



UHE Mascarenhas
Plano de Segurança de Barragem
Plano de Ação de Emergência

Coordenador do PAE: Diego Moulin Sanson

CREA: ES-013616/D



ASSINATURAS DE RESPONSABILIDADE

Responsável técnico pelo empreendimento

Helcio Luis Todan

CREA: 240117295-5

Responsável pelo empreendimento

Art. 8º - § 5º O Plano de Segurança da Barragem deve ser elaborado e assinado por responsável técnico com registro no respectivo conselho profissional, bem como incluir manifestação de ciência por parte do empreendedor, no caso de pessoa física, ou do titular do cargo de maior hierarquia na estrutura da pessoa jurídica." (NR)



APRESENTAÇÃO

O Plano de Ação de Emergência (PAE) da UHE Mascarenhas busca atender a Lei nº 12.334/2010, referente à Política Nacional de Segurança de Barragens, que estabelece os procedimentos que contribuem para minimizar os danos causados nas áreas e arredores dos reservatórios, decorrentes de situações críticas que possam vir a acontecer em virtude de riscos hidrológicos ou acidentes estruturais da barragem, tal como a ruptura da barragem.

Desta forma, o presente documento corresponde ao Plano de Ação de Emergência do aproveitamento, abordando, de forma objetiva, as principais situações de emergência que possam pôr em risco a integridade das estruturas componentes da UHE Mascarenhas, bem como definir procedimentos de notificação, comunicação e ações de resposta necessárias ao pronto atendimento das possíveis adversidades. Ele está direcionado aos municípios identificados como potencialmente afetados pela ruptura hipotética da barragem, sendo eles: Baixo Guandu e Colatina, todos situados no Estado do Espírito Santo.



SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	7
2	OBJETIVO	8
3	IDENTIFICAÇÃO DOS PRINCIPAIS AGENTES DO PAE	8
4	CARACTERÍSTICAS DO EMPREENDIMENTO	9
4.1	LOCALIZAÇÃO E ACESSO	9
4.2	DESCRIÇÃO GERAL DA BARRAGEM	13
5	NÍVEIS DE SEGURANÇA	14
5.1	CARACTERIZAÇÃO DOS NÍVEIS DE SEGURANÇA	14
6	RESPONSABILIDADES E PROCEDIMENTOS DE NOTIFICAÇÃO	15
6.1	DESCRIÇÃO DA ZONA DE AUTOSSALVAMENTO – ZAS	15
6.2	FLUXO DE NOTIFICAÇÃO	15
6.3	FLUXOGRAMA DE NOTIFICAÇÃO EM SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA ...	17
6.3.1	Situação NORMAL – Nível Verde	19
6.3.2	Situação ATENÇÃO – Nível Amarelo	19
6.3.3	Situação ALERTA – Nível Laranja	19
6.3.4	Situação EMERGÊNCIA – Nível Vermelho	19
6.4	ENTIDADES FISCALIZADORAS	20
6.5	SISTEMA DE PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL	20
7	ÁREA ATINGIDA	21
7.1	ZONA DE AUTOSSALVAMENTO (ZAS)	21
7.1.1	Sistema de Alerta	22
7.1.2	Mapas de rotas de fuga	23
7.2	FORA DA ZONA DE AUTOSSALVAMENTO	27
7.3	RESTRIÇÕES LOCAIS	27
8	RECOMENDAÇÕES	29
	REFERÊNCIAS	30
	APÊNDICES	33



LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Barragem Mascarenhas.....	9
Figura 2. Mapa de localização da UHE Mascarenhas.....	11
Figura 3. Mapa de acessos da UHE Mascarenhas.	12
Figura 4. Vista geral da UHE Mascarenhas.	13
Figura 5. Procedimento resumido para classificação de situação e notificação.....	16
Figura 6. Fluxograma de Notificação em situação de emergência.	18
Figura 7. Placa de rota de fuga.	24
Figura 8. Mapa de risco com sistema de alerta e pontos de encontro.....	26
Figura 9. Localização das pontes.....	28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Estimativa de atingidos, benfeitorias e habitantes.	21
Tabela 2. Pontes existentes ao longo do trecho estudado.	27

LISTA DE QUADRO

Quadro 1. Contatos do PAE.....	8
Quadro 2. Cores padrões dos níveis de segurança.	14

DEFINIÇÕES

PAE – Plano de Ação Emergencial

PSB – Plano de Segurança de Barragem

BCC – Barragem de Concreto Central

BCME – Barragem de Concreto da Margem Esquerda

BCMD – Barragem de Concreto da Margem Direita

CCV – Concreto Convencional Vibrado

CF – Casa de Força

TA – Tomada D'água

TR – Tempo de Recorrência

VC – Vertedouro Controlado

ZAS – Zona de Autossalvamento



1 INTRODUÇÃO

A potencialidade de recursos hídricos brasileira faz do represamento de cursos d'água uma prática comum no território nacional. Embora agreguem diversos benefícios à sociedade, estes empreendimentos devem constituir objeto de estudo e avaliação crítica, uma vez que não estão livres de acontecimentos diversos, podendo ocasionar comprometimentos à estabilidade de suas estruturas e levá-los a uma condição de colapso.

Neste contexto, no dia 20 de setembro de 2010 foi instituída a Política Nacional de Segurança de Barragens, Lei Federal nº 12.334/2010. Esta legislação tem como objetivo garantir a observância de padrões mínimos de segurança de barragens, de forma a possibilitar a redução de acidentes e suas consequências, visando à proteção da população e do meio ambiente.

A Lei nº 12.334/2010 aplica-se às barragens destinadas à acumulação d'água para quaisquer usos, à disposição final ou temporária de rejeitos e à acumulação de resíduos industriais que apresentem, pelo menos, uma das seguintes características:

- (i) Altura do maciço maior ou igual a 15 m;
- (ii) Capacidade total do reservatório maior ou igual a 3 hm³;
- (iii) Reservatório que contenha resíduos perigosos;
- (iv) Categoria de dano potencial associado, médio ou alto, em termos econômicos, sociais, ambientais ou de perdas de vidas humanas.

Dentre os instrumentos citados pela referida legislação, tem-se o Plano de Segurança de Barragens, do qual faz parte o Plano de Ação de Emergência (PAE). Este tem como intuito identificar e compilar os principais procedimentos e ações a serem realizados para a prevenção e mitigação dos danos e riscos potenciais, respondendo de forma satisfatória às situações de emergências que possam comprometer a segurança da barragem e sua área de influência.

Cabe salientar que o PAE representa um estudo de caráter preventivo, devendo todas as suas informações serem tratadas com a devida responsabilidade, evitando interpretações e divulgações equivocadas de conteúdo. Isto é válido, uma vez que a disseminação de informações errôneas pode, ao invés de contribuir com as autoridades competentes, gerar pânico injustificado.

Neste sentido, o presente documento expõe uma síntese objetiva e funcional do Plano de Ação de Emergência da Barragem Mascarenhas. Seu principal objetivo consiste em abordar o conteúdo do PAE, de forma clara e simplificada, permitindo que qualquer indivíduo possa garantir a execução de procedimentos de segurança e defesa, em situações de crise



que envolvam anomalias na barragem, desde um aspecto estrutural até o vertimento de uma cheia natural excepcional.

2 OBJETIVO

São objetivos deste Plano de Ação de Emergência (PAE), abordar de forma clara e precisa os principais níveis de segurança do empreendimento, os procedimentos de resposta às situações anômalas que possam vir a ocorrer no barramento, bem como as notificações referentes à cada nível de segurança.

3 IDENTIFICAÇÃO DOS PRINCIPAIS AGENTES DO PAE

Os participantes do PAE, em particular, o Empreendedor, o Coordenador e o Sistema de Defesa Civil são atores-chave na execução das ações em situações de emergência. Os contatos desses agentes encontram-se no Quadro 1.

Quadro 1. Contatos do PAE¹

AGENTE	EMPRESA	NOME	CONTATO
Coordenador do PAE	Energest S.A.	Diego Moulin Sanson	(27) 3183-3560 (27) 99935-9676
Coordenador suplente do PAE	Energest S.A.	Leandro Plácido Tartaglia	(27) 3183-3561 (27) 99814-4798
SISTEMA DE DEFESA CIVIL			
Coordenadoria Estadual de Proteção e Defesa Civil (CEPDEC) – Espírito Santo	Defesa Civil	Cel. BM André Có Silva	(27) 3194-3697 (27) 3194-3652 (27) 99975-2075
Coordenadoria Regional de Proteção e Defesa Civil – Região de Colatina (REPDEC 3ª CIA Ind.)	Defesa Civil	Major BM Cristiano Malacarne	(27) 3723-6044 (27) 3722-9954 (27) 98879-7621
Coordenadoria Municipal de Defesa Civil (COMPDEC) – Baixo Guandu/ES	Defesa Civil	Sandro Farias Brandião	(27) 3732-4864 (27) 98134-2904
Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (SEDEC)	Defesa Civil	Alexandre Lucas Alves	(61) 2034-5513 (61) 2034-5736
CENAD (Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres)	Diretor	Armirn Augusto Braun	(61) 2034-4600 (61) 2034-4515
Prefeitura Municipal de Baixo Guandu (ES)	Prefeito	Lastenio Luiz Cardoso	(27) 3732-1838 (27) 3732-8900 (27) 99299-3507

¹ Nota: Maiores detalhes e contatos ver Fluxograma de Notificação apresentado na Figura 6. Fluxograma de Notificação em situação de emergência..



AGENTE	EMPRESA	NOME	CONTATO
Prefeitura Municipal de Colatina (ES)	Prefeito	João Guerino Balestrassi	(27) 3177-7000 (27) 3177-7021
Polícia Civil de Baixo Guandu (ES)			(27) 3732-3760
Polícia Civil de Colatina (ES) - 15ª Delegacia Regional			(27) 3177-7122
Polícia Militar de Baixo Guandu (ES)			(27) 3732-1330 (27) 3732-1020
Polícia Militar de Colatina (ES) - 8º Batalhão			(27) 3722-9500
Corpo de Bombeiros de Colatina (ES) - 3ª CIA Independente ²			(27) 9 9975-2078 (193)

4 CARACTERÍSTICAS DO EMPREENDIMENTO

4.1 LOCALIZAÇÃO E ACESSO

A UHE Mascarenhas (Figura 1) está localizada no Rio Doce cuja bacia se situa entre os estados de Minas Gerais e Espírito Santo. A bacia hidrográfica do Rio Doce, é uma das sub-bacias da Bacia Hidrográfica do Atlântico Leste (Bacia 5). Neste contexto, a área de drenagem do empreendimento, demarcada no eixo do barramento da UHE Mascarenhas, apresenta uma área total equivalente a 73.528,03 km².



Figura 1. Barragem Mascarenhas.

Fonte: Energest S.A. (UHE MASCARENHAS ES (1))

² Contato do Corpo de Bombeiros da unidade mais próxima.



O empreendimento está localizado no município de Baixo Guandu, ES, próximo à divisa entre os estados de Minas Gerais e Espírito Santo. As coordenadas geográficas da localização do barramento são 19°30'9,45" de latitude sul e 40°55'11,52" de longitude oeste (Figura 2).

Localizada a, aproximadamente, 170 km de Vitória, ES, o acesso ao barramento, partindo desse município, pode ser feito por meio da BR-101. Dessa BR, há dois trajetos possíveis, um pela BR-259 e outro pela ES-261 e ES-080. Este último encontra-se com a BR-259 cerca de 30 km antes de chegar ao barramento. A Figura 3 apresenta as principais vias de acesso ao local do empreendimento.





Figura 2. Mapa de localização da UHE Mascarenhas.





Figura 3. Mapa de acessos da UHE Mascarenhas.



4.2 DESCRIÇÃO GERAL DA BARRAGEM

O barramento da UHE Mascarenhas é composto por:

- Barragem de CCV Margem Esquerda (BCME);
- Vertedouro de Superfície Controlada (VC);
- Barragem de CCV Central (BCC);
- Tomada d'Água (TA);
- Casa de Força (CF);
- Barragem de CCV Margem Direita (BCMD).

Fazem parte do aproveitamento, ainda:

- Diques;
- Subestação.

O arranjo geral do empreendimento é composto por uma barragem na margem esquerda construída em concreto convencional com ombreira de terra, um vertedouro de superfície controlada, uma barragem central do tipo gravidade, uma tomada d'água embutida na casa de força e por uma barragem de concreto na margem direita (Figura 4).

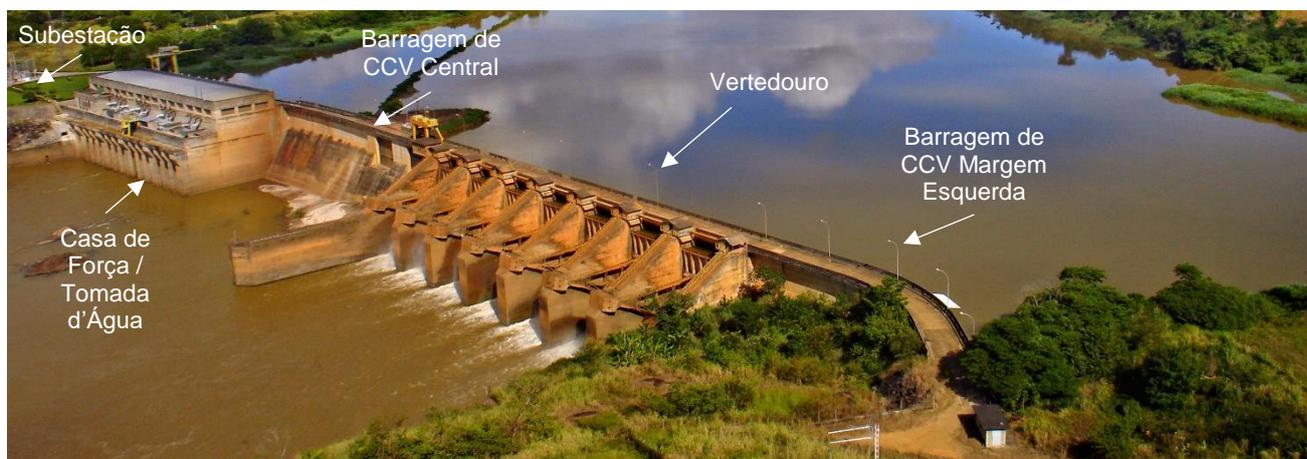


Figura 4. Vista geral da UHE Mascarenhas.

Fonte: Energest S.A. (UHE MASCARENHAS ES (1)).

Para fins de segurança e manutenção da integridade das estruturas civis da Barragem Mascarenhas o empreendimento possui uma capacidade de vertimento provável de período de retorno de 10.000 anos, referente a um evento hidrológico natural excepcional de baixa chance de ocorrência.

A barragem deve ter capacidade de verter ou sangrar grandes cheias naturais, tal conceito é um critério construtivo e normatizado para garantir a integridade das estruturas civis sob condições adversas pouco prováveis.



5 NÍVEIS DE SEGURANÇA

Os níveis de segurança determinam as situações de emergência passíveis de ocorrência na barragem. Embora estas possam variar de acordo com as características do barramento, devem ser consideradas, em geral, as seguintes ocorrências:

- Eventos anormais naturais, exteriores à barragem, como: tempestades, sismos, cheias provocadas por precipitações intensas ou por ruptura de barragens a montante, bem como por ondas induzidas pelo deslizamento de encostas no reservatório;
- Eventos excepcionais provocados pelo homem, exteriores à barragem, tais como: atos de guerra ou sabotagem;
- Circunstâncias anômalas de comportamento que derivam de deteriorações no corpo da barragem e/ou sua fundação, nos órgãos extravasores e seu equipamento de operação (eventos internos); e que são consequência das características da estrutura e do seu estado de manutenção, podendo incluir valores excessivos de variáveis, tais como as variações do volume do concreto ou as alterações de natureza físico-química das propriedades dos materiais;
- Outras situações internas à barragem, relacionadas com a exploração e operação que derivam da operação dos respectivos órgãos extravasores, ou ainda situações que podem ocorrer nas instalações da barragem, tais como incêndios, inundações e atos de vandalismo.

5.1 CARACTERIZAÇÃO DOS NÍVEIS DE SEGURANÇA

A avaliação e classificação das situações de emergência baseiam-se em quatro níveis de alerta gradualmente crescentes, obedecendo um código de cores padrão (Quadro 2).

Quadro 2. Cores padrões dos níveis de segurança.

NORMAL Nível 0 (Verde)	Situações normais e/ou pequenas ocorrências anômalas ou eventos externos à barragem que não comprometem sua segurança, devendo ser controladas e monitoradas ao longo do tempo. Fazem parte do cotidiano da equipe de segurança de barragem da empresa, necessitando, apenas, de notificação interna adequada.
ATENÇÃO Nível 1 (Amarelo)	Situações anômalas ou eventos externos à barragem que não comprometam sua segurança no curto prazo, devendo ser controladas, monitoradas e reparadas ao longo do tempo. A equipe de segurança de barragem da empresa deve providenciar notificações internas e externas, conforme necessidade. Enquadram-se neste nível, os eventos ou irregularidades, onde a tomada de decisão é realizada mediante realização de estudo aprofundado da situação.
ALERTA Nível 2 (Laranja)	Situações anômalas ou eventos externos à barragem que representam, no curto prazo, risco à sua segurança, devendo ser tomadas, de imediato, as devidas providências para sua extinção. A equipe de segurança de barragens da empresa



	deve providenciar notificações internas e externas, conforme necessidade. Ressaltam-se, também, situação anormais onde não há possibilidade de controle, tornando-se indispensável a intervenção de entidades externas.
EMERGÊNCIA Nível 3 (Vermelho)	Situações anômalas ou eventos externos à barragem que representam risco de ruptura iminente, devendo ser tomadas as devidas providências para reduzir danos humanos e materiais, decorrentes de seu colapso. Deve ser efetuado o alerta antecipado. Enquadram-se neste nível, as situações de catástrofe inevitável, como: (i) cheias que promovem o galgamento da barragem; (ii) sismos que originam acelerações elevadas no local da barragem; e (iii) surgências com elevadas vazões e carreamento de material já provocando a formação de brecha de ruptura, entre outros.

A classificação quanto aos níveis de segurança baseia-se na análise de eventos e irregularidades passíveis de ocorrência no empreendimento. Em geral, esta classificação não implica em uma ocorrência sequencial, podendo existir uma situação de nível de emergência sem que o mesmo implique na passagem por níveis de segurança inferiores.

O coordenador do PAE é o responsável por classificar o estado de Nível de Segurança da barragem, bem como alterar um determinado nível para outro com base na solução ou evolução de uma situação.

6 RESPONSABILIDADES E PROCEDIMENTOS DE NOTIFICAÇÃO

6.1 DESCRIÇÃO DA ZONA DE AUTOSSALVAMENTO – ZAS

A Zona de Autossalvamento (ZAS) é a região a jusante da barragem onde considera-se não haver tempo suficiente para uma intervenção das autoridades competentes em caso de acidente.

A Agência Nacional de Águas – ANA sugere adotar a menor das seguintes distâncias: 10 km ou a distância que corresponda a um tempo de chegada da onda de inundação igual a trinta minutos.

Foram identificadas as edificações e instalações da UHE Mascarenhas no vale a jusante, que poderão ser afetadas pela onda de cheia que deriva de uma eventual ruptura da barragem. O Apêndice 4 ilustra a tipificação da ZAS, e o apêndice 3 aponta as referidas coordenadas, nos municípios de Baixo Guandu e Colatina, estado do Espírito Santo.

6.2 FLUXO DE NOTIFICAÇÃO

Ao ser identificada uma situação anômala na UHE Mascarenhas, esta será analisada, caracterizada e classificada quanto ao seu risco iminente à integridade estrutural da



barragem. Na sequência, medidas preventivas e/ou corretivas serão tomadas, bem como realizadas as devidas notificações internas e/ou externas, conforme classificação da situação.

Os procedimentos descritos acima competem à equipe da UHE Mascarenhas, em consonância com a Lei nº 12.334/2010. Ao ser realizada a notificação externa dos Entes Federados, estes deverão estar preparados para atuar na situação emergente, conforme exposto na Lei nº 12.608/2012. Sabendo disso, cabe ao Empreendedor o repasse de todas as informações, relacionadas à possível situação emergente, necessárias para que os órgãos competentes possam planejar e executar as respostas adequadas, bem como confeccionar o Plano de Contingência de Proteção e Defesa Civil dos municípios potencialmente afetados.

A Figura 5 apresenta fluxograma de procedimento resumido para classificação do nível de segurança e quais agentes devem ser acionados na notificação. O acionamento do fluxograma é realizado por decisão do Coordenador do PAE da barragem.

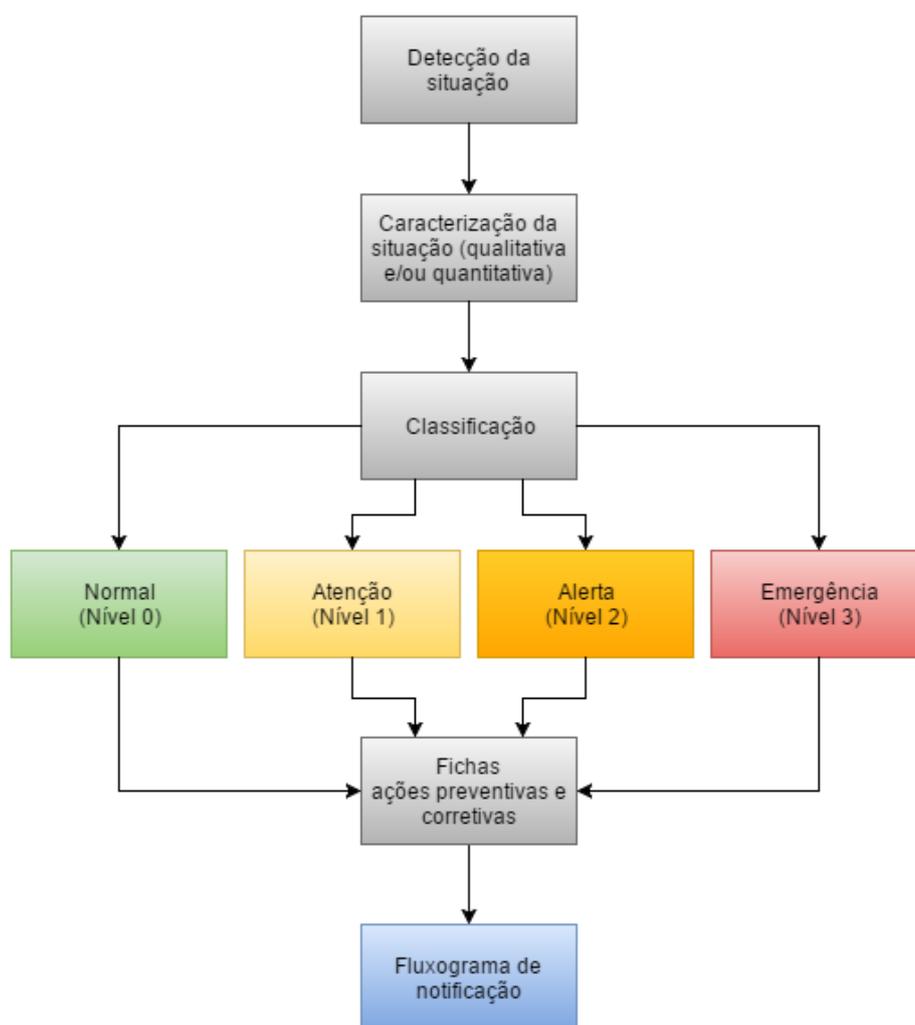


Figura 5. Procedimento resumido para classificação de situação e notificação.

Em suma, o Empreendedor garante a integridade estrutural do aproveitamento, a adequada operação dos vertedouros ou sangradouros, bem como os procedimentos de



comunicação entre a UHE Mascarenhas e os Entes Federados externos, conforme Lei nº 12.334/2010 e Resolução Normativa nº 696/2015/ANEEL, enquanto os Entes Federados garantem ações de aviso, mobilização, treinamento e evacuação das populações residentes em áreas potencialmente atingidas por eventos excepcionais da natureza, conforme Lei nº 12.608/2012 e Decreto nº 8.572/2015.

6.3 FLUXOGRAMA DE NOTIFICAÇÃO EM SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA

A notificação deve ser estabelecida entre os indivíduos responsáveis pela operação e segurança da barragem (notificação interna), e as entidades externas com responsabilidades instituídas (Entidades Fiscalizadoras e Sistema de Defesa Civil).

As entidades a serem notificadas pelo coordenador do PAE devem ser, obrigatoriamente, o Empreendedor (Energest S.A.), Entidades Fiscalizadoras (ANEEL) e o Sistema de Defesa Civil, conforme âmbito:

- Municipal: Coordenadoria Municipal de Defesa Civil dos municípios de Baixo Guandu (ES) e Colatina (ES). Esta é a primeira linha de defesa civil da comunidade ameaçada por desastres, coordenando as ações da Defesa Civil em todo o território municipal. Aliado a isto, é a responsável por acionar os órgãos da administração pública municipal, como a Secretaria Municipal de Saúde e os Serviços de Água e Esgoto;
- Estadual: Corpo de Bombeiros Militar e Coordenadoria Estadual de Defesa Civil do Estado do Espírito Santo. Coordena em todo o território estadual as ações da Defesa Civil;
- Federal: Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil (SINPDEC), através da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (SEDEC) e do Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres (CENAD).

A Figura 6 apresenta o fluxograma de notificação da UHE Mascarenhas para cada nível de situação (Normal, Atenção, Alerta e Emergência).



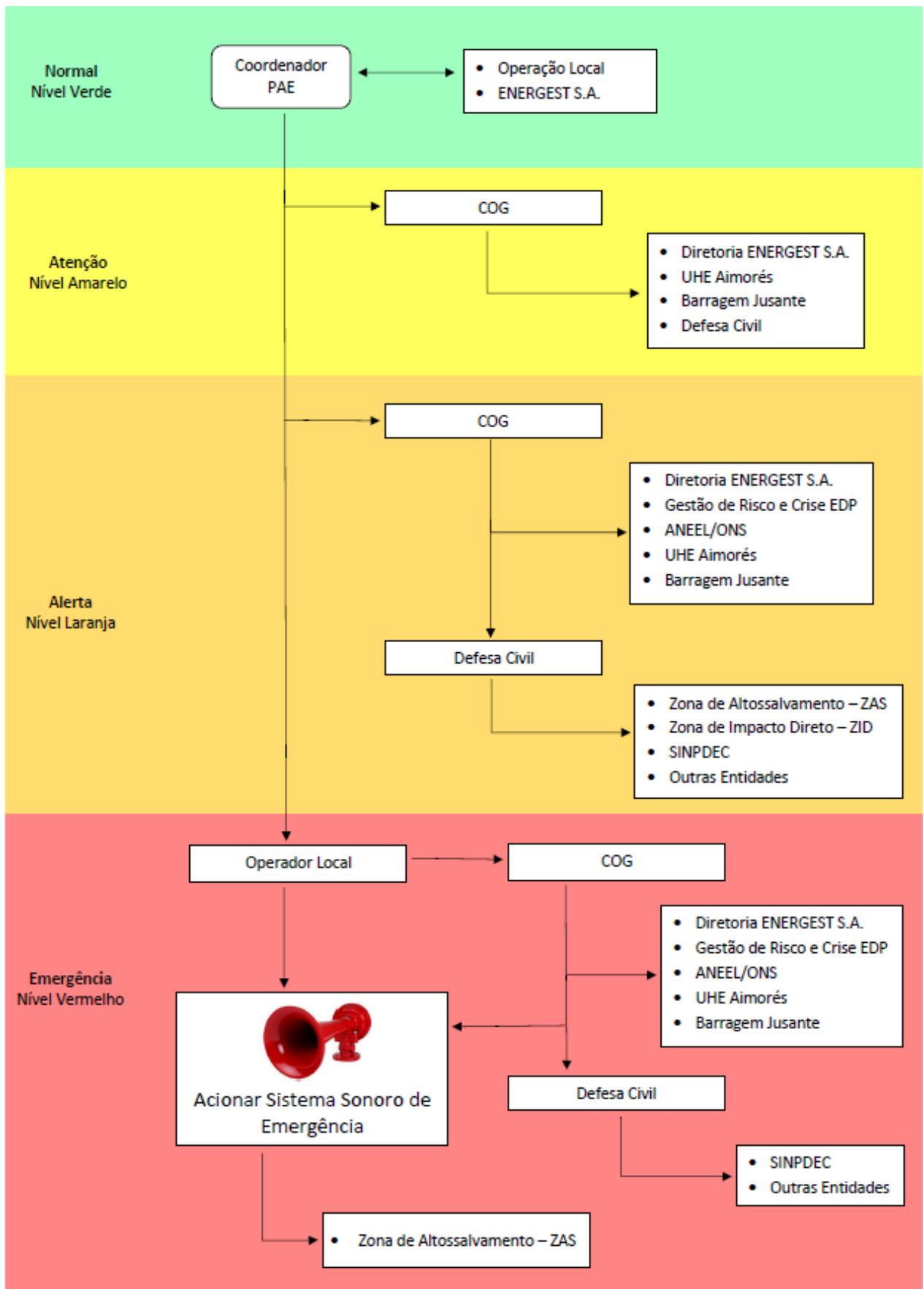


Figura 6. Fluxograma de Notificação em situação de emergência.



6.3.1 Situação NORMAL – Nível Verde

Na situação NORMAL as informações são transmitidas entre o Operador da Usina, Coordenador do PAE e demais representantes da UHE Mascarenhas.

6.3.2 Situação ATENÇÃO – Nível Amarelo

Detectada a anomalia e classificada a situação como sendo de ATENÇÃO, o coordenador do PAE deve declarar (oficialmente, por escrito, usando o formulário Declaração de Alteração de Situação) situação de ATENÇÃO.

Antes da declaração oficial, o Coordenador do PAE deverá informar o Centro de Operação da Geração (COG) que se encarregará de comunicar as Diretorias das Unidade de Negócio.

Nota: O coordenador do PAE em conjunto com a Diretoria da Unidade de Negócio, deverão realizar uma análise da situação de ATENÇÃO, e se houver riscos da alteração para o nível de ALERTA em um curto espaço de tempo, poderão a seu critério informar os agentes externos, tais como Defesa Civil, ONS e ANEEL.

6.3.3 Situação ALERTA – Nível Laranja

Agravada a situação e/ou detectada uma situação de ALERTA, o coordenador do PAE deve declarar (oficialmente, por escrito, usando formulário de Declaração de Alteração de Situação) a situação de ALERTA.

Antes da declaração oficial, o Coordenador do PAE deve informar ao Centro de Operação da Geração (COG) que se encarregará de comunicar a Diretoria da EDP, Aneel, ONS, Defesa Civil e as Usinas a Montante e Jusante.

A Defesa Civil ficará responsável por comunicar órgãos integrantes do Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil (SINPDEC), contidas no fluxo de notificação deste documento.

Nota: Estando a barragem na condição de Atenção (Laranja) o coordenador do PAE deverá permanecer constantemente na Usina até que a situação da Barragem retorne para as condições Amarelo ou Verde.

6.3.4 Situação EMERGÊNCIA – Nível Vermelho

Agravada a situação e/ou detectada uma situação de EMERGÊNCIA, o coordenador do PAE deve declarar (oficialmente, por escrito, usando formulário de Declaração de Alteração de Situação) a situação de EMERGÊNCIA e solicitar a equipe de operação local que faça o acionamento do sistema sonoro de alerta.



Antes da declaração oficial, o Coordenador do PAE deve informar ao Centro de Operação da Geração (COG) que se encarregará de comunicar a Diretoria da EDP, Aneel, ONS, Defesa Cível e as Usinas a Montante e Jusante.

A Defesa Civil ficará responsável por comunicar órgãos integrantes do Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil (SINPDEC), contidas no fluxo de notificação deste documento.

Nota: Se houver uma situação, onde as condições da Barragem evoluam de uma situação de Normal ou Alerta para Emergência (Rompimento Imprevisto), sem necessariamente atingir a situação de Atenção, o operador local deverá efetuar o acionamento do sistema sonoro de alerta e comunicar imediatamente o Coordenador do PAE ou Pessoa Designada e o Centro de Operação da EDP para seguimento do fluxograma de notificação.

A listagem completa dos agentes a serem notificados, pode ser visualizada no Apêndice 1.

6.4 ENTIDADES FISCALIZADORAS

A entidade fiscalizadora no controle de segurança de barragens, com uso principal para fins hidroelétricos, é a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). A ANEEL é a responsável por estabelecer a periodicidade, as qualificações mínimas das equipes técnicas responsáveis, o conteúdo mínimo e o grau de detalhamento dos documentos relativos à segurança da barragem. A entidade fiscalizadora deverá, ainda, comunicar situações que envolvam perigo para a população ao Centro Nacional de Gerenciamento de Desastres (CENAD) e à Agência Nacional de Águas (ANA), conforme Art.16, da Lei nº 12.334/2010.

6.5 SISTEMA DE PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL

O Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil (SINPDEC), entidade que atua na redução de desastres em todo o território nacional, é a responsável pelo alerta da população fora da Zona de Autossalvamento (ZAS) e pela evacuação dos atingidos no vale a jusante da barragem.

No caso da UHE Mascarenhas, o COMPDEC dos municípios potencialmente afetados (Baixo Guandu e Colatina, ES), deve alertar a população a jusante da Zona de Autossalvamento (ZAS) da barragem. O CEPDEC do Estado do Espírito Santo deve mobilizar os seus meios e recursos (corpos de bombeiros, polícia etc.), já que tem responsabilidade na evacuação da população.



Na Zona de Autossalvamento (ZAS), as populações devem conhecer os pontos de refúgio e se dirigirem para eles de forma autônoma, pois considera-se que não há tempo para a atuação eficaz do Sistema de Proteção e Defesa Civil.

7 ÁREA ATINGIDA

A identificação das benfeitorias potencialmente atingidas está listada no Apêndice 3, contendo as coordenadas geográficas dos centroides de cada uma delas, identificadas via fotointerpretação de imagens de satélite.

Dentre as 6 simulações hipotéticas de ruptura do empreendimento, para a confecção do PAE de Mascarenhas, optou-se pelo cenário de maior criticidade. Caso fosse considerado unicamente a ruptura hipotética do barramento, o modelo que melhor definiria a situação seria o RDC01, contudo, por medidas de segurança, a ENERGEST S.A. optou por utilizar o modelo RSC01, pois este leva em consideração não só o barramento da UHE Mascarenhas, mas também da ruptura da UHE Aimorés que se localiza à montante, onde, neste caso, a ruptura inicia durante o carregamento gerado pela sobrelevação máxima no barramento na ocasião da ruptura da UHE Aimorés vertendo uma vazão Decamilenar.

A área inundada considera a máxima cheia provável para a região, com uma vazão decamilenar de 18.500m³/s (TR = 10.000 anos). Tal cheia pode ser concretizada a partir de evento hidrológico natural excepcional ou por ocasião de um acidente nas estruturas civis da barragem UHE Mascarenhas. A estimativa de máxima de atingidos para esse cenário encontra-se na tabela a seguir (Tabela 1).

Tabela 1. Estimativa de atingidos, benfeitorias e habitantes.

Estimativa de:	Número Aprox. de atingidos		
	Dentro da ZAS	Fora da ZAS	Total
Benfeitorias	206	1953	2159
Habitantes	689	6524	7212

7.1 ZONA DE AUTOSSALVAMENTO (ZAS)

De acordo com recomendações de FEMA (2013) e FERC (2014), bem como de documentação da ABRAGE (2017), a Zona de Autossalvamento (ZAS) é definida como a região, imediatamente a jusante da barragem, em que se considera não haver tempo suficiente para uma adequada intervenção dos serviços e agentes de proteção civil em caso de acidente. Sua extensão é definida pela menor das seguintes distâncias: 10 km ou a distância percorrida pela onda de inundação em trinta minutos.

O tempo de chegada da onda é calculado como o instante em que a onda induzida pela ruptura hipotética atinge uma cota de referência gerada por uma elevação incremental de



0,61 m (~2 ft). Para a UHE Mascarenhas, a distância correspondente ao trecho percorrido pela frente de onda de ruptura no intervalo de 30 min é de, aproximadamente, 10 km.

Desta forma, para a UHE Mascarenhas, adotou-se uma Zona de Autossalvamento de 10 km, de modo que todo esse trecho seja alertado numa eventual situação de crise, não dependendo da atuação das autoridades competentes.

A Energest S.A. é solidária ao repasse de informações e esclarecimentos do PAE para que o Plano de Contingência de Proteção de Defesa Civil, de cada município atingido, preveja ações de alerta e evacuação para comunicação dentro e fora da Zona de Autossalvamento (ZAS).

7.1.1 Sistema de Alerta

No Plano de Ação de Emergência (PAE) da UHE Mascarenhas, o alerta antecipado é realizado mediante comunicação entre os responsáveis pela operação, segurança da barragem e população situada na Zona de Autossalvamento (ZAS). Devido ao risco iminente na ZAS, toda a comunicação nesta região deverá ser realizada de forma redundante. Na sequência são listados os principais meios de alerta com alcance direto:

- Alertas domésticos, recorrendo a contatos diretos através de telefonia fixa e móvel. Sugere-se definir pessoas (multiplicadores) que possam participar voluntariamente na retransmissão das informações de alerta antecipado;
- Alarmes públicos através de sinais sonoros (sirenes fixas e/ou megafones em viaturas móveis);
- Meios de comunicação social (mensagens ao público através de boletins de emissoras de rádio, televisão, rádio amador e telefonia móvel);
- Publicação e afixação de comunicados de alerta;

A escolha pelo meio de alerta mais adequado deverá levar em consideração a extensão da zona afetada, características e dispersão geográfica da população em risco (pequenos povoados rurais, grandes aglomerados urbanos, fazendas dispersas, entre outros), a proximidade dos agentes de Defesa Civil, bem como os recursos disponíveis para atendimento. Cabe ressaltar que o nível de preparo da população potencialmente atingida é fator limitante na determinação do meio de alerta. Aliado a isto, os meios de alerta devem ser adequados para atendimento de ocorrências em qualquer período (diurno e noturno) e data (dias úteis, feriados e finais de semana).

Neste contexto, o Sistema de Alerta da UHE Mascarenhas é composto por **Alarmes Públicos** e **Alertas Domésticos**. Estes serão utilizados nas regiões com baixo contingente populacional, onde haja disponibilidade de recursos, tempo e pessoas para sua execução.



Para uma ação eficaz, deve-se manter, nestes locais, informações atualizadas sobre nomes, endereços e respectivos números de telefone e/ou celular da população residente.

Cabe salientar que a ação de evacuação das pessoas em risco deverá ocorrer por conta dos moradores com o auxílio das entidades responsáveis, como Defesa Civil e Corpo de Bombeiros. Sendo assim, os residentes em zonas de risco deverão ter conhecimento prévio das principais rotas de fuga, locais de ponto de encontro e abrigo temporário.

7.1.2 Mapas de rotas de fuga

Para a elaboração do planejamento de pontos de encontro e rotas de fuga foi realizado um mapeamento das edificações presentes na região a jusante da UHE Mascarenhas da população presente na ZAS, através de visitas in loco e análise de imagens via satélite sendo possível traçar uma prévia localização de pontos de encontro e rotas de fuga. Após o estudo do cenário e especificações da normativa foi possível traçar os pontos de encontro que atendam a população potencialmente atingida na ZAS de UHE Mascarenhas. Foi previsto a implantação de 09 pontos de encontro, sendo que alguns desses pontos serão comuns para mais de uma edificação.

As rotas de fugas e saídas de emergência são sinalizadas, desobstruídas e com proteção contra incêndio para garantir um rápido e seguro abandono de qualquer local da usina até o ponto de encontro.

A Figura 7 apresenta uma das placas de sinalização que tem instaladas pela usina para a comunicação visual da rota de fuga, assim como o mapa de risco (Figura 8).





Figura 7. Placa de rota de fuga.







Figura 8. Mapa de risco com sistema de alerta e pontos de encontro.
 Fonte: Projeto Executivo de Sistema Sonoro de Alerta e Emergência UHE Mascarenhas.



7.2 FORA DA ZONA DE AUTOSSALVAMENTO

Como citado anteriormente, fora da Zona de Autossalvamento (ZAS) o alerta antecipado compete aos Serviços Municipais de Proteção Civil e Entes Federados, sendo estes responsáveis pelas ações de aviso, mobilização, treinamento e evacuação da população residentes em áreas potencialmente afetadas, conforme Lei nº 12.608/2012 e Decreto nº 8.572/2015. Para tanto, faz-se necessária a confecção de um Plano de Contingência de Proteção de Defesa Civil, definindo ações e responsáveis, otimizando o tempo de resposta da municipalidade.

Tendo em vista a complexidade da situação, deve-se compatibilizar o Plano de Ação de Emergência (PAE), realizado pela Energest S.A., com o Plano de Contingência de Proteção de Defesa Civil, de forma a garantir o pronto atendimento das adversidades.

7.3 RESTRIÇÕES LOCAIS

Algumas restrições de acesso em momentos de crise podem ser descritas. Dentre elas, o acesso às localidades da área de inundação mediante as rodovias e estradas sujeitas à inundação.

Foram levantadas três pontes ao longo do trecho estudado, estando sua análise resumida na Tabela 2 e sua localização exposta na Figura 9.

Tabela 2. Pontes existentes ao longo do trecho estudado.

Estrutura	Elevação do tabuleiro [m-IBGE]		Elevação máxima do nível de água [m-IBGE]
	Superior	Inferior	
Ponte 01	61,0	60,0	56,60
Ponte 02	42,6	41,0	44,40
Ponte 03	55,0	52,0	43,10

Nota: As estruturas em vermelho estão em situações de risco.



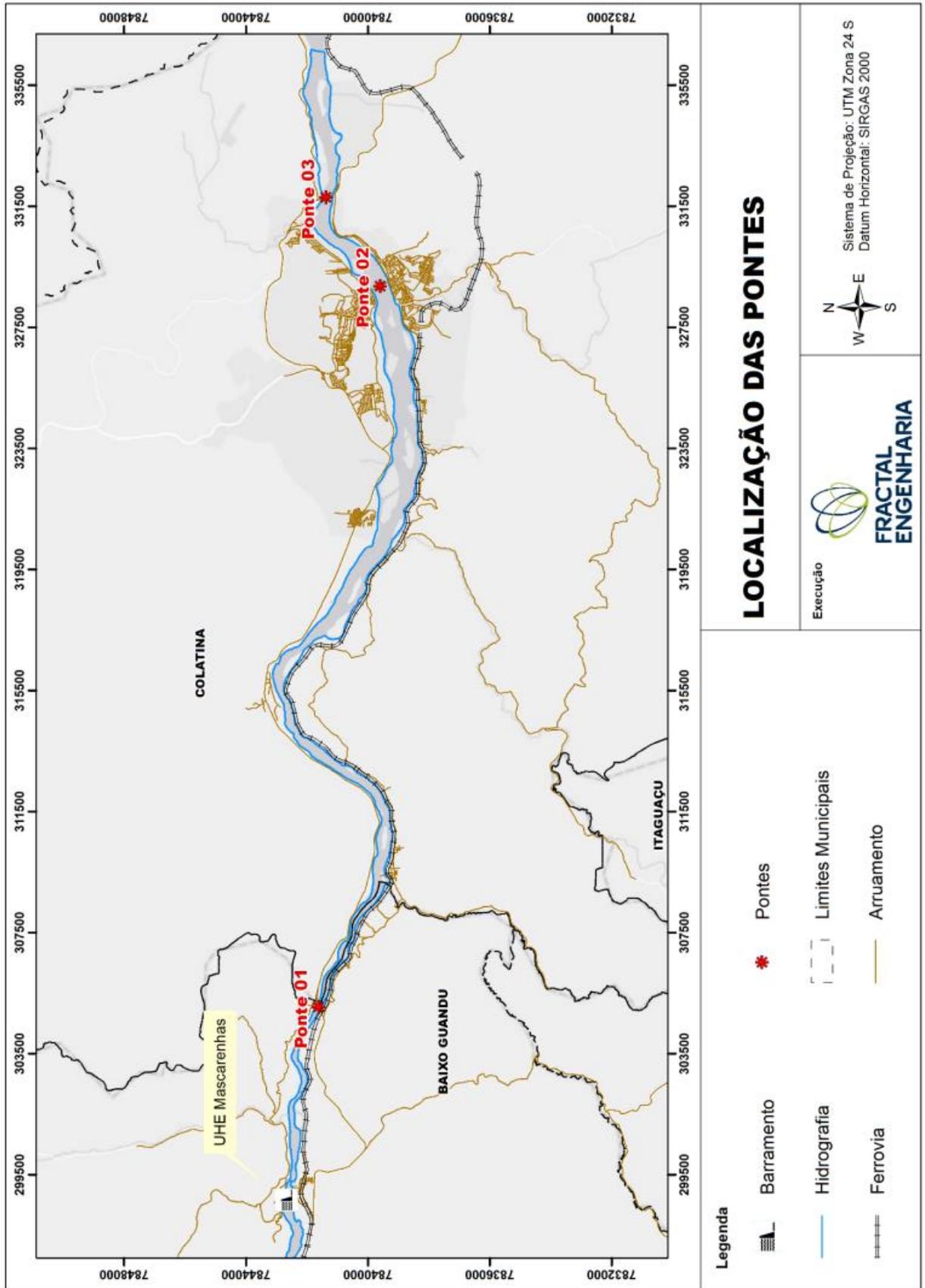


Figura 9. Localização das pontes.

Fonte: Plano de Ação de Emergência 2020 (Fractal Engenharia).



8 RECOMENDAÇÕES

Sugere-se aos Entes Federados que seja realizada a validação e cadastramento das benfeitorias potencialmente afetadas, dentro da mancha de inundação da cheia máxima provável, incluindo o levantamento das seguintes informações:

- Coordenadas planialtimétricas das benfeitorias/infraestruturas;
- Número de habitantes (permanentes ou temporários);
- Número de telefone fixo e/ou celular;
- Meios de locomoção dos moradores (carro, trator, cavalo, bicicleta);
- Existência de pessoas com necessidade especiais, gênero, faixa etária e nível de instrução.

Este levantamento tem como intuito validar o número de atingidos, bem como fornecer subsídios para decisões estratégicas no âmbito do Plano de Segurança de Barragem e no Plano de Contingência de Proteção de Defesa Civil dos municípios potencialmente afetados.



REFERÊNCIAS

- ABRAGE – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS GERADORAS DE ENERGIA ELÉTRICA. Orientações para elaboração do PAE das barragens de usinas hidrelétricas – v3.0. Belo Horizonte, Outubro, 2017.
- ABRAGE – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS GERADORAS DE ENERGIA ELÉTRICA. Orientações para elaboração do PAE das barragens de usinas hidrelétricas aos PLACONS – v3.0. Belo Horizonte, Outubro, 2017.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). Resolução Normativa Nº 696, de dezembro de 2015.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). Nota Técnica nº 59/2013 - SFG/ANEEL, de agosto de 2013.
- CHOW, V.T. 1959. Open-channel hydraulics: New York, McGraw-Hill, 680 p.
- FERC. FEDERAL ENERGY REGULATORY COMMISSION. Dam Safety Performance Monitoring Program. 2005.
- FEMA. FEDERAL EMERGENCY MANAGEMENT AGENCY, Federal Guidelines for Inundation Mapping of Flood Risks Associated with Dam Incidents and Failures - FEMA P-946. 2013.
- FREAD, D.L., JIN, M., LEWIS, J. M. An LPI Numerical Implicit Solution for Unsteady Mixed-Flow Simulation. In: “Proceedings of North American Water and Environment Congress ‘96, ASCE”, Anaheim, California, June, 1996, pp. 22-28.
- FROEHLICH, D. Embankment-Dam Breach Parameters. In: Hydraulic Engineering, Proceedings of the 1987 National Conference, ASCE, Williams burg, VA, pp. 570-575, 1987.
- FROEHLICH, D. Embankment-Dam Breach Parameters Revisited. In: First International Conference, Water Resources Engineering, Environmental and Water Resources Institute (EWRI), ASCE, Water Resources Engineering Proceeding, pp. 887-891, 1995.
- FROEHLICH, D. Embankment Dam Breach Parameters and Their Uncertainties. ASCE, Journal of Hydraulic Engineering, Vol. 134, No. 12. Pp. 1708-1721. 2008.
- GEE, M. Use of Breach Process Models to Estimate HEC-RAS Dam Breach Parameters. In: 2nd Joint Federal Interagency Conference, Las Vegas, NV, June 27 - July 1, 2010
- GOODELL, C.R. “A Probabilistic Approach to Dam Breach Modeling”. In: Proceedings, FloodRisk 2012 Conference, Rotterdam, The Netherlands, November, 2012.



- GOODELL, C.R. & FROEHLICH, D.C. "Comparison of Dam Breach Flood Uncertainty Calculations". In: Presentation, United States Society on Dams 2012, New Orleans, Louisiana, April, 2012.
- JARRETT, R.D. Hydraulics of High-gradient Streams. ASCE, Journal of Hydarulics, Volume 110, No. HY 11, pages 1519 – 1539, 1984.
- Lei Federal nº 12.334, de 20 de Setembro de 2010. Brasília, 2010.
- Lei Federal nº 12.608 de 10 de Abril de 2012. Brasília, 2012.
- Lei Complementar nº 912 de 05 de Junho de 2019. Vitória, ES, 2019.
- LARA, P.G. Metodologia probabilística de previsão de brecha de ruptura de barragens. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental. Florianópolis, SC, 2016. 181 p.
- LARA, P.G.; GOODELL, C.R.; BONUMÁ, N.B. Previsão do risco de cota de inundação induzido por rompimento de barragens. In: XXXI - SEMINÁRIO NACIONAL DE GRANDES BARRAGENS – SNGB. Belo Horizonte, MG. 15 A 18 DE MAIO DE 2017.
- LOPES, J.D. Influência de dados topobatimétricos detalhados na modelagem hidrodinâmica de canais: UHE Tucuruí – PA. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental. Florianópolis, SC, 2015. 109p.
- MACDONALD, T.C & LANGRIDGE-MONOPOLIS, J. Breaching characteristics of dam failure. Journal of Hydraulic Engineering. 110(5), pp. 567-586. 1984.
- MIROSLAW-SWIATEK, D. Unsteady 1D Flow Model of Natural Rivers with Vegetated Floodplain – An Application to Analysis of Influence of Land Use on Flood Wave Propagation in the Lower Biebrza Basin. Water Resources Management and Modeling. Purna Nayak (Ed.), InTech. 2012.
- SCHAEFER, M.G. Dam Safety Guidelines, Technical Note 1: Dam Breach Inundation Analysis and Downstream Hazard Classification, Washington State Department of Ecology Publication Nº. 92-55E, USA, July 1992.
- SEO. STATE OF COLORADO DEPARTMENT OF NATURAL RESOURCES, Division of Water Resources Office of the State Engineer. "Guidelines for Dam Breach Analysis", February 2010.
- SINGH, V.P.; SCARLATOS, P.D.; COLLINS, J.G.; JOURDAN, M.R. Breach Erosion of Earthfill Dams (BEED) Model. Natural Hazards, Volume 1, pp. 161-180. 1988.



- SINGH, K.P. & SNORRASON, A. Sensitivity of outflow peaks and flood stages to the selection of dam parameters and simulation models. *Journal of Hydrology*, Vol 68, pp. 295-310. 1984.
- SOUZA, C.F.; COLLISCHONN, W.; TUCCI, C.E.M. Simulação hidrodinâmica via aquisição remota de dados. XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, São Paulo, SP, v. 1, n. 1, p.1-12, nov. 2007.
- U. S. ARMY CORPS OF ENGINEERS. Hydrologic Engineering Center. Training Documents – Using HEC-RAS for Dam Break Studies. TD-39, USCE, August 2014.
- USACE-HEC. River Analysis System, HEC-RAS v4.1 – Hydraulic Reference Manual. US Army Corps of Engineers, Hydrologic Engineering Center, 351p, USA, 2010.
- U.S. BUREAU OF RECLAMATION. Downstream hazard classification guidelines. ACER Technical Memorandum. No. 11, Denver. 1988.
- VON THUN J.L. & GILLETE, D.R. Guidance on breach parameters. Unpublished internal document, U.S. Bureau of Reclamation, 17p. Denver, CO, USA, 1990.
- WAHL, T.L. “Uncertainty of Prediction of Embankment Dam Breach Parameters”, *ASCE Journal of Hydraulic Engineering*, Vol 130, No. 5, pp 389-397. 2004.



APÊNDICES

Apêndice 1. Contatos para notificação – Barragem UHE Mascarenhas.

UHE Mascarenhas	Coordenador do PAE	Nome: Diego Moulin Sanson Tel. 01: (27) 3183-3560 Cel.: (27) 99935-9676 E-mail: diego.sanson@edp.com
	Coordenador Substituto do PAE	Nome: Leandro Plácido Tartaglia Tel. 01: (27) 3183-3561 Cel.: (27) 99814-4798 E-mail: leandro.tartaglia@edp.com
Barragem Montante	UHE Aimorés	Nome: Tel. 01: (27) 3732-2033 Cel.: E-mail:
Autoridades e Sistema de Defesa Civil	Coordenadoria Municipal de Defesa Civil (COMPDEC) – Baixo Guandu/ES	Nome: Sandro Farias Brandião Tel. 01: (27) 3732-4864 Cel.: (27) 98134-2904 E-mail: defesacivil@pmbg.es.gov.br
	Coordenadoria Regional de Proteção e Defesa Civil – Região de Colatina (REPDEC 3ª CIA Ind.)	Nome: Major BM Cristiano Malacarne Tel. 01: (27) 3723-6044 Tel. 02: (27) 3722-9954 Cel.: (27) 98879-7621 E-mail: repdec.colatina@gmail.com
	Coordenadoria Estadual de Proteção e Defesa Civil (CEPDEC) – ES	Nome: Cel. BM André Có Silva Tel. 01: (27) 3194-3697 Tel. 02: (27) 3194-3652 - Plantão Cel.: (27) 99975-2075 E-mail: defesacivil@bombeiros.es.gov.br
	Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (SEDEC)	Nome: Coronel Alexandre Lucas Alves Tel. 01: (61) 2034-5513 Tel. 02: (61) 2034-5736 E-mail: sedec@mdr.gov.br
	CENAD (Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres)	Nome: Armirn Augusto Braun (Diretor) Tel. 01: (61) 2034-4600 Tel. 02: (61) 2034-4515 E-mail: armirn.braun@mdr.gov.br



Entidades Fiscalizadoras	ANEEL	<p>Nome: André Pepitone da Nóbrega</p> <p>Tel. 01: (61) 2192-8600</p> <p>Tel. 02: (61) 2192-8735</p> <p>E-mail: gabinete.dg@aneel.gov.br</p>
	SEAMA (Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Espírito Santo)	<p>Nome: Renata Pereira Serpa (Gabinete) Paulo Sena (Acessoria de Comunicação)</p> <p>Tel. 01: (27) 99278-2076</p> <p>Cel.: (27) 99956-0609 (Acessoria de Comunicação)</p> <p>E-mail: gabinete@seama.es.gov.br</p>
População Residente na ZAS	Prefeitura Municipal de Baixo Guandu (ES)	<p>Nome: Lastenio Luiz Cardoso (Prefeito)</p> <p>Tel. 01: (27) 3732-1838</p> <p>Tel. 02: (27) 3732-8900</p> <p>Cel.: (27) 99299-3507</p> <p>E-mail: gabinete@pmbg.es.gov.br</p>
	Prefeitura Municipal de Colatina (ES)	<p>Nome: João Guerino Balestreassi (Prefeito)</p> <p>Tel. 01: (27) 3177-7000</p> <p>Tel. 02: (27) 3177-7021</p> <p>E-mail: administracao@colatina.es.gov.br</p>
Outras Agências	INPE	<p>Nome: Darcton Policapo Damião</p> <p>Tel. 01: (12) 3208-6035</p> <p>Tel. 02: (12) 3208-6034</p> <p>E-mail: diretor@inpe.br</p>
	CEMADEN	<p>Nome: Osvaldo Luiz Leal de Moraes</p> <p>Tel. 01: (12) 3205 0113</p> <p>Tel. 02: (12) 3205-0200</p> <p>Tel. 03: (12) 3205-0201</p> <p>E-mail: contato@cemaden.gov.br</p>
	INMET	<p>Nome: Carlos Edson Carvalho Gomes (Diretor) Mozar de Araujo Salvador (Assistente Técnico)</p> <p>Tel. 01: (61) 2102-4602</p> <p>Tel. 02: (61) 2102-4780</p> <p>E-mail: diretor.inmet@inmet.gov.br mozar.salvador@inmet.br</p>



Apêndice 2. Telefones úteis.

Nome		Região Administrativa	Contato	
Corpo de Bombeiros		Geral	193	
		3ª CIA Independente (Colatina)	(27) 3722-9956	
Defesa Civil		Geral	199	
		Baixo Guandu	(27) 3732-4864	
			(27) 3732-8900	
SAMU		Geral	192	
Hospital Estadual João dos Santos Neves		Baixo Guandu	(27) 3732-8220	
			(27) 3732-9813	
Hospital e Maternidade Silvio Ávidos		Colatina	(27) 3717-2400	
			(27) 3177-7929	
Polícia	Militar	Geral	190	
		Comandante Geral - ES	(27) 3636-8601	
		8º Batalhão - Colatina	(27) 3722-9500	
		Baixo Guandu	(27) 3732-1330	
			(27) 3732-1020	
	Federal	Superintendência Regional - ES	(27) 3041-8000	
	Rodoviária	Superintendente - ES	(27) 3212-6900	
	Ambiental	Geral	190	
		Sede Administrativa do BPMA	(27) 3636-1650	
		2ª Companhia do BPMA - Colatina	(27) 3711-8151	
	Civil	Superintendência de Polícia Regional Sul (SPRS)		(28) 3511-8052
		15ª Delegacia Regional de Colatina		(27) 3177-7122
		Baixo Guandu		(27) 3732-3760
Rádios	Sintonia FM – 87,9 MHz	Baixo Guandu	(27) 3732-8790	
Escolas	EEEF Brasil	Baixo Guandu	(27) 3732-1329	
	E.M.E.I.E.F. Darlene Maggioni Franquini	Baixo Guandu	(27) 3732-3917	
	E.E.E.F.M. José Damasceno Filho	Baixo Guandu	(27) 3732-1959	
Materiais de Construção	Casa Rossmann Material de Construção	Baixo Guandu	(27) 3732-1458	
	Du'Para Rede Constrular	Baixo Guandu	(27) 3732-4693	
	Casa Regina Material de Construção	Baixo Guandu	(27) 3732-1303	



As coordenadas das benfeitorias atingidas, referentes ao cenário crítico da ruptura hipotética da UHE Mascarenhas, encontram-se no **Caderno de Coordenadas** desta unidade (**Apêndice 3**).

Apêndice 3. Coordenadas das benfeitorias atingidas.

Título	Código
Caderno de Coordenadas	607-UHEMAS-CD-PAEE-003

As informações a respeito dos empreendimentos presentes na ZAS são encontradas no documento **Tipificação das ZAS** desta unidade (**Apêndice 4**).

Título	Código
Tipificação da ZAS	607-UHEMAS-AP-PAE-004

