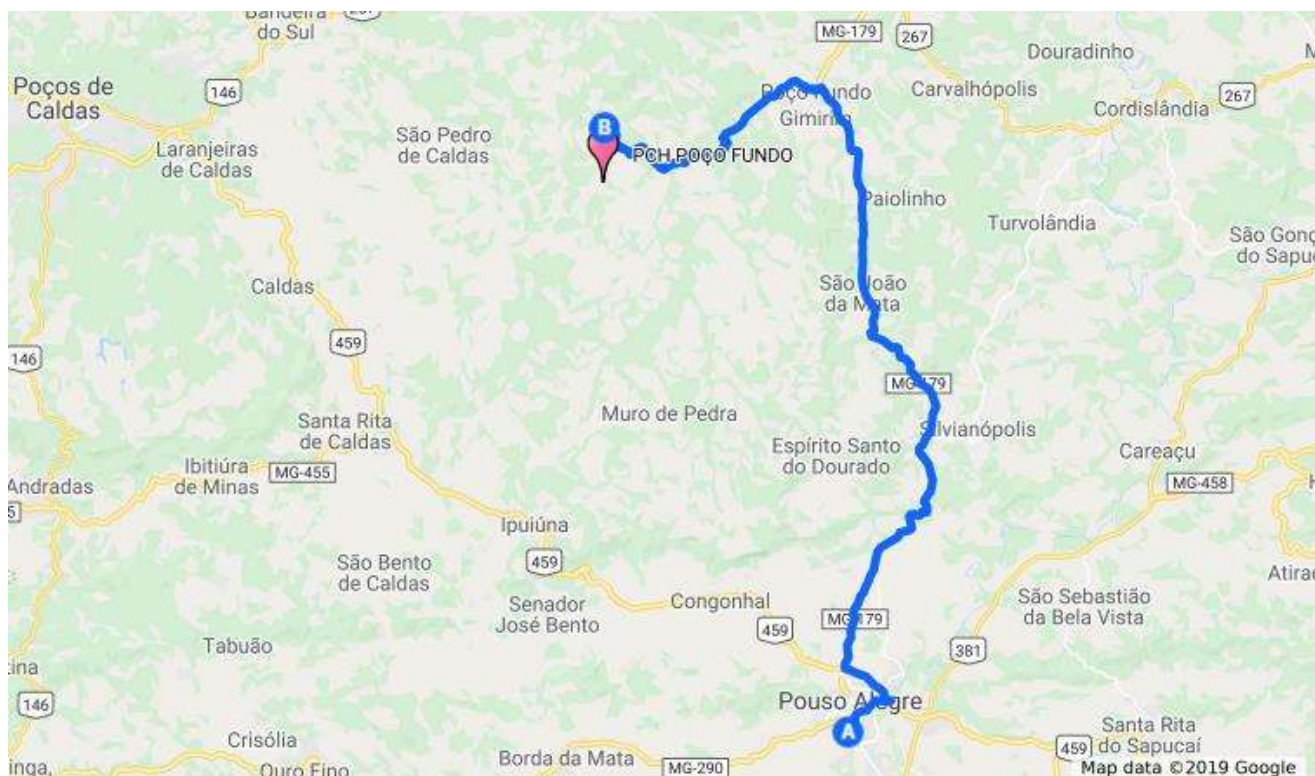
A barragem de Poço Fundo, do empreendedor Cemig Geração e Transmissão S.A., está localizada no rio Machado, no município de Poço Fundo, em Minas Gerais. As respectivas coordenadas são: 21°48'23" Sul e 46°08'07" Oeste. O arranjo geral da UHE Poço Fundo (Figura 1) O arranjo da PCH é constituído por uma barragem é do tipo concreto-gravidade, com altura máxima de 8,75 m e comprimento total de 135,78 m, dos quais 56,70 m correspondem a um vertedouro de crista livre. Na

margem esquerda há ainda uma válvula, de acionamento manual, responsável pela perenização do recho de vazão reduzida (TVR), bem como uma descarga de fundo, também operada localmente.



Figura 1 – Estruturas do empreendimento

O acesso ao local partindo de Pouso Alegre para Poço Fundo (Figura 2) se faz pela MG-179, ao chegar no trevo deve-se virar à esquerda e percorrer 600 m, virar à direita percorrer 1,1 km quando iniciará o acesso por estrada de terra. Continuar por 19,2 km até a entrada da casa de força. Para chegar ao barramento, continuar no mesmo acesso, percorrendo mais 3,5 km após a casa de força.

**Figura 2 - Localização e acesso**

III. Responsabilidades gerais no PAE

A. Empreendedor

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

- zelar pela segurança estrutural e operacional da barragem;
- dispor de equipe capacitada para monitorar, operar e reparar as estruturas, quando necessário;
- providenciar a elaboração e atualizar o PAE;
- promover treinamentos internos e manter os respectivos registros das atividades;
- participar de simulações de situações de emergência, em conjunto com as prefeituras e organismos de defesa civil quando convocado.

B. Coordenador do PAE

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

- detectar, avaliar e classificar as situações de emergência em potencial, de acordo com os níveis e código de cores padrão definidos no PAEC e no PAE;
- declarar situação de emergência e executar as ações descritas no PAE a ele atribuídas;
- executar as ações previstas no fluxograma de notificação;

- notificar as autoridades públicas e usuários da água em caso de situação de emergência;
- emitir declaração de encerramento da emergência;
- providenciar a elaboração do relatório de fechamento de eventos de emergência.

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

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

Tabela 1 - Contato Coordenador do PAE

Contato de Emergência	Forma de comunicação
Coordenador do PAE Ivan Sérgio Carneiro 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.

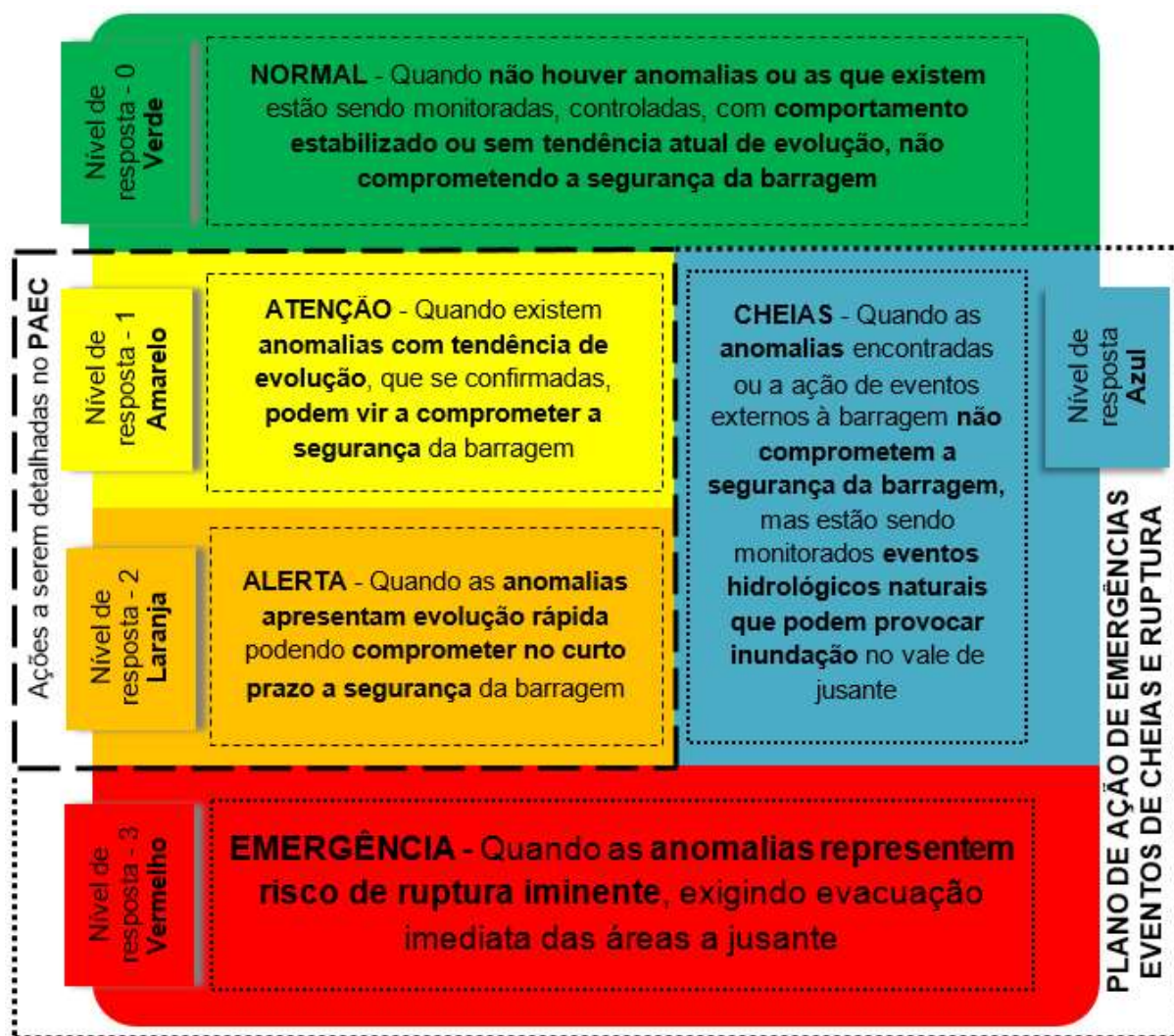
Além disso é importante que os órgãos locais informem o empreendedor no caso de alteração de risco associado às vazões mapeadas.

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. Responsável: equipe técnica de segurança de barragem e equipe local	Normal (Verde)	
	Resultados anômalos da instrumentação de auscultação da barragem	Avaliar os resultados anômalos da instrumentação de auscultação da barragem e prover soluções. Responsável: equipe técnica de segurança de barragem e equipe local		
	Equipamentos	Indisponibilidade total do sistema de monitoramento de níveis e afluência de cheias (previsão)	Executar manutenção com urgência. Responsável: equipe técnica de segurança de barragem e equipe local	Atenção (Amarelo)
Anomalias na barragem, ombreiras e área a jusante	Trincas superficiais	Monitorar visualmente ou através de instrumento. Fazer registro de todas as medidas. Responsável: equipe técnica de segurança de barragem e equipe local	Normal (Verde)	
	Trincas	Trincas profundas estáveis, documentadas e monitoradas.	Monitorar visualmente ou através de instrumento Fazer registro de todas as medidas Projetar e executar tratamento Responsável: equipe técnica de segurança de barragem e equipe local	Atenção (Amarelo)
		Presença de trincas transversais e longitudinais profundas sem percolação de água: <ul style="list-style-type: none"> • Que não estabilizam • Passantes ou não, de montante para jusante 		
	Presença de trincas transversais passantes, de montante para jusante, com percolação de água			
Surgências (áreas encharcadas, água surgindo ou infiltrações)	Surgência de água próximo à barragem ou ombreiras: <ul style="list-style-type: none"> • Não documentada e/ou não monitorada • Com carreamento de materiais de origem desconhecida • Aumento das infiltrações com o tempo 			

Ocorrência	Cenários Possíveis	Eventuais medidas de intervenção	Nível	
	<ul style="list-style-type: none"> Água saindo com pressão 	Projetar e executar tratamento em caráter emergencial Responsável: equipe técnica de segurança de barragem e equipe local	Alerta (Laranja)	
	Surgência incontrolável com erosão interna em andamento.			
	Deslizamento do maciço através da crista ou talude, reduzindo borda livre e/ou seção transversal			
	Recalque diferencial excessivo entre blocos, reduzindo borda livre, permitindo passagem excessiva de água entre juntas.			
Deslizamento	Deslizamento entre blocos das estruturas, permitindo passagem excessiva de água entre juntas.			
Sistema de Aviso	Período seco	Impossibilidade de notificação	Corrigir sistema Responsável: equipe técnica de segurança de barragem	Normal (Verde)
	Período chuvoso	Impossibilidade de notificação	Corrigir sistema com urgência Responsável: equipe técnica de segurança de barragem e equipe local	Atenção (Amarelo)
Cheias	Nível	Nível de água acima do Máximo Maximorum	Se possível, reduzir nível através do aumento do vertimento Responsável: plantonista de cheias	Alerta (Laranja)
	Galgamento da barragem	Galgamento da barragem iniciado	Se possível, reduzir nível através do aumento do vertimento. Acionar fluxo de comunicação. Iniciar estado de alerta no vale a jusante. Responsável: plantonista de cheias	
Ruptura da Barragem	<ul style="list-style-type: none"> Tombamento da barragem Abertura de brecha no maciço com descarga incontrolável de água Colapso completo do maciço 	Acionar fluxo de comunicação. Iniciar evacuação do vale a jusante. Responsável: plantonista de cheias	Emergência (Vermelho)	

A. Caracterização do Nível de Resposta – 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 à medida que está sendo **verificado um evento de cheia** que coloque pessoas sujeitas a situação de inundação. O **primeiro contato de comunicação** é realizado visando que sejam tomadas medidas para prevenção e redução dos danos materiais e humanos para cada escala de evento identificado.

A PCH Poço Fundo possui um reservatório com volume útil de 4,58 hm³. Esse volume é utilizado para garantir certo amortecimento de cheias na bacia do rio Machado. Entretanto, por não ser um volume muito significativo, para vazões muito altas, o reservatório repassa toda a afluência natural, numa composição de vertimento e vazão turbinada. Assim sendo, o presente nível de resposta é acionado de forma a alertar sobre as **condições naturais** que o rio Machado durante um evento de cheia, que serão repassadas para 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.

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 evitem 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.

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 **CHEIAS**.

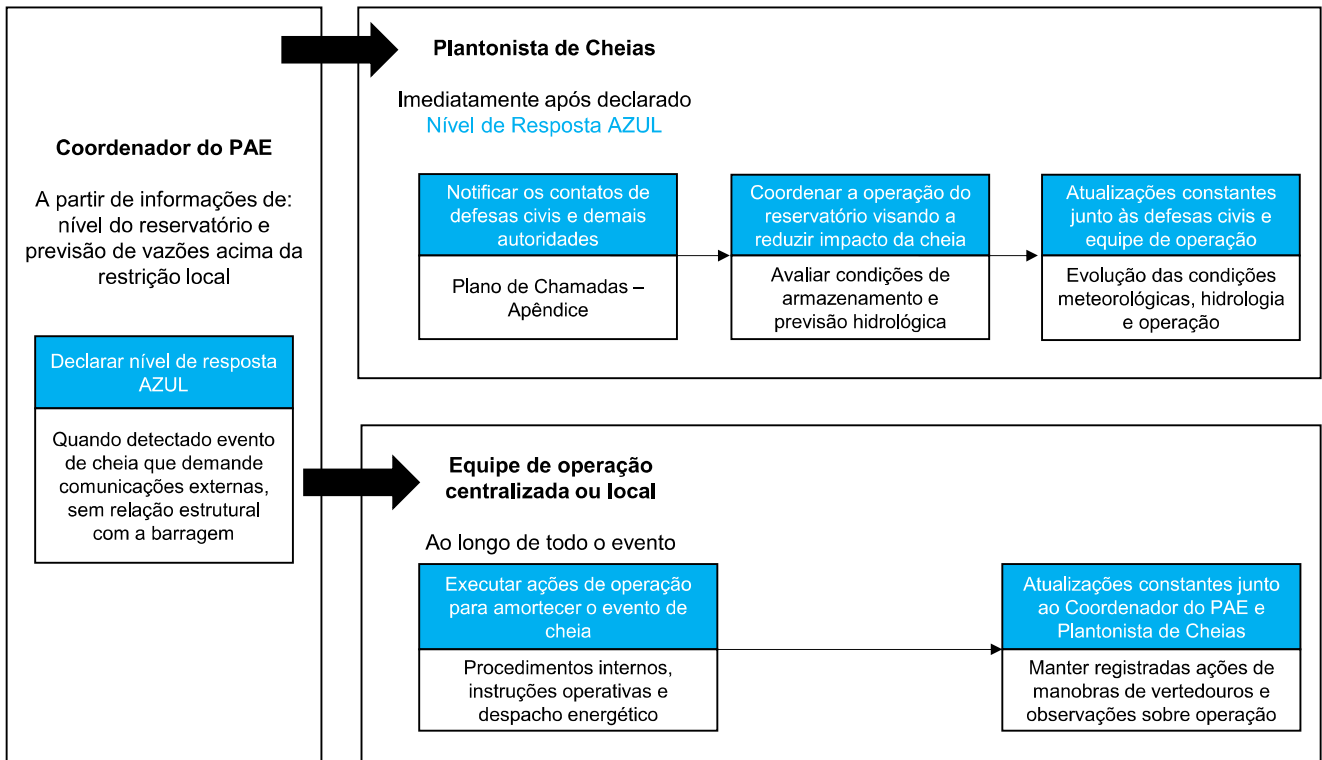


Figura 3 - Fluxograma em situação de CHEIAS

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**.

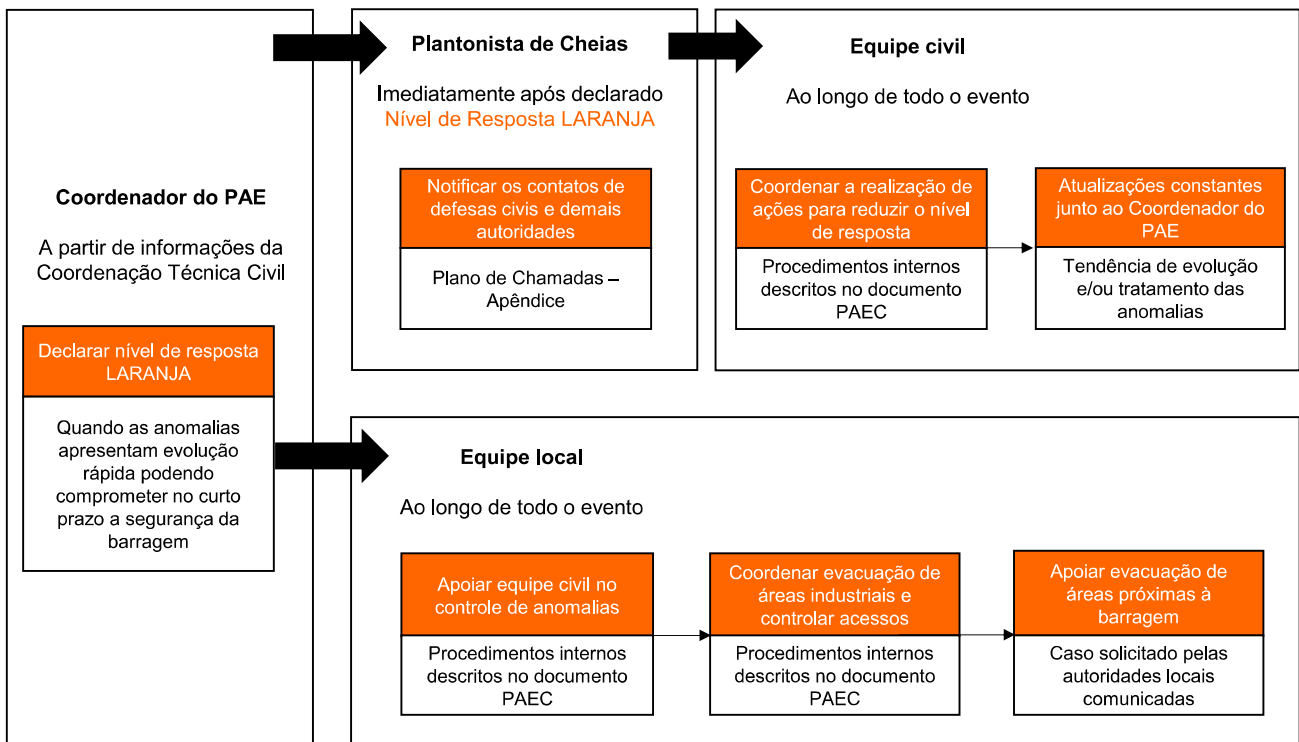


Figura 4 - Fluxograma em situação ALERTA

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**.

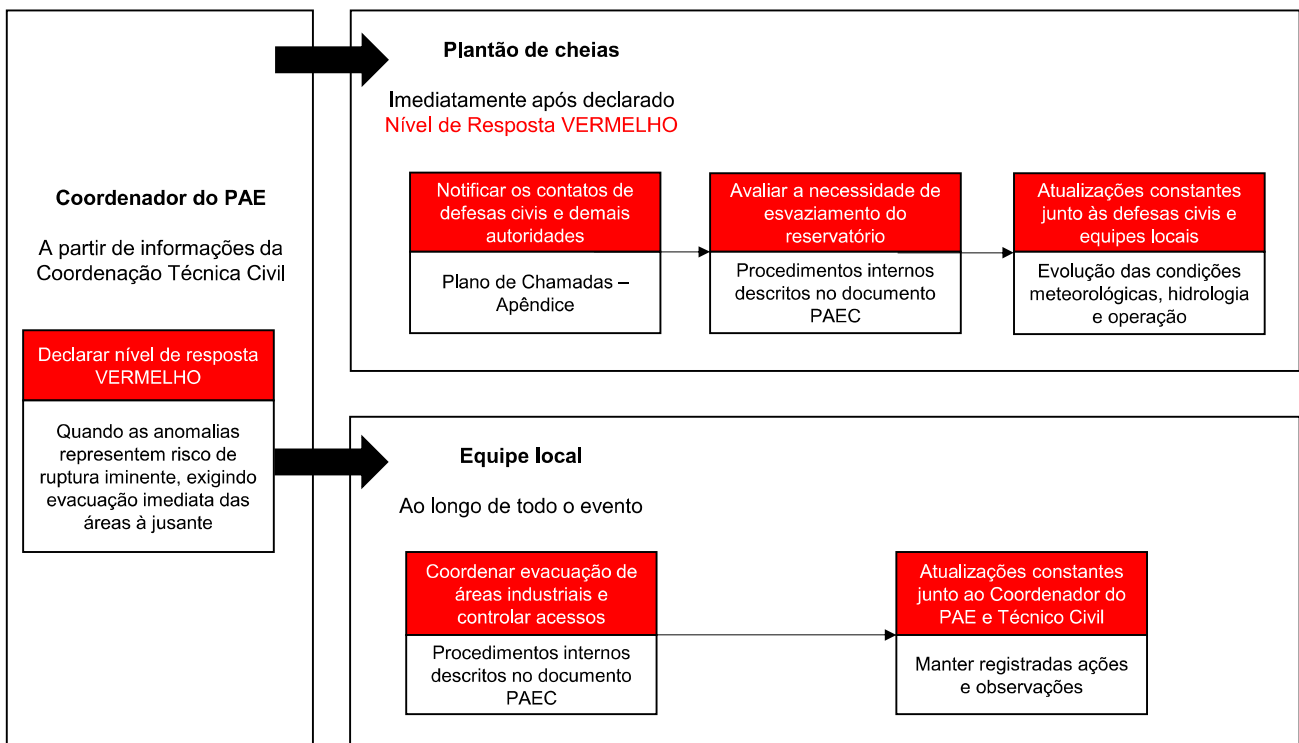


Figura 5 - Fluxograma em situação EMERGÊNCIA

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

A. Zona de Autossalvamento (ZAS)

Conforme a Resolução ANA Nº 236/2017, aplicável a barragens de acumulação de água, a Zona de Autossalvamento (ZAS) é 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 acidente. Sua extensão é definida pela menor das seguintes distâncias: 10 km ou a distância percorrida pela onda de inundação em trinta minutos. No caso da PCH Poço Fundo, a distância percorrida em 30 minutos é representada pelo trecho de 2,40 km a jusante do eixo da barragem. Contudo, por motivos de segurança, a CEMIG optou por adotar uma Zona de Autossalvamento de 10 km, de modo que todo esse trecho seja alertado numa eventual situação de crise, não dependendo da atuação das autoridades competentes. O restante da área de estudo compreende a Zona de Segurança Secundária (ZSS).

B. Monitoramento de vazões

Além dos dados operativos da PCH Poço Fundo, para a emissão de alertas para o vale do rio Machado serão monitorados durante emergências os pontos de controle relacionados na Tabela 5:

Tabela 5 - Postos de Monitoramento

Bacia	Sub-bacias	Estações
6 – PARANÁ	61 – RIO GRANDE	61448880 - PCH Poço Fundo Barramento
6 – PARANÁ	61 – RIO GRANDE	61566000 - PCH Poço Fundo 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: 40 – Rio Grande, Sub-bacia: 41 – Rio Grande, e Estação: conforme listagem acima.

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

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

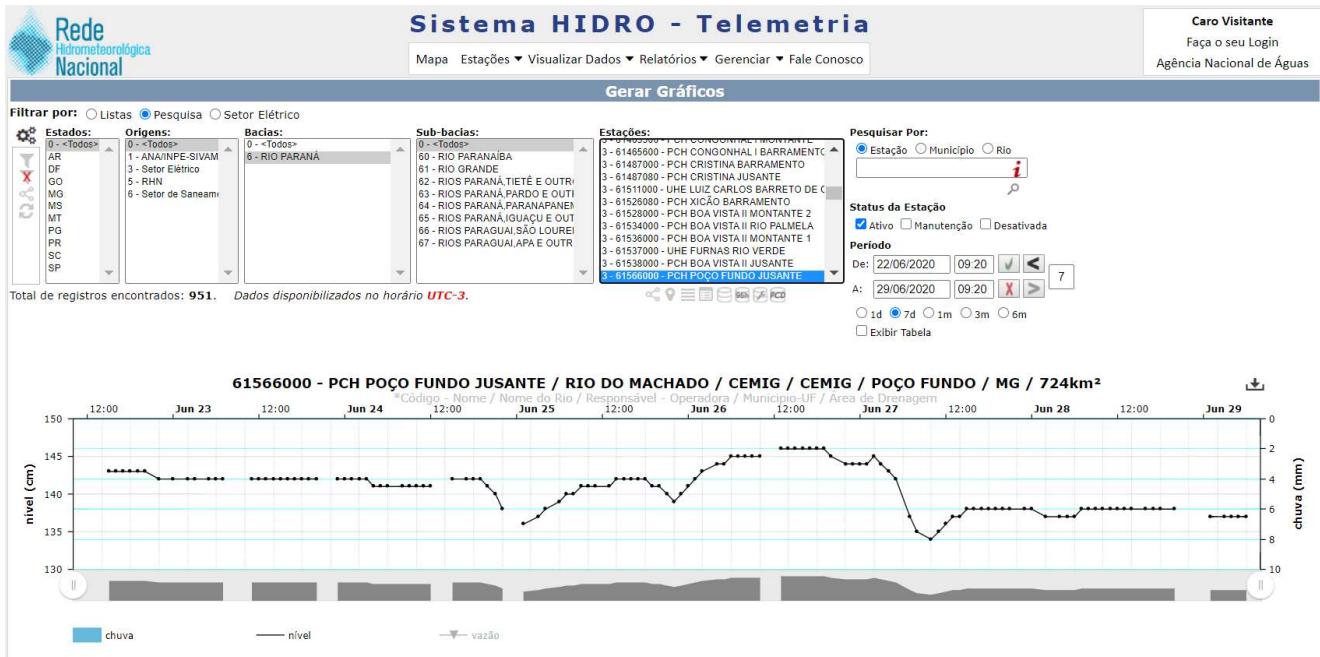


Figura 6 - Visualização do Gestor PCD de dados em tempo real

A Figura 7 apresenta a posição dos postos que permitem o monitoramento de vazões afluentes da PCH Poço Fundo, antecipando eventos de cheias e acompanhando o avanço de onda de ruptura. Os postos indicados no mapa permitem o acesso direto às telas de monitoramento em tempo real. É possível acessar a versão online do mapa via endereço: <http://bit.ly/POCOFUNDO-PAE>



Figura 7 - Pontos de monitoramento hidrométrico

C. Parâmetros para início da comunicação

O monitoramento de vazões ordinárias da PCH Poço Fundo será realizado através dos postos hidrométricos operados pela Cemig. O primeiro acionamento de comunicação será realizado assim que haja a possibilidade de ultrapassagem da vazão de restrição (Q_r):

$$Q_r = 15 \text{ m}^3/\text{s}$$

A vazão de restrição é a defluência da UHE Poço Fundo que somada à vazão incremental traz danos à cidade de Machado. A vazão de restrição foi estabelecida em $15 \text{ m}^3/\text{s}$ pois a partir deste valor a capacidade de defluência da válvula e das unidades geradoras já será ultrapassada e a partir deste momento o nível deve ser monitorado continuamente.

Para monitorar vazão antes da cidade de Machado foi instalado um posto telemétrico a jusante – Poço Jusante ($AD 723 \text{ km}^2$). Através dele podem-se emitir alertas para a cidade de Machado devido à combinação das vazões incrementais com a defluente de Poço Fundo. Já na cidade de Poço Fundo podem ocorrer problemas caso o Ribeirão Machadinho esteja com uma vazão elevada e seja barrado pelo Rio Machado.

A Usina localiza-se a montante da Cidade de Machado (cerca de 27 Km) em cujo histórico encontramos vários relatos de enchentes, entretanto, apesar de alguns dos mesmos serem atribuídos à usina, deságuas no Rio Machado a jusante da Usina, várias contribuições (Ribeirão Machadinho, Ribeirão da Água Limpa, Ribeirão Jacutinga etc.) que por si só podem trazer danos à cidade, principalmente nos bairros Santo Antônio e Santa Luiza.

Tem sido adotado como parâmetro de comunicação à cidade de Machado o instante no qual o nível atingir a cota 1160,61 e a válvula de fundo estiver totalmente aberta. Este parâmetro serve de alerta à comunidade e deve continuar sendo utilizado apesar do mesmo não representar adequadamente risco de enchentes na cidade. Ainda assim, o plantonista de cheias está disponível para repasse de informações quanto à operação da PCH e dos postos de monitoramento da bacia.

VII. Encerramento das operações

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

VIII. Apêndices

A. Ficha Técnica da Barragem

IDENTIFICAÇÃO		EMPRESA	
Nome da Usina	Poço Fundo	Cemig Geração e Transmissão S.A	
Situação	Em operação	Concessionário	
LOCALIZAÇÃO		Estado	Minas Gerais
Município	Poço Fundo	Coordenadas da barragem	
Rio	Machado	Margem direita	21°48'23"S 46°08'07"W
Sub-Bacia/Código	GD3 – Entorno do Reservatório de Furnas	Margem esquerda	21°48'26"S 46°08'06"W
Bacia	Federal Rio Paraná		
DADOS HIDROMETEOROLÓGICOS		ÁREAS INUNDADAS	
Vazões características		No N.A. máximo normal	2,96 (km ²)
Vazão MLT (m ³ /s) (1935-2008)	8,30		
RESERVATÓRIO		VOLUMES	
N.A.s DE MONTANTE		Volume de amortecimento de cheias (m ³)	
N.A. Máximo maximorum (m)	1.162,55	Útil (m ³) no N.A. máximo normal	4,58 x10 ⁶
N.A. Máximo normal (m)	1.160,50	Total (m ³) no N.A. máximo normal	7,38x10 ⁶
Área de drenagem (km ²)	339	Total (m ³) no N.A. máximo maximorum	
N.A. DE JUSANTE			
N.A. Máximo normal (m)			
BARRAGEM		VERTEDOURO	
CARACTERÍSTICAS		CARACTERÍSTICAS	
Forma/Tipo/Material	Concreto	Tipo	Crista Livre
Altura da barragem (m)	6,1	Nº de vãos	
Comprimento na crista (m)	120	Vazão de projeto (m ³ /s)	373,92
Cota da crista (m)	1.163,05	Tempo de recorrência (anos)	10.000

B. Mensagem de notificação Padrão**URGENTE**

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

A partir das ___:___ h de ___/___/_____, foi ativado o Nível de Segurança _____ do Plano de Ação de Emergência – PAE da Barragem _____ devido a

_____.

A causa da declaração é _____

_____.

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

Esta mensagem está sendo enviada simultaneamente a _____,

_____ e _____.

As circunstâncias ocorridas fazem com que se devam precaver e pôr em ação as recomendações e atividades delineadas em sua cópia do Plano de Ação de Emergência – PAE da PCH Poço Fundo.

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

As Zona de Autossalvamento (ZAS) adotada corresponde a 10 km a partir do barramento, e no decorrer desse trecho observam-se propriedades rurais e pequenos núcleos populacionais.

FIM DA MENSAGEM

C. Premissas e resultados dos estudos de ruptura hipotética

Premissas:

Para o **Nível de Resposta 3 – Emergência**, foram simulados quatro cenários hidrológicos de ruptura para a barragem de Poço Fundo, sucintamente descritos a seguir.

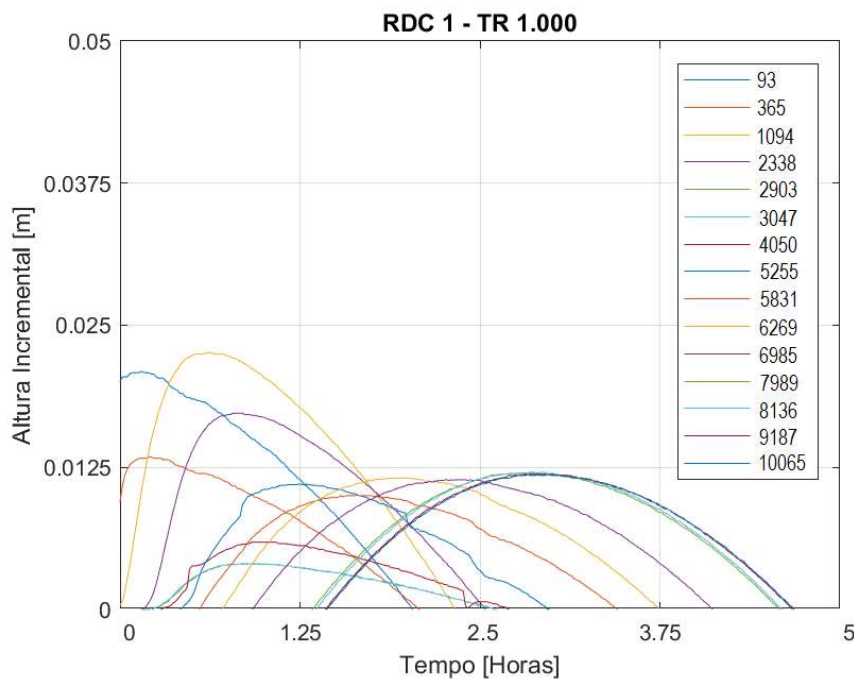
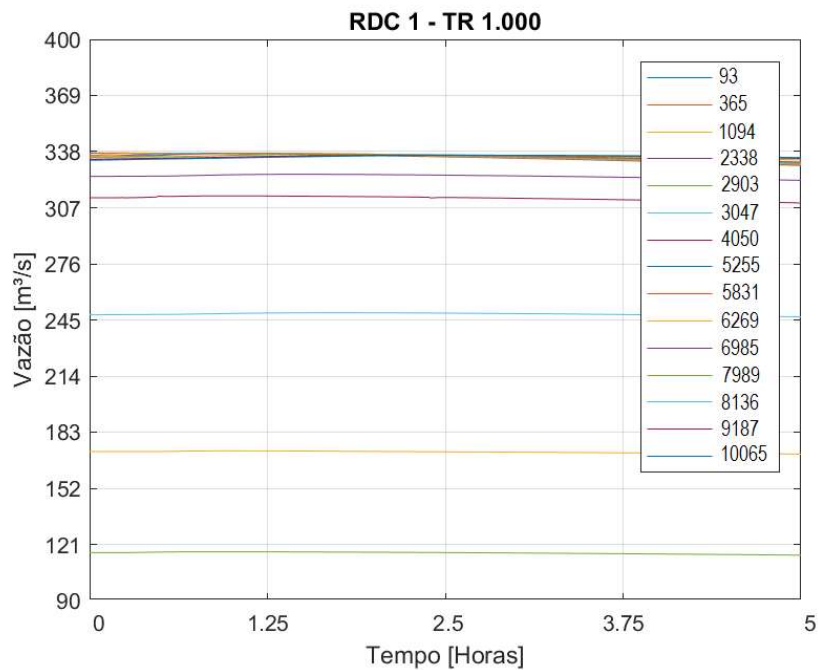
- **Cenário RDC 1:** Rompimento por galgamento ou colapso estrutural da barragem, durante evento de vazão decamilenar ($365 \text{ m}^3/\text{s}$), reservatório na cota de 1.162,98 m.
- **Cenário RDC 2:** Rompimento por galgamento ou colapso estrutural da barragem em dia seco, com vertimento igual à vazão média de longo termo ($8,30 \text{ m}^3/\text{s}$), e o reservatório na cota de 1.160,77 m.
- **Cenário RDC 3:** Rompimento por galgamento ou colapso estrutural da barragem em dia seco, com vertimento igual à vazão com TR de 2 anos ($63,5 \text{ m}^3/\text{s}$), e o reservatório na cota de 1.161,20 m.

Resultados:

- Modo RDC 1: Rompimento por galgamento ou colapso da barragem, com vazão vazão decamilenar ($365 \text{ m}^3/\text{s}$)

As figuras seguintes ilustram, durante as 5 horas mais críticas do evento, o comportamento das ondas de ruptura ao longo do vale a jusante da Barragem de Poço Fundo para o Cenário 1 (decamilenar), sendo apresentados um hidrograma e uma curva da altura incremental da onda de ruptura para cada seção de interesse.

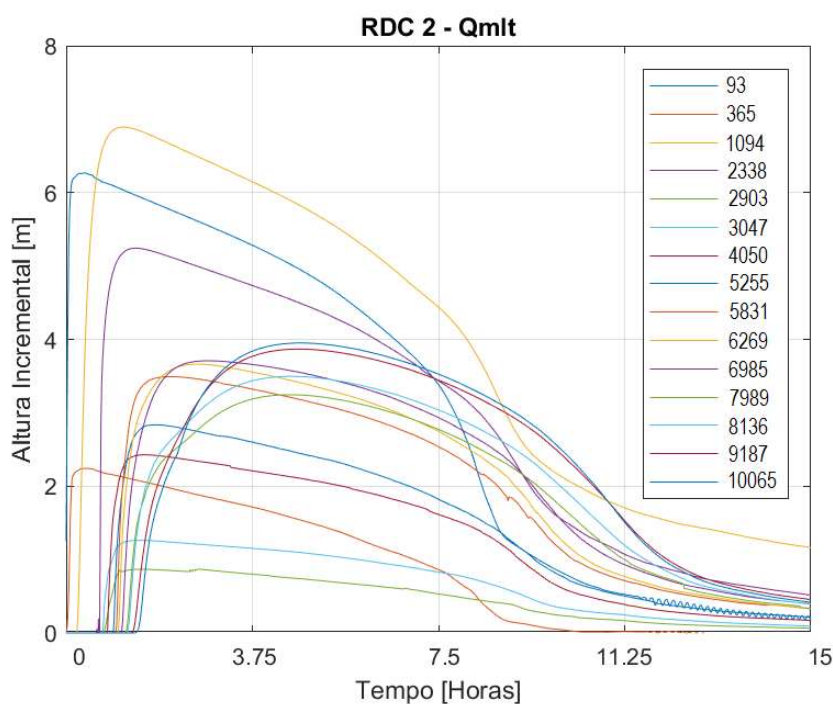
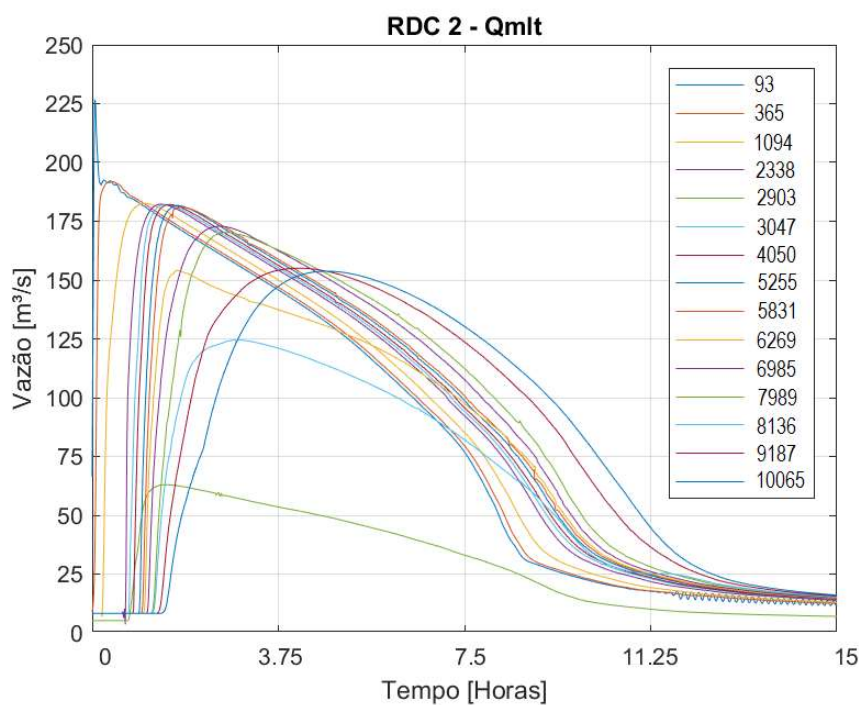
A vazão de pico após a ruptura foi estimada em $338 \text{ m}^3/\text{s}$, e a altura incremental da onda de cheia, mesmo nas primeiras seções a jusante do modelo, resultou em valor máximo de 2,3 cm, indicando que a ruptura não altera o regime fluvial do rio Machado.



- Modo RDC 2: Rompimento por galgamento ou colapso da barragem em dia seco, com vazão média de longo termo (8,30 m³/s)

A figuras seguintes ilustram, durante as 15 horas mais críticas do evento, o comportamento das ondas de ruptura ao longo do vale a jusante da Barragem de Poço Fundo para o Cenário 2 (dia seco), sendo apresentados hidrograma e curva da altura incremental da onda de ruptura para seções de interesse.

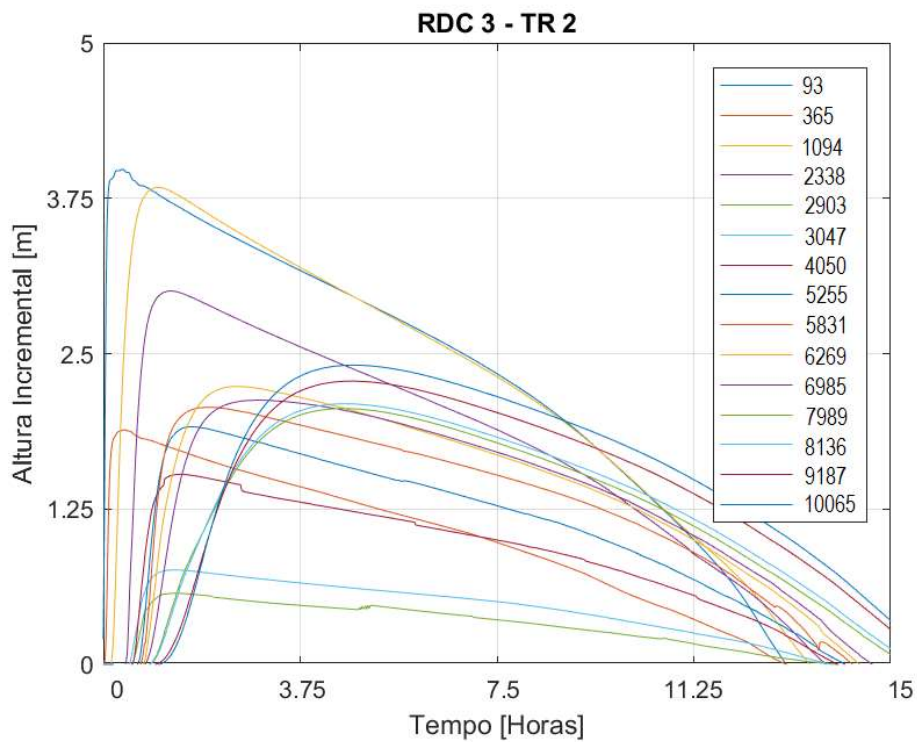
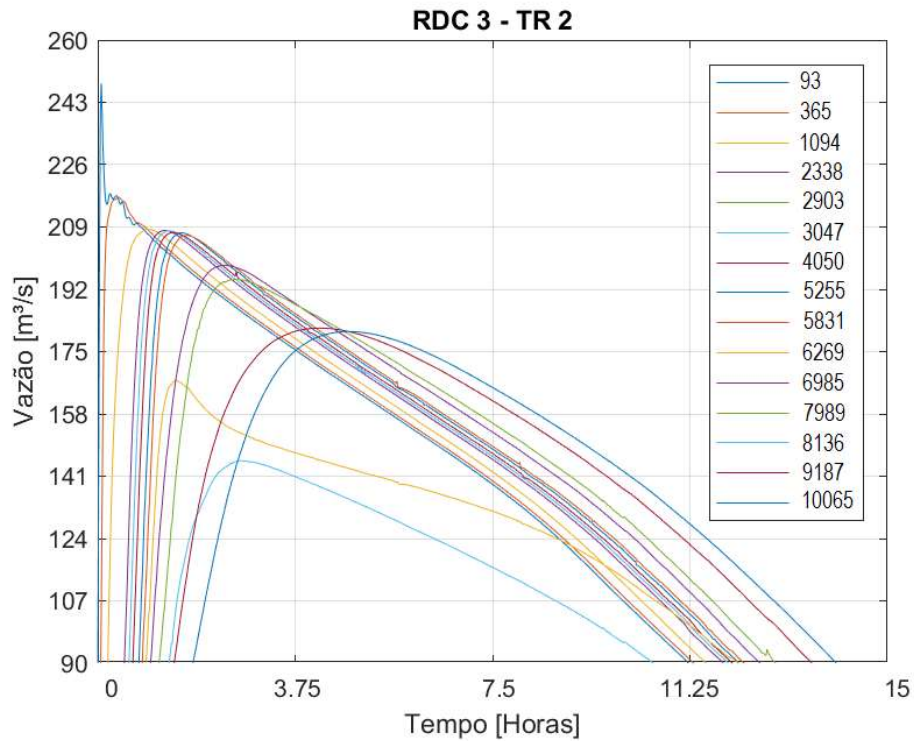
A vazão de pico após a ruptura foi estimada em 269 m³/s, e a altura incremental da onda de cheia nas últimas seções a jusante do modelo chega a 4,0 m.



- Modo RDC 3: Rompimento por galgamento ou colapso da barragem, com vazão de TR 2 anos (63,5 m³/s)

A figuras seguintes ilustram, durante as 15 horas mais críticas do evento, o comportamento das ondas de ruptura ao longo do vale a jusante da Barragem de Poço Fundo para o Cenário 2 (dia seco), sendo apresentados um hidrograma e uma curva da altura incremental da onda de ruptura para cada seção de interesse.

A vazão de pico após a ruptura foi estimada em 286 m³/s, e a altura incremental da onda de cheia nas últimas seções a jusante do modelo chega a 2,41 m.



D. Quantificação de atingidos e pontos de inundação

As tabelas abaixo expõem o número de benfeitorias potencialmente afetadas pelos cenários de ruptura hipotética, e também classificam os atingidos de acordo com o setor censitário ao qual pertencem.

Cenário de Ruptura	Número Aprox. de atingidos (Economias)		
	Dentro da ZAS	Fora da ZAS	Total
Cenário 1	23	0	23
Cenário 2	9	0	9
Cenário 3	13	0	13

Setor Censitário	Número Aprox. de atingidos (Economias)					
	Cenário 1		Cenário 2		Cenário 3	
	Na ZAS	Fora da ZAS	Na ZAS	Fora da ZAS	Na ZAS	Fora da ZAS
315170105000017	13	0	6	0	9	0
315170105000016	10		3		4	
Total	23	0	9	0	13	0

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
315170105000017	41	0	19	0	29	0
315170105000016	32		10		13	
Total	73	0	29	0	42	0

Tempos de recorrência	Número Aprox. de atingidos (Economias)		
	Dentro da ZAS	Fora da ZAS	Total
TR 10.000 anos	25	0	25
TR 100 anos	14	0	14
TR 50 anos	12	0	12
TR 10 anos	7	0	7
TR 2 anos	2	0	2

Essas informações deverão subsidiar a confecção do Plano de Contingência de Proteção e Defesa Civil dos municípios potencialmente atingidos, cuja responsabilidade compete à Defesa Civil, conforme Lei nº 12.608/2012.

Algumas restrições de acesso em momentos de crise podem ser descritas. 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. Elas 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. As pontes presentes ao longo do trecho estudado estão resumidas na tabela abaixo.

Com base nestas 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 a ocorrência de galgamento 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
Ponte 01	1.152,72	1.152,59	1.157,00	1.155,50	1.155,80
Ponte 02	829,87	829,07	828,70	828,10	828,20
Ponte 03	806,14	806,04	807,80	805,70	806,00
Ponte 04	802,71	802,61	805,90	803,20	803,60

Em vermelho estão os NA que alcançam o tabuleiro



E. Tempos de chegada e pico de onda para cenários de ruptura (Fractal, 2018)

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

- Resultados RDC 1:

SC	d*[m]	Z _p *	Z _{ref} *	Z _{Qmlt} *	H [m]*	H _{incr} [m]*	Q _p [m ³ /s]*	T _p *	T _{inun} *	T _{ch} *	V [km/h]*
10082	93	1162,16	1162,14	1153,51	8,65	0,021	337,46	0H14M	NDA**	NDA**	-
9810	365	1157,02	1157,01	1153,31	3,72	0,013	337,27	0H17M	NDA**	NDA**	17,84
9081	1094	1099,85	1099,82	1089,90	9,94	0,023	337,13	0H41M	NDA**	NDA**	7,30
7837	2338	857,53	857,52	849,99	7,54	0,017	337,10	0H52M	NDA**	NDA**	11,63
7272	2903	828,68	828,68	827,28	1,40	0,004	116,90	0H55M	NDA**	NDA**	13,49
7127	3047	825,37	825,36	823,57	1,80	0,004	337,10	0H55M	NDA**	NDA**	14,18
6124	4050	814,31	814,30	810,95	3,35	0,006	313,54	1H0M	NDA**	NDA**	16,94
4919	5255	810,07	810,06	805,75	4,33	0,011	337,07	1H20M	NDA**	NDA**	15,40
4343	5831	808,35	808,34	803,29	5,06	0,010	337,04	1H44M	NDA**	NDA**	12,55
3905	6269	807,82	807,81	802,02	5,80	0,012	172,69	2H0M	NDA**	NDA**	11,47
3189	6985	806,93	806,92	801,05	5,88	0,011	325,47	2H21M	NDA**	NDA**	10,68
2185	7989	805,90	805,88	799,99	5,90	0,012	336,49	2H57M	NDA**	NDA**	9,54
2038	8136	805,86	805,84	799,72	6,14	0,012	248,97	2H56M	NDA**	NDA**	9,77
987	9187	805,47	805,46	798,96	6,51	0,012	336,07	2H54M	NDA**	NDA**	11,19
109	10065	804,98	804,97	798,36	6,62	0,012	336,00	2H55M	NDA**	NDA**	12,19

*d é a distância entre a seção de controle e o eixo do barramento [m]; Z_p é a cota de pico [m-IBGE]; Z_{ref} é a cota de pico para o evento natural Milenar [m-IBGE]; Z_{Qmlt} é a cota para a condição de escoamento da vazão de referência Q_{MLT} [m-IBGE]; H é a altura do pico da onda induzida em relação à condição de vazão Q_{MLT} [m]; H_{incr} é a altura incremental do pico em relação ao evento Milenar [m]; Q_p é a vazão de pico [m³/s]; T_p é o tempo de pico da onda induzida [DD:HH:MM]; T_{inun} é o tempo de submersão da seção (para H_{incr} > 1,00) [DD:HH:MM]; T_{ch} é o tempo de chegada do início da onda na seção de controle [DD:HH:MM], V é a velocidade média do pico da onda entre a seção do barramento e a seção de controle [km/h], **NDA – Não atinge a condição de inundação incremental.

• Resultados RDC 2:

SC	d*[m]	Z _p *	Z _{ref} *	Z _{Q_{MLT}} *	H [m]*	H _{incr} [m]*	Q _p [m ³ /s]*	T _p *	T _{inun} *	T _{ch} *	V [km/h]*
10081,6	93	1159,78	1159,88	1153,51	6,27	0,00	226,75	0H23M	10H47M	0H0M	-
9809,7	365	1155,55	1155,61	1153,31	2,24	0,00	191,80	0H25M	8H3M	0H4M	26,76
9080,6	1094	1096,80	1097,12	1089,90	6,89	0,00	182,58	1H9M	20H45M	0H16M	4,28
7836,7	2338	855,23	855,49	849,99	5,24	0,00	182,24	1H24M	13H26M	0H41M	7,24
7271,6	2903	828,15	828,20	827,28	0,87	0,00	62,96	2H40M	5H55M	0H58M	4,04
7127,1	3047	824,83	824,89	823,57	1,26	0,00	182,11	1H29M	8H3M	0H49M	8,81
6123,7	4050	813,38	813,49	810,95	2,43	0,00	182,06	1H35M	9H10M	0H52M	10,82
4919,2	5255	808,58	808,77	805,75	2,84	0,00	181,71	1H48M	9H40M	1H0M	11,96
4343,4	5831	806,78	807,02	803,29	3,49	0,00	180,91	2H6M	10H51M	1H3M	10,97
3905,1	6269	805,68	806,08	802,02	3,66	0,00	154,11	2H37M	11H1M	1H6M	9,07
3189,4	6985	804,76	805,21	801,05	3,71	0,00	172,87	2H51M	11H42M	1H11M	9,17
2185,1	7989	803,24	803,92	799,99	3,25	0,00	170,22	4H29M	11H12M	1H18M	6,32
2037,9	8136	803,21	803,89	799,72	3,50	0,00	124,53	4H31M	11H46M	1H20M	6,38
986,9	9187	802,82	803,51	798,96	3,87	0,00	155,04	4H40M	12H13M	1H28M	6,97
109,1	10065	802,32	803,01	798,36	3,95	0,00	153,76	4H43M	11H50M	1H34M	7,55

*d é a distância entre a seção de controle e o eixo do barramento [m]; Z_p é a cota de pico [m-IBGE]; Z_{ref} é a cota de pico para o evento natural de Tr 100 anos [m-IBGE]; Z_{Q_{MLT}} é a cota para a condição de escoamento da vazão de referência Q_{MLT} [m-IBGE]; H é a altura do pico da onda induzida em relação à condição de vazão Q_{MLT} [m]; H_{incr} é a altura incremental do pico em relação ao evento natural de Tr 100 anos [m]; Q_p é a vazão de pico [m³/s]; T_p é o tempo de pico da onda induzida [DD:HH:MM]; T_{inun} é o tempo de submersão da seção (para H > 1,00) [DD:HH:MM]; T_{ch} é o tempo de chegada do início da onda na seção de controle [DD:HH:MM], V é a velocidade média do pico da onda entre a seção do barramento e a seção de controle [km/h], **NDA – Não atinge a condição de inundação incremental.

• Resultados RDC 3:

SC	d*[m]	Z _p *	Z _{ref} *	Z _{Qmlt} *	H [m]*	H _{incr} [m]*	Q _p [m ³ /s]*	T _p *	T _{inun} *	T _{ch} *	V [km/h]*
10081,6	93	1160,27	1156,29	1153,51	6,75	3,98	248,16	0H22M	12H4M	0H1M	-
9809,7	365	1155,83	1153,95	1153,31	2,53	1,89	217,10	0H24M	9H45M	0H5M	26,76
9080,6	1094	1097,37	1093,54	1089,90	7,47	3,84	208,35	1H3M	12H6M	0H14M	4,81
7836,7	2338	855,68	852,67	849,99	5,68	3,00	208,04	1H17M	11H44M	0H31M	8,03
7271,6	2903	828,24	827,67	827,28	0,97	0,57	72,16	1H22M	NDA**	NDA**	9,22
7127,1	3047	824,94	824,18	823,57	1,37	0,76	207,93	1H22M	4H16M	0H49M	9,69
6123,7	4050	813,62	812,09	810,95	2,66	1,53	207,50	1H28M	10H13M	0H44M	11,80
4919,2	5255	808,86	806,95	805,75	3,11	1,91	207,45	1H40M	10H47M	0H51M	13,03
4343,4	5831	807,05	804,98	803,29	3,76	2,07	206,76	2H0M	11H28M	0H54M	11,53
3905,1	6269	806,03	803,79	802,02	4,01	2,24	167,08	2H32M	11H45M	0H59M	9,35
3189,4	6985	805,08	802,96	801,05	4,03	2,13	198,57	2H59M	11H48M	1H7M	8,64
2185,1	7989	803,68	801,62	799,99	3,69	2,06	194,79	4H33M	11H48M	1H26M	6,19
2037,9	8136	803,65	801,55	799,72	3,93	2,10	145,25	4H35M	11H59M	1H28M	6,26
986,9	9187	803,26	800,99	798,96	4,31	2,28	181,42	4H44M	12H22M	1H43M	6,83
109,1	10065	802,77	800,36	798,36	4,40	2,41	180,47	4H46M	12H35M	1H45M	7,44

*d é a distância entre a seção de controle e o eixo do barramento [m]; Z_p é a cota de pico [m-IBGE]; Z_{ref} é a cota de pico para o evento natural de TR 2 anos [m-IBGE]; Z_{Qmlt} é a cota para a condição de escoamento da vazão de referência Q_{MLT} [m-IBGE]; H é a altura do pico da onda induzida em relação à condição de vazão Q_{MLT} [m]; H_{incr} é a altura incremental do pico em relação ao evento TR 2 anos [m]; Q_p é a vazão de pico [m³/s]; T_p é o tempo de pico da onda induzida [HH:MM]; T_{inun} é o tempo de submersão da seção (para H > 1,00) [HH:MM]; T_{ch} é o tempo de chegada do início da onda na seção de controle, V é a velocidade média do pico da onda entre a seção do barramento e a seção de controle [km/hr], **NDA – Não atinge a condição de inundação incremental.

- Resultados Cheias Naturais:

• SC	d*[m]	Cota [m-IBGE]					Qmlt
		TR 2	TR 10	TR 50	TR 100	TR 10.000	
10082	93	1156,29	1158,04	1159,38	1159,88	1162,14	1153,51
9810	365	1153,95	1154,63	1155,33	1155,61	1157,01	1153,31
9081	1094	1093,54	1095,15	1096,56	1097,12	1099,82	1089,90
7837	2338	852,67	853,96	855,06	855,49	857,52	849,99
7272	2903	827,67	827,90	828,15	828,20	828,68	827,28
7127	3047	824,18	824,51	824,79	824,89	825,36	823,57
6124	4050	812,09	812,79	813,31	813,49	814,30	810,95
4919	5255	806,95	807,81	808,50	808,77	810,06	805,75
4343	5831	804,98	806,04	806,75	807,02	808,34	803,29
3905	6269	803,79	804,89	805,73	806,08	807,81	802,02
3189	6985	802,96	804,03	804,87	805,21	806,92	801,05
2185	7989	801,62	802,57	803,53	803,92	805,88	799,99
2038	8136	801,55	802,56	803,50	803,89	805,84	799,72
987	9187	800,99	802,14	803,12	803,51	805,46	798,96
109	10065	800,36	801,62	802,62	803,01	804,97	798,36

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

F. Lista de mapas temáticos e manchas de inundação

Na lista de cartas 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. 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 resumem informações estratégicas do estudo de ruptura hipotética da barragem, auxiliando a realização das ações a serem tomadas em momentos de crise. Sendo assim, são apresentados os resultados hidráulicos de:

- Cota de pico m;
- Cota TR 100 anos e TR 1.000 m;
- Cota Q_{MLT} m;
- Altura [m];
- Altura Incremental [m];
- Vazão de pico durante a passagem da onda [m^3/s];
- Tempo de chegada do pico da onda [00H00M];
- Tempo inundado [00H00M];
- Tempo de chegada do início da onda [00H00M]; e,
- Velocidade média da onda [km/h].

Cenário	Número do Mapa
RDC 1 – Rompimento por galgamento ou colapso da barragem, com vazão vazão decamilenar ($365 m^3/s$)	PAE-PFU-MAP01-RDC01_revB
RDC 2 – Rompimento por galgamento ou colapso da barragem em dia seco, com vazão média de longo termo ($8,30 m^3/s$)	PAE-PFU-MAP02-RDC02_revB
RDC 3 – Rompimento por galgamento ou colapso da barragem, com vazão de TR 2 anos ($63,5 m^3/s$)	PAE-PFU-MAP03-RDC03_revB

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

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

Parâmetro HxV [m^2/s]	Consequências esperadas
---------------------------	-------------------------

<0,50	Crianças e deficientes são arrastados
0,50 – 1,00	Adultos são arrastados
1,00 – 3,00	Danos de submersão em edifícios e estruturais em casas
3,00 – 7,00	Danos estruturais em edifícios e possível colapso
>7,00	Colapso de certos edifícios

Fonte: Adaptado de Synaven et al. (2000).

Cenário – Perigo Hidrodinâmico	Número do Mapa
RDC 1 – Rompimento por galgamento ou colapso da barragem, com vazão vazão decamilenar (365 m³/s)	PAE-PFU-MAP04-PER01_revB
RDC 2 – Rompimento por galgamento ou colapso da barragem em dia seco, com vazão média de longo termo (8,30 m³/s)	PAE-PFU-MAP05-PER02_revB
RDC 3 – Rompimento por galgamento ou colapso da barragem, com vazão de TR 2 anos (63,5 m³/s)	PAE-PFU-MAP06-PER03_revB

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

Tempo de Recorrência	Número do Mapa
TR 2 anos (63,5 m³/s)	PAE-PFU-MAP07-TR2_revB
TR 10 anos (120 m³/s)	PAE-PFU-MAP08-TR10_revB
TR 50 anos (177 m³/s)	PAE-PFU-MAP09-TR50_revB
TR 100 anos (202 m³/s)	PAE-PFU-MAP10-TR100_revB
TR 10.000 anos (365 m³/s)	PAE-PFU-MAP11-TR10000_revB

IX. Apêndices Externos

Documento nº PAE-PFU-DOC02_Apêndices-G-H

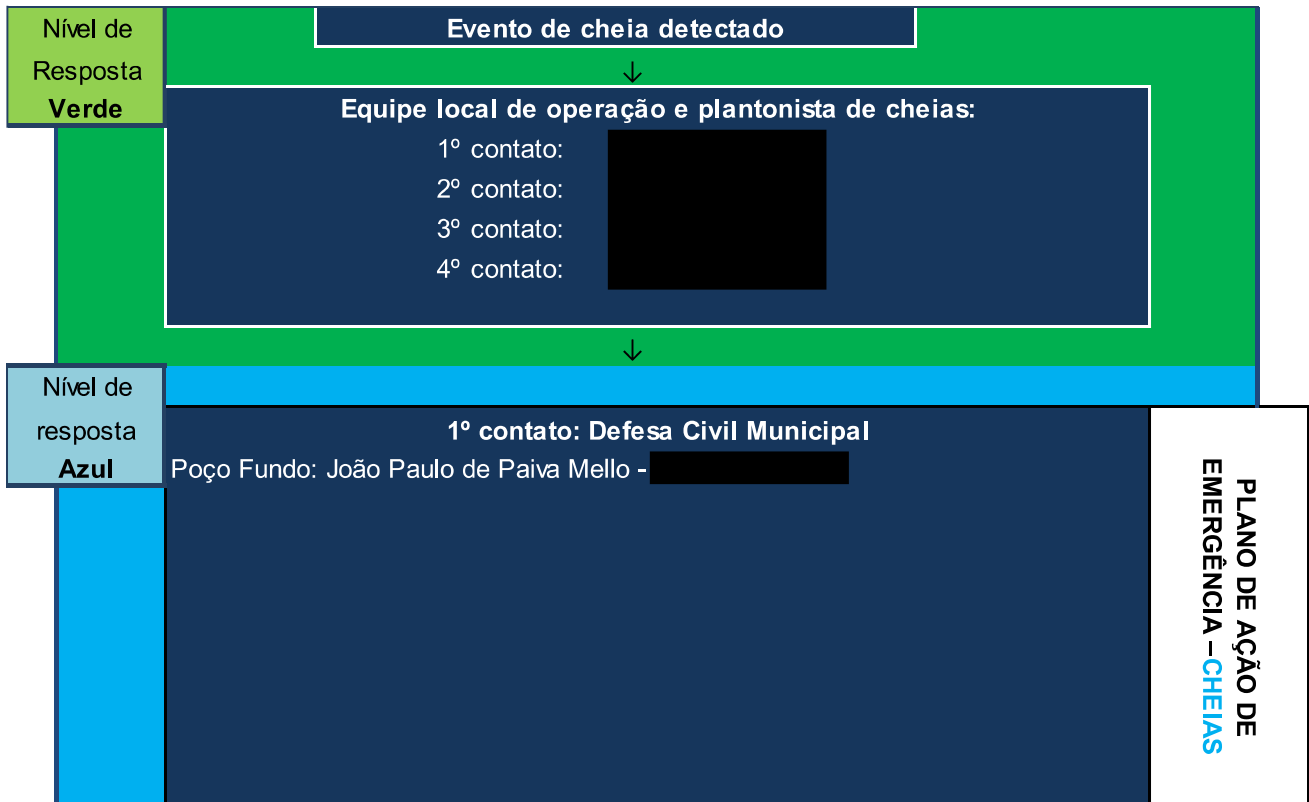
G. Controle de distribuição digital deste PAE¹

Nome do Responsável	Função/Entidade
Ivan Sérgio Carneiro	Coordenador do PAE – Cemig GT
Diego Antônio F. Balbi	Coordenador Técnico Civil – Cemig GT
William Serrano Amorim	Chefe da Equipe Local – Cemig GT
Paulo Henrique Camargos Firme	Capitão – Defesa Civil Estadual Minas Gerais
João Paulo de Paiva Mello	Coordenador – Defesa Civil Municipal Prefeitura Municipal de Poço Fundo

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

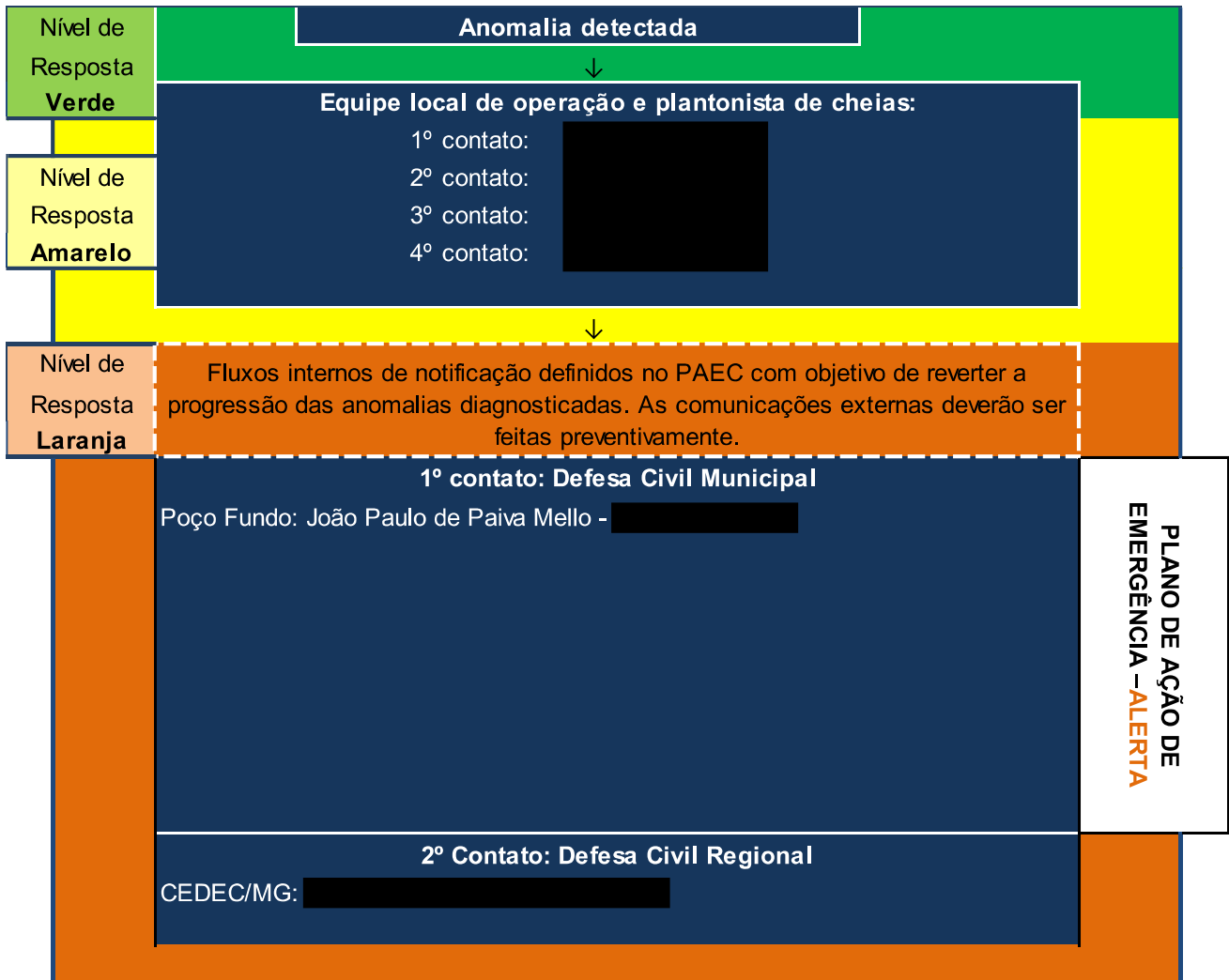
H. Plano de chamadas para notificação deste PAE

- Nível de Resposta: CHEIAS²



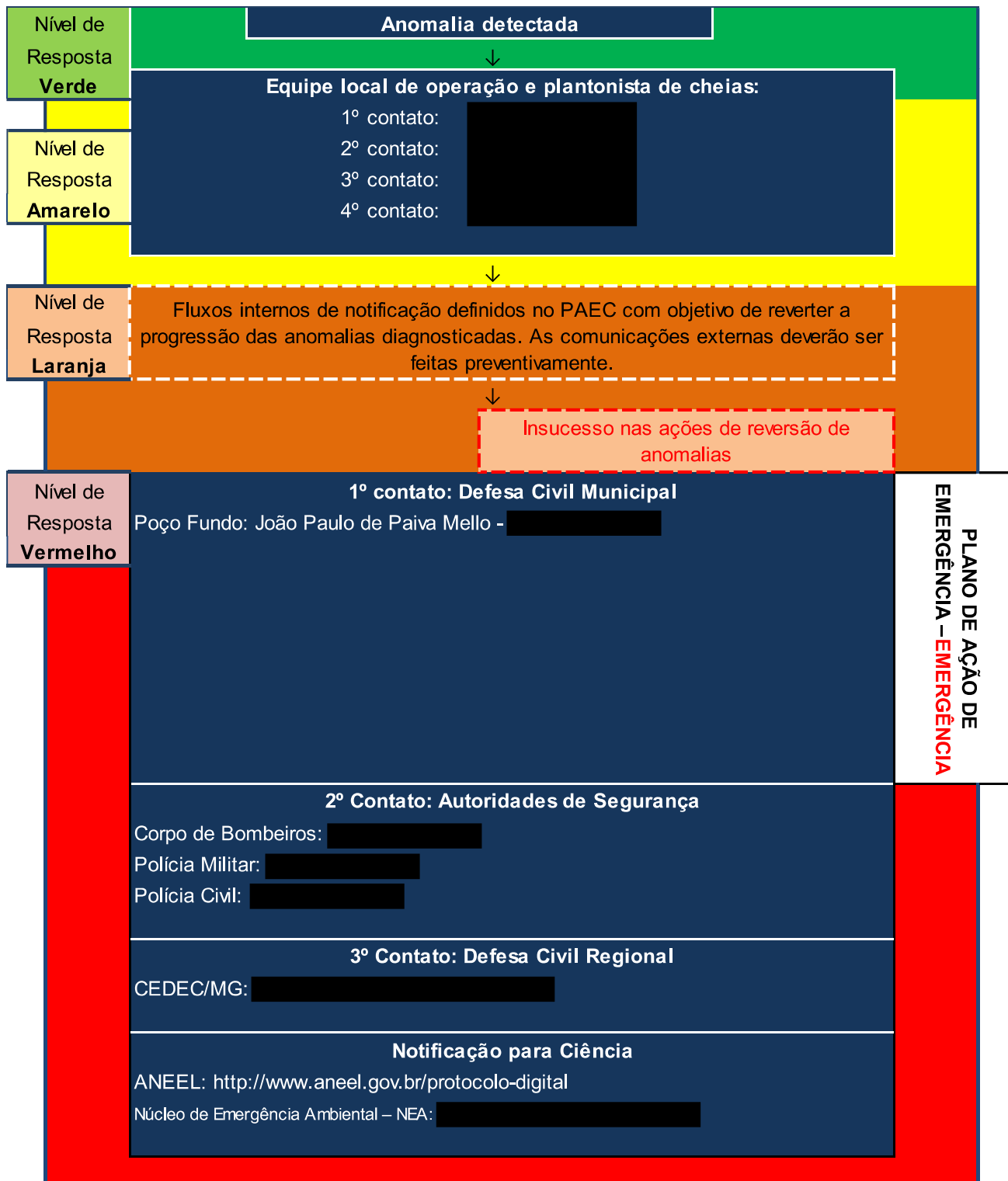
² Apêndice revisado em 20/04/2022. Este apêndice pode ter seus contatos alterados, sem que o documento do PAE Externo perca a vigência de sua revisão.

- Nível de Resposta 2: ALERTA³



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

- Nível de Resposta 3: EMERGÊNCIA⁴



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