

Barragem da UHE Cajuru



PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA – PAE EVENTOS DE CHEIAS E DE 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 - revF

Responsável pela elaboração: Cemig GT

Municípios relacionados:

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

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

Revisão	Vigência	Motivo da revisão
F	31/05/2024	Revisão em atendimento à Resolução Normativa ANEEL 1.064/2023 e Recomendações da RPS

Sumário

Sumário	2
I. Controle de revisões	4
II. Assinaturas dos responsáveis.....	5
III. Informações gerais.....	6
A. Apresentação	6
B. Objetivos do PAE	6
C. Plano de Prevenção e Resposta Civil a Potenciais Emergências em Barragens (PPRC).....	6
D. Descrição das instalações da barragem	7
E. Classificação da Barragem.....	7
F. Localização e Acesso.....	8
G. Barragens a montante e a jusante.....	9
IV. Atribuições e Responsabilidades dos Envolvidos no PAE.....	9
A. Empreendedor.....	9
B. Coordenador Executivo do PAE	9
C. Equipe técnica.....	10
D. Centro de Operação do Sistema-COS.....	11
E. Sobreaviso para Gestão de Cheias	11
F. Defesa Civil Municipal	11
V. Níveis de Acionamento do PAE e Ação de Resposta da População	12
A. Caracterização do nível CHEIAS	13
B. Caracterização do nível ALERTA	16
C. Caracterização do nível EMERGÊNCIA	17
VI. Procedimentos Preventivos e Corretivos.....	17
VII. Fluxograma de acionamento do PAE.....	24
VIII. Zona de Autossalvamento (ZAS) e Zona de Segurança Secundária (ZSS).....	25
IX. Implantação do Sistema de Comando e Operação (SCO) e do Posto de Comando (PC).....	26
X. Projeto de Integração PAE/Plancon - VAMOS	27
A. Etapa 1 – Composição do Comitê de Integração (CI).....	28
B. Etapa 2 – Plano de Trabalho	28
C. Etapa 3 – Cadastro Socioeconômico.....	29
D. Etapa 4 e 5 – Elaboração e Execução do Plano de Comunicação Externo	33
E. Etapa 6 – Plano de Evacuação: Rotas de Fuga e Pontos de Encontro.....	34
F. Etapa 7 – Revisão do PLANCON Municipal	37
G. Etapa 8 - Implementação do Sistema de Notificação.....	37
1. Alertas Segmentados em Cheias e acionamento via PROX	38
H. Etapa 9 –Treinamentos e Simulados	41
XI. Ferramenta de Gestão de Riscos - PROX	42
XII. Encerramento das operações	43
XIII. Apêndices	44
A. Fluxograma de Acionamento do PAE	45
B. Ficha Técnica da Barragem.....	46

C. Modelo de Mensagem de Notificação Padrão	47
D. Premissas e resultados dos estudos de ruptura hipotética	48
E. Tempos de chegada e pico de onda.....	57
F. Lista de mapas temáticos e manchas de inundação.....	63
G. Plano de Mitigação	65
XIV. Apêndices Externos	70
A. Controle de distribuição externa e digital	71
B. Plano de Chamadas para notificação externa	71

I. Controle de revisões

Revisão	Vigência	Motivo da revisão
A	30/04/2019	Emissão inicial
B	30/09/2019	Revisão periódica
C	01/02/2020	Revisão de informações da barragem, níveis de resposta e contatos
D	01/09/2020	Revisão de apêndices e página de assinaturas
E	20/04/2022	Revisão de apêndices e página de assinaturas
F	31/05/2024	Revisão em atendimento à Resolução Normativa ANEEL 1.064/2023 e Recomendações da RPS

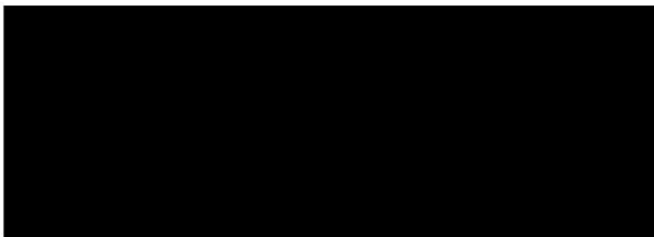
II. Assinaturas dos responsáveis



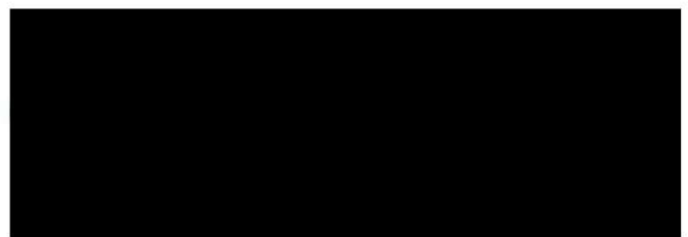
Diogo Carneiro Ribeiro Bueno Martins
Responsável Técnico pela Elaboração do PAE
CREA-MG: 163375/D



Ivan Sérgio Carneiro
Coordenador Executivo do PAE
Gerente de Planejamento Energético



Henrique Siqueira de Castro
Superintendência de Operação de Ativos da Geração
e Transmissão



Aprovado por: Marco da Camino Ancona Lopez Soligo
Vice-Presidência de Geração e Transmissão



Responsável Legal: Reynaldo Passanezi Filho
Presidência

III. Informações gerais

A. Apresentação

O Plano de Ação de Emergência – PAE é parte integrante do Plano de Segurança da Barragem – PSB e estabelecerá as ações a serem executadas pelo empreendedor da barragem, em caso de situação de emergência, bem como identificará as entidades a serem notificadas dessa ocorrência. O PAE visa o atendimento regulatório à Lei Federal de Segurança de Barragens nº 12.334/2010 e à Resolução Normativa ANEEL nº 1064/2023.

O Plano trata-se, assim, da formalização das ações externas à operação e à manutenção do empreendimento, as quais devem ser tomadas ao longo de eventuais situações de emergência. Além dos cenários hipotéticos de ruptura, serão apresentados os resultados das manchas de inundação para cheias naturais, subsidiando as ações de resposta das áreas potencialmente atingidas por inundações.

B. Objetivos do PAE

- Facilitar a comunicação entre o empreendedor e as entidades públicas;
- Apresentar os riscos mapeados a partir do estudo da onda de inundação provocada por eventual ruptura da barragem;
- Apresentar as premissas adotadas e os mapas de inundação de cada cenário simulado;
- Minimizar riscos de acidentes com pessoas, mantendo recursos humanos e materiais preparados para a resposta de emergências;
- Fornecer informações para as Defesas Civas municipais envolvidas atualizarem os Planos de Contingência de Proteção e Defesa Civil – PLANCON.

C. Plano de Prevenção e Resposta Civil a Potenciais Emergências em Barragens (PPRC)

Além das ações externas de comunicação e do mapeamento do risco apresentadas no PAE, cabe à equipe ligada à operação e manutenção da barragem a adoção de medidas de controle, prevenção e correção de vulnerabilidades.

Assim, o Plano de Prevenção e Resposta Civil a Potenciais Emergências em Barragens – PPRC é um documento interno que define procedimentos internos de comunicação e resposta civil frente às situações anormais detectadas na barragem. Trata-se de um documento da instalação, no qual se definem as ações internas do empreendedor que visam recuperar as condições de segurança estrutural e operacional da barragem.

D. Descrição das instalações da barragem¹

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, MG. A barragem acumula água para regularização do funcionamento da UHE Gafanhoto, à jusante. É composta pelas seguintes estruturas: Barragem de concreto da margem direita, Tomada D'água, Vertedouro de descarga controlada, Barragem de concreto da margem esquerda e Barragem de terra da margem esquerda, Vertedouro labirinto, conforme a Figura 1.



Figura 1 – Estruturas do Empreendimento

A Ficha Técnica da barragem pode ser consultada no anexo **B. Ficha Técnica da Barragem**.

E. Classificação da Barragem

As barragens fiscalizadas pela ANEEL serão classificadas em classes, segundo a matriz de classificação de barragens disposta na Resolução Normativa ANEEL 1.064/2023. A classificação da barragem da UHE Cajuru é apresentada na Tabela 1:

Tabela 1 - Classificação da barragem

Barragem da UHE Cajuru	
Classe da Barragem	B
Dano Potencial Associado	Alto
Categoria de Risco	Baixo

¹ Em atendimento ao art. 12, inciso I, da Lei Federal 14.066 de 30 de setembro de 2020, “descrição das instalações da barragem e das possíveis emergências”.

F. Localização e Acesso

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.

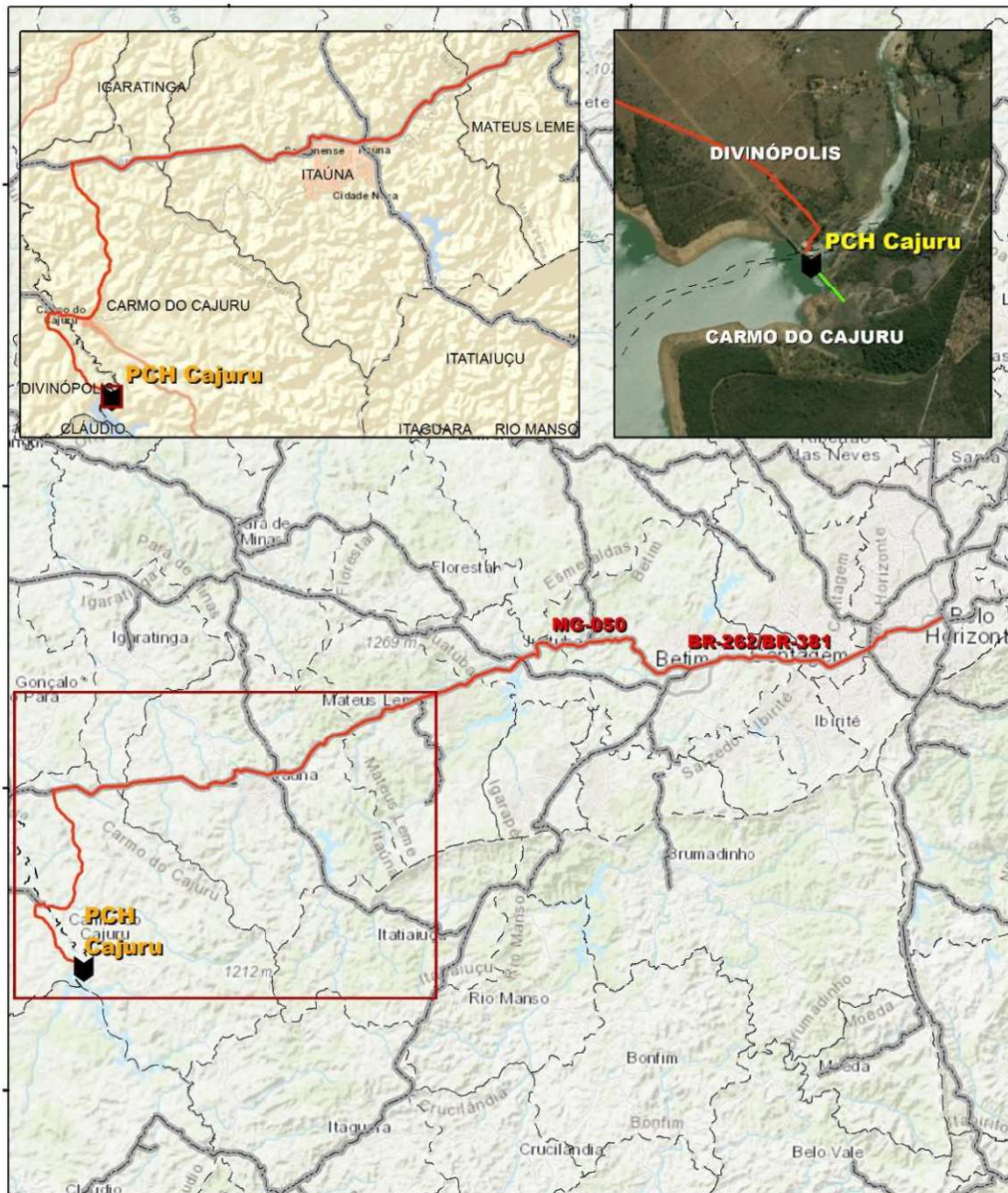


Figura 2 - Localização e acesso

G. Barragens a montante e a jusante

- A jusante: UHE Gafanhoto, situada a 22,5 km, e CGH Pitangui, situada a 80,5 km;
- A montante: barragem da PCH Dorneles, situada a 48,2 km.

IV. Atribuições e Responsabilidades dos Envolvidos no PAE²

A Cemig é a responsável pelas ações em segurança de barragens das usinas hidrelétricas e, considerando as suas equipes multidisciplinares, as atribuições e responsabilidades são:

A. Empreendedor

- Zelar pela segurança estrutural e operacional da barragem;
- Disponibilizar equipe capacitada para monitorar, operar e reparar as estruturas, quando necessário;
- Providenciar a elaboração e atualização do PAE;
- Promover treinamentos internos;
- Realizar simulados de evacuação da população residente na Zona de Autossalvamento – ZAS em conjunto com a Defesa Civil Municipal.

B. Coordenador Executivo do PAE

O **Coordenador Executivo do PAE** é responsável pelas seguintes ações:

- Acionar os níveis de segurança da barragem e executar as ações previstas no fluxograma de notificação;
- Acionar o nível cheias e executar as ações previstas no fluxograma de notificação;
- Garantir que os envolvidos no PAE sejam capacitados e treinados, assegurando o estado de prontidão;
- Dar suporte à defesa civil na integração do PAE aos Planos de Contingência Municipais (Plancons);
- Emitir declaração de início e de encerramento do nível de resposta.

As atividades de coordenação do PAE serão assumidas pelo Gerente de Planejamento Energético, que coordena a operação da usina e suas informações de contato estão descritas na Tabela 2.

Tabela 2 - Contato Coordenador do PAE

Contato de Emergência	Formas de comunicação
Coordenador do PAE:	
Ivan Sérgio Carneiro	

² Em atendimento ao art. 12, inciso V, da Lei Federal 14.066 de 30 de setembro de 2020, “atribuições e responsabilidades dos envolvidos e fluxograma de acionamento”.

Contato de Emergência	Formas de comunicação
Gerente de Planejamento Energético	

O coordenador fica lotado no escritório da Cemig em Belo Horizonte durante horário comercial (09h00 às 18h00).

C. Equipe técnica

i) Equipe técnica de segurança de barragens:

- Avaliar e classificar as emergências em potencial, de acordo com os níveis de resposta e código de cores padrão;
- Dar suporte técnico ao Supervisor da Usina, seu suplente e equipe local a fim de evitar o agravamento das anomalias;
- Elaborar e implementar o plano de ação civil para correção de anomalias.
- Mobilizar e gerenciar recursos disponíveis;
- Coordenar atividades como um todo;
- Manter o Sobreavisado para Gestão de Cheias informado em caso de anomalias que possam interferir na tomada de decisão em relação à operação do reservatório;
- Estar disponível para se deslocar para a Usina em caso de piora da situação.

ii) Coordenador técnico civil

- Avaliar e classificar as emergências em potencial, de acordo com o previsto no PPRC;
- Coordenar, mobilizar e gerenciar atividades e recursos disponíveis;
- Avaliar se as ações implementadas nas barragens foram eficazes;
- Estabelecer contato com o Coordenador Executivo do PAE, nos níveis de resposta alerta e emergência.

iii) Equipe local (técnicos, mantenedores, barrageiros, sobre avisados etc.):

- Observar e manter vigilância durante a ocorrência de anomalias ou eventos não usuais na área de segurança da barragem;
- Reportar ao supervisor da usina ou a equipe de segurança de barragens eventuais anormalidades;
- Atuar como Equipe de Apoio frente a situações de resposta a emergências;
- Operar os reservatórios durante a emergência sob a coordenação dos sobreavisados para gestão de cheias.

iv) Supervisor da usina

- Reportar à equipe de segurança de barragens ou aos sobreavisados para gestão de cheias eventuais anormalidades;

- Atuar como coordenador da Equipe de Apoio frente a situações de resposta a emergências;
- Mobilizar e gerenciar recursos disponíveis.

D. Centro de Operação do Sistema-COS

- Monitorar afluições com emissão de alertas para os sobreavisados para gestão de cheias, conforme orientação da Instrução Operativa;
- Informar à equipe local como será feita a operação dos órgãos de descarga das usinas, conforme orientação dos sobreavisados para gestão de cheias e da Instrução Operativa.

E. Sobreavisado para Gestão de Cheias

- Detectar, avaliar e declarar os níveis de segurança da barragem ou de eventos naturais de acordo com o código de cores padrão definidos no PPRC e no PAE;
- Acionar o Coordenador Executivo do PAE;
- Executar as ações descritas no PAE na ausência do Coordenador do PAE;
- Executar as ações descritas nos fluxogramas de notificação na ausência do Coordenador do PAE;
- Atuar na tomada de decisão operativa de alteração da defluência da usina e operação do reservatório.

O monitoramento e os contatos dar-se-ão de maneira remota, estando a equipe lotada na sede da Cemig, em Belo Horizonte.

Tabela 3 - Contato Sobreavisado para Gestão de Cheias

Contato de Emergência	Forma de comunicação
Equipe de engenheiros sobreavisados para gestão de cheias	

F. Defesa Civil Municipal

No âmbito da Política Nacional de Proteção e Defesa Civil – PNPDC, Lei nº 12.608/2012 alterada pela Lei nº 14.750/2023, os municípios são responsáveis por:

- Identificar e mapear as áreas de risco de desastres;
- Incorporar as ações de proteção e defesa civil no planejamento municipal;
- Produzir, em articulação com a união e os estados, alertas antecipados sobre a possibilidade de ocorrência de desastres, inclusive por meio de sirenes e mensagens via telefonia celular, para cientificar a população e orientá-la sobre padrões comportamentais a serem observados em situação de emergência;

- Manter a população informada sobre áreas de risco e ocorrência de eventos extremos, bem como sobre protocolos de prevenção e alerta e sobre as ações emergenciais em circunstâncias de desastres;
- 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;
- Organizar e administrar abrigos provisórios para assistência à população em situação de desastre, em condições adequadas de higiene e segurança;
- Prover solução de moradia temporária às famílias atingidas por desastres;
- 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.

V. Níveis de Acionamento do PAE e Ação de Resposta da População

Os níveis de acionamento do PAE são divididos em:

- Situações que podem comprometer a segurança da barragem - **Níveis de Segurança da Barragem;**
- Eventos de cheias naturais que podem trazer riscos ao vale a jusante - **Cheias.**

A Figura 3 apresenta a descrição dos níveis de acionamento do PAE e a respectiva ação de resposta da população:



Figura 3 - Níveis de acionamento do PAE e ação de resposta da população

Nos itens subsequentes são caracterizados os níveis **CHEIAS**, **ALERTA** e **EMERGÊNCIA**, os quais demandam ações externas, conforme indicado na Figura 3. Já os níveis **NORMAL** e **ATENÇÃO** não demandam ações de comunicação externa, seja à Defesa Civil do município como à população a jusante. Esses dois níveis demandam apenas ações internas, as quais estão descritas no PPRC.

A. Caracterização do nível **CHEIAS**

O nível **CHEIAS** é acionado quando **eventos hidrológicos naturais** começam a provocar **inundação** no vale a jusante, mas a ação desses eventos externos **não compromete a segurança da barragem**. O **contato de comunicação** é realizado visando dar suporte à defesa civil do município para que sejam tomadas medidas para a redução dos possíveis danos materiais e humanos em consequência do evento identificado, conforme preconizado no Plancon do município.

Em suma:

- a barragem não apresenta anomalia que comprometa a sua segurança;

- entende-se que o vale à jusante está em situação de inundação e será necessário acionar os procedimentos de comunicação externos previstos no PAE para dar suporte à atuação da defesa civil;
- pode ser necessária a comunicação e a evacuação da população a jusante, a critério da defesa civil municipal e/ou conforme estabelecido no PLANCON do município.

i) **Parâmetros de acionamento do nível CHEIAS**

A Barragem Cajuru possui um reservatório de 169,89 hm³ de capacidade de armazenamento, sendo capaz de ser utilizado para controle de cheias. Por se tratar de uma barragem com vertedouro controlado, para que haja controle sobre a vazão defluente, a previsibilidade da vazão afluyente 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**.

$$Q_r = 420 \text{ m}^3/\text{s}$$

É de suma importância que a defesa civil informe ao empreendedor no caso de alteração de risco associado à vazão de restrição mapeada.

A Figura 4 apresenta a posição dos postos de montante à UHE Cajuru que permitem o monitoramento de vazões, antecipar eventos de cheias e acompanhar o avanço de onda de ruptura. O mapa pode também ser acessado *online* pelo endereço eletrônico abaixo, arquivo denominado “Cajuru_Pontos_de_Monitoramento”:

[UHE Cajuru](#)

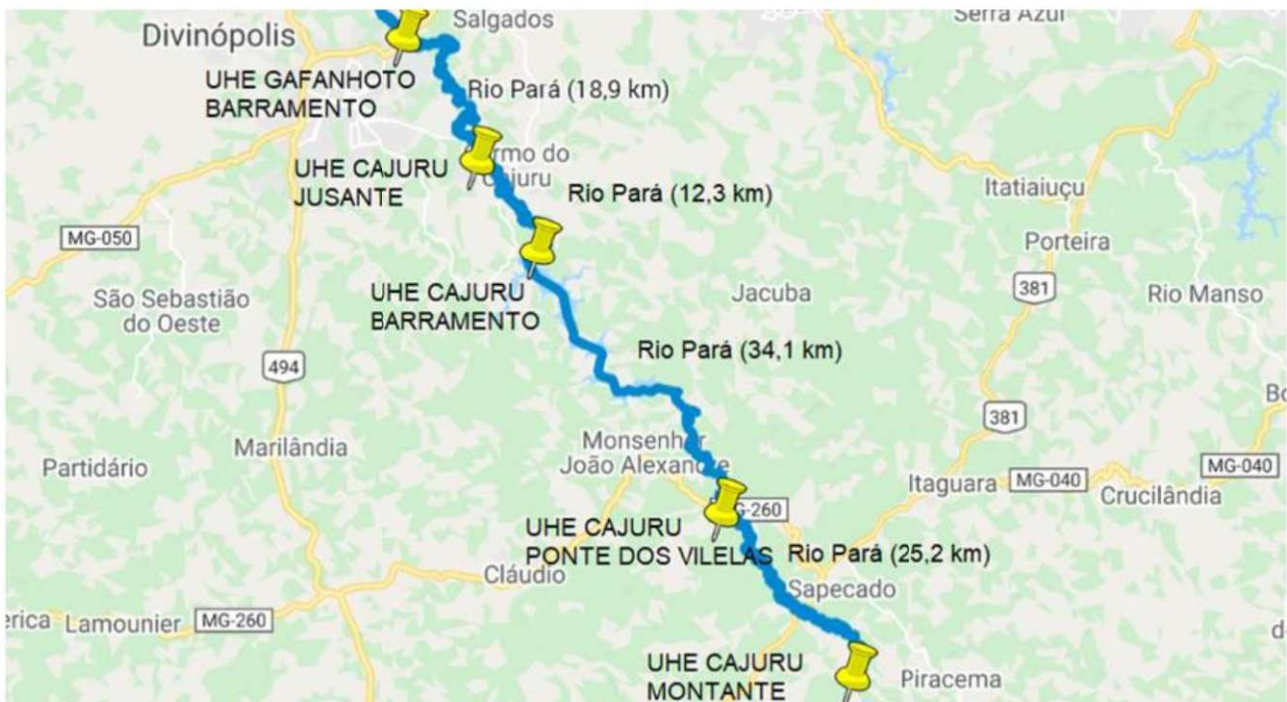


Figura 4 - Mapa de localização de estações de monitoramento.

Além dos dados operativos da UHE Cajuru serão monitorados os seguintes pontos de controle:

Tabela 4 - Postos de monitoramento da CEMIG

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 Hidro - Telemetria da Agência Nacional de Águas – ANA é possível verificar os dados em tempo real dos postos de monitoramento: <https://www.snirh.gov.br/hidrotelemetria/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. Para visualização dos dados, selecionar os postos de interesse conforme listagem abaixo.

A Figura 5 mostra um exemplo de visualização de dados no portal da ANA.

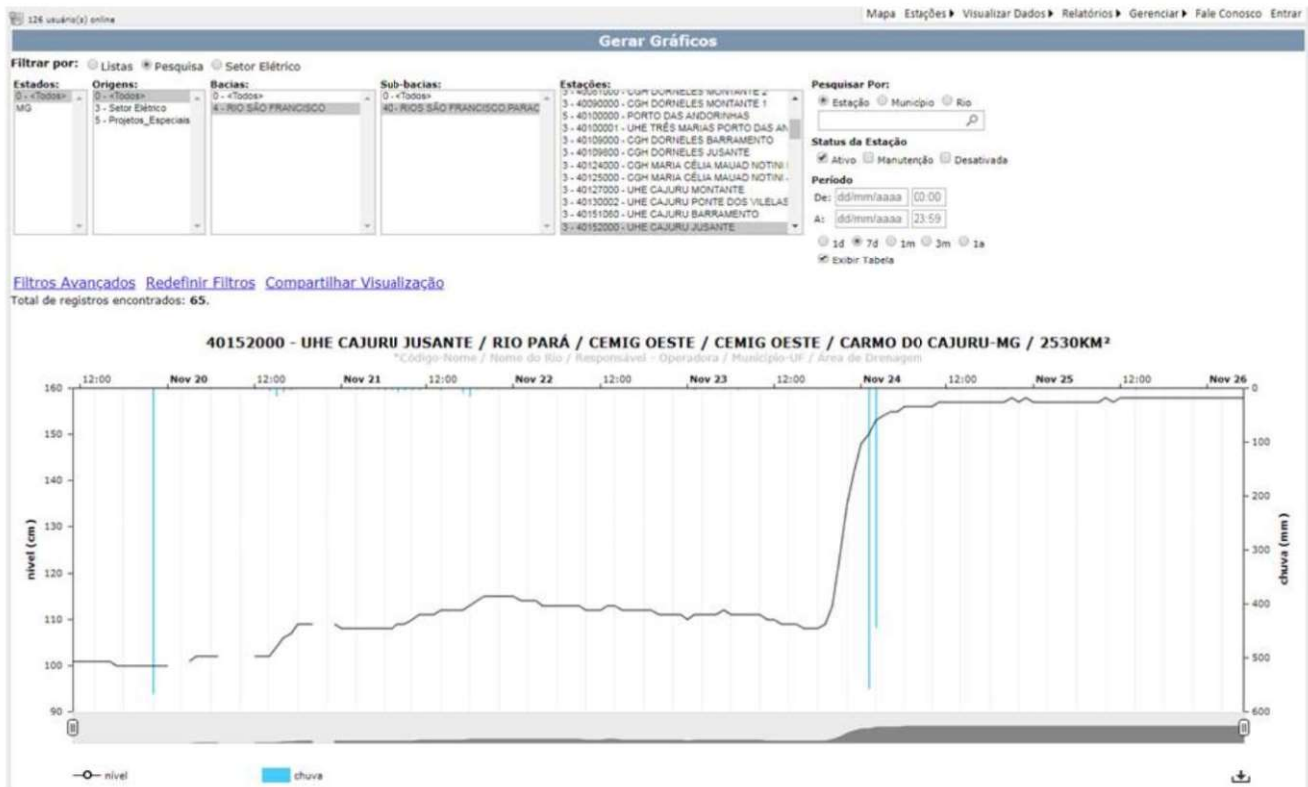


Figura 5 – Visualização do Hidro - Telemetria de dados em tempo real

Dessa forma, para possibilitar a melhor preparação possível para situações que requeiram o acionamento do nível **CHEIAS**, que ocorrem naturalmente e com frequência, são apresentadas as cartas de inundação para eventos hidrológicos (sem ruptura de barragens) no vale a jusante das barragens, correspondentes aos Tempos de Retorno (TR) de 2, 10, 50, 100, e 10.000 anos (F - Lista de mapas temáticos e manchas de inundação). A Tabela 5 apresenta o número de edificações estimadas por mancha de cheia natural para cada tempo de retorno.

Tabela 5 - Edificações estimadas das Cheias Naturais

TR (anos)	2	10	50	100	1.000
Vazão (m³/s)	303	655	1007	1159	2166
Edificações estimadas	29	291	484	568	1091

B. Caracterização do nível **ALERTA**

O nível **ALERTA** é acionado quando as **anomalias** ou **contingências** representam **risco à segurança da barragem, exigindo providências em curto prazo para manutenção das condições de segurança**. De forma a aumentar a eficiência da comunicação com as autoridades de proteção e defesas civis, em situações de nível **ALERTA** as autoridades são avisadas preventivamente.

Em suma:

- A evolução rápida de anomalias pode comprometer a segurança da barragem no curto prazo;
- São demandadas ações internas imediatas visando evitar evolução da anomalia e possível ruptura da barragem;
- **A decisão de evacuar a ZAS preventivamente será tomada em conjunto pelo Coordenador Executivo do PAE e a Defesa Civil do município.**

C. Caracterização do nível **EMERGÊNCIA**

O nível **EMERGÊNCIA** é acionado quando **há alguma fragilidade estrutural da barragem, ou seja, quando as anomalias ou contingências representam risco de ruptura iminente**, exigindo providências para prevenção e mitigação de danos humanos e materiais, devendo ser tomadas medidas para prevenção e redução dos danos materiais e humanos decorrentes do rompimento da barragem.

Em suma:

- A barragem já rompeu, está rompendo ou a ruptura é 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 em risco e será necessário acionar os procedimentos externos previstos no PAE;
- Evacuação necessária interna e externamente;
- Acionamento do Sistema de Notificação da ZAS.

Para esse nível foi possível apresentar em cartas de inundação as 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. Detalhes do estudo são apresentados no capítulo **D. Premissas e resultados dos estudos de ruptura hipotética.**

VI. Procedimentos Preventivos e Corretivos³

O sistema de monitoramento da segurança das barragens da Cemig consiste na rotina de acompanhamento das estruturas por meio da realização de inspeções visuais (rotineiras, regulares e especiais) e avaliação da instrumentação instalada no barramento e estruturas associadas. Tais atividades permitem a identificação de possíveis anomalias/ocorrências que possam causar algum risco estrutural. A partir da análise das informações do monitoramento e identificação das anomalias

³ Em atendimento ao art. 12, incisos II e III, da Lei Federal 14.066 de 30 de setembro de 2020, “procedimentos para identificação e notificação de mau funcionamento, de condições potenciais de ruptura da barragem [...]” e “procedimentos preventivos e corretivos e ações de resposta [...]”

é possível classificar o nível de segurança da barragem⁴. A Tabela 6 faz parte do PPRC e traz as possíveis situações de emergência e os respectivos níveis de segurança a elas associados.

Tabela 6 – Classificação dos níveis de segurança da barragem por evento ou anomalia

ESTRUTURA/EVENTO	ANOMALIA OU EVENTO EXTERNO	SITUAÇÃO		NÍVEL DE RESPOSTA
Cheias (Atingindo a Barragem de Terra da Ombreira Esquerda)	Vazão Afluente > Vazão Defluente (Turbinada + Vertida)	Atingindo o Coroamento da Barragem de Terra:	<i>Em caso de falhas pontuais em dispositivos extravasores ou detecção de anomalias associadas ao vertimento com condições hidrológicas favoráveis.</i>	Atenção (risco de galgamento)
			<i>Em caso de falhas generalizadas em dispositivos extravasores ou detecção de anomalias associadas ao vertimento com condições hidrológicas desfavoráveis.</i>	Alerta (galgamento iniciado)
		Ultrapassando o Coroamento da Barragem de Terra.		Emergência (galgamento iniciado)
Barragem de Terra e/ou de Concreto	Trincas Transversais/ Longitudinais	Trincas pré-existentes, monitoradas e documentadas ou trincas superficiais identificadas pela primeira vez.		Normal
		Aumento súbito * das trincas pré-existentes.	Trincas profundas* identificadas pela primeira vez.	Atenção
	Trincas Transversais	Com indicação de conexão com o reservatório (trinca passante).		Alerta
	Desalinhamento ou recalque diferencial	Anomalia já identificada, monitorada, sem evolução ou perda de borda livre.		Normal
		Anomalia identificada pela primeira vez*.	Aumento súbito* ou tendência de aumento e movimentação em desalinhamento.	Atenção
Interface Blocos/Ombreiras	Surgência/Área úmida	Vazão descontrolada com fluxo concentrado no contato/interface com estrutura de concreto.	Atenção (fora ou na época de cheias com cenário hidrológico favorável)	Alerta (na época de cheias com cenário hidrológico desfavorável)

⁴ Em atendimento ao art. 12, incisos X, da Lei Federal 14.066 de 30 de setembro de 2020, “sistema de monitoramento e controle de estabilidade da barragem integrado aos procedimentos emergenciais”.

*Conforme análise de engenharia.

ESTRUTURA/EVENTO	ANOMALIA OU EVENTO EXTERNO	SITUAÇÃO		NÍVEL DE RESPOSTA
Barragem de Concreto	<i>Ruptura de bloco de concreto</i>	Surgimento de pontos de ruptura no concreto sem indícios de movimentação da estrutura e vertimento.		Normal
		Surgimento de pontos de ruptura no concreto com indícios de movimentação da estrutura e/ou vertimento de vazão.	Atenção <i>(fora ou na época de cheias com cenário hidrológico favorável)</i>	Alerta <i>(na época de cheias com cenário hidrológico desfavorável)</i>
Barragem de Terra	<i>Escorregamento, abatimento ou depressão</i>	Anomalia com perda de borda livre durante o período chuvoso, podendo levar ao galgamento.	Atenção <i>(fora ou na época de cheias com cenário hidrológico favorável)</i>	Alerta <i>(na época de cheias com cenário hidrológico desfavorável)</i>
		Anomalia associada à surgência com carreamento de material ou perda de material excessiva*.	Atenção <i>(fora ou na época de cheias com cenário hidrológico favorável)</i>	Alerta <i>(na época de cheias com cenário hidrológico desfavorável)</i>
Barragem de Terra	<i>Alteração na Drenagem interna</i>	Surgência d'água sem carreamento de partículas.		Normal
		Indicativo de fluxo preferencial criado por vegetação e/ou animais.		
		Vazão descontrolada com fluxo concentrado no contato/interface com estrutura de concreto.		Alerta
		Anomalia associada com carreamento de material ou perda de material considerável*.	Atenção <i>(fora ou na época de cheias com cenário hidrológico favorável)</i>	Alerta <i>(na época de cheias com cenário hidrológico desfavorável)</i>
Barragem de Terra	<i>Surgências, Buracos, Subsidências ou "Sinkholes"</i>	Obstrução do perfil vertente por acúmulo de detritos e vegetação flutuante, com redução da capacidade vertente.	Atenção <i>(fora ou na época de cheias com cenário hidrológico favorável)</i>	Alerta <i>(na época de cheias com cenário hidrológico desfavorável)</i>
Vertedouro Controlado	<i>Deterioração Crista/ Perfil Vertente</i>	Processo de cavitação iniciado ou já em progresso.	Normal <i>(fora ou na época de cheias com cenário hidrológico favorável)</i>	Atenção <i>(na época de cheias com cenário hidrológico desfavorável)</i>

*Conforme análise de engenharia.

ESTRUTURA/EVENTO	ANOMALIA OU EVENTO EXTERNO	SITUAÇÃO		NÍVEL DE RESPOSTA
		Piora considerável* no processo erosivo na calha do vertedouro.	Atenção <i>(fora ou na época de cheias com cenário hidrológico favorável)</i>	Alerta <i>(na época de cheias com cenário hidrológico desfavorável)</i>
	<i>Deterioração Crista/ Perfil Vertente</i>	Movimentação da laje/muros ou deslocamento que tendência de agravamento no caso de necessidade de vertimento pela estrutura.	Atenção <i>(fora ou na época de cheias com cenário hidrológico favorável)</i>	Alerta <i>(na época de cheias com cenário hidrológico desfavorável)</i>
Vertedouro Controlado	<i>Deterioração da Bacia de Dissipação</i>	Erosão no pé da estrutura, podendo acarretar erosão regressiva sob a calha.	Normal <i>(fora ou na época de cheias com cenário hidrológico favorável)</i>	Atenção <i>(na época de cheias com cenário hidrológico desfavorável)</i>
		Erosão de grande porte da rocha de fundação no pé da estrutura de concreto, com tendência de perda de estabilidade.	Atenção <i>(fora ou na época de cheias com cenário hidrológico favorável)</i>	Alerta <i>(na época de cheias com cenário hidrológico desfavorável)</i>
Vertedouro Controlado	<i>Funcionamento anormal das Comportas</i>	Obstrução devido a árvores vegetação flutuante, barcos, balsas, etc.	Normal <i>(fora ou na época de cheias com cenário hidrológico favorável)</i>	Atenção <i>(na época de cheias com cenário hidrológico desfavorável)</i>
		Dano à Estrutura Vertente causado por impactos de troncos, embarcações etc.	Normal <i>(fora ou na época de cheias com cenário hidrológico favorável)</i>	Atenção <i>(na época de cheias com cenário hidrológico desfavorável)</i>
		Falha parcial nas comportas (não operacionalidade das comportas, vandalismo, falha de energia, ausência de alimentação de redundância).	Normal <i>(fora ou na época de cheias com cenário hidrológico favorável)</i>	Atenção <i>(na época de cheias com cenário hidrológico desfavorável)</i>
Vertedouro Controlado	<i>Funcionamento anormal das Comportas</i>	Falha total das comportas (não operacionalidade das comportas, vandalismo, falha de energia, ausência de alimentação de redundância).	<i>Tempo estimado para ocorrer o galgamento é longo</i>	Atenção <i>(na época de cheias com cenário hidrológico desfavorável)</i>
			<i>Tempo estimado para ocorrer o galgamento é curto</i>	Alerta <i>(na época de cheias com cenário hidrológico desfavorável)</i>
	<i>Funcionamento</i>	Ruptura da comporta do	<i>Sem esvaziamento</i>	Atenção

ESTRUTURA/EVENTO	ANOMALIA OU EVENTO EXTERNO	SITUAÇÃO		NÍVEL DE RESPOSTA
	<i>anormal das Comportas</i>	Vertedouro Controlado ou perda do dispositivo extravasor.	<i>do reservatório</i>	Alerta
			<i>Com esvaziamento do reservatório</i>	
	<i>Redução da Capacidade Vertente</i>	Obstrução devido a árvores ou vegetação flutuante. Dano à Estrutura Vertente causado por impactos de troncos, embarcações etc.	Normal <i>(fora ou na época de cheias com cenário hidrológico favorável)</i>	Atenção <i>(na época de cheias com cenário hidrológico desfavorável)</i>
Reservatório	<i>Deslizamento de taludes</i>	Deslizamentos de taludes do reservatório, provocando obstrução do vertedouro e geração de ondas a montante.		Normal <i>(sem possibilidade de galgamento)</i>
		Geração de ondas anormais a montante.		Atenção <i>(com possibilidade de galgamento, mas sem ser iminente)</i>
		Possibilidade ou deslizamentos rápidos ou repentinos de taludes do reservatório, provocando ondas anormais.		Alerta <i>(possibilidade de galgamento e formação de brecha)</i>
	<i>Vórtice</i>	Ocorrência de vórtice ("redemoinho") no reservatório, próximo ao barramento, podendo indicar fuga d'água em caminho preferencial pelo barramento.		Atenção
Sabotagem ou vandalismo	Bomba detonada que possa resultar em danos à barragem ou estruturas associadas. Danos que podem resultar em descarga incontrolável de água.		Normal <i>(sem consequências)</i>	
			Atenção <i>(pode afetar a operacionalidade)</i>	
			Alerta <i>(afeta a segurança da barragem)</i>	
Ruptura da Barragem	Brecha de ruptura já estabelecida.		Emergência	

Vale salientar que, cabe à Equipe Técnica de Segurança de Barragens analisar toda a complexidade do evento (condições meteorológicas, condições de acesso ao barramento, histórico da barragem etc.) e, caso julgue pertinente, classificar a situação com um nível que pode diferir do indicado pelo quadro.

- A Rompimento por erosão interna da barragem de Terra da Margem Esquerda ou na interface com estrutura de concreto durante evento hidrológico decamilenar;

- Rompimento da estrutura do Vertedouro em 3 (três) cenários: vertendo a vazão decamilenar, vertendo a vazão de TR 10 anos e vertendo a vazão média de longo termo.

Tabela 7 indicam as ações⁷ preventivas e corretivas possíveis para cada ocorrência excepcional por nível que devem ser seguidas pelas equipes envolvidas na gestão da segurança.

O modo de ruptura descrito a seguir foi definido como mais provável, de acordo com as orientações do Estudo de *Dam Break* e da UHE Cajuru que indicaram os seguintes cenários:

- Rompimento por erosão interna da barragem de Terra da Margem Esquerda ou na interface com estrutura de concreto durante evento hidrológico decamilenar;
- Rompimento da estrutura do Vertedouro em 3 (três) cenários: vertendo a vazão decamilenar, vertendo a vazão de TR 10 anos e vertendo a vazão média de longo termo.

⁷As ações atribuídas a cada nível têm natureza cumulativa, ou seja, na ocorrência do nível emergência, as ações do nível atenção e alerta já devem ter sido esgotadas, bem como na ocorrência do nível alerta, as ações do nível atenção já devem ter sido esgotadas e assim por diante.

Tabela 7 - Correção e Prevenção por Nível de Resposta

	NÍVEL DE RESPOSTA	MEDIDAS POSSÍVEIS A ADOTAR	EQUIPES RELACIONADAS
ROMPIMENTO POR EROSÃO INTERNA	ATENÇÃO	<p>Manter rotinas de inspeções e acompanhar a evolução da anomalia.</p> <p>Intensificar a leitura de instrumentação da barragem.</p> <p>Contatar o Sobreavisado para Gestão de Cheias informando a situação e solicitar, se necessário, que o vertimento e a geração sejam maximizados, para controle do nível do reservatório.</p> <p>Se necessário, proteger o pé de jusante da barragem, evitando processos erosivos com a elevação do nível de jusante.</p> <p>Propor e coordenar a execução de soluções de engenharia para evitar a progressão da anomalia na região como: <i>construção de filtro invertido, dique circular, poços de alívio e lançamento de material no reservatório.</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Equipe Técnica de Segurança de Barragens; ✓ Leituristas; ✓ Equipe Local.
	ALERTA	<p>Intensificar rotinas de inspeções e acompanhar vazão e a perda de material na região.</p> <p>Solicitar ao Sobreavisado para Gestão de Cheias que o reservatório seja rebaixado até a cota que a anomalia está progredindo.</p> <p>Solicitar que o Plantonista estabeleça contato com a PCH Gafanhoto informando sobre a situação e pedir que o reservatório seja rebaixado, prevendo um volume de espera, evitando uma possível ruptura em cascata.</p> <p>Se necessário, providenciar a abertura de canal lateral (vertedouro de emergência) para auxiliar no rebaixamento mais rápido do vertedouro.</p> <p>Lançar materiais à montante na cota aproximada da anomalia, com o objetivo de selar a surgência e evitar a perda de material da barragem.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Equipe Local; ✓ Coordenador Técnico Civil; ✓ Equipe técnica de Segurança de Barragens; ✓ Sobreavisado Para Gestão De Cheias ✓ COS; ✓ Coordenador Executivo Do PAE.
	EMERGÊNCIA	<p>Acionar imediatamente o Coordenador Executivo do PAE.</p> <p>Suspender todas as atividades de vigilância e inspeção no interior e nas proximidades da barragem e evacuar imediatamente.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Coordenador Técnico Civil; ✓ Coordenador Executivo Do PAE.

	NÍVEL DE RESPOSTA	MEDIDAS POSSÍVEIS A ADOTAR	EQUIPES RELACIONADAS
ROMPIMENTO DA ESTRUTURA DO VERTEDEIRO	ATENÇÃO	<p>Manter rotinas de inspeções e acompanhar a evolução da anomalia.</p> <p>Contatar o Sobreavisado para Gestão de Cheias informando a situação e solicitar, se necessário, que a geração seja maximizada, além da abertura dos dispositivos adicionais de extravasão para controle do nível do reservatório.</p> <p>Propor soluções de engenharia para estabilizar a barragem aumentando o seu peso como: <i>injeções pontuais nos pontos de ruptura no concreto; atirantamento da estrutura e de blocos e novas concretagens alterando a geometria da barragem.</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Equipe técnica de Segurança de Barragens; ✓ Leituristas; ✓ Equipe Local.
	ALERTA	<p>Intensificar rotinas de inspeções e acompanhar sinais de evolução da anomalia.</p> <p>Se necessário, providenciar a abertura de canal lateral (vertedouro de emergência) para auxiliar no rebaixamento mais rápido do reservatório.</p> <p>Solicitar que o Plantonista estabeleça contato com a PCH Gafanhoto informando sobre a situação e pedir que o reservatório seja rebaixado, prevendo um volume de espera, evitando uma possível ruptura em cascata.</p> <p>Propor soluções de engenharia emergenciais para diminuir o peso da coluna de água que chega no barramento como: <i>demolição parcial do vertedouro; ruptura controlada de parte da ombreira.</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Equipe Local; ✓ Coordenador Técnico Civil; ✓ Equipe técnica de Segurança de Barragens; ✓ Sobreavisado Para Gestão De Cheias ✓ COS; ✓ Coordenador Executivo Do PAE.
	EMERGÊNCIA	<p>Acionar imediatamente o Coordenador Executivo do PAE.</p> <p>Suspender todas as atividades de vigilância e inspeção no interior e nas proximidades da barragem e evacuar imediatamente.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Coordenador Técnico Civil; ✓ Coordenador Executivo Do PAE.

VII. Fluxograma de acionamento do PAE⁸

O Anexo A - Fluxograma de Acionamento do PAE apresenta os fluxos de acionamento do PAE para os níveis de segurança da barragem **ALERTA** e **EMERGÊNCIA** e para o nível **CHEIAS**. O fluxograma apresenta as atribuições das equipes internas da Cemig durante o acionamento do PAE, assim como os meios de comunicação a serem utilizados externamente.

⁸ Em atendimento ao art. 12, inciso V, da Lei Federal 14.066 de 30 de setembro de 2020, "atribuições e responsabilidades dos envolvidos e fluxograma de acionamento".

Nos **Apêndices Externos** são apresentados o **Controle de distribuição externa e digital** do PAE e **Plano de Chamadas para notificação externa** contendo os contatos para notificação de acordo com o fluxograma de acionamento do PAE.

Os contatos serão atualizados conforme haja alterações na composição das estruturas externas, consistindo, no entanto, em um documento digital separado. É de suma importância que as defesas civis informem à Cemig caso haja alteração dos contatos contantes no Plano de Chamadas.

No Apêndice B encontra-se a “Mensagem de Notificação Padrão” que deverá ser utilizada para formalizar o acionamento dos níveis **ALERTA** e **EMERGÊNCIA** no âmbito externo.

VIII. Zona de Autossalvamento (ZAS) e Zona de Segurança Secundária (ZSS)⁹

O reservatório da UHE Cajuru possui dimensões consideráveis, com capacidade de armazenamento de 169,89 hm³, que, em caso de ruptura, seriam em grande parte liberados, provocando significativo aumento da vazão e inundações no vale a jusante.

Em todos os cenários simulados o armazenamento do reservatório sempre estará próximo a sua capacidade máxima (*maximorum* para cenário chuvoso e normal para cenário seco), produzindo então uma mancha de inundação hipotética majorada em relação à situação mais comum de operação.

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 agentes de proteção e defesa civil, em caso de uma eventual ruptura. A ZAS deve ser definida em articulação com os órgãos de proteção e defesa civil, contemplando no mínimo a distância que corresponde ao tempo de chegada da onda de inundação no decorrer de trinta minutos ou dez quilômetros.

Para a UHE Cajuru, considerando-se o pior cenário de ruptura, adotou-se uma ZAS de 13 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 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.

⁹ Em atendimento ao art. 12, inciso VIII, da Lei Federal 14.066 de 30 de setembro de 2020, “VIII - delimitação da Zona de Autossalvamento (ZAS) e da Zona de Segurança Secundária (ZSS), [...]”.

Para a UHE Cajuru adotou-se uma **ZAS de 13 km** a jusante.

Sendo assim, a resolução também define que o trecho constante do mapa de inundação não definido como ZAS como sendo a **Zona de Segurança Secundária (ZSS)**. Os mapas de inundação são listados **no Anexo F**.

No capítulo **X, Etapa 3 – Cadastro Socioeconômico**, é apresentada a descrição e localização das populações e infraestruturas da ZAS de modo a permitir ao sistema de defesa civil a sua informação detalhada, de acordo com as necessidades e o dano potencial envolvido.

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

O Sistema de Comando em Operações (SCO) é uma ferramenta gerencial para comandar, controlar e coordenar as operações de resposta em situações críticas, fornecendo um meio de articular os esforços de agências individuais quando elas atuam com o objetivo comum de estabilizar uma situação crítica e proteger vidas, propriedades e o meio ambiente.

O Sistema de Comando e Operação (SCO) deverá ser instaurado assim que o nível **EMERGÊNCIA** for acionado. Inicialmente será constituído pelos agentes internos passando a integrar, também, os agentes externos. No SCO ocorrerá a coordenação e a deliberação das ações de resposta requeridas, onde serão centralizadas as informações coletadas em campo, sendo providenciados os recursos necessários, sejam eles humanos e/ou materiais, para atendimento à situação de emergência.

Os exercícios simulados de mesa (*tabletop*) visam construir a:

- Composição do SCO (quem o compõe);
- Organograma (atividades de cada membro);
- Ambiente de registro e controle de atividades e recursos;
- Local para instaurar o Posto de Comando.

Os simulados devem alimentar este capítulo do PAE, subsidiando sua revisão. O SCO deverá manter-se atuante durante todo o período demandado à realização das ações de socorro e de assistência às pessoas atingidas. Cabe ao Coordenador Executivo do PAE, em conjunto com os órgãos de proteção e defesa civil deliberarem sobre o encerramento do SCO.

O Local do Posto de Comando (PC) sugerido para a ZAS da UHE Cajuru é na sede da Defesa Civil de Carmo do Cajuru-MG (Figura 6). Vale salientar que, o local sugerido pela CEMIG para instaurar o Posto de Comando poderá ser alterado conforme as necessidades identificadas durante a situação de emergência ou por solicitação dos agentes externos de proteção e defesa civil.

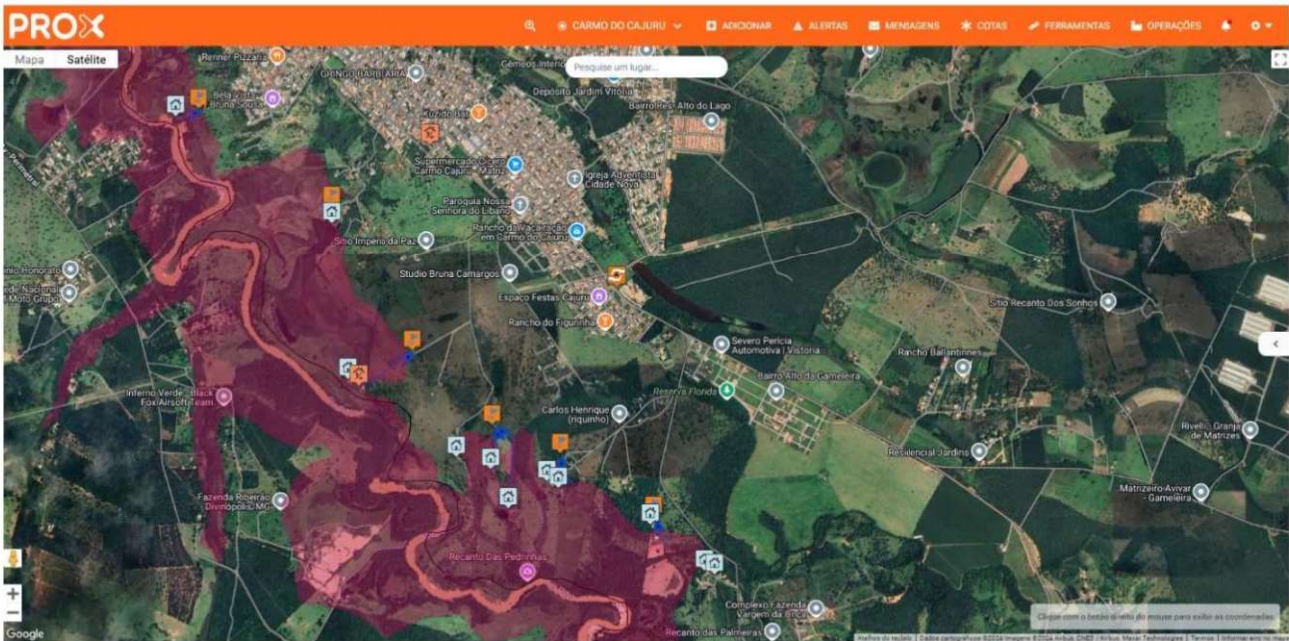


Figura 6 - Localização do Posto de Comando

X. Projeto de Integração PAE/Plancon - VAMOS¹⁰

O Projeto VAMOS, cuja sigla significa “Vigilância, Atenção, Mobilização, Organização e Salvamento” (Figura 7), tem o objetivo de operacionalizar e integrar os PAEs das barragens da CEMIG aos Plancons dos municípios da ZAS. O VAMOS vem para centralizar as ações e diferenciar o relacionamento com as comunidades a jusante das barragens, no cumprimento das ações regulatórias, preparação para a realização de simulados de evacuação na ZAS e, principalmente, na conscientização quanto à cultura de prevenção de riscos de todos os envolvidos.



Figura 7 – VAMOS: Projeto de Integração PAE/PLANCON

¹⁰ Em atendimento ao art. 13, § 10, da Resolução Normativa ANEEL 1.064/2023, “O empreendedor deverá articular-se com os órgãos de proteção e defesa civil municipais e estaduais para promover e operacionalizar os procedimentos emergenciais constantes do PAE”.

Na Figura 8 são apresentadas as etapas de integração do PAE ao Plancon, as quais são detalhadas no Relatório de Integração PAE/Plancon, documento elaborado pela Cemig que compila todas as evidências das ações realizadas e os relatórios elaborados por consultoria especializada. O relatório de integração é disponibilizado à ANEEL para fins de fiscalização e disponibilizado às defesas civis municipais, quando solicitado.



Figura 8 - Etapas de Integração PAE/PLANCON

A. Etapa 1 – Composição do Comitê de Integração (CI)

Objetivo: assegurar as ações coordenadas entre os diversos atores envolvidos na integração do PAE ao Plancon, acompanhar as atividades estabelecidas no projeto VAMOS, definir as responsabilidades de cada ator e validar o cronograma proposto.

Composição:

- Representantes da Cemig
- Defesa Civil Municipal
- Defesa Civil Estadual/Regional
- Corpo de Bombeiros
- Empreendedores de barragens a jusante
- Líderes comunitários
- Outros agentes que tenham sinergia com a ZAS

O CI é instaurado por meio de um Termo de Formalização assinado pelos integrantes. A Cemig realiza reuniões periódicas em que os registros e evidências (ofícios, lista de presenças, atas) das tratativas estão presentes no Relatório de Integração PAE/Plancon.

B. Etapa 2 – Plano de Trabalho

O Plano de Trabalho foi discutido e elaborado em conjunto com o Comitê de Integração. O cronograma apresentado na Tabela 8 foi validado pelas defesas civis por meio de assinatura de um Termo de Concordância.

Tabela 8 - Plano de Trabalho do Projeto de Integração PAE/Plancon - VAMOS

Atividade	Data	Situação
Composição do CI	Mai/22	Realizado
Cadastro Socioeconômico	Mai/24	Realizado
Plano de Evacuação	Jul/24	Realizado
Plano de Comunicação	Nov/23	Realizado
Treinamentos e Simulado	2024	Programado
Sistema de Notificação - DIN	2024	Finalizado
Revisão e Atualização do Plancon	2024	Programado

C. Etapa 3 – Cadastro Socioeconômico¹¹

Durante os meses de **outubro a novembro de 2022** foi realizada a primeira campanha de levantamento cadastral das propriedades e das pessoas que residem a jusante da UHE Cajuru. Entre **abril e maio de 2024** foi realizada a segunda campanha de cadastro com o mapeamento atualizado da população existente na ZAS.

Atualização do cadastro: identificação de vulnerabilidades sociais, cadastro de animais domésticos, animais de criação/produção, de edifícios comerciais e públicos, do patrimônio cultural e estruturas que exercem atividades sensíveis (hospitais, unidades de saúde, escola, ginásio, entre outros).

Para UHE Cajuru foram feitos **560 registros de fichas de cadastro**. Esses questionários são divididos em: “Residencial”, “Estruturas Anexas”, “Comercial”, “Fauna Pecuária” e “Não realizado” (“Em construção”, “Aluga-se ou Vende-se” e “Vazio ou Abandonado”, “Não atendimento” e “Recusa”. A quantificação de cada ficha de cadastro é apresentada na Tabela 9.

Tabela 9 - Número de questionários aplicados (fonte: Relatório de Cadastro, HIDROBR).

Ficha de cadastro	Quantidade		Percentual (%)	Quantidade	Percentual (%)
	Carmo do Cajuru	Divinópolis			
Residencial	296	36	59,3	483	86,3
Estrutura Anexa	1	2	0,5		
Comercial	53	2	9,8		
Fauna Pecuária	7	8	2,7		
Em Construção	21	1	3,9		
Aluga-se ou Vende-se	7	0	1,3		

¹¹ Em atendimento ao art. 12, inciso IX, da Lei Federal 14.066 de 30 de setembro de 2020, “levantamento cadastral e mapeamento atualizado da população existente na ZAS, incluindo a identificação de vulnerabilidades sociais”.

Ficha de cadastro	Quantidade			Quantidade	Percentual (%)
	Carmo do Cajuru	Divinópolis	Percentual (%)		
Vazio ou Abandonado	45	4	8,8	77	13,8
Não Atendimento	52	23	13,4		
Recusa	2	0	0,4		
Total	560		100	560	100

i) População

A Tabela 10 apresenta as informações do quantitativo de pessoas na ZAS.

Tabela 10 - Quantitativo de pessoas (fonte: Relatório de Cadastro, HIDROBR)

População	Tipo	Quantidade	Percentual (%)
Proprietários	Fixa	350	15,2
Moradores		534	23,2
Funcionários		296	12,9
Proprietário Temporário	Flutuante	30	1,3
Morador Temporário		16	0,7
Flutuante (Lotação máxima)		1072	46,6
Total	-	2298	100

A ZAS consta com um total de **1180 população fixa** e **1118 de população flutuante**.

ii) Domiciliar

Para as residências, foram coletadas as seguintes informações dos moradores: faixa etária, escolaridade, alfabetização; além dos dados do local da residência: zona, abastecimento de água, esgotamento sanitário, energia elétrica, internet, cobertura do sinal telefônico, coleta de lixo, condição de acesso, ocupação do domicílio e de veículos na residência.

iii) Comércio

Para as edificações comerciais, o cadastro é realizado a partir da coleta do tipo de edificação, zona, abastecimento de água, energia elétrica, internet, cobertura do sinal telefônico, condição de acesso, veículos na economia, população permanente e flutuante, faixa etária da população permanente, escolaridade e alfabetização do proprietário e/ou responsável.

Quanto aos **estabelecimentos comerciais** levantados, foram cadastrados **54 estabelecimentos** na ZAS.

iv) Fauna

Para a fauna, foram cadastrados os animais domésticos, associados aos seus proprietários e imóveis e a fauna pecuária (animais de produção), considerando a localização e endereço do empreendimento,

constando os dados do proprietário ou responsável pela pecuária e o quantitativo de animais e sua descrição. Na Tabela 11 estão os resultados do cadastro dos animais domésticos e na Tabela 12 de fauna pecuária.

Tabela 11 – Cadastro animais domésticos (fonte: Relatório de Cadastro, HIDROBR)

Animais domésticos	Quantidade	Percentual (%)
Cachorros	359	22,6
Gatos	145	9,1
Outros	1088	68,3
Total	1592	100

Tabela 12 – Cadastro fauna pecuária (fonte: Relatório de Cadastro, HIDROBR)

Fauna pecuária	Quantidade	Percentual (%)
Vacas e Bois	597	68,4
Porcos	103	11,8
Frangos, perus, patos e outras aves	156	17,9
Ovelhas e carneiros	0	0,0
Cabras e bodes	0	0,0
Cavalos e éguas	17	1,9
Búfalos	0	0,0
Peixes	0	0,0
Abelhas (caixas/colmeias)	0	0,0
Outros	0	0,0
Total	873	100

v) Patrimônio Cultural

O Patrimônio Cultural da ZAS da UHE Cajuru foi levantado a partir de dados do Instituto Estadual do Patrimônio Histórico e Artístico de Minas Gerais Cultural (IEPHA).

O levantamento indicou que na ZAS da UHE Cajuru **não existem bens considerados patrimônio cultural.**

vi) Atividades Sensíveis

Durante o cadastramento realizado, buscou-se identificar locais em que são exercidas atividades sensíveis em uma situação de emergência, como estabelecimentos que recebem grande público (escolas, estabelecimentos religiosos, centros de saúde etc.), espaços públicos (biblioteca, câmara municipal, prefeitura etc.), espaços públicos abertos de uso permanente (estádios, estacionamentos,

parques, praças, restaurantes, bares) e não permanente (feiras livres) e estruturas de interesse coletivo (pontes, passarelas etc.).

O levantamento indicou que a ZAS possui **14 locais em que são exercidas atividades sensíveis** (Tabela 13).

Tabela 13 - Locais que exercem atividade sensível

Tipo de Atividade	Nome	Endereço	Funcionários	Lotação máxima
Comercio	Estação de tratamento de esgoto de Carmo do Cajuru	Rua Alvorada,0 - Jardim Alvorada, Carmo do Cajuru (MG)	4	20
Hospital	PSF Jardim Alvorada	Rua Quatro,330 - Jardim Alvorada, Carmo do Cajuru (MG)	11	35
Escola	Creche Lar dos Pequeninos	Rua Quatro,295 - Jardim Alvorada, Carmo do Cajuru (MG)	8	63
Ginásio Esportivo	Ginásio Esportivo	Rua Quatro,850 - Jardim Alvorada, Carmo do Cajuru (MG)	1	50
Ginásio Esportivo	Campo São Lazaro	Rua Quatro,850 - Jardim Alvorada, Carmo do Cajuru (MG)	1	100
Comercio	MT Manufatura	Rodovia Jose Marra da Silva,0 - Jardim Alvorada, Carmo do Cajuru (MG)	24	80
Posto de Combustível	Alto posto pontilhão	Rua Lourenço Dias,881 - São Luiz, Carmo do Cajuru (MG)	13	25
Comercio	Lelis Grill	Rua Dez,165 - São Luiz, Carmo do Cajuru (MG)	1	20
Comércio	JM leds	Rua José Demétrio Coelho,249 - São Luiz, Carmo do Cajuru (MG)	14	20
Comércio	Divinópolis extintores projetar engenharia	Rua Lourenço Dias,432 - São Luiz, Carmo do Cajuru (MG)	15	30
Comércio	Supermercados BH	Rua Aquiles Guimarães,317 - Centro, Carmo do Cajuru (MG)	81	200
Igreja	Capela do Condomínio chácaras paredão	Chácaras Paredão,0 - Zona rural, Carmo do Cajuru (MG)	1	20
Restaurante	Bar e lanchonete 3 pontes	Avenida Perimetral,0 - Zona rural, Divinópolis (MG)	3	35
Indústria	Usina PCH Cajuru	Rodovia Municipal km 06,0 - Zona rural, Carmo do Cajuru (MG)	6	15

vii) Grupos e indivíduos vulneráveis

A existência de pessoas com dificuldade de locomoção demanda atenção no planejamento dos treinamentos e simulados de preparação da população ocupante da ZAS e para um eventual rompimento da barragem.

Dentre os moradores cadastrados na ZAS, **23 relatam ter dificuldade de locomoção. Todos localizados no município de Carmo do Cajuru-MG**

Assim como no indicador anterior, a presença de portadores de comorbidades também se apresenta como um ponto de atenção.

NA ZAS foram identificados **157 moradores** com algum tipo de comorbidade, sendo 144 do município de Carmo do Cajuru – MG e 13 de Divinópolis– MG

viii) **Disponibilização dos dados de cadastro**

Todas as informações de cadastro estão disponíveis para a Defesa Civil pelo PROX.

D. Etapa 4 e 5 – Elaboração e Execução do Plano de Comunicação Externo¹²

Objetivo: conscientizar sobre as ações de integração do PAE ao Plancon e dos procedimentos a serem adotados em situação de emergência, por meio de divulgação, treinamentos e simulados.

O plano foi elaborado por consultoria especializada e uma síntese do estudo é apresentada a seguir:

i) Característica da ZAS

- A barragem de Cajuru faz parte da história do município, estando associada à vocação turística local para o lazer, prática de esportes náuticos e a pesca, o que movimenta também o mercado imobiliário local.
- A ZAS da barragem encontra-se em áreas rural e urbana de Carmo do Cajuru e na periferia da zona rural de Divinópolis. A área urbana é adensada e nela se encontram algumas estruturas coletivas como posto de saúde, creche, supermercado, igreja e campo de futebol.

ii) Alternativas e oportunidades de comunicação

A região oferece diversificação de canais e oportunidades de comunicação a serem utilizados. Pelas características locais, é fundamental, ter atenção para o compartilhamento de informações com o público flutuante de turistas e veranistas.

Vale ressaltar a importância de conciliar e integrar iniciativas informativas e de relacionamento, não restringindo o processo comunicacional a canais de massa.

A comunicação com os públicos, destacadamente com a ZAS, sobre os temas relevantes, nas diferentes etapas, deve acontecer de forma integrada, entendendo o reforço de um tema em relação ao outro. Deve ser contínua e trabalhar em todas as frentes de atuação, a partir de uma mistura de

¹² Em atendimento ao art. 13, § 11, da Resolução Normativa ANEEL 1.064 de 2 de maio de 2023, “O empreendedor deve adotar as medidas necessárias para implantação e operacionalização do PAE, de modo que as comunidades na ZAS e nos locais habitados da ZSS tenham ciência dos procedimentos [...]”.

iniciativas que envolve não só canais e veículos, mas considera também o diálogo, a interação e o relacionamento com os atores relevantes no processo, tanto interna quanto externamente.

Possibilidades de comunicação: abordagem porta a porta, reuniões presenciais (seminários orientativos), atividades na escola estadual, *folders*, filmetes, animações, utilização de grupos de *WhatsApp*, materiais informativos e orientativos, incluindo recursos digitais, faixas, carro de som.

E. Etapa 6 – Plano de Evacuação: Rotas de Fuga e Pontos de Encontro¹³

Foram estabelecidas as **Rotas de Fuga (RFs)** que visam definir os caminhos a serem percorridos até os **Pontos de Encontro (PEs)** que são os locais seguros localizados fora da mancha de inundação. A sinalização de alerta foi validada pela Defesa Civil local.

Premissas para localização dos PEs: distância mais segura em uma localidade, evitando riscos potenciais como rodovias, pontes, linhas de trem, linhas de transmissão, rede básica de energia, entre outros.

A sinalização de alerta pode ser consultada pela defesa civil no PROX, conforme Figura 9 e Figura 10.

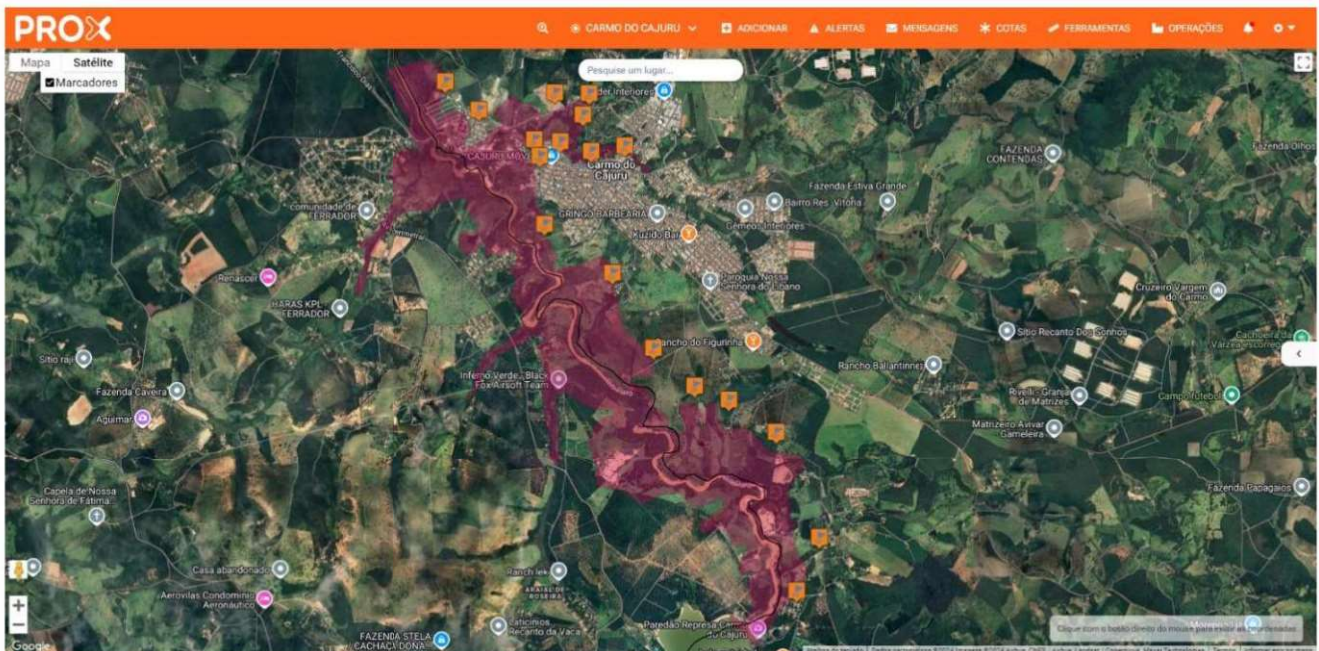


Figura 9 - Localização dos Pontos de Encontro localizados em Carmo do Cajuru-MG

¹³ Em atendimento ao art. 12, inciso XIII, da Lei Federal 14.066 de 30 de setembro de 2020, “planejamento de rotas de fuga e pontos de encontro, com a respectiva sinalização”.

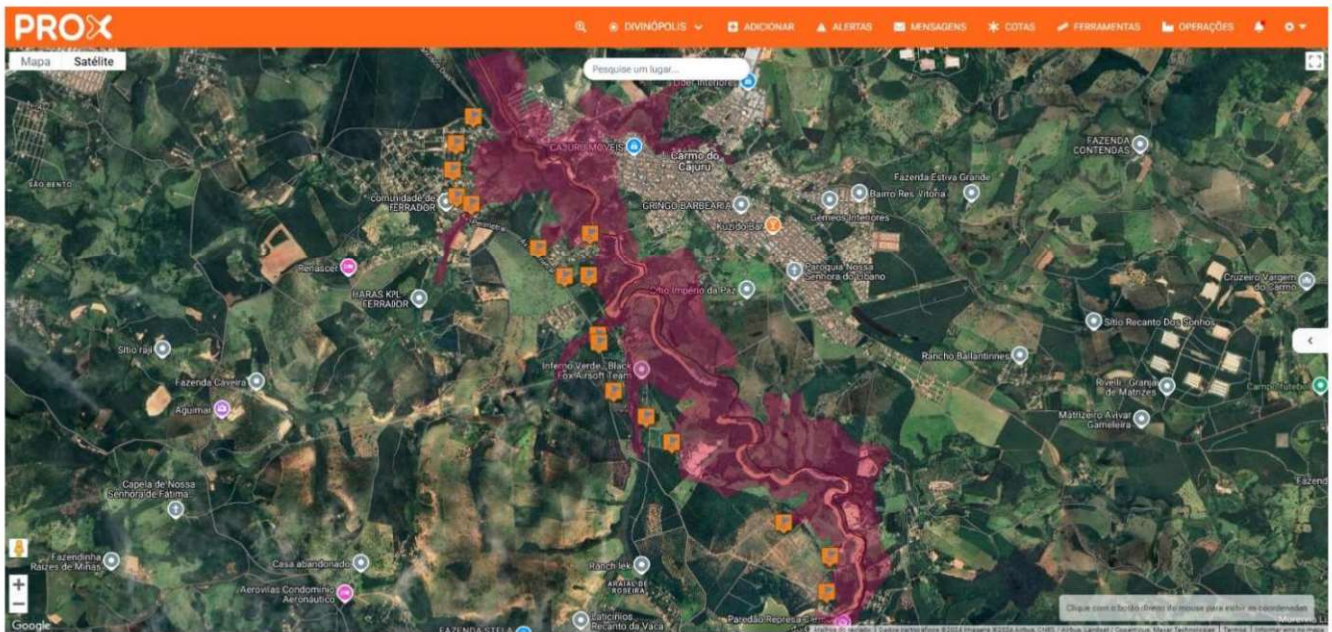


Figura 10 - Localização dos Pontos de Encontro localizados em Divinópolis-MG

As dimensões, orientações para instalação e modelos sugeridos para as placas de sinalização estão apresentados na Tabela 14 e

Tabela 15.

Tabela 14 - Dimensões e orientações para instalação placas de sinalização.

Modelo de Placa	Instalação	Comprimento (m) x Altura (m)	Altura em relação à superfície do terreno (m)
Rota de Fuga	Paralelo ao fluxo, seguindo o a localização indicada no PROX	0,75 x 0,50	1,80
Ponto de Encontro	Local com boa visibilidade	1,00 x 0,75	1,80

Tabela 15 – Modelos das placas de sinalização.



I - Placa Ponto de Encontro: 100 cm x 75 cm



II - Placa Rota de Fuga: 75 cm x 50 cm

A Tabela 16 apresenta as principais informações referentes às rotas de fuga e aos pontos de encontro, com indicação do número de pessoas esperado, distâncias e tempos de deslocamento.

Tabela 16 – Principais informações sobre as rotas de fuga e pontos de encontro.

Localidade	Ponto de Encontro	Quantidade de Rotas de Fuga	Número estimado de pessoas (População fixa)	População Flutuante	Distância do maior percurso (m)	Tempo estimado do maior percurso (00min00seg)
Divinópolis	PEi-01	2	7	15	169,83	2min33seg
Carmo do Cajuru	PE-01	2	10	32	412,50	6min33seg
Divinópolis	PE-02	1	2	4	250,52	3min59seg
Carmo do Cajuru	PE-03	1	2	0	383,67	6min5seg
Divinópolis	PE-04	1	13	4	891,59	12min23seg
Carmo do Cajuru	PE-05	1	2	5	131,40	2min5seg
Carmo do Cajuru	PE-06	2	5	0	186,01	2min35seg
Carmo do Cajuru	PE-07	2	2	5	603,56	8min23seg
Divinópolis	PE-08	1	2	3	383,51	5min20seg
Divinópolis	PE-09*	1	0	2	113,84	1min48seg
Divinópolis	PE-10*	1	0	2	214,16	3min24seg
Carmo do Cajuru	PE-11	1	2	9	454,29	6min19seg
Divinópolis	PE-12	3	2	3	762,58	10min35seg
Divinópolis	PE-13	4	4	4	477,39	6min38seg
Carmo do Cajuru	PE-14*	1	0	2	109,66	1min31seg
Divinópolis	PE-15	2	6	0	231,96	3min13seg
Divinópolis	PE-16*	1	0	2	451,30	6min16seg
Divinópolis	PE-17	4	1	15	233,73	3min15seg
Carmo do Cajuru	PE-18	1	2	10	133,66	2min7seg
Divinópolis	PE-19	2	4	15	474,26	6min35seg
Carmo do Cajuru	PE-20	1	11	25	51,74	1min2seg
Carmo do Cajuru	PE-21	1	82	200	46,89	3min4seg
Carmo do Cajuru	PE-22	1	3	2	352,79	4min54seg
Carmo do Cajuru	PE-23	3	16	13	714,05	10min10seg
Carmo do Cajuru	PE-24	1	4	3	69,21	0min58seg
Carmo do Cajuru	PE-25	10	340	226	780,97	12min52seg
Carmo do Cajuru	PE-26	6	123	27	498,35	7min47seg
Carmo do Cajuru	PE-27	23	505	428	796,82	13min6seg
Carmo do Cajuru	PE-28	1	5	20	138,50	1min55seg
Divinópolis	PE-29	2	0	2	125,11	1min44seg
Divinópolis	PE-30	3	2	0	224,76	3min7seg
Divinópolis	PE-31	2	3	6	560,63	7min47seg
Divinópolis	PE-32	1	4	0	246,08	3min54seg
Divinópolis	PE-33	3	14	42	456,83	6min21seg
Carmo do Cajuru	PE-34	1	2	0	66,42	1min3seg
Total	35	93	1180	1118	-	-

*Conforme cadastro realizado, está mapeado economias sem atendimento. Neste caso, para dimensionamento adotou-se uma média da população residente da região onde está localizado o Ponto de Encontro.

F. Etapa 7 – Revisão do PLANCON Municipal¹⁴

Objetivo: promover a integração do cenário do PAE ao PLANCON dos municípios da ZAS.

A Cemig e consultoria especializada darão o suporte às defesas civis municipais para revisão do plano incluindo o cenário de ruptura da barragem e os cenários de cheias naturais.

Será realizado o levantamento da estrutura atual do PLANCON do município e dos recursos disponíveis que em uma situação de emergência podem ser utilizados para resgatar atingidos, pessoas e animais, levantamento dos locais de captação de água e estações de tratamento para avaliar os impactos e subsidiar ações para assegurar o abastecimento de água potável.

Os dados subsidiarão a atualização do **Plano de Mitigação** apresentado no anexo **G**, o qual será atualizado conforme cronograma acordado com as defesas civis municipais e apresentado na Tabela 8 - Plano de Trabalho do Projeto de Integração PAE/Plancon.

G. Etapa 8 - Implementação do Sistema de Notificação

i) Dispositivo Individual de Notificação (DIN)¹⁵

Para a UHE Cajuru o sistema sonoro de alerta implantado é denominado Dispositivo Individual de Notificação (DIN), desenvolvido via Programa de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação da ANEEL.

O DIN é um sistema de uso localizado com dispositivo de alerta sonoro interno instalado dentro de edifícios ou estruturas para emitir alertas sonoros aos ocupantes.

Esses dispositivos são projetados para alertar as pessoas sobre emergências imediatas dentro do ambiente controlado, permitindo uma evacuação rápida e segura. Possuindo *display* para exibição de mensagens, módulo GPS e supervisor capaz de verificar uma fronteira geográfica, permite a emissão de alertas segregados por áreas específicas, bem como apresenta maior presença junto à população, fazendo parte de seu dia a dia. Em contrapartida, é necessário deixar claro à população a essencialidade de se manter o equipamento energizado em sua casa, dado sua autonomia de 24 horas. A Figura 12 e Figura 13 apresentam o Guia Rápido do DIN.

¹⁴ Em atendimento ao art. 12, inciso VI, da Lei Federal 14.066 de 30 de setembro de 2020, “medidas específicas, em articulação com o poder público, para resgatar atingidos, pessoas e animais, para mitigar impactos ambientais, para assegurar o abastecimento de água potável e para resgatar e salvaguardar o patrimônio cultural”.

¹⁵ Em atendimento ao art. 13, § 6º, da Resolução Normativa ANEEL de 2 de maio de 2023, “O PAE deverá contemplar a previsão de instalação de sistema sonoro ou de outra solução tecnológica de maior eficácia em situação de alerta ou emergência, nos locais habitados na ZAS, [...]”.

Premissas para escolha do sistema: delimitação da ZAS, cadastro demográfico, características e dispersão geográfica da população (pequenos povoados rurais, grandes aglomerados urbanos, fazendas dispersas, entre outros), entre outros aspectos.

O cronograma de implantação do DIN na ZAS da UHE Cajuru foi acordado com as defesas civis municipais, conforme apresentado Tabela 8 - Plano de Trabalho do Projeto de Integração PAE/Plancon.

1. Alertas Segmentados em Cheias e acionamento via PROX

Uma vez que o DIN possibilita a emissão de alertas segregados por áreas específicas e que o acionamento do dispositivo pode ser realizado via aplicativo PROX, o dispositivo é uma ferramenta de prevenção que pode ser utilizada pelas defesas civis municipais, conforme estiver estabelecido no Plancon. É possível emitir alertas segmentados à população selecionando as manchas específicas dos cenários de cheias disponíveis no PROX, conforme evolução do evento natural. A Figura 11 apresenta uma visualização das manchas de cheias naturais no aplicativo PROX, ferramenta de gestão de riscos.

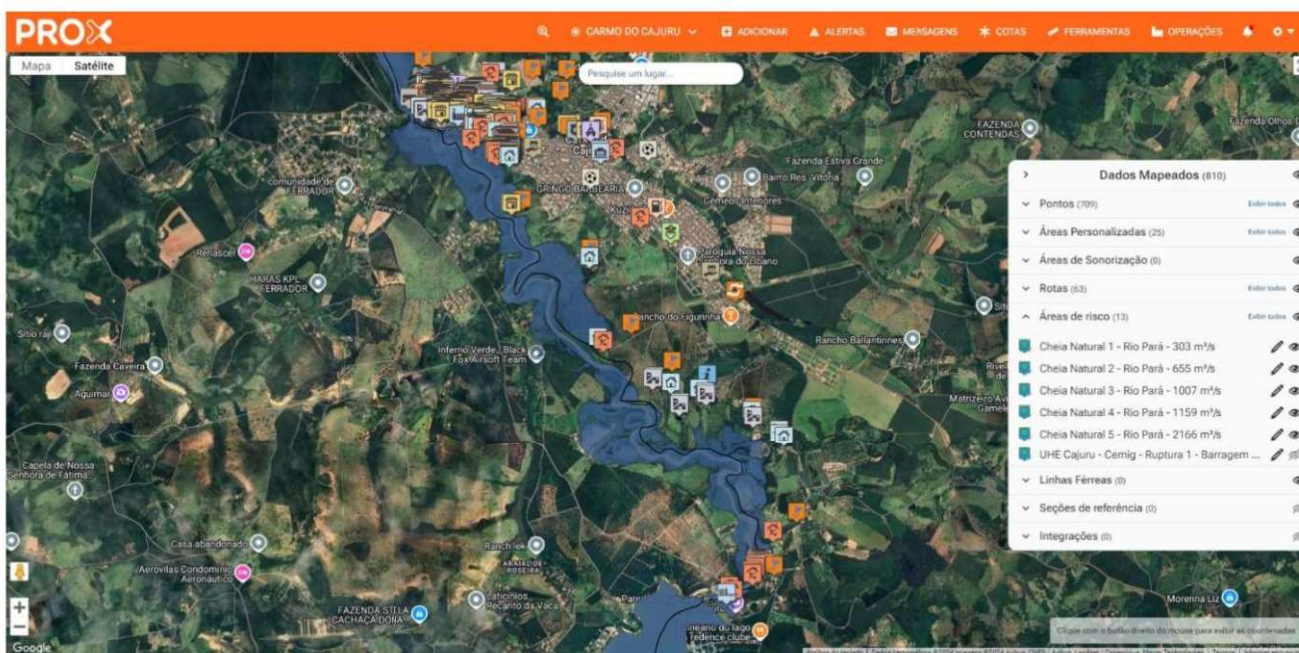




Figura 11 - Manchas de Cheias Naturais no PROX


Tela de Meteorologia


- Em funcionamento normal, o dispositivo apresenta em sua tela padrão a previsão do tempo do dia, a previsão para os próximos 3 (três) dias e a data.
- A mensagem de previsão do tempo pode demorar algumas horas para aparecer quando ligado pela primeira vez, já que ela é enviada apenas algumas vezes por dia.





- Podem ser apresentadas as seguintes previsões meteorológicas:



 Ensolarado



 Parcialmente Nublado


 Nublado


 Chuvas Isoladas


 Chuvoso


 Tempestade


 Raios


Especificações Técnicas


- Tensão de alimentação: 127 ou 220 Vca
- Potência: 2,5 W
- Duração da bateria: aprox. 24 horas
- Frequência: 915 MHz ISM
- Modulação: CSS (LoRa)
- Potência de IR: 14 dBm


Incorpora produto homologado pela Anatel sob número 05658-18-08488

Este equipamento não tem direito à proteção contra interferência prejudicial e não pode causar interferência em sistemas devidamente autorizados. Para mais informações do produto homologado, acesse o site:


sistemas.anatel.gov.br/sch


DIN
 Dispositivo Individual de Notificação





GUIA RÁPIDO





DIN
 Dispositivo Individual de Notificação

Figura 12 – Guia Rápido do Dispositivo de Notificação Individual - DIN

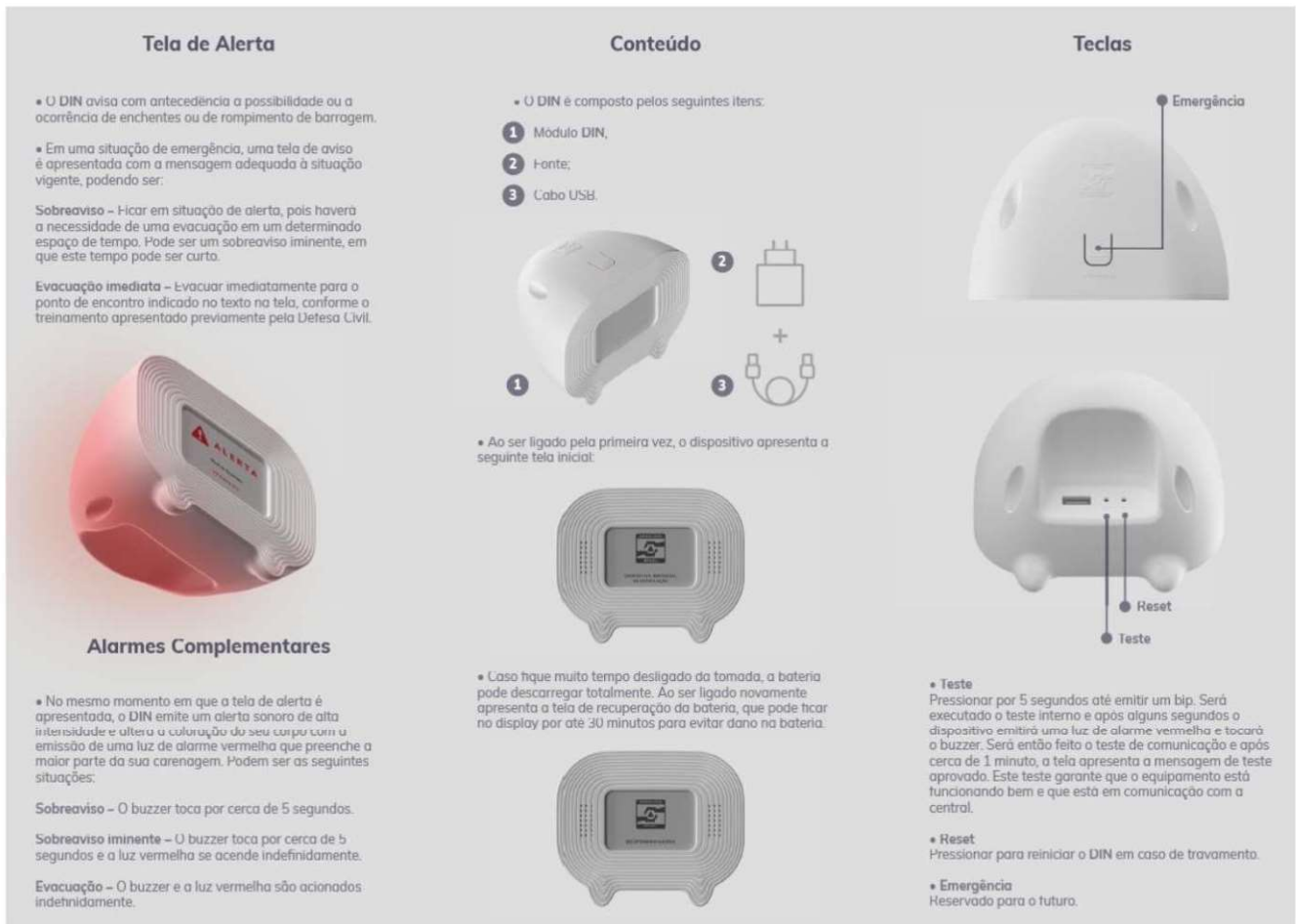


Figura 13 – Guia Rápido do Dispositivo de Notificação Individual - DIN

ii) Sirenes Móveis

Em casos de evacuação preventiva em nível **ALERTA**, a Cemig dispõe de dispositivos de sirenes móveis que serão alocadas em carros e percorrerão as rotas da usina até os pontos de encontro (Figura 14) visando alertar a população da ZAS. As sirenes móveis estão alocadas em Belo Horizonte e assim que acionado o nível **ATENÇÃO** serão mobilizadas para a usina a fim de estarem disponíveis para mobilização em eventual evacuação preventiva.

iii) Rotagrama

O rotagrama apresenta as possíveis rotas de acesso até os pontos de encontro, as rotas de fuga e a localização dos pontos de encontro para que o condutor da sirene móvel possa localizar-se na região de evacuação. O mapa pode ser acessado pelo navegador e pelo celular a partir do endereço eletrônico abaixo, arquivo denominado “Cajuru_Rotas”.

[UHE Cajuru](#)



Figura 14 - Sirene móvel

H. Etapa 9 –Treinamentos e Simulados¹⁶

O plano de treinamentos consiste em realizar atividades que possam realimentar o PAE, bem como o Plancon. Nesse sentido, divide-se em:

- Treinamentos internos: realização de treinamentos do empreendedor, envolvendo suas diversas áreas internas, por meio dos exercícios simulados de mesa, *tabletops*;
- Treinamentos externos: treinamento da efetividade da integração do PAE ao Plancon, por meio dos *tabletops* externos, onde participam os membros do Comitê de Integração. Além do simulado de evacuação com a população da ZAS realizado com o objetivo de validar o plano de evacuação e o sistema de notificação.

Conforme validado na composição do Comitê de Integração, **a periodicidade dos treinamentos se dará a cada 3 anos**, em cumprimento a frequência mínima que regulamentada pela Resolução Normativa ANEEL nº 1.064/2023.

¹⁶ Em atendimento ao art. 12, inciso IV, da Lei Federal 14.066 de 30 de setembro de 2020, “programas de treinamento e divulgação para os envolvidos e para as comunidades potencialmente afetadas, com a realização de exercícios simulados periódicos”.

O simulado de evacuação com a população da ZAS está programado conforme Etapa 2 – Plano de Trabalho. O sistema a ser adotado na ZAS da UHE Cajuru será o Dispositivo Individual de Notificação (DIN), como apresentado na Etapa 8 - Implementação do Sistema de Notificação.

XI. Ferramenta de Gestão de Riscos - PROX

O PROX é uma plataforma digital – com interface web e aplicativo móvel que tem como proposta multiplicar segurança para a população por meio de tecnologia e a cooperação entre iniciativa privada e poder público.



Figura 15 - Interface Web e Aplicativos do PROX

Dentre as funcionalidades da plataforma, destacam-se:

- Cadastramento da população localizada nas áreas de risco;
- Inventários de vulneráveis e estruturas expostas aos riscos;
- Áreas de risco em diferentes graus de probabilidade e severidade de risco;
- Análises das áreas em relação a variações do relevo e distâncias;
- Ferramenta de elaboração de rotas de fuga;
- Contatos dos principais agentes de resposta como os órgãos públicos de Defesa Civil, Corpo de Bombeiros e a Polícia Militar;
- Acompanhamento em tempo real de informações referentes às áreas de risco;
- Definição de pontos geográficos que possam ajudar na evacuação de áreas de risco;
- Acesso aos procedimentos de autoproteção, como rotas de fuga e pontos de encontro;
- Envios de alertas à população.

A Plataforma PROX é, portanto, uma poderosa ferramenta de apoio aos órgãos de defesa civil na preparação, gestão e resposta aos riscos mapeados. Sendo assim, o município pode construir e atualizar seus Plancons para que as informações estejam de fácil acesso para a utilização no atendimento às contingências e na ocorrência de desastres. Ainda, as informações mapeadas poderão

ser utilizadas para treinamentos e para simulações da população. A transparência sobre os riscos mapeados nos municípios proporcionada aos moradores busca difundir a cultura de prontidão e emergência e provê ao usuário a percepção integrada do risco ao qual ele está exposto. Abaixo, na Figura 16, estão as telas da interface do perfil população do aplicativo móvel.

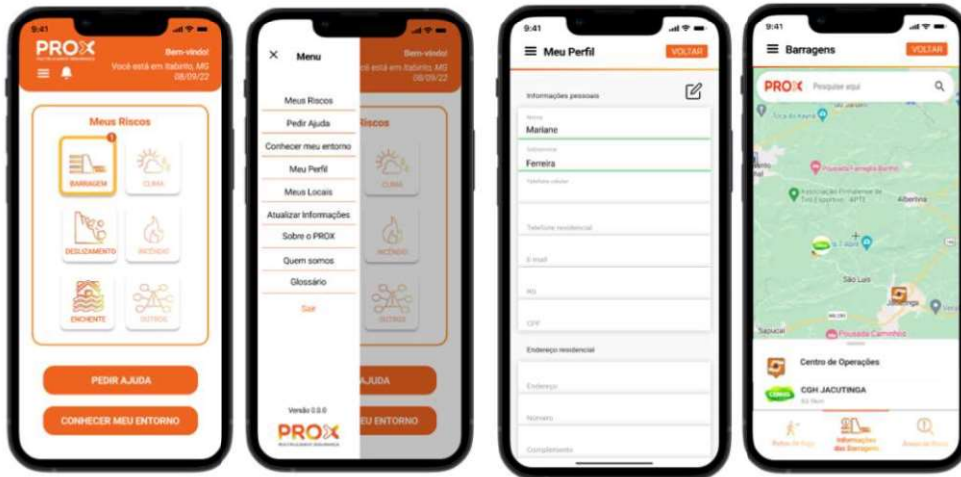


Figura 16 - Interface do Perfil População

A seguir está o endereço eletrônico da página oficial do PROX: <https://segurancaprox.com.br/>

XII. Encerramento das operações

Após deflagradas as notificações e ações no nível **ALERTA**, uma vez que a barragem retorne a um nível de segurança que não necessite de ações externas (**NORMAL** ou **ATENÇÃO**), o fluxograma de comunicação desse nível deverá ser acionado de maneira a oficializar a situação vigente.

Para o caso de acionamento do nível **EMERGÊNCIA**, considera-se que serão iniciadas as tratativas de crise e continuidade de negócio, devendo ser elaborado um plano específico para esse fim. Dado que o encerramento não se dá de maneira clara, seu fluxo de comunicação deverá ser conforme finalização de ações que exponham riscos à população afetada.

XIII. Apêndices

A. Fluxograma de Acionamento do PAE

i) Nível **CHEIAS**



ii) Nível **ALERTA** e **EMERGÊNCIA**

Os fluxogramas podem ser acessados *online* pelo endereço eletrônico abaixo, arquivos denominados “Fluxograma Acionamento PAE – ALERTA” e “Fluxograma Acionamento PAE – EMERGÊNCIA”:

[UHE Cajuru](#)

B. Ficha Técnica da Barragem

(1) Geral	
Nome do barramento	PCH Cajuru
Empreendedor	Cemig Geração Oeste S.A.
Entidade Fiscalizadora	ANEEL
Localização	
- 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
(2) Reservatório	
NA Montante – Reservatório:	
- Máximo Maximorum [m-IBGE]	756,61
- Máximo Normal [m-IBGE]	755,61
- Mínimo Normal [m-IBGE]	748,61
NA Jusante	
- Máximo Normal [m-IBGE]	735,80
Áreas Inundadas:	
- No NA Máximo Maximorum [km ²]	23,27
- No NA Máximo Normal [km ²]	21,63 a 23,27
- No NA Mínimo Normal [km ²]	10,63
Volume do Reservatório:	
- No N.A. Máximo Maximorum [hm ³]	192,05
- No N.A. Máximo Normal [hm ³]	169,89
- No N.A. Mínimo Normal [hm ³]	59,59
(3) Barragem	
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)

C. Modelo de Mensagem de Notificação Padrão**URGENTE**

Prezados (as)

Esta é uma mensagem de (declaração / alteração) do Nível de Segurança da Barragem para _____, feita por _____, Coordenador Executivo do Plano de Ação de Emergência – PAE da Barragem da UHE Cajuru.

A partir das ____h__ de ____/____/____, devido _____.

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

A partir deste momento, devem ser seguidos todos os procedimentos relacionados ao respectivo Nível de Segurança da Barragem que estão descritos no Plano de Ação de Emergência – PAE da UHE Cajuru.

Nós os manteremos atualizados em caso de mudança do Nível de Segurança da Barragem.

A UHE Cajuru, localizada no rio Pará, possui uma barragem em concreto e uma barragem em terra. O volume máximo de armazenamento é de 169,89 hm³. A Zona de Autossalvamento tem extensão de 13 km, na qual são observados aglomerados populacionais nos municípios de Carmo do Cajuru e Divinópolis-MG.

FIM DA MENSAGEM

D. Premissas e resultados dos estudos de ruptura hipotética

Premissas:

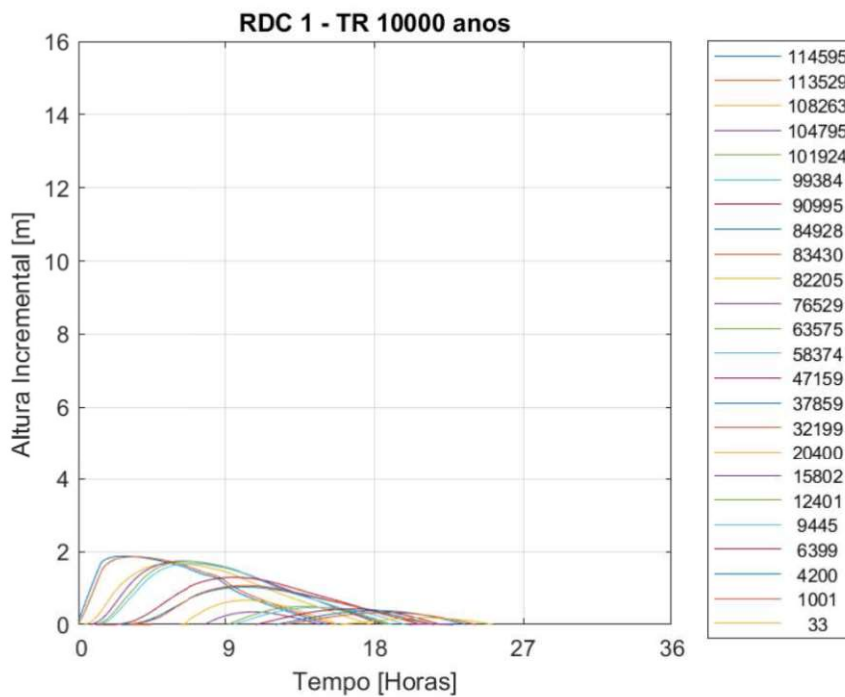
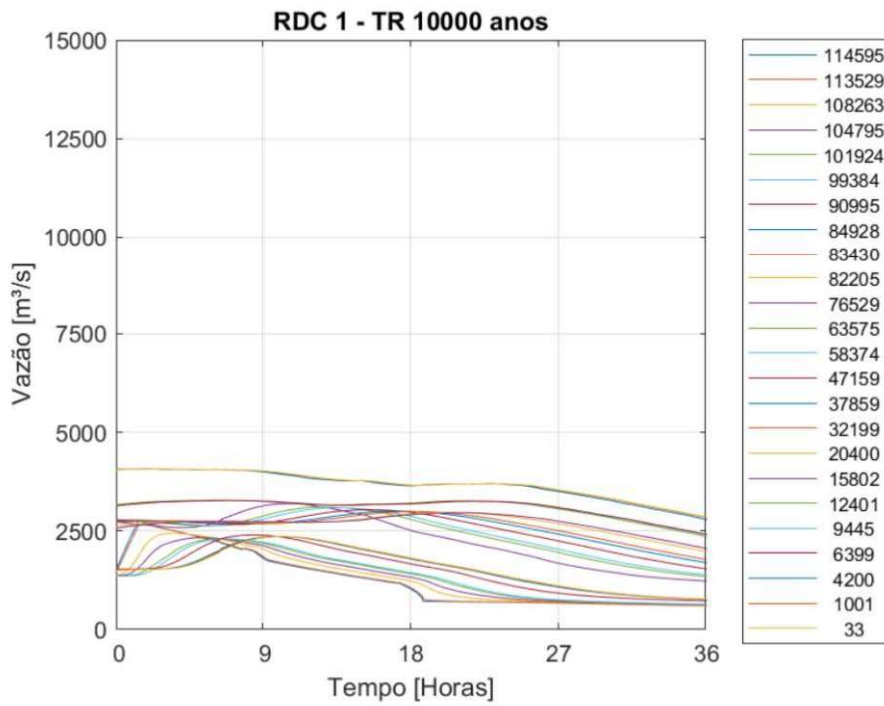
Para o nível **EMERGÊNCIA**, foram simulados seis cenários hidrológicos de ruptura, os quais são apresentados abaixo:

- **Cenário de Falha 1 (RDC 1) - Decamilenar:** Rompimento por erosão interna da Barragem de Terra da Margem Esquerda (BTME), durante evento de vazão Decamilenar, com o reservatório no nível 757,70 m;
- **Cenário de Falha 2 (RDC 2) - Decamilenar:** Rompimento por galgamento ou colapso estrutural do Vertedouro de Soleira Controlada (VS), durante evento de vazão Decamilenar, com o reservatório no nível 757,70 m;
- **Cenário de Falha 3 (RDC 3) – TR 10 anos e Vazão de Restrição:** Rompimento por colapso da estrutura do Vertedouro de Soleira Controlada (VS), 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 no nível 756,00 m;
- **Cenário de Falha 4 (RDC 4) – Dia Seco:** Rompimento por colapso da estrutura do Vertedouro de Soleira Controlada (VS), durante evento de vazão média de longo termo (Dia Seco), com o reservatório no nível 755,75 m;
- **Cenário de Ruptura Sinérgica (RSC 5) - Decamilenar:** Rompimento do Vertedouro de Soleira Controlada 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 no nível 757,71 m.

Resultados:

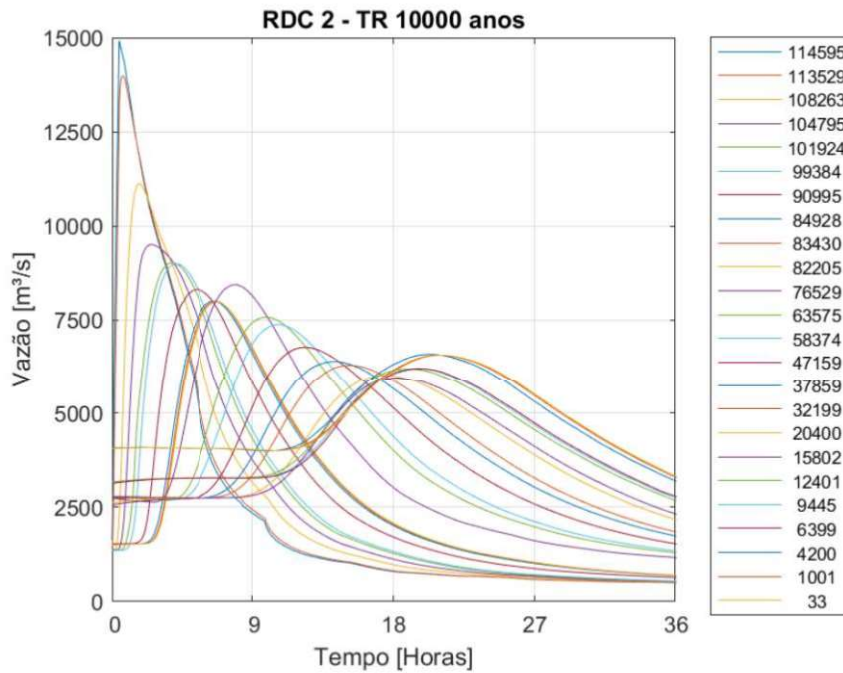
- i) Cenário de Falha 1 (RDC 1) - Decamilenar: Rompimento por erosão interna da Barragem de Terra da Margem Esquerda (BTME), durante evento de vazão Decamilenar, com o reservatório no nível 757,70 m;**

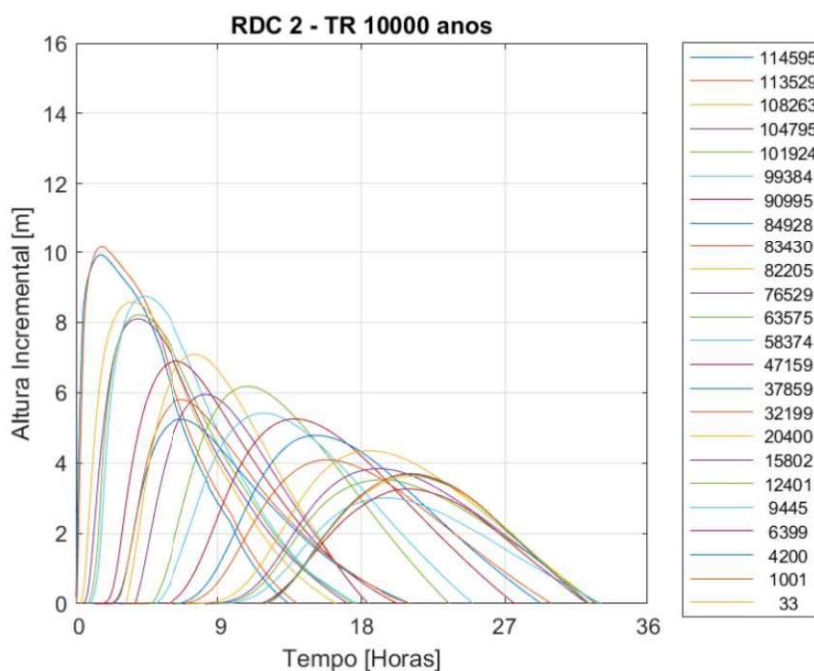
As figuras abaixo apresentam os resultados propagados ao longo do rio Pará. Vê-se que o pico de vazão atingido é de $2.760 \text{ m}^3/\text{s}$ e a altura incremental produzida pelo esvaziamento do reservatório sobre o cenário de cheia precedente é de 1,88 m.



ii) Cenário de Falha 2 (RDC 2) - Decamilenar: Rompimento por galgamento ou colapso estrutural do Vertedouro de Soleira Controlada (VS), durante evento de vazão Decamilenar, com o reservatório no nível 757,70 m

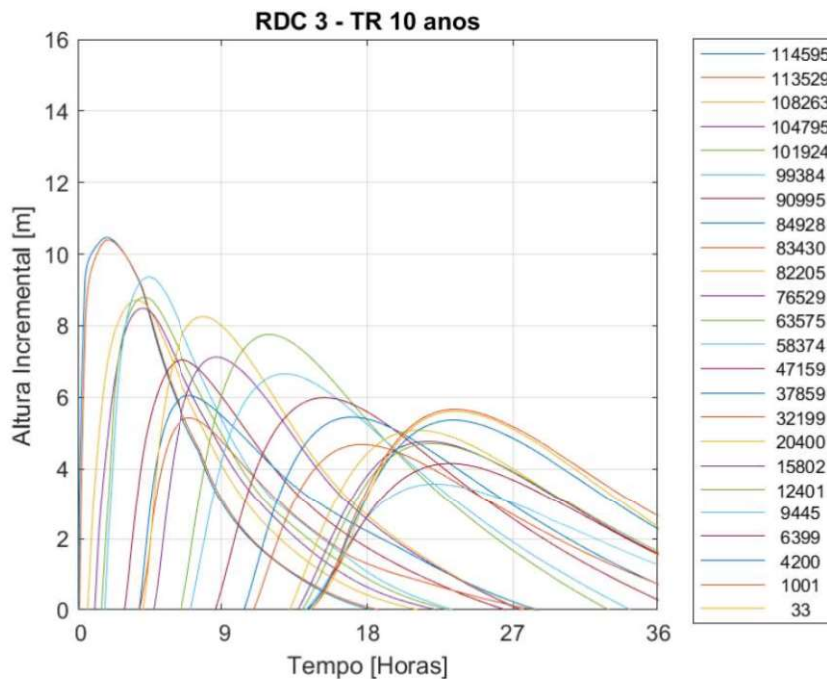
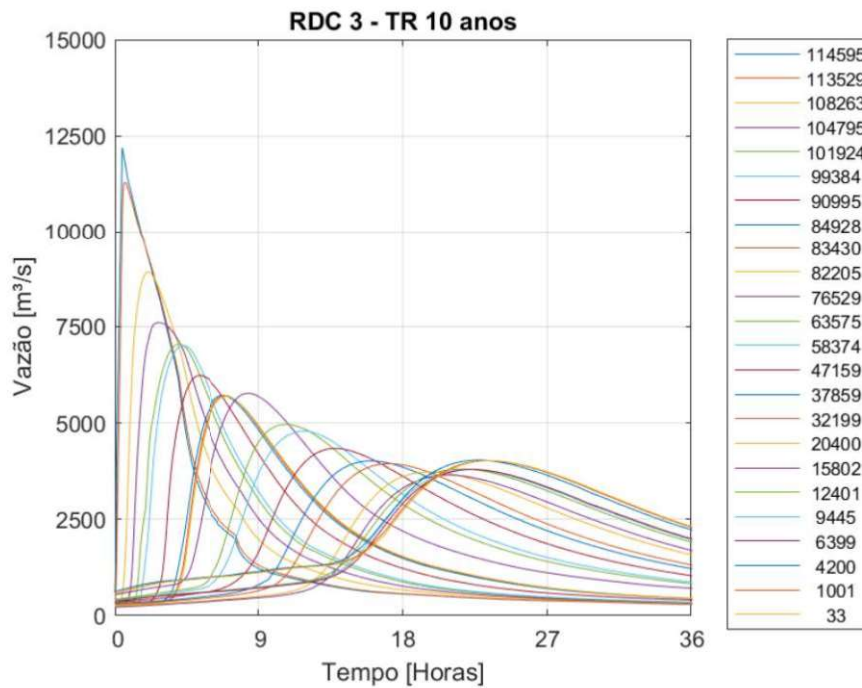
As figuras abaixo apresentam os resultados propagados ao longo do rio Pará. Vê-se que o pico de vazão atingido é de 14.923 m³/s e a altura incremental produzida pelo esvaziamento do reservatório sobre o cenário de cheia precedente é de 10,16 m.





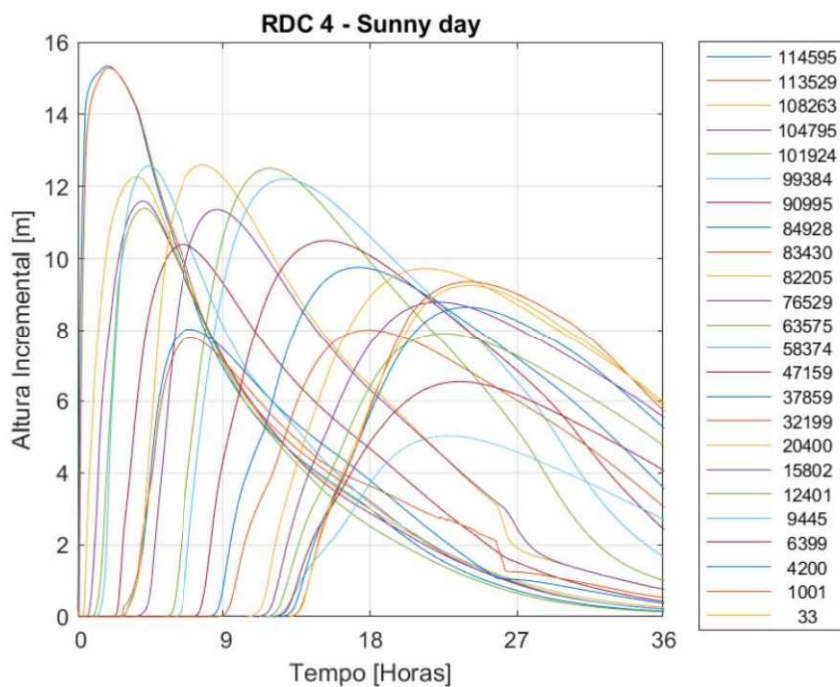
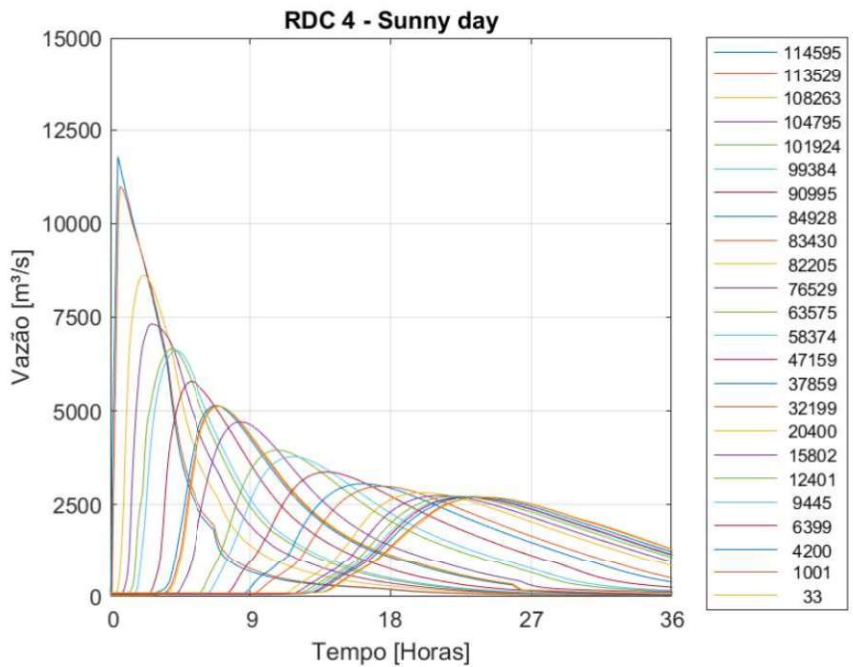
- iii) **Cenário de Falha 3 (RDC 3) – TR 10 anos e Vazão de Restrição: Rompimento por colapso da estrutura do Vertedouro de Soleira Controlada (VS), na ocorrência de cheia de TR 10 anos e durante o vertimento da vazão de restrição ($Q = 420 \text{ m}^3/\text{s}$), com o reservatório no nível 756,00 m;**

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



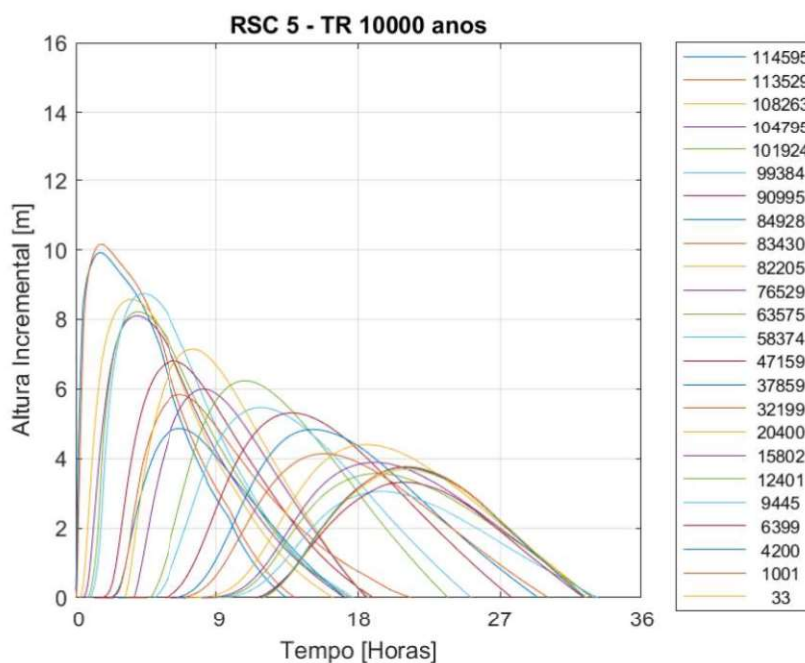
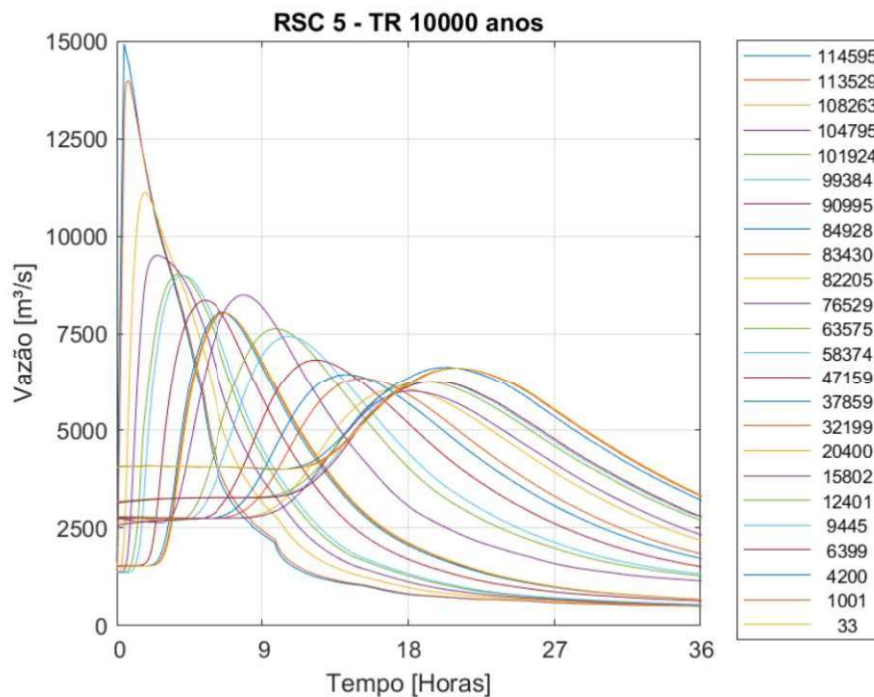
iv) Cenário de Falha 4 (RDC 4) – Dia Seco: Rompimento por colapso da estrutura do Vertedouro de Soleira Controlada (VS), durante evento de vazão média de longo termo (Dia Seco), com o reservatório no nível 755,75 m

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.



v) Cenário de Ruptura Sinérgica (RSC 5) - Decamilenar: Rompimento do Vertedouro de Soleira Controlada 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 no nível 757,71 m

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.



vi) Restrições de acesso

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

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

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

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

*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).

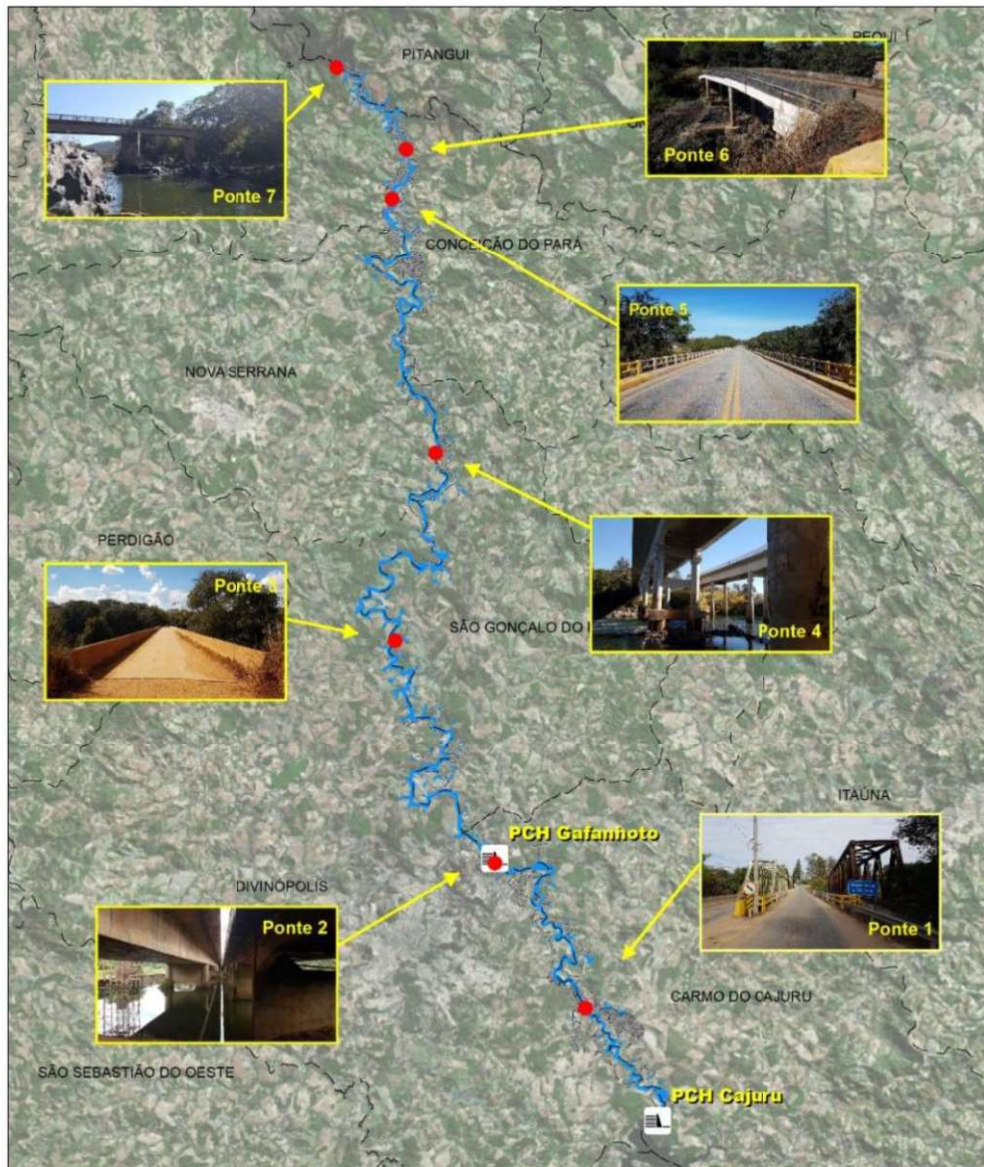


Figura 17 - Restrições de acesso

E. Tempos de chegada e pico de onda

As tabelas a seguir contêm os resultados da modelagem hidrológica, apresentadas em todos os mapas temáticos produzidos para os cenários de ruptura, anteriormente identificados.

Tabela 17 - Resultados Cenário de Falha 1 (RDC 1):

SC	d[m]	Z _p *	Z _{ref} *	Z _{Qmit} *	H [m]*	H _{incr} [m]*	Q _p [m³/s]*	T _p *	T _{inun} *	T _{ch}	V [km/h]*
114595	43	742,17	740,29	733,08	9,09	1,88	2.760	2H49M	10H47M	0H26M	-
113529	1109	741,63	739,77	732,73	8,91	1,86	2.683	3H18M	10H58M	0H38M	2,21
108263	6375	739,22	737,54	731,92	7,30	1,68	2.442	5H51M	12H33M	1H45M	2,09
104795	9843	738,36	736,62	731,36	7,01	1,74	2.332	6H22M	12H32M	2H16M	2,76
101924	12714	737,13	735,40	730,50	6,64	1,73	2.302	6H37M	12H12M	2H39M	3,33
99384	15254	726,27	724,59	718,81	7,45	1,68	2.301	6H52M	12H11M	2H53M	3,76
90995	23643	716,44	715,14	709,27	7,17	1,30	2.400	9H29M	10H53M	5H14M	3,54
84928	29710	714,58	713,55	708,94	5,64	1,03	2.363	10H7M	9H23M	6H21M	4,06
83430	31208	700,64	699,57	695,43	5,21	1,07	2.362	10H10M	9H28M	6H21M	4,24
82205	32433	681,79	681,12	671,94	9,85	0,67	2.362	10H19M	2H32M	9H3M	4,32
76529	38109	678,82	678,47	669,34	9,48	0,35	3.193	10H45M	NDA**	NDA**	4,80
63575	51063	667,56	667,06	656,12	11,44	0,50	3.110	13H40M	NDA**	NDA**	4,70
58374	56264	664,88	664,41	653,34	11,54	0,47	3.091	14H33M	NDA**	NDA**	4,79
47159	67479	660,99	660,56	650,66	10,34	0,43	3.038	16H34M	NDA**	NDA**	4,90
37859	76779	657,56	657,18	647,79	9,76	0,38	3.003	18H7M	NDA**	NDA**	5,02
32199	82439	654,84	654,51	646,80	8,04	0,33	2.994	18H40M	NDA**	NDA**	5,20
20400	94238	646,39	646,21	636,03	10,36	0,19	2.971	20H58M	NDA**	NDA**	5,19
15802	98836	644,94	644,93	635,31	9,63	0,01	2.966	21H11M	NDA**	NDA**	5,38
12401	102237	643,59	643,59	634,76	8,83	0,00	3.281	NDA**	NDA**	NDA**	-
9445	105193	640,07	640,08	634,35	5,73	0,00	3.272	NDA**	NDA**	NDA**	-
6399	108239	629,38	629,39	621,07	8,31	0,00	3.272	NDA**	NDA**	NDA**	-
4200	110438	628,58	628,59	617,55	11,03	0,00	4.081	NDA**	NDA**	NDA**	-
1001	113637	626,89	626,90	615,15	11,73	0,00	4.077	NDA**	NDA**	NDA**	-
33	114605	625,53	625,54	613,75	11,77	0,00	4.077	NDA**	NDA**	NDA**	-

d é a distância da seção até o barramento da PCH Cajuru;

Z_p é a cota de pico [m-IBGE];

Z_{ref} é a cota de pico para o evento natural milenar [m-IBGE];

Z_{Qmit} é a cota para a condição de escoamento da vazão de referência Q_{MLT} [m-IBGE];

H é a altura do pico da onda induzida em relação à condição de vazão Q_{MLT} [m];

H_{incr} é a altura incremental do pico em relação ao evento Milenar [m];

Q_p é a vazão de pico [m³/s];

T_p é o tempo de pico da onda induzida [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/hr]

**NDA – Não atinge a condição de inundação incremental.

Tabela 18 - Resultados Cenário de Falha 2 (RDC 2):

SC	d[m]	Z _p	Z _{ref}	Z _{Qmit}	H [m]	H _{incr} [m]	Q _p [m ³ /s]	T _p	T _{inun}	T _{ch}	V [km/h]
114595	43	750,21	740,29	733,08	17,14	9,92	14.923	1H33M	12H1M	0H2M	-
113529	1109	749,93	739,77	732,73	17,21	10,16	13.985	1H36M	12H24M	0H6M	21,32
108263	6375	746,11	737,54	731,92	14,19	8,58	11.133	3H31M	14H0M	0H32M	3,22
104795	9843	744,72	736,62	731,36	13,37	8,10	9.513	3H52M	14H30M	0H50M	4,23
101924	12714	743,62	735,40	730,50	13,12	8,22	9.030	3H57M	14H23M	1H7M	5,28
99384	15254	733,33	724,59	718,81	14,52	8,74	9.009	4H17M	14H22M	1H17M	5,57
90995	23643	722,05	715,14	709,27	12,78	6,90	8.320	6H19M	15H37M	2H25M	4,95
84928	29710	718,79	713,55	708,94	9,85	5,24	8.008	6H41M	15H17M	2H59M	5,78
83430	31208	705,38	699,57	695,43	9,95	5,80	8.001	6H42M	15H19M	3H0M	6,05
82205	32433	688,22	681,12	671,94	16,27	7,09	7.980	7H32M	13H54M	3H25M	5,41
76529	38109	684,42	678,47	669,34	15,08	5,95	8.446	8H14M	13H13M	4H4M	5,70
63575	51063	673,24	667,06	656,12	17,13	6,18	7.583	10H52M	16H47M	5H27M	5,48
58374	56264	669,83	664,41	653,34	16,49	5,42	7.384	11H50M	17H33M	5H58M	5,47
47159	67479	665,82	660,56	650,66	15,16	5,25	6.780	13H50M	18H48M	7H12M	5,49
37859	76779	661,96	657,18	647,79	14,17	4,79	6.403	15H9M	19H4M	8H24M	5,64
32199	82439	658,60	654,51	646,80	11,80	4,09	6.301	15H51M	18H51M	9H2M	5,76
20400	94238	650,55	646,21	636,03	14,52	4,35	6.025	18H30M	20H8M	10H52M	5,56
15802	98836	648,77	644,93	635,31	13,46	3,84	5.955	19H5M	19H17M	11H36M	5,63
12401	102237	647,12	643,59	634,76	12,36	3,53	6.206	19H15M	19H0M	11H54M	5,77
9445	105193	643,09	640,08	634,35	8,74	3,01	6.217	19H36M	18H5M	12H29M	5,83
6399	108239	632,66	629,39	621,07	11,58	3,26	6.209	20H54M	16H51M	13H34M	5,59
4200	110438	632,27	628,59	617,55	14,72	3,68	6.594	20H58M	17H5M	13H36M	5,69
1001	113637	630,60	626,90	615,15	15,45	3,70	6.573	21H4M	17H7M	13H41M	5,82
33	114605	629,17	625,54	613,75	15,41	3,63	6.572	21H2M	17H8M	13H41M	5,88

d é a distância da seção até o barramento da PCH Cajuru;

Z_p é a cota de pico [m-IBGE];

Z_{ref} é a cota de pico para o evento natural milenar [m-IBGE];

Z_{Qmit} é a cota para a condição de escoamento da vazão de referência Q_{MLT} [m-IBGE];

H é a altura do pico da onda induzida em relação à condição de vazão Q_{MLT} [m];

H_{incr} é a altura incremental do pico em relação ao evento Milenar [m];

Q_p é a vazão de pico [m³/s];

T_p é o tempo de pico da onda induzida [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/hr]

**NDA – Não atinge a condição de inundação incremental.

Tabela 19 - Resultados Cenário de Falha 3 (RDC 3):

SC	d[m]	Z _p [*]	Z _{ref} [*]	Z _{Qmit} [*]	H [m] [*]	H _{incr} [m] [*]	Q _p [m ³ /s] [*]	T _p [*]	T _{inun} [*]	T _{ch}	V [km/h] [*]
114595	43	748,64	738,17	733,08	15,56	10,47	12.198	1H47M	14H48M	0H3M	-
113529	1109	748,26	737,86	732,73	15,53	10,40	11.298	1H52M	14H56M	0H8M	12,79
108263	6375	744,52	735,81	731,92	12,60	8,71	8.925	3H38M	16H20M	0H42M	3,42
104795	9843	743,27	734,78	731,36	11,91	8,49	7.608	4H1M	17H0M	1H8M	4,39
101924	12714	742,20	733,41	730,50	11,71	8,79	7.044	4H7M	17H35M	1H33M	5,43
99384	15254	731,73	722,37	718,81	12,92	9,36	7.012	4H23M	18H2M	1H45M	5,85
90995	23643	720,19	713,14	709,27	10,93	7,05	6.236	6H29M	19H56M	3H4M	5,02
84928	29710	717,37	711,32	708,94	8,43	6,05	5.718	6H56M	20H57M	3H58M	5,76
83430	31208	703,69	698,26	695,43	8,26	5,43	5.711	6H57M	18H44M	4H5M	6,03
82205	32433	685,53	677,27	671,94	13,59	8,26	5.691	7H51M	20H32M	4H13M	5,34
76529	38109	681,86	674,74	669,34	12,52	7,13	5.772	8H40M	19H44M	4H55M	5,53
63575	51063	670,21	662,45	656,12	14,10	7,76	4.964	11H54M	23H50M	6H44M	5,04
58374	56264	666,94	660,28	653,34	13,60	6,66	4.793	12H53M	24H23M	7H21M	5,06
47159	67479	662,66	656,67	650,66	12,00	5,99	4.339	15H21M	25H25M	9H1M	4,97
37859	76779	658,96	653,51	647,79	11,16	5,45	4.017	17H3M	25H42M	10H48M	5,03
32199	82439	656,05	651,36	646,80	9,25	4,69	3.945	17H39M	25H9M	11H28M	5,19
20400	94238	647,40	642,32	636,03	11,37	5,08	3.730	21H8M	26H43M	13H46M	4,87
15802	98836	645,80	641,03	635,31	10,49	4,77	3.648	21H43M	26H21M	14H24M	4,96
12401	102237	644,38	639,67	634,76	9,62	4,71	3.807	21H57M	26H13M	14H44M	5,07
9445	105193	640,68	637,11	634,35	6,34	3,57	3.799	22H13M	24H43M	15H14M	5,15
6399	108239	629,38	625,22	621,07	8,30	4,15	3.796	23H6M	25H21M	15H22M	5,08
4200	110438	628,49	623,13	617,55	10,95	5,37	4.038	23H16M	26H23M	15H21M	5,14
1001	113637	626,80	621,14	615,15	11,65	5,67	4.024	23H25M	26H51M	15H27M	5,25
33	114605	625,44	619,83	613,75	11,69	5,61	4.024	23H24M	26H26M	15H34M	5,30

d é a distância da seção até o barramento da PCH Cajuru;

Z_p é a cota de pico [m-IBGE];

Z_{ref} é a cota de pico para o evento natural milenar [m-IBGE];

Z_{Qmit} é a cota para a condição de escoamento da vazão de referência Q_{MLT} [m-IBGE];

H é a altura do pico da onda induzida em relação à condição de vazão Q_{MLT} [m];

H_{incr} é a altura incremental do pico em relação ao evento Milenar [m];

Q_p é a vazão de pico [m³/s];

T_p é o tempo de pico da onda induzida [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/hr]

**NDA – Não atinge a condição de inundação incremental.

Tabela 20 - Resultados Cenário de Falha 4 (RDC 4):

SC	d[m]	Z _p	Z _{ref}	Z _{omit}	H [m]	H _{incr} [m]	Q _p [m ³ /s]	T _p	T _{inun}	T _{ch}	V [km/h]
114595	43	748,41	739,09	733,08	15,33	9,33	11.782	1H50M	27H57M	0H1M	-
113529	1109	748,01	738,66	732,73	15,29	9,35	10.995	1H55M	29H13M	0H5M	12,79
108263	6375	744,19	736,38	731,92	12,27	7,80	8.621	3H36M	29H48M	0H26M	3,58
104795	9843	742,95	735,35	731,36	11,59	7,60	7.318	3H58M	28H44M	0H50M	4,59
101924	12714	741,89	734,07	730,50	11,40	7,83	6.658	4H4M	26H4M	1H17M	5,67
99384	15254	731,38	723,12	718,81	12,57	8,26	6.618	4H21M	28H2M	1H33M	6,04
90995	23643	719,66	713,85	709,27	10,40	5,82	5.789	6H28M	31H5M	2H32M	5,09
84928	29710	716,97	712,11	708,94	8,03	4,86	5.143	6H57M	29H19M	3H24M	5,80
83430	31208	703,22	698,72	695,43	7,79	4,50	5.136	6H58M	31H31M	3H17M	6,07
82205	32433	684,54	678,65	671,94	12,60	5,89	5.119	7H43M	34H25M	3H26M	5,51
76529	38109	680,70	676,17	669,34	11,36	4,53	4.712	8H36M	33H21M	4H25M	5,63
63575	51063	668,62	664,26	656,12	12,50	4,36	3.957	11H51M	33H58M	6H1M	5,09
58374	56264	665,55	661,87	653,34	12,21	3,68	3.783	12H47M	36H26M	6H33M	5,13
47159	67479	661,15	658,07	650,66	10,50	3,08	3.374	15H19M	35H58M	7H50M	5,00
37859	76779	657,55	654,84	647,79	9,76	2,71	3.061	17H15M	41H29M	8H56M	4,98
32199	82439	654,81	652,49	646,80	8,01	2,32	2.992	17H55M	41H47M	9H37M	5,12
20400	94238	645,75	643,63	636,03	9,72	2,12	2.820	21H23M	44H39M	11H36M	4,82
15802	98836	644,11	642,38	635,31	8,80	1,73	2.746	22H9M	44H1M	12H12M	4,86
12401	102237	642,67	641,08	634,76	7,91	1,60	2.724	22H29M	40H27M	12H44M	4,95
9445	105193	639,38	638,15	634,35	5,03	1,23	2.714	22H50M	32H51M	13H20M	5,01
6399	108239	627,61	626,65	621,07	6,54	0,96	2.709	23H28M	38H42M	13H19M	5,00
4200	110438	626,20	625,30	617,55	8,65	0,91	2.716	23H54M	39H19M	13H39M	5,00
1001	113637	624,52	623,64	615,15	9,36	0,88	2.705	24H3M	40H3M	14H2M	5,11
33	114605	623,01	621,99	613,75	9,26	1,02	2.705	24H3M	41H30M	14H4M	5,16

d é a distância da seção até o barramento da PCH Cajuru;

Z_p é a cota de pico [m-IBGE];

Z_{ref} é a cota de pico para o evento natural milenar [m-IBGE];

Z_{omit} 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/hr]

**NDA – Não atinge a condição de inundação incremental.

Tabela 21 - Resultados Cenário de Falha 5 (RDC 5):

SC	d[m]	Z _p *	Z _{ref} *	Z _{Qmit} *	H [m]	H _{incr} [m]	Q _p [m ³ /s]*	T _p *	T _{inun} *	T _{ch}	V [km/h]*
114595	43	750,21	740,29	733,08	17,14	9,92	14.923	1H33M	12H1M	0H2M	-
113529	1109	749,93	739,77	732,73	17,21	10,16	13.985	1H36M	12H24M	0H6M	21,32
108263	6375	746,11	737,54	731,92	14,19	8,58	11.133	3H31M	14H0M	0H32M	3,22
104795	9843	744,72	736,62	731,36	13,37	8,10	9.513	3H52M	14H30M	0H50M	4,23
101924	12714	743,62	735,40	730,50	13,12	8,22	9.030	3H57M	14H23M	1H7M	5,28
99384	15254	733,33	724,59	718,81	14,52	8,74	9.010	4H16M	14H21M	1H17M	5,60
90995	23643	721,95	715,14	709,27	12,68	6,80	8.364	6H16M	14H41M	2H25M	5,00
84928	29710	718,41	713,55	708,94	9,47	4,86	8.058	6H39M	12H39M	2H59M	5,82
83430	31208	705,41	699,57	695,43	9,98	5,84	8.050	6H40M	15H35M	3H0M	6,09
82205	32433	688,27	681,12	671,94	16,33	7,15	8.030	7H30M	14H0M	3H25M	5,44
76529	38109	684,47	678,47	669,34	15,13	6,00	8.502	8H12M	13H20M	4H2M	5,72
63575	51063	673,30	667,06	656,12	17,18	6,24	7.637	10H49M	17H1M	5H23M	5,51
58374	56264	669,88	664,41	653,34	16,54	5,47	7.438	11H50M	17H47M	5H54M	5,47
47159	67479	665,88	660,56	650,66	15,22	5,31	6.830	13H48M	19H0M	7H9M	5,50
37859	76779	662,01	657,18	647,79	14,22	4,84	6.452	15H7M	19H16M	8H20M	5,66
32199	82439	658,65	654,51	646,80	11,85	4,14	6.351	15H51M	19H4M	8H58M	5,76
20400	94238	650,61	646,21	636,03	14,58	4,40	6.073	18H27M	20H21M	10H47M	5,57
15802	98836	648,82	644,93	635,31	13,51	3,89	6.003	19H2M	19H29M	11H32M	5,65
12401	102237	647,17	643,59	634,76	12,41	3,57	6.252	19H14M	19H12M	11H50M	5,78
9445	105193	643,14	640,08	634,35	8,79	3,06	6.274	19H28M	18H18M	12H25M	5,87
6399	108239	632,71	629,39	621,07	11,64	3,32	6.263	20H55M	17H4M	13H29M	5,59
4200	110438	632,34	628,59	617,55	14,79	3,74	6.641	20H57M	17H18M	13H31M	5,69
1001	113637	630,67	626,90	615,15	15,51	3,77	6.621	21H2M	17H19M	13H37M	5,83
33	114605	629,23	625,54	613,75	15,48	3,69	6.620	21H0M	17H21M	13H36M	5,89

d é a distância da seção até o barramento da PCH Cajuru;

Z_p é a cota de pico [m-IBGE];

Z_{ref} é a cota de pico para o evento natural milenar [m-IBGE];

Z_{Qmit} é a cota para a condição de escoamento da vazão de referência Q_{MLT} [m-IBGE];

H é a altura do pico da onda induzida em relação à condição de vazão Q_{MLT} [m];

H_{incr} é a altura incremental do pico em relação ao evento Milenar [m];

Q_p é a vazão de pico [m³/s];

T_p é o tempo de pico da onda induzida [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/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 **EMERGÊNCIA**, onde a ruptura já ocorreu ou está prestes a ocorrer, assim como cenários de cheias naturais para o nível **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
RDC 1 - Rompimento por erosão interna, com vazão decamilenar (2166 m^3/s)	PAE-CAJ-MAP01-RDC01_revB
RDC 2 - Rompimento por galgamento ou colapso do vertedouro, com vazão decamilenar (2166 m^3/s)	PAE-CAJ-MAP02-RDC02_revB
RDC 3 - Rompimento por colapso do vertedouro operando vazão de restrição (420 m^3/s), com cheia natural TR 10 anos (655 m^3/s)	PAE-CAJ-MAP03-RDC03_revB
RDC 4 - Rompimento por colapso do vertedouro em dia seco, com vazão média de longo termo (32 m^3/s)	PAE-CAJ-MAP04-RDC04_revB
RSC 5 – Rompimento do vertedouro provocando ruptura sinérgica por galgamento da UHE Gafanhoto, vazão decamilenar (2166 m^3/s)	PAE-CAJ-MAP05-RDC05_revB

É representado em carta de inundação, também, o perigo hidrodinâmico dos cenários. 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 erosão interna, com vazão decamilenar (2166 m³/s)	PAE-CAJ-MAP06-PER01_revB
RDC 2 - Rompimento por galgamento ou colapso do vertedouro, com vazão decamilenar (2166 m³/s)	PAE-CAJ-MAP07-PER02_revB
RDC 3 - Rompimento por colapso do vertedouro operando vazão de restrição (420 m³/s), com cheia natural TR 10 anos (655 m³/s)	PAE-CAJ-MAP08-PER03_revB
RDC 4 - Rompimento por colapso do vertedouro em dia seco, com vazão média de longo termo (32 m³/s)	PAE-CAJ-MAP09-PER04_revB
RSC 5 – Rompimento do vertedouro provocando ruptura sinérgica por galgamento da UHE Gafanhoto, vazão decamilenar (2166 m³/s)	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	Número do Mapa
TR 2 anos (303 m³/s)	PAE-CAJ-MAP11-TR2_revB
TR 10 anos (655 m³/s)	PAE-CAJ-MAP12-TR10_revB
TR 50 anos (1007 m³/s)	PAE-CAJ-MAP13-TR50_revB
TR 100 anos (1159 m³/s)	PAE-CAJ-MAP14-TR100_revB
TR 10.000 anos (2166 m³/s)	PAE-CAJ-MAP15-TR10000_revB

Os mapas podem ser acessados em formato digital pelo endereço eletrônico abaixo, pasta denominada “Mapas PDF”:

[UHE Caiuru](#)

G. Plano de Mitigação¹⁷

A operacionalização do PAE e integração ao Plancon do município é primordial para garantir maior efetividade nas ações de prevenção e mitigação do risco relacionado à ruptura da barragem. Sendo assim, a Cemig está articulando com as Defesas Civas Municipais a atualização do Plancons dos municípios da ZAS, incluindo o cenário de ruptura da barragem, conforme Projeto VAMOS, ***Conforme cadastro realizado, está mapeado economias** sem atendimento. Neste caso, para dimensionamento adotou-se uma média da população residente da região onde está localizado o Ponto de Encontro.

Etapa 7 – Revisão do PLANCON Municipal.

Durante a revisão do Plancon, será realizado o levantamento da estrutura atual do município em relação aos recursos disponíveis que podem ser utilizados em resposta a uma situação de emergência para resgatar atingidos, pessoas e animais. Assim como o levantamento dos locais de captação de água e estações de tratamento para se avaliar os impactos e subsidiar as ações para assegurar o abastecimento de água potável, entre outros aspectos que subsidiarão a atualização deste Plano de Mitigação.

Este anexo será atualizado conforme cronograma acordado com as defesas civis municipais e apresentado na Tabela 8 do X Projeto de Integração PAE/Plancon - VAMOS.

i) Resgate da população potencialmente atingida na ZAS

Em situação de evacuação preventiva em nível **ALERTA** ou evacuação imediata em nível de **EMERGÊNCIA**, a população da ZAS deve direcionar-se ao ponto de encontro assim que notificada. Para auxílio nesta evacuação até os pontos de encontro há sinalizações de rotas de fuga, assim como são realizados treinamentos e simulados de evacuação. Após a população se dirigir aos pontos de encontro, deverá aguardar a chegada de resgate pelos órgãos públicos, conforme definido no Plancon do município, com as ações de abrigagem temporária da população.

As ações de socorro têm por objetivo definir como será prestado o atendimento às pessoas atingidas, incluindo as ações de busca e salvamento, primeiros-socorros, atendimento pré-hospitalar e atendimento médico e hospitalar de emergência.

¹⁷ Em atendimento ao art. 12, incisos VI e VII, da Lei Federal 14.066 de 30 de setembro de 2020, “medidas específicas, em articulação com o poder público, para resgatar atingidos, pessoas e animais, para mitigar impactos ambientais, para assegurar o abastecimento de água potável e para resgatar e salvaguardar o patrimônio cultural” e “dimensionamento dos recursos humanos e materiais necessários para resposta ao pior cenário identificado”.

- A Cemig dispõe de sirenes móveis que poderão realizar a notificação da ZAS, seja em evacuação preventiva ou como redundância do sistema de notificação para confirmar a devida evacuação. Detalhes sobre as sirenes móveis podem ser consultados na **Etapa 8 - Implementação do Sistema de Notificação**.
- O detalhamento das rotas de fuga e pontos de encontro é apresentado em **E. Etapa 6 – Plano de Evacuação: Rotas de Fuga e Pontos de Encontro**.

ii) Resgate de animais

Na etapa de cadastramento demográfico, foram identificados os animais dentro da área de impacto, conforme apresentado em **Etapa 3 – Cadastro Socioeconômico, Fauna**. Durante a revisão do Plancon será possível identificar os locais que podem ser utilizados como abrigos temporários dos animais.

iii) Mitigação dos impactos ambientais

Dentre os dois formatos predominantes de Avaliação de Impactos Ambientais - AIA:

- Ex-Ante: a avaliação precede a implantação de um empreendimento ou projeto;
- Ex-Post: o processo é realizado após a ocorrência de um desastre ou evento.

Para o presente PAE será considerada a avaliação Ex-Post, em que uma forma de iniciar a avaliação abrangente dos impactos e suas principais características consiste na elaboração de um quadro sinótico que possa ser usado como uma guia orientativo para a avaliação. A Tabela 22 apresenta um modelo para ser utilizado em caso de rompimento da barragem, que servirá como uma guia orientativo para a compreensão dos impactos que já existiam na região, e como seria a conexão com os impactos decorrentes do rompimento da barragem. É apresentado, também, as referências para o preenchimento do quadro, que poderá ser ajustado em decorrência do evento materializado. O quadro tem o intuito de clarear a tomada de decisão, permitindo que as ações sejam assertivas e ágeis, em caso de ocorrência de emergência com a barragem.

Tabela 22 - Referências para o preenchimento do quadro de impactos

Referências para preenchimento do quadro de impactos			
Componente afetado		Componente ambiental afetado pelo impacto. (Ex: Populações ribeirinhas, fauna aquática, flora, etc)	
Impacto		Ex: Alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas, que direta ou indiretamente afetam: I - a saúde, a segurança e o bem-estar da população, II - as atividades sociais e econômicas, III - a biota, IV - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente e V - a qualidade dos recursos ambientais. CONAMA 01/86	
Forma de constatação	Tipo de evidência	1 - Monitoramento, 2 - Observação e 3 - Associação lógica	
	Fonte da evidência	Apresentar o relatório que originou a evidência e a data.	
Via de impacto (<i>pathway</i>)		Descrever a rota mais provável do impacto	
Caracterização do impacto	Magnitude	Indicador	Apresentar o valor ou resultado encontrado nos estudos de campo
		Referência	Apresentar os valores de referência para o impacto citado.
		VMR	Valor de Magnitude em Rompimento - Apresentar os valores ou resultados das medições após a ocorrência do rompimento
		Valor Resultante	Valor referente a diferença entre o VMR e o indicador. O Valor Resultante demonstra o tamanho da magnitude do impacto do rompimento.
	Área afetada	Descrever a área afetada do impacto correlacionando com a mancha e as áreas (ADA, AID)	
	Duração	Qual a duração do impacto e suas origens.	
Origens possíveis do impacto identificado		Descrever as origens mais prováveis do impacto	
Potencial de associação com o rompimento		O impacto tem capacidade de ser associado ao rompimento? Pode existir em caso de rompimento, falsa correlação desse impacto já pré-existente com o rompimento?	
Potencial de cumulatividade com o rompimento		Em caso de rompimento esse impacto pode sofrer cumulatividade? Descrever os efeitos	
Potencial de sinergia com o rompimento		Em caso de rompimento esse impacto pode sofrer efeitos sinérgicos? Descrever os efeitos.	

iv) Medidas para assegurar o abastecimento de água potável

Foi realizado o levantamento das outorgas de uso de recursos hídricos pelo sistema da Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IDE-Sisema) e pela Agência Nacional de Águas e Saneamento (ANA).

O levantamento **identificou** que existe **ponto de captação superficial para abastecimento público** na ZAS, no município de Carmo do Cajuru-MG. Mas **não indicou estações de tratamento de água e de esgoto** atingidos na ZAS.

v) Medidas para assegurar e salvaguardar o patrimônio cultural

Foi realizado um diagnóstico do patrimônio cultural material que considerou as infraestruturas de interesse cultural, artístico ou histórico e sítios arqueológicos e espeleológicos tombados pelo Estado e Município, além de comunidades indígenas tradicionais ou quilombolas. Para tal avaliação, foram

utilizados dados atualizados disponíveis no portal do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN, 2019) e do Instituto Estadual do Patrimônio Histórico e Artístico (IEPHA, 2021).

O levantamento indicou que na ZAS da UHE Cajuru **não existem bens considerados patrimônio cultural.**

vi) Materiais, equipamentos e recursos humanos necessários para resposta

Os treinamentos de simulados de mesa (*tabletops*) visam construir e consolidar a listagem de recursos necessários para a resposta quanto ao isolamento de áreas, controle de acesso (pare-siga), atendimento a pessoas abrigadas dentre outras necessidades levantadas para uma eventual emergência ou necessidade de evacuação preventiva.

A Tabela 23 apresenta dados prévios da listagem de recursos necessários para resposta à emergência com a barragem. Além disso, durante a etapa de cadastramento foram avaliados e definidos locais que podem servir de bases de apoio ao resgate como abrigos, centros de triagem, estoques etc. Os locais estão listados na Tabela 24.

Destaca-se que as listas deverão ser constantemente atualizadas, conforme a execução de *tabletops* e atualização do Plancon.

Tabela 23 - Listagem de recursos para resposta às emergências

Recursos	Equipamento	Pessoal	Objetivo
Sistema de notificação	DIN	Sobreavisado para Gestão de Cheias	Evacuação de pessoas
Sistema de notificação	Caminhonete e Sirene móvel	Equipe técnica ou Defesa Civil	Confirmação de evacuação de pessoas
Ônibus ¹⁸	Escolar da prefeitura	Secretaria de Educação do município	Recolhimento de pessoas evacuadas do ponto de encontro aos Abrigos

Tabela 24 - Locais de apoio ao resgate

Nome	Endereço	Telefone	Tipo	Município
E.E São Francisco de Assís	R. Prefeito José Mateus Filho, 505, São Luis, 35557-000, Carmo do Cajuru - MG.	(37) 3244-3056	Escola	Carmo do Cajuru
E. M Fracisco Malaquias Cláudio	R. Francelino Gomes, 371, Bonfim, 35557-000, Carmo do Cajuru - MG.	(37) 3244-3567	Escola	Carmo do Cajuru

¹⁸ Os recursos serão validados conforme revisão do Plano de Contingência Municipal dos municípios da ZAS.

E. E. Padre João Perreiras Villaça	R. Jove Nogueira Gontijo, 390, Adelino Mano, 35557-000, Carmo do Cajuru - MG.	(37) 3244-1299	Escola	Carmo do Cajuru
E. M. Antônio Pio da Silva	Av. Pio Antônio da Silva, 850, Área Rural Ferrador, 35500-970, Divinópolis - MG.	-	Escola	Divinópolis
E. M. Princesa Isabel	R. Rui Barbosa, 117, Predial, Centro, 35557-000, Carmo do Cajuru - MG.	(37) 3244-3554	Escola	Carmo do Cajuru
E. M. Nossa Senhora do Carmo	R. Vicente Dias Barbosa, 2220, Cidade Nova, 35557-000, Carmo do Cajuru - MG.	(37) 3244-3555	Escola	Carmo do Cajuru
E. E. Vigário José Alexandre	R. São Francisco de Assís, 30, Nossa Senhora do Carmo, 35557-000, Carmo do Cajuru - MG.	(37) 3244-1652	Escola	Carmo do Cajuru
Casa Coletiva	R. João Morato de Faria, 11, Centro, 35500-615, Divinópolis - MG.	(37) 99191-1646	Centro Cultural	Divinópolis
Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil - Compdec	R. José Albino Pereira, 171, Espírito Santo, 35500-254, Divinópolis - MG.	(37) 3229-6625	Defesa Civil	Divinópolis
Centro de Referência de Assistência Social - CRAS São José	R. Castro Alves, 2020, São José, 35501-285, Divinópolis - MG.	(37) 3229-9773	Assistência Social	Divinópolis
Centro de Referência Especializado de Assistência Social - CREAS	R. Sergipe, 1179, Centro, 35500-012, Divinópolis - MG.	-	Assistência Social	Divinópolis

XIV. Apêndices Externos

A. Controle de distribuição externa e digital¹⁹

O controle de distribuição externa do PAE segue conforme tabela de registro e evidências de envio digital do documento que pode ser acessada *online* pelo endereço eletrônico abaixo, arquivo denominado “Plano de Chamadas - UHE Cajuru”:

[UHE Cajuru](#)

B. Plano de Chamadas para notificação externa²⁰

O Plano de Chamadas contendo os contatos para notificação externa de acordo com o fluxograma de acionamento do PAE pode ser acessada pela planilha *online* pelo endereço eletrônico abaixo, arquivo denominado “Plano de Chamadas - UHE Cajuru”. Os contatos poderão ser atualizados conforme a necessidade e as defesas civis dos municípios serão notificadas via *e-mail*.

[UHE Cajuru](#)

²⁰ Em atendimento ao art. 12, inciso XI, da Lei Federal 14.066 de 30 de setembro de 2020, “plano de comunicação, incluindo contatos dos responsáveis pelo PAE no empreendimento, da prefeitura municipal, dos órgãos de segurança pública e de proteção e defesa civil, [...]”.