

PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA

PCH FUNIL

ELABORAÇÃO



ÓRGÃO FISCALIZADOR



BRASIL PCH
FUNIL

FOLHA DE APROVAÇÃO

Roberto Ferreira da Rocha Alves
Coordenador do PAE

Márcio Barata Diniz
Representante Legal da Empresa

Washington Aparecido Cestari
Responsável Técnico Pela Elaboração do PAE

Figura 1 – Vista aérea da PCH Funil à época da construção



19°05'05"S / 42°51'05"W

Fonte: Funil Energia S.A.



BRASIL PCH
PCH FUNIL

Figura 2 – Jusante do vertedouro da PCH Funil



19°05'05"S / 42°51'05"W

Fonte: Funil Energia S.A.



BRASIL PCH
PCH FUNIL

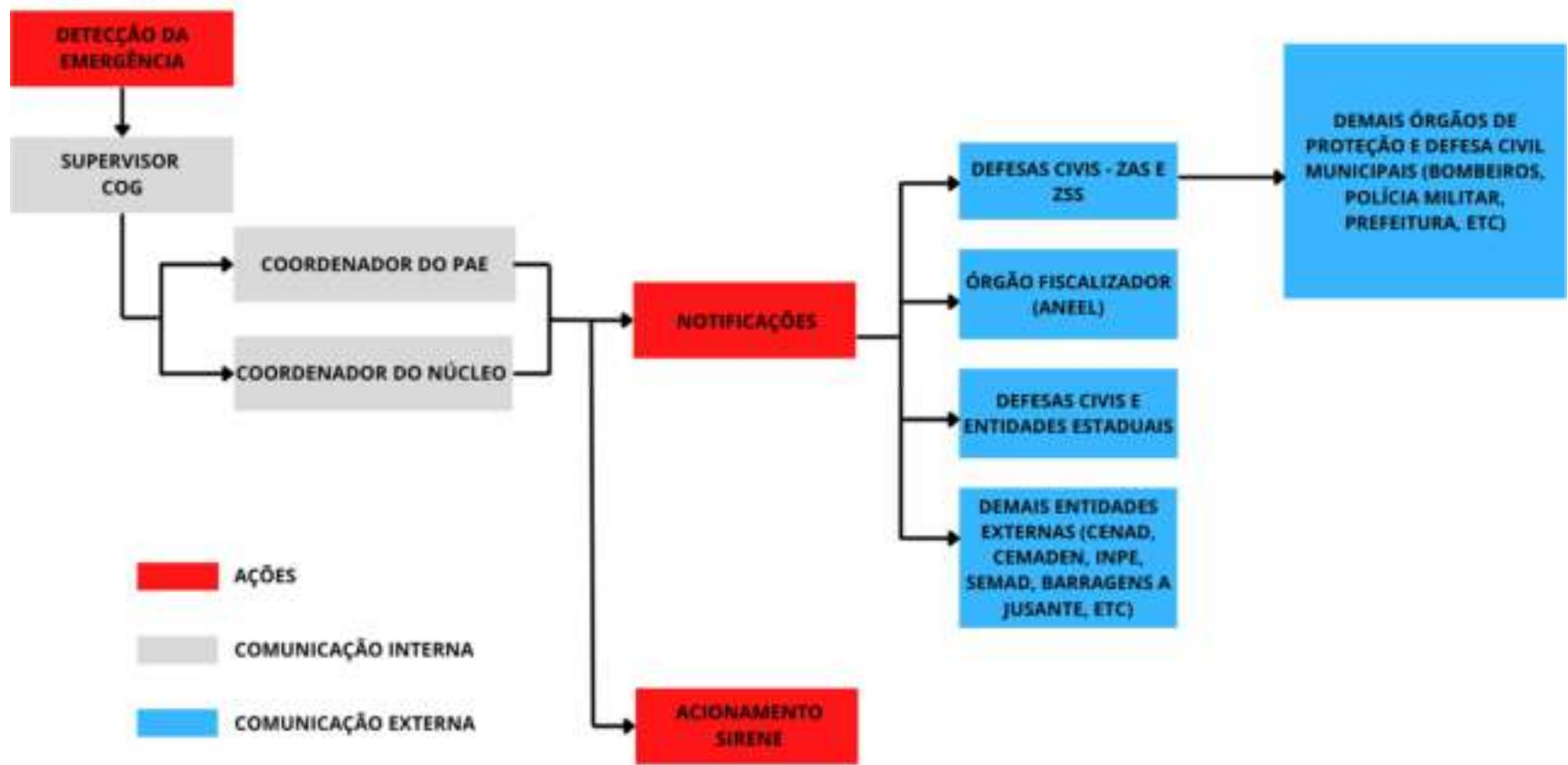
CONTATOS EMERGENCIAIS E FLUXOGRAMA DE ACIONAMENTO

LISTA DE NOTIFICAÇÃO INTERNA DA BARRAGEM			
CARGO	NOME	TELEFONE TRABALHO	CELULAR
Diretor	Walter Seijo Neto		
Gerência de Obras / Coordenador do PAE	Roberto Alves		
Gerência Geral de Engenharia	Fernanda Devens		
Gerência Geral De Operação e Manutenção	Frederico Hansenn		
Gerência Geral de Meio Ambiente	Rodrigo Alvarenga		
Gerência do Núcleo Minas Gerais	Ateles Andrade	I	
Supervisor do Centro de Operações da Geração	Lucas Machado		
Engenheiro de O&M	Daniel Valles		

ÓRGÃO FISCALIZADOR		
CARGO	NOME	TELEFONE CELULAR / TELEFONE TRABALHO / E-MAIL
Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL)	Superintendente Giácomo Francisco Bassi Almeida	
	Adjunto Rodrigo Cesar Neves Mendonça	

LISTA DE NOTIFICAÇÃO EXTERNA		
LOCAL	NOME	TELEFONE
Coordenadoria Estadual de Proteção e Defesa Civil de Minas Gerais (CEDEC)	Cel. PM Osvaldo de Souza Marques	
Coordenadoria Municipal da Defesa Civil - Guanhães	Jackson Breno Silva Oliveira	
Coordenadoria Municipal da Defesa Civil – Dolores de Guanhães	Philippe G. C. Souza	
Coordenadoria Municipal da Defesa Civil - Braúnas	Marcos Inácio Miranda	

FLUXOGRAMA DE ACIONAMENTO DO PAE



SUMÁRIO

FOLHA DE APROVAÇÃO.....	2
CONTATOS EMERGENCIAIS E FLUXOGRAMA DE ACIONAMENTO.....	4
FLUXOGRAMA DE ACIONAMENTO DO PAE	5
SEÇÃO I – Introdução	10
1. Apresentação.....	10
2. Objetivo do PAE.....	11
3. Atualização do PAE	12
4. Disponibilização do PAE	13
SEÇÃO II – Localização e Características da Barragem	14
1. Localização e acesso à Barragem	14
2. Dados Técnicos e Estruturas Associadas.....	15
2.1. Reservatório.....	16
2.2. Barragem de Enrocamento	17
2.3. Vertedouro	17
2.4. Tomada d'água	18
2.5. Circuito de adução	18
2.6. Casa de força.....	18
SEÇÃO III – Responsabilidades Gerais no PAE	20
1. Empreendedor	20
2. Coordenador do PAE	20
3. Equipe Técnica	22
4. Recursos Humanos	23
5. Sistema de Proteção e Defesa Civil.....	23
SEÇÃO IV - Recursos Materiais e Logísticos da Barragem.....	26
SEÇÃO V – Procedimentos de identificação de mau funcionamento, de condições potenciais de ruptura ou outras ocorrências anormais	30
1. Gestão de Risco	30

2. Gestão de Emergência	30
3. Detecção, Avaliação e Classificação de Anomalias.....	31
SEÇÃO I - Procedimentos preventivos e corretivos e ações de resposta as situações emergenciais identificadas nos cenários acidentais	34
1. Níveis de Segurança.....	34
1.1. Nível Verde (Normal)	34
1.2. Nível Amarelo (Atenção)	34
1.3. Nível Laranja (Alerta)	35
1.4. Nível Vermelho (Emergência)	35
2. Medidas específicas de resgate e redução de danos	36
2.1. Resgate de Atingidos (pessoas e animais)	36
2.2. Mitigação de Impactos Ambientais.....	38
2.3. Abastecimento de água potável	39
2.4. Salvaguarda do patrimônio cultural	40
SEÇÃO VII – Procedimentos de Notificação e Alerta	41
1. Plano de Comunicação	41
SEÇÃO VIII – Divulgação e Treinamento.....	48
1. Divulgação	48
2. Programas de Treinamento	48
2.1. Teste dos Sistemas de Notificação e Alerta.....	48
2.2. Treinamento Interno.....	49
2.3. Treinamento Externo	49
2.4. Articulações com as Defesas Civas	51
SEÇÃO IX – Síntese do Estudo de Inundação e Respectivos Mapas.....	52
1. Descrição da Zona de Autossalvamento – ZAS.....	53
2. Descrição das Zonas de Segurança Secundária – ZSS	54
3. Sistema de Alerta.....	54
SEÇÃO X – Encerramento das Operações.....	55

Glossário.....	56
Apêndices	57
Apêndice 1 – Modelo de Termo de Recebimento de Documentos	58
Apêndice 2 - ART de Atualização do PAE.....	59
Apêndice 3 – Ficha Técnica da Barragem.....	61
Apêndice 4 – Situações de Emergência Provocadas por Acidentes na	
1. Abalos Sísmicos	63
2. Deslizamentos	64
3. Enchentes	65
Apêndice 5 – Respostas a Possíveis Condições de Emergência.....	66
Apêndice 6 – Registro dos Treinamentos e Simulados.....	67
Apêndice 7 – Localização das Estruturas e Pontos Vulneráveis.....	68
1. Zona de Autossalvamento	68
2. Zona de Segurança Secundária	71
3. Sistema de Alerta Sonoro	73
4. Modelos de Placas de Sinalização	75
Apêndice 8 – Mapas de Inundação	77

CONTROLE DE REVISÃO			
Revisão	Data	Item	Descrição das alterações
Elaboração	24/04/2019	-	Emissão inicial do documento
Revisão 1	10/05/2022	Todo o documento	Atualização e adequação do documento conforme diretrizes da Lei Federal nº 12.334/2010
Revisão 2	16/02/2024	Todo o documento	Reorganização dos itens, atualização dos fluxogramas de notificação, listas de notificação e mapas de inundação
Distribuição de cópias: PCH Funil Defesa Civil Estadual de Minas Gerais Defesa Civil Municipal de Guanhães Defesa Civil Municipal de Dolores de Guanhães Defesa Civil Municipal de Braúnas			
Atualizado por: Geometrisa Serviços de Engenharia LTDA		Responsável Técnico: Washington Aparecido Cestari	
Aprovado por: Roberto Ferreira da Rocha Alves		Data: 16/02/2024	

SEÇÃO I – Introdução

1. Apresentação

O presente Plano de Ação de Emergência (PAE) é um documento formal elaborado para definir os procedimentos de resposta a situações emergenciais que ameacem as estruturas da PCH Funil, como um eventual colapso (ruptura) da estrutura, vazamentos, acidentes ou outras situações de risco, sendo válido somente para esta barragem.

Uma situação emergencial de barragem pode ser definida em duas fases: a primeira, uma fase interna, quando ações são realizadas no âmbito das responsabilidades do empreendedor e o foco são as condições de operação, segurança e estabilidade da barragem, cujos requisitos são definidos pelo órgão fiscalizador de barragens no país. A segunda fase é a externa, quando os procedimentos emergenciais devem ser adotados pela população em risco e pelo poder público local, contemplando as ações típicas de Proteção e Defesa Civil, cujo planejamento deve estar estabelecido em Planos de Contingência Municipais – PLANCON, para os quais o PAE servirá de suporte para elaboração.

O PAE da PCH Funil foi desenvolvido levando em consideração as características específicas da barragem, como seu tipo, tamanho, localização geográfica, os riscos associados a ela, bem como as medidas preventivas e corretivas adotadas para mitigá-los. Assim, a fim de garantir a prontidão e capacidade de resposta eficaz diante de uma emergência, esse plano abrange uma ampla gama de aspectos, incluindo a definição de responsabilidades das partes envolvidas, protocolos de comunicação interna e externa, sistemas de alerta e alarme, programas de treinamentos, acionamento de equipes de emergência e evacuação segura da área afetada.

2. Objetivo do PAE

- Atender às disposições dos artigos 7º, 8º, 11º e 12º da Lei Federal nº 12.334, alterada pela Lei Federal nº 14.066/2020, e à Resolução Normativa nº 1.064 da ANEEL, de 02 de maio de 2023;
- Descrever as instalações da barragem e as possíveis situações de emergência, bem como estabelecer procedimentos técnicos e administrativos a serem adotados nessas situações, com a finalidade de mitigar o efeito provocado por ondas de cheia, quer seja por defluências induzidas ou pela onda provocada por eventual ruptura da barragem da PCH Funil, e demais condições potenciais de ruptura do barramento ou outras ocorrências anormais;
- Estabelecer de forma clara e objetiva as atribuições e responsabilidades dos envolvidos, sendo utilizado quando uma emergência tem o potencial de afetar os colaboradores, os bens da instalação, a produção, o meio ambiente e a população a jusante, visando garantir resposta rápida e efetiva a esta situação;
- Definir o conjunto de procedimentos e ações para identificação de emergências em potencial da barragem, a fim de manter o controle da segurança na estrutura e garantir uma resposta eficaz a situações de emergência que colocam em risco a segurança da região a jusante.

3. Atualização do PAE

O PAE deve ser adaptado à fase de vida do empreendimento, às circunstâncias de operação e às condições de segurança. Em vista disso, trata-se de um documento datado que deve ser periodicamente revisto e, se necessário, atualizado. Ainda, de acordo com o parágrafo 7º do artigo 12 da Lei 14.066/2020, “o PAE deverá ser revisto periodicamente, a critério do órgão fiscalizador, nas seguintes ocasiões:

- I. *Quando o relatório de Inspeção ou a Revisão Periódica de Segurança de Barragem assim o recomendar;*
- II. *Sempre que a instalação sofrer modificações físicas, operacionais ou organizacionais capazes de influenciar no risco de acidente ou desastre;*
- III. *Quando a execução do PAE em exercício simulado, acidente ou desastre indicar a sua necessidade;*
- IV. *Em outras situações, a critério do órgão fiscalizador”.*

As atualizações deverão considerar a inclusão de novas informações e remoção de dados desatualizados e/ou incorretos. As modificações do plano deverão ser previamente aprovadas pela coordenação do PAE e divulgadas interna e externamente. As folhas corrigidas deverão ser anotadas adequadamente e suas cópias serão distribuídas para todas as entidades que possuam em seu poder uma cópia do PAE para uso.

Assim como a entrega do documento inicial, as cópias para fins de atualização serão feitas mediante assinatura do **Termo de Recebimento (Apêndice 1)**, por parte das instituições envolvidas, para comprovação deste ato. A Anotação de Responsabilidade Técnica – ART referente à atualização do PAE está disposta no **Apêndice 2**.

4. Disponibilização do PAE

Atendendo ao Artigo 12 – Parágrafo primeiro da Lei Federal 12.334/2010, atualizada pela Lei nº 14.066/2020, uma cópia em meio físico do PAE deverá estar disponível nos seguintes locais:

- Defesa Civil do estado onde o barramento está inserido;
- Defesas Civas dos municípios inseridos no mapa de inundação ou, na ausência destes órgãos, nas Prefeituras Municipais;
- Empreendimento.

De mesmo modo, o PAE deverá ser disponibilizado no site do empreendedor e ser mantido, em meio digital, no SNISB, conforme Art. 12, parágrafo 1º da Lei Federal nº 14.066/2020.

O **Modelo de Termo de Recebimento de Documentos** a ser assinado pelos representantes dos órgãos de Proteção e Defesa Civil durante o recebimento do PAE está disponibilizado no **Apêndice 1**.

Quaisquer mudanças nas informações contidas nesse plano deverão ser informadas ao coordenador do PAE para atualização.

SEÇÃO II – Localização e Características da Barragem

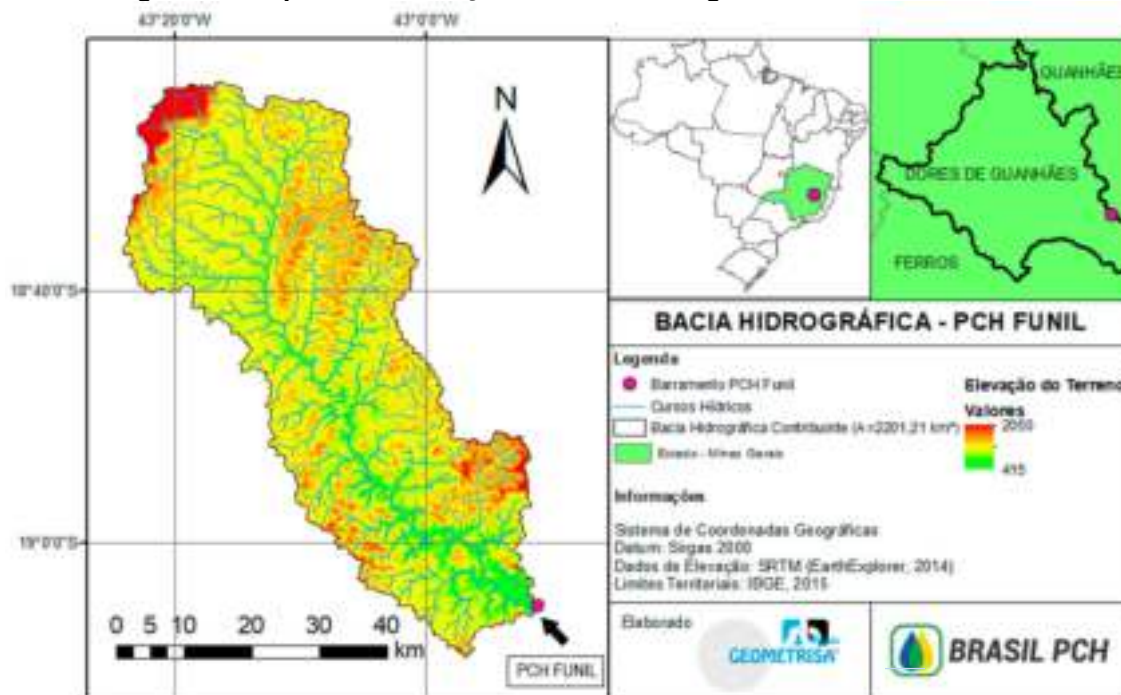
1. Localização e acesso à Barragem

A barragem da PCH Funil, com autorização outorgada à empresa Funil Energia S.A., empresa do Grupo Brasil PCH, para o aproveitamento de energia hidráulica com potência instalada de 22,5 MW, está localizada no município de Dolores de Guanhanes, no Estado de Minas Gerais (**Quadro 1**). Inserida na Bacia Hidrográfica do Rio Doce (**Figura 3**), a PCH Funil encontra-se em operação desde março de 2008.

Quadro 1 – Localização da Barragem

Localização da Barragem	
Coordenadas	Latitude: 19°05'05"S Longitude: 42°51'05"W
Curso d'água	Rio Guanhanes
Sub-bacia/Código	Santo Antônio
Bacia/Código	Doce

Figura 3 – Mapa de Localização da Bacia Hidrográfica Contribuinte da PCH Funil



Fonte: Geometrisa, 2022.

O acesso é feito a partir da cidade de Dolores de Guanhanes, por 10 km de estrada vicinal não pavimentada que interliga Dolores de Guanhanes a Ipatinga. O

acesso rodoviário, partindo de Belo Horizonte, é feito pela BR-381, seguindo pela MG-434 e BR-120 até o cruzamento, para a direita, com a estrada vicinal de acesso à cidade de Dolores de Guanhanes.

A montante do reservatório da PCH Funil, situam-se as barragens das PCHs Dolores de Guanhanes, Senhora do Porto e Jacaré, respectivamente em ordem de jusante para montante.

Cerca de 17 km a jusante do barramento da PCH Funil, situa-se a barragem da UHE Salto Grande da CEMIG, porém o reservatório da referida UHE termina no canal de fuga da PCH Funil.

2. Dados Técnicos e Estruturas Associadas

O **Quadro 2** sintetiza as principais características do barramento da PCH Funil. Demais informações estão organizadas na **Ficha Técnica** do empreendimento, contida no **Apêndice 3**.

Quadro 2 – Características do Barramento da PCH Funil

Características da Barragem	
Empreendedor	Funil Energia S.A.
Entidade Fiscalizadora	ANEEL
Barragem Principal	
Tipo	Enrocamento com núcleo argiloso (BENA) e concreto compactado a rolo (CCR)
Cota do coroamento	431,50 m
Comprimento do coroamento	85,00 m
Altura máxima	18,00 m
Bacia Hidrográfica	
Área de drenagem	2.200,00 km ²
Precipitação média anual na bacia	1.406,00 mm
Vazão MLT	28,04 m ³ /s
Vazão máxima de projeto (10.000 anos)	1.278,00 m ³ /s
Características Geológicas Regionais	
Fundação	Solo e Saprolito

A PCH Funil é composta pelas seguintes estruturas principais e estão apresentadas na **Figura 4**:

- Reservatório;

- Barragem de Enrocamento;
- Vertedouro;
- Tomada d'água;
- Circuito de adução;
- Casa de força

Figura 4 – Localização das estruturas que compõem a PCH Funil



Fonte: Adaptado de Google Earth, 2020.

2.1. Reservatório

O reservatório a montante formado pelo barramento do Rio Guanhães apresenta alagamento de 0,169 km² no nível máx. máximo normal, com capacidade volumétrica total de 1,21 x 10⁶ m³ e área drenada de 2.200 km² (**Quadro 3**).

Quadro 3 – Características do Reservatório

Reservatório	
Nível Mínimo Operacional	425,00 m
Nível Máximo Normal	428,00 m
Nível Máximo Excepcional (Maximorum)	430,70 m

Tempo de esvaziamento	0,34 horas
------------------------------	------------

O cálculo do tempo de esvaziamento do reservatório é demonstrado no “Relatório de Estudo de Ruptura – PCH Funil” e faz referência ao volume acumulado no momento da ruptura hipotética máxima.

2.2. Barragem de Enrocamento

O arranjo da PCH Funil possui fechamento em ambas as margens com Barragem Enrocamento com Núcleo de Argila (BENA), totalizando 85,00 m de extensão. Assentada sobre a superfície da rocha alterada, tanto a barragem de terra da margem esquerda (BTME), quanto a barragem de terra da margem direita (BTMD) têm crista na El. 431,50 m com 7,00 m de largura.

Os espaldares de montante e jusante, compostos predominantemente por enrocamento, têm inclinação de 1,0V : 2,0H na BTME e 1,3V : 1,0H na BTMD, sendo protegidos por rip-rap a montante. A BTME tem ainda um filtro vertical e um tapete horizontal de transição ampla para garantir o direcionamento do fluxo de água de forma a aliviar as pressões sobre a fundação na região da seção de maior altura.

2.3. Vertedouro

O vertedouro, executado em concreto compactado a rolo e com formato arqueado, é do tipo soleira livre e posiciona-se entre a barragem de terra da margem direita e a da margem esquerda. O coroamento é na El. 428,00 m, com altura máxima de 18,00 m e 100,00 m de comprimento. A capacidade máxima projetada para vertimento é de 1.278,00 m³/s, que ocorre para o nível d'água na El. 431,13 m.

A vazão vertida pela soleira é restituída ao leito do Rio Guanhães através de uma laje com 100,0 m de largura e 7,0 m de comprimento. Lateralmente, tanto na margem esquerda quanto na margem direita, a restituição é contida por muros que direcionam o fluxo até o leito natural do rio. As condições de restituição com a configuração em curva direcionam o fluxo para a calha do rio, reduzindo a possibilidade de erosão das margens.

O dispositivo de vazão sanitária localiza-se à direita do vertedouro, instalado no muro de ligação entre o vertedouro e a tomada de água. Este dispositivo é constituído por uma tubulação de 250 mm de diâmetro. A tubulação é horizontal e se encontra na El. 420,00 m. O referido dispositivo está dimensionado para assegurar a passagem de uma vazão igual a 0,50 m³/s.

2.4. Tomada d'água

A tomada d'água, localizada na margem direita do rio, foi executada em concreto armado do tipo gravidade. Apresenta crista na El. 431,50 m e soleira na 416,00 m, 7,50 m de largura, 19,00 m de altura máxima e é provida de comporta do tipo ensecadeira.

Na crista da estrutura, encontra-se uma sala que abriga a central óleo dinâmica. Além disso, na crista também está localizado o equipamento para limpeza da grade.

2.5. Circuito de adução

A partir da tomada d'água, desenvolve-se o circuito hidráulico de adução formado por um shaft vertical que dá acesso ao túnel de adução e liga a tomada de água à casa de força. Entre a tomada de água e a casa de força, tem-se uma chaminé de equilíbrio. No trecho final do túnel de adução foi instalado um conduto forçado blindado até a casa de força.

O túnel de adução é escavado totalmente em rocha, com comprimento de 500 m e inclinação de 5,09%, de modo a diminuir o comprimento do *shaft*. O trecho final do túnel foi projetado na horizontal a jusante da chaminé de equilíbrio, com conduto exposto nos últimos 36,0 m de extensão.

2.6. Casa de força

A casa de força, do tipo abrigada, localiza-se entre o final do túnel forçado e as margens do rio. A estrutura da casa de força possui 21,40 m de largura e 39,60 m

de comprimento, com o piso dos geradores na El. 350,60 m. A área de montagem possui 21,40 m de largura, 11,0 m de comprimento e está localizada na El. 360,50 m.

O nível de água normal a jusante se dá na El. 355,00 m, que corresponde ao nível de água máximo normal do reservatório de Salto Grande. A presença da linha d'água na El. 359,67 m, representa o nível máximo *maximorum*.

Na casa de força, encontram-se a duas unidades geradores, que totalizam uma potência instalada de 22,5 MW.

SEÇÃO III – Responsabilidades Gerais no PAE

1. Empreendedor

O empreendedor é o responsável por elaborar documentos relativos à segurança da barragem, bem como por implementar as recomendações contidas nesses documentos e atualizar o registro das barragens de sua propriedade, ou sob sua operação, junto às entidades fiscalizadoras. Em complemento às responsabilidades elencadas pela Lei Federal nº 12.334/2010, alterada pela Lei Federal nº 14.066/2020, e Resolução Normativa ANEEL nº 1.064/2023, o empreendedor deverá desenvolver ações para garantir a segurança da barragem, provendo os recursos necessários para tal, e ainda:

- Zelar pela segurança estrutural e operacional da barragem;
- Dispor de equipe capacitada para monitorar, operar e reparar as estruturas, quando necessário;
- Providenciar a elaboração e atualização do PAE, incorporando as melhorias e complementações advindas dos treinamentos e simulados realizados periodicamente;
- Promover treinamentos internos e manter os respectivos registros das atividades;
- Realizar, junto aos órgãos locais de proteção e defesa civil, em periodicidade definida pelo órgão fiscalizador, exercício prático de simulação de situação de emergência com a população da área potencialmente afetada por eventual ruptura da barragem;

2. Coordenador do PAE

A coordenação do PAE é formada por profissionais designados pelo empreendedor da barragem, com autonomia e autoridade para desempenhar a gestão do plano de emergência, os quais devem ter a competência e qualificação técnica necessárias para liderar e administrar todas as atividades relacionadas à gestão de emergência na barragem.

O Coordenador do PAE ou seu substituto serão os responsáveis pela confirmação da situação de emergência e acionamento do fluxograma de notificação, de modo que as informações necessárias cheguem às autoridades competentes e manter-se-ão alertas e disponíveis durante toda a situação de emergência, até o encerramento das operações.

O coordenador responsável designado pela Funil Energia S.A, conforme definido e registrado nos documentos deste PAE, é o Sr. Roberto Alves. Também está registrado o nome do substituto/adjunto a Sra. Fernanda Devens.

Suas principais atribuições são:

- Ter pleno conhecimento do conteúdo do PAE, nomeadamente do fluxo de notificações;
- Detectar, avaliar, em conjunto com a equipe técnica de segurança de barragem, e classificar as situações de emergência em potencial, de acordo com os níveis e código de cores padrão, assim como acompanhar o seu desenvolvimento;
- Participar dos treinamentos internos e de simulações de situações de emergência;
- Monitorar a evolução da situação de emergência com a periodicidade adequada ao evento, nomeadamente a evolução das condições climatológicas, hidrológicas, meteorológicas e sismológicas junto das entidades adequadas (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos - CPTEC/INPE, Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais - CEMADEN e Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, entre outros);
- Declarar situação de emergência e executar as ações descritas no PAE;
- Executar as ações previstas no fluxograma de notificação;
- Manter informado o representante do Empreendedor;
- Autorizar e acompanhar o encerramento das operações de controle de emergência na área do empreendimento, a desmobilização das equipes, a reorganização da área e o retorno às atividades normais.

O fluxograma das ações descritas no PAE, no que tange a detecção, avaliação e classificação do Nível de Segurança, encontram-se esquematizadas na **Figura 5**.

Figura 5 – Ações a serem implementadas pelo Coordenador do PAE



Fonte: ANA, 2016 (adaptado).

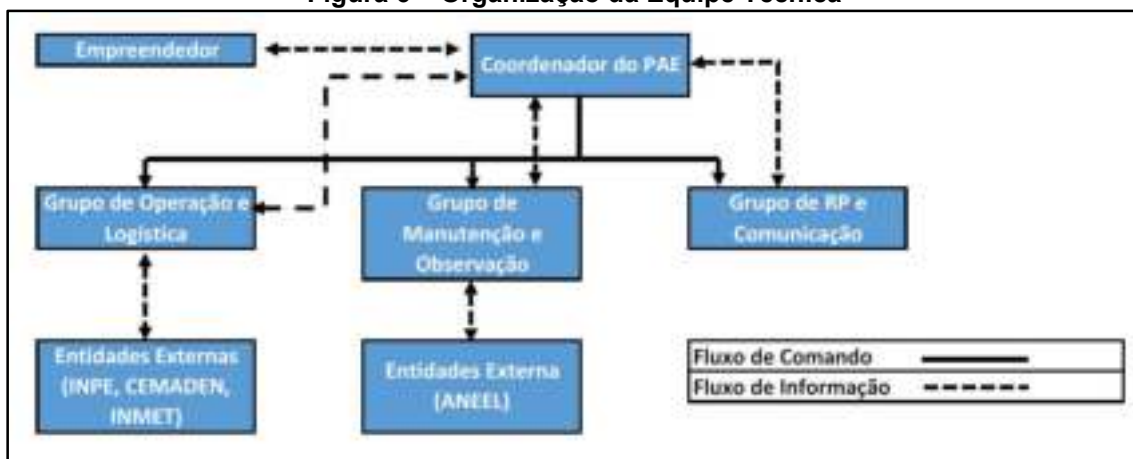
3. Equipe Técnica

Conforme previsto na Resolução Normativa ANEEL nº 1.064/2023, a equipe técnica de segurança de barragem deverá ser “composta por profissionais treinados e capacitados, contemplando responsável técnico e manifestação de ciência por parte do representante do empreendedor”.

Antes de ser instituído o nível de alerta, são atribuições dessa equipe:

- Operar e manter a usina, garantindo o devido funcionamento de seus sistemas de extravasão, sistemas de comunicação e de aviso;
- Realizar testes periódicos do sistema de alerta e do fluxo de notificações previstos no PAE.

Na **Figura 6**, tem-se um fluxograma que resume e sugere, de maneira esquematizada, a posição e a relação da equipe técnica perante a organização administrativa das instalações.

Figura 6 – Organização da Equipe Técnica

4. Recursos Humanos

A equipe de Recursos Humanos (RH) é composta pelos responsáveis por diversos processos que envolvem a companhia e seus colaboradores, sendo responsável pela gestão das pessoas que fazem parte da organização.

Neste sentido, os seguintes procedimentos, devem ser adotados pelo RH quando for estabelecida uma situação de anormalidade envolvendo as estruturas do barramento:

- Assegurar a permanência - na barragem – somente de pessoal qualificado e treinado em ocasiões que potenciem acidentes, como cheias excepcionais ou comportamento anormal da barragem;
- Treinar o pessoal efetivo e suplente, por meio de exercícios e simulações, para atuar com o sistema de comunicações e agir nas diferentes situações previstas.

5. Sistema de Proteção e Defesa Civil

Os órgãos de Proteção e Defesa Civil são os responsáveis pela coordenação do conjunto de ações preventivas, de socorro, assistenciais e reconstrutivas destinadas a evitar ou minimizar os efeitos de desastres naturais e incidentes tecnológicos, preservar o compromisso moral com a população e restabelecer a normalidade social.

As Defesas Civas Municipais e Estaduais devem desempenhar suas competências legais de, respectivamente, elaborar e apoiar o desenvolvimento de Planos de Contingência para os cenários de risco identificados. Este plano tem como objetivo a tentativa de reduzir a ocorrência de danos humanos em um desastre, por meio da indicação de responsabilidades de cada órgão envolvido, definição de sistemas de alerta e rotas de fuga, organização de exercícios simulados, entre outras atividades.

De maneira geral, as principais ações da Defesa Civil abrangem cinco aspectos (**Figura 7**):



Fonte: MDR, SEDEC, adaptado.

De acordo com o guia “Orientações para Apoio à Elaboração de Planos de Contingência Municipais para Barragens”, elaborado em setembro de 2016 pelos órgãos do CENAD (Centro Nacional de Proteção e Defesa Civil), SEDEC (Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil) e MDR (Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional), o empreendedor deverá fornecer elementos básicos para elaboração do PLANCON. A saber:

- Cenário de risco identificado;
 - Identificação da ZAS e ZSS;
 - Identificação das edificações vulneráveis;
- Definição de sistemas de monitoramento e alerta;
- Definição de sistemas de alarme;
- Definição e sugestão de rotas de fuga e pontos de encontro;
- Plano de comunicação com as autoridades.

Ressalta-se que todos os elementos acima citados estão contemplados no presente documento PAE.

A Lei nº 12.608/2012, que instituiu a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil e dispõe sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil – SINPDEC e sobre o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil – CONPDEC, dentre outras providências, define que o Plano de Contingência de Proteção e Defesa Civil será elaborado no prazo de um ano, sendo submetido a avaliação e prestação de contas anual, por meio de audiência pública, com ampla divulgação.

Por fim, outras informações podem ser encontradas na Lei Federal nº 12.340/2010, a qual dispõe sobre o Sistema Nacional de Defesa Civil – SINDEC e sobre as transferências de recursos para ações como assistência às vítimas e reconstrução de áreas atingidas por desastres.

SEÇÃO IV - Recursos Materiais e Logísticos da Barragem

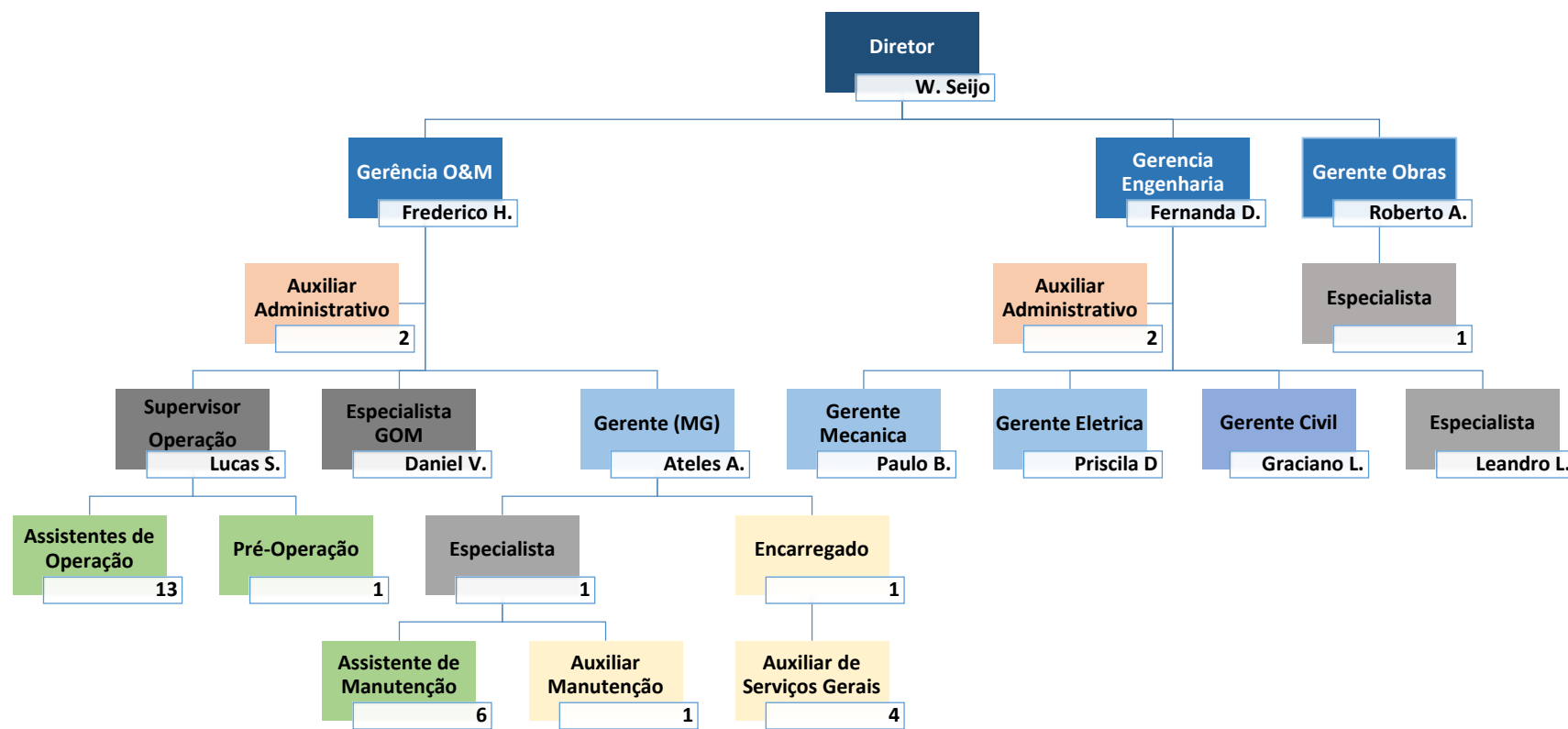
Para atuar diante de cenários emergenciais, deverão ser dimensionados os recursos humanos que irão compor a equipe técnica especializada para agir em situações de emergência, com profissionais especificamente treinados para exercerem funções pertinentes em cenários que ameacem as estruturas do barramento.

De mesmo modo, devem existir no empreendimento recursos materiais fixos e mobilizáveis, com destaque para os meios de comunicação, fornecimento de energia e de transporte.

Esses recursos são necessários para um atendimento imediato e provisório, para fazer frente às condições de emergência que estejam se iniciando, para que se possa ganhar tempo, até a chegada de equipe, equipamento e materiais para uma ação mais completa sobre o evento.

No fluxograma da **Figura 8** está disponibilizado o dimensionamento de recursos humanos para resposta ao pior cenário identificado, enquanto nos **Quadro 4 e Quadro 5** são listados os recursos renováveis e mobilizáveis em situação de emergência. Caso seja necessário obter outros recursos e/ou em maiores quantidades, pode-se recorrer às empresas listadas no **Quadro 6**.

Figura 8 - Fluxograma dos Recursos Humanos



Fonte: Brasil PCH, 2024

Quadro 4 – Lista de recursos materiais renováveis para serem usados em situações de emergência

Lista de Recursos Materiais Renováveis	
Materiais	Local de Depósito
20 sacos de cimento	Lojas de materiais de construção próximas
1 m³ de pó de carvão	
10 sacos de matacaulim	
5 m³ de areia fina	
5 m³ de Saprolito	
5 m³ de Bica corrida	
100 sacos de ráfia com volume mínimo de 20 litros e fabricação inferior a 5 anos	

Quadro 5 – Lista de recursos de materiais mobilizáveis para serem usados em situações de emergência

Lista de Recursos de Materiais Mobilizáveis (Equipamentos)			
Tipo	Nome	Características (capacidade, tonelagem)	Local de estacionamento ou depósito
Equipamento	1 Pá Carregadeira		Disponíveis/ Estacionados nas empresas citadas no Quadro 6
	1 Retroescavadeira		
	1 Caminhão Basculante Traçado	Capacidade Mínima de 6 m³ de Carga	
	1 Compactador tipo sapo		
	2 Bombas de Combustível		
Pessoal	2 Operadores de Máquinas Pesadas		
	1 Motorista		
	1 Encarregado		
	5 Serventes		

Quadro 6 – Lista de empresas para contato em situações de emergência

Lista de Empresas – Equipe de Apoio			
Insumos	Empresas	Contato	Localização
Materiais	Comercial Zé Russo	(33) 3426-1247	Dores de Guanhães
	Duarte Materiais de Construção	(33) 3426-1219	Dores de Guanhães
	Depósito de Material de Construção Irmãos Pimenta	(33) 3421-1453	Dores de Guanhães
Equipamentos	Termep – Locação de Máquinas e Transportes LTDA	(33) 3421-2486	Guanhães
	HP Máquinas	(33) 3421-4356	Guanhães

SEÇÃO V – Procedimentos de identificação de mau funcionamento, de condições potenciais de ruptura ou outras ocorrências anormais

1. Gestão de Risco

A Gestão de Risco em barragens considera o conjunto de medidas e procedimentos adotados para identificar, avaliar e mitigar riscos associados à operação das barragens, com o objetivo de garantir a segurança da estrutura e, conseqüentemente, de todo o vale a jusante. Sendo assim, a gestão de risco envolve desde a implementação de planos de segurança de barragens até a realização de inspeções e monitoramentos regulares, assegurando a manutenção adequada das estruturas, com o intuito de evitar que situações evoluam para uma emergência.

Nesta linha, as condições das estruturas da PCH Funil são monitoradas por meio de inspeções rotineiras e/ou remotas, programadas pela equipe de inspeção e de emergências, integrada à avaliação dos dados obtidos da instrumentação da barragem. Por sua vez, as condições de operação do reservatório são monitoradas diretamente pela equipe da operação, 24h por dia, 7 dias por semana (24/7), e pela equipe do Centro de Operações por monitoramento remoto.

2. Gestão de Emergência

A gestão de emergência é realizada em função do nível de segurança, considerando o atual estado da barragem e a identificação ou não de anomalias ou ocorrências que configurem uma emergência. Estes níveis são utilizados para graduar as situações que podem comprometer a segurança da barragem e de ocupações a jusante, possibilitando o diagnóstico da segurança da barragem, para que sejam executadas as medidas preventivas e corretivas necessárias, além de, se necessário, ativar um processo de emergência na barragem.

Segundo a Resolução Normativa ANEEL nº 1.064/2023 (REN 1.064/2023), uma anomalia caracteriza uma “deficiência, irregularidade, anormalidade ou deformação que possa ou não vir a afetar a segurança da barragem”. Para sua classificação e o diagnóstico do nível de segurança da barragem, a resolução define as seguintes categorias: Normal, Atenção, Alerta e Emergência.

A detecção de anomalias ou situações que podem gerar riscos ou condições potenciais de ruptura tem início nas atividades de manutenção preditiva, com inspeções de campo e monitoramento da instrumentação de auscultação civil, realizadas por equipe técnica capacitada.

O processo de identificação das situações de risco vinculadas à PCH Funil ocorre mediante monitoramento e acompanhamento dos riscos hidrológicos, conforme manual de operação, e dos riscos estruturais, monitorados e acompanhados pelas orientações do Plano de Segurança da Barragem. Quando identificada uma situação de risco, o responsável classificará a anomalia identificada e estabelecerá o nível de resposta.

3. Detecção, Avaliação e Classificação de Anomalias

A classificação dos níveis é feita com base na observação ou inspeção dos diferentes componentes da estrutura e/ou através da análise dos resultados da exploração da instrumentação. No **Quadro 7** estão descritos os níveis de segurança da barragem, com base nas possíveis anormalidades que podem ocorrer na instalação. A classificação dos níveis é feita com base na observação ou inspeção dos diferentes componentes da estrutura integrada à análise dos resultados da exploração da instrumentação.

Os cenários possíveis decorrentes do mau funcionamento, ocorrências excepcionais ou circunstâncias anômalas, suas respectivas características e nível de segurança, estão descritos no **Quadro 8**.

Salienta-se outras situações não descritas, mas com potencial comprometimento da segurança, poderão ser identificadas e deverão ser avaliadas e classificadas pela equipe de segurança da barragem. Na ocorrência de incidentes e/ou acidentes decorrentes de abalos sísmicos, possíveis deslizamentos a montante e enchentes, as ações de resposta a serem tomadas a fim de estabilizar a situação estão apresentadas no **Apêndice 4 – Situações de Emergência Provocadas por Acidentes na Barragem**

Quadro 7 – Definição do Nível de Segurança para ocorrências excepcionais ou circunstâncias anômalas

Nível de Segurança	SITUAÇÕES (PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS)	
NORMAL	Quando não houver anomalias ou contingências, ou as que existem não comprometem a segurança da barragem, mas que devem ser controladas e monitoradas ou reparadas ao longo do tempo: – Probabilidade de acidente muito baixa; – Corresponde a ações de monitoramento rotineiro previstas no PSB; – São situações estáveis ou que se desenvolvem muito lentamente no tempo e que podem ser ultrapassadas sem consequências nocivas no vale a jusante; – Podem ser controladas pelo Empreendedor.	
ATENÇÃO	Quando as anomalias ou contingências não comprometem a segurança da barragem no curto prazo, mas exigem intensificação de monitoramento, controle ou reparo no médio ou longo prazos: – Probabilidade de acidente baixa; – Plano de Segurança da Barragem – revisão do monitoramento rotineiro e realização de estudos e/ou ações corretivas de anomalias programadas ao longo do tempo e que não comprometem a segurança estrutural no curto prazo; – A situação tende a progredir lentamente, permitindo a realização de estudos para apoio à tomada de decisão; – Existe a convicção de ser possível controlar a situação.	
ALERTA	Quando as anomalias ou contingências representam risco à segurança da barragem, exigindo providências em curto prazo para manutenção das condições de segurança: – Obriga um estado de prontidão na barragem onde serão necessárias as medidas preventivas e corretivas previstas e os recursos disponíveis para evitar um acidente; – Comunica-se a Defesa Civil sobre situação; – Probabilidade de acidente moderada; – Espera-se que ações a serem tomadas evitem a ruptura, mas pode sair do controle; – Eventual rebaixamento do reservatório (depende da avaliação técnica) - envolvendo coordenação com os demais empreendedores de barragens da cascata; – Existe a possibilidade de a situação se agravar, com potenciais efeitos perigosos no vale a jusante; – Deve ser avaliada a necessidade de acionamento do PAE.	
EMERGÊNCIA (RUPTURA)	Quando as anomalias ou contingências representam risco de ruptura iminente, exigindo providências para prevenção e mitigação de danos humanos e materiais.	
	Ocorrência Excepcional	Situação
	Galgamento das Estruturas de Terra ou Terra e Enrocamento	A água do reservatório está vertendo sobre a crista da barragem.
	Surgência, Erosão interna ou Piping	Surgências (afioramento de água) de grande dimensão, erosão interna ou <i>piping</i> em evolução no corpo ou no pé da barragem.
	Sinkhole ou Subsidência	Subsidências aumentando rapidamente.
	Movimentação de Taludes	Escorregamentos rápidos ou repentinos dos taludes da barragem.
	Terremotos ou Sismos	Terremoto ou sismo que resultou em uma descarga incontrolável de água do reservatório.
	Tombamentos de Blocos de Concreto	Blocos de concreto da barragem ou estruturas associadas, tombando ou tombados.
	Brechas	Brecha aberta ou em formação no corpo da barragem ou ombreiras.
	Ameaças à Segurança	Bomba detonada que possa resultar em danos a barragens ou estruturas associadas.
Sabotagem ou Vandalismo	Danos que podem resultar em descarga incontrolável de água.	

Quadro 8 – Definição do nível de segurança para ocorrências excepcionais ou circunstâncias anômalas

Ocorrência		Consequências	Nível de Segurança
Instrumentação		Falta de dados de observação.	Verde
		Resultados anômalos da instrumentação de auscultação.	
Anomalias estruturais na barragem e ombreiras	Trincas (não documentadas)	Trincas estáveis, documentadas e monitoradas.	Verde
		Trincas superficiais.	
		Presença de trincas transversais e longitudinais profundas que não se estabilizam, passantes ou não de montante para jusante, com percolação de água ou não.	Amarelo
	Surgências com águas turvas e carreamento de materiais	Surgência de água próxima à barragem, nos taludes ou ombreiras: - Não documentada e/ou não monitorada; - Com carreamento de materiais de origem desconhecida; - Aumento das infiltrações com o tempo; - Água saindo com pressão.	
		Vazamentos	
	Vazamentos elevados com erosão interna em andamento.		
Cheias	Nível	Nível d'água acima do MÁXIMO MAXIMORUM.	Laranja
	Equipamentos	Extravasores inoperantes no período chuvoso.	
	Galgamento da barragem iniciado	Possibilidade de rebaixamento do nível d'água através da abertura dos extravasores. (laranja)	
		Galgamento em andamento com extravasores abertos.	
Falha dos sistemas de alerta e de aviso	Período seco	Impossibilidade de notificação interna no empreendimento.	Verde
		Impossibilidade de aviso externo à população.	Amarelo
	Período chuvoso	Impossibilidade de notificação interna no empreendimento.	
		Impossibilidade de aviso externo à população.	
Ruptura da Barragem		- Tombamento da barragem; - Abertura de brecha na estrutura com descarga incontrolável de água. Colapso completo da estrutura	Vermelho

SEÇÃO I - Procedimentos preventivos e corretivos e ações de resposta as situações emergenciais identificadas nos cenários acidentais

Após a detecção de qualquer anomalia ou ocorrência, a primeira ação a ser empreendida pelo Coordenador do PAE é a classificação do nível de resposta correspondente ao nível de segurança da barragem.

Esta seção dispõe das ações a serem tomadas na barragem nas situações identificadas na seção anterior, com indicação dos respectivos responsáveis pelas ações, uma vez identificado o nível de resposta correspondente à situação.

As avaliações seguindo indicadores quantitativos e qualitativos são apresentadas no **Apêndice 5 – Respostas a Possíveis Condições de Emergência** com cenários possíveis e respectivos níveis de resposta. Os quadros contidos no **Apêndice 5** apresentam apenas algumas possíveis medidas preventivas e resposta às anomalias e cenários que possam ocorrer na barragem e suas estruturas associadas. Todavia, é imprescindível que a equipe de engenharia responsável pela segurança da barragem avalie todos os aspectos anômalos, apresentem um diagnóstico da segurança e definam as medidas preventivas/corretivas cabíveis.

1. Níveis de Segurança

1.1. Nível Verde (Normal)

O nível **verde** do processo de planejamento de emergência é iniciado quando é detectada uma anomalia ou evento para a barragem que não põe em risco a segurança estrutural da barragem nem dos seus órgãos extravasores.

1.2. Nível Amarelo (Atenção)

O nível **amarelo** do processo de planejamento de emergência corresponde a situações que impõem um estado de ATENÇÃO na barragem, com possibilidade de comprometimento da segurança estrutural da barragem. Neste cenário, as anomalias

identificadas não representam riscos à segurança a curto prazo, mas demandam monitoramento, controle ou reparo no decurso do tempo.

O coordenador do PAE deve oficializar a alteração do Nível de Segurança mediante ao preenchimento do **Formulário de Mensagem de Notificação** e transmitir a mensagem para todos os envolvidos no nível de atenção.

1.3. Nível Laranja (Alerta)

O nível **laranja** do processo de planejamento de emergência corresponde a situações que impõem um estado de alerta geral na barragem, caracterizado por ocorrências que representam riscos à segurança da barragem, exigindo providências imediatas para prevenção e mitigação das condições de segurança.

Detectada uma situação de ALERTA, o coordenador do PAE deve declarar o estado de Alerta formalmente, via Formulário de Mensagem de Notificação, informando às entidades envolvidas sobre o novo nível de segurança do barramento. A notificação para o nível de ALERTA deve ser realizada para que os órgãos de proteção e defesa civil e a população fiquem em estado de prontidão para uma possível evacuação.

1.4. Nível Vermelho (Emergência)

No nível **vermelho**, a anomalia identificada constitui uma realidade de EMERGÊNCIA a curto prazo, a ruptura é iminente ou já é visível. Para protocolo e encaminhamento da alteração da situação, o coordenador do PAE deverá preencher o **Formulário de Declaração de Início de Emergência** e executar as ações previstas no PAE, para que seja iniciada a **evacuação**.

2. Medidas específicas de resgate e redução de danos

2.1. Resgate de Atingidos (pessoas e animais)

Este planejamento visa, por meio da articulação entre o empreendedor com os poderes públicos, estabelecer as medidas específicas para o resgate de seres vivos, pessoas e animais.

De acordo com o estabelecido pela Lei nº 12.608/2012, a Defesa Civil executa a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC) em seu âmbito territorial. Nesta lei, estão preconizadas, em seu Art. 8º, as competências do órgão de Defesa Civil em cenários de desastre, como, por exemplo, organizar e administrar abrigos provisórios para assistência à população em situação de desastre.

Entretanto, é papel do empreendedor auxiliar os órgãos públicos e ambientais, no que for cabível, em medidas que assegurem o resgate de seres vivos em caso de uma situação de emergência. As responsabilidades e etapas do planejamento para o resgate de seres vivos estão descritas nas **Figura 9 e Figura 10**, respectivamente.

Figura 9 – Responsabilidades dentro do planejamento de resgate



Fonte: Geometrisa, 2023.

Figura 10– Planejamento para definição das medidas específicas de resgate de atingidos e animais



Fonte: Geometrisa, 2023.

Para a determinação das medidas específicas, é realizado o levantamento das áreas potencialmente atingidas para identificação de pessoas, animais domésticos ou de criação. Assim, considera-se o cenário emergencial ou de ruptura e a impossibilidade de os órgãos públicos competentes atuarem em totalidade. Desta forma, o empreendedor poderá apoiar com recursos que implicam nas seguintes medidas específicas contidas abaixo.

a) Resgate de seres humanos:

- Disponibilização de veículos, suprimentos necessários à população potencialmente afetada (alimentação e necessidades básicas);
- Fornecer apoio para alocação da população para abrigos seguros.

b) Resgate de animais

- Auxílio na realocação/manejo dos animais para áreas seguras;
- Fornecimento de suprimentos necessários (alimentação, dessedentação, entre outros);

- Plano de resgate e acolhimento de animais domésticos e de corte;
- Plano de resgate e acolhimento, em conjunto com o órgão ambiental, de animais silvestres;
- Consulta junto ao centro de zoonoses para organização de campanha de captura emergencial conjunta de animais de rua.

2.2. Mitigação de Impactos Ambientais

Considerando que mitigação, em meio ambiente, se trata de ações que visam reduzir ou remediar impactos ambientais, o empreendedor deverá estabelecer medidas específicas para atuar frente aos impactos causados pelo acidente ou desastre envolvendo sua barragem. Para o planejamento, pode-se considerar a hierarquia exposta na **Figura 11**.

Figura 11– Ordem preferencial das ações mitigatórias de impactos ambientais



Fonte: Geometrisa, 2023. Adaptado de Sánchez, 2011.

Para a definição das medidas, é fundamental identificar os impactos decorrentes de uma situação de emergência envolvendo a barragem. Ressalta-se que esta identificação é pautada em hipóteses de impactos, sejam eles efetivos ou potenciais, as quais são embasadas na literatura, experiência e em casos análogos, ou seja, considerando situações similares de acidentes/desastres de acordo com a tipologia do empreendimento

Como medidas mitigadoras de impacto ambiental, considerando os aspectos ambientais, seus efeitos e impactos prováveis face ao eventual cenário emergencial envolvendo as estruturas do barramento da PCH Funil, o empreendedor se dispõe a realizar as seguintes medidas específicas – de acordo com o cenário identificado e quando cabível:

- Manutenção e recuperação da mata ciliar e de APP;
- Recuperação das áreas degradadas;
- Controle de processos erosivos;
- Monitoramento limnológico e de qualidade da água;
- Monitoramento da ictiofauna;
- Verificação da alteração da dinâmica hídrica do rio; e
- Monitoramento das vazões.

2.3. Abastecimento de água potável

Cabe ao Poder Público, como medida emergencial de restabelecimento de serviços essenciais, no âmbito da PNPDEC, promover a retomada e continuidade da prestação de serviços de abastecimento de água potável à população atingida (art. 2º, V, do Decreto 10.593/20).

Todavia, é papel do empreendedor auxiliar os órgãos públicos, no que for cabível, em medidas temporárias que assegurem o abastecimento de água potável em caso de uma situação de emergência, enquanto os serviços em questão não são restabelecidos pelas respectivas empresas responsáveis pela prestação do serviço.

Assim, considerando o cenário emergencial de uma ruptura hipotética no barramento da PCH Funil, o empreendedor se dispõe a fornecer meios alternativos para o abastecimento de água potável, como:

- Fornecimento de caminhões pipa para abastecer a população atingida;
- Fornecimento de galões de água;
- Elaboração de uma lista de fornecedores cadastrados que podem ser acionados em situações de emergência para auxiliar no abastecimento de água potável

2.4. Salvaguarda do patrimônio cultural

Face ao cenário emergencial envolvendo a barragem da PCH Funil, caso haja bens de patrimônio cultural localizados nas regiões atingidas pela mancha de inundação proveniente do hipotético rompimento da barragem, o empreendedor atuará juntamente ao poder público para salvaguardar estes bens. Desta forma, considera-se medidas de prevenção e de compensação, conforme as delineadas nos itens abaixo:

- Delimitação da área patrimonial;
- Realização de Programas de Resgate e Salvamento Arqueológico e Valorização Cultural;
- Realocação dos bens de patrimônio para áreas seguras;
- Reparação dos danos aos patrimônios, público e privado, em caso de dano ocasionado pelo acidente ou desastre, até a completa descaracterização da estrutura.

SEÇÃO VII – Procedimentos de Notificação e Alerta

1. Plano de Comunicação

Quando uma situação de emergência for detectada na PCH Funil, o observador do evento (colaborador), deve contatar o operador da **Sala de Comando** por um dos métodos:

- Ramal interno
- Verbalmente, de acordo com a ocorrência.

Ao receber as informações referentes ao incidente, o **Operador da Sala de Comando** deverá comunicar o **Escritório Central** (Supervisor do Centro de Operações da Geração), verbalmente ou por meio de um dos telefones abaixo:

Técnico Responsável (Centro de Operações da Geração):

[REDACTED]
[REDACTED]

Engenheiro Responsável (Coordenador de Núcleo):

Ateles Andrade

- Telefone celular [REDACTED]

Caso o **Operador da Sala de Comando** não encontre os responsáveis, este deverá acionar o **Coordenador do PAE**:

Roberto Alves

[REDACTED]
[REDACTED]

Também está registrado o nome do substituto:

Fernanda Devens

[REDACTED]
[REDACTED]

Após conhecimento e comunicações, a Coordenação do PAE, junto à Equipe Técnica de segurança de barragem, avaliará o cenário e classificará o Nível de Segurança da Barragem. Na sequência, deverá comunicar a situação aos Diretores da Empresa.

O **fluxograma de notificação do PAE**, ilustrado na **Figura 12**, organiza de forma sistemática a comunicação entre o empreendedor e demais entidades externas envolvidas no PAE, de acordo com os níveis de segurança (normal, atenção, alerta e emergência) das eventuais anomalias encontradas no barramento.

Os **Quadro 9 e Quadro 10** apresentam os números de telefone dos envolvidos no Plano de Comunicação, com a indicação do enquadramento destes em cada nível de segurança.

É fundamental que, a cada alteração no Nível de Segurança da Barragem, as entidades envolvidas no respectivo nível sejam notificadas.

Confirmada a emergência, deve-se executar o **Fluxograma de Acionamento** disposto na **Figura 13**, para comunicações internas e notificação às entidades envolvidas sobre a alteração do nível de segurança e acionamento do PAE, conforme estabelecido neste Plano de Comunicação.

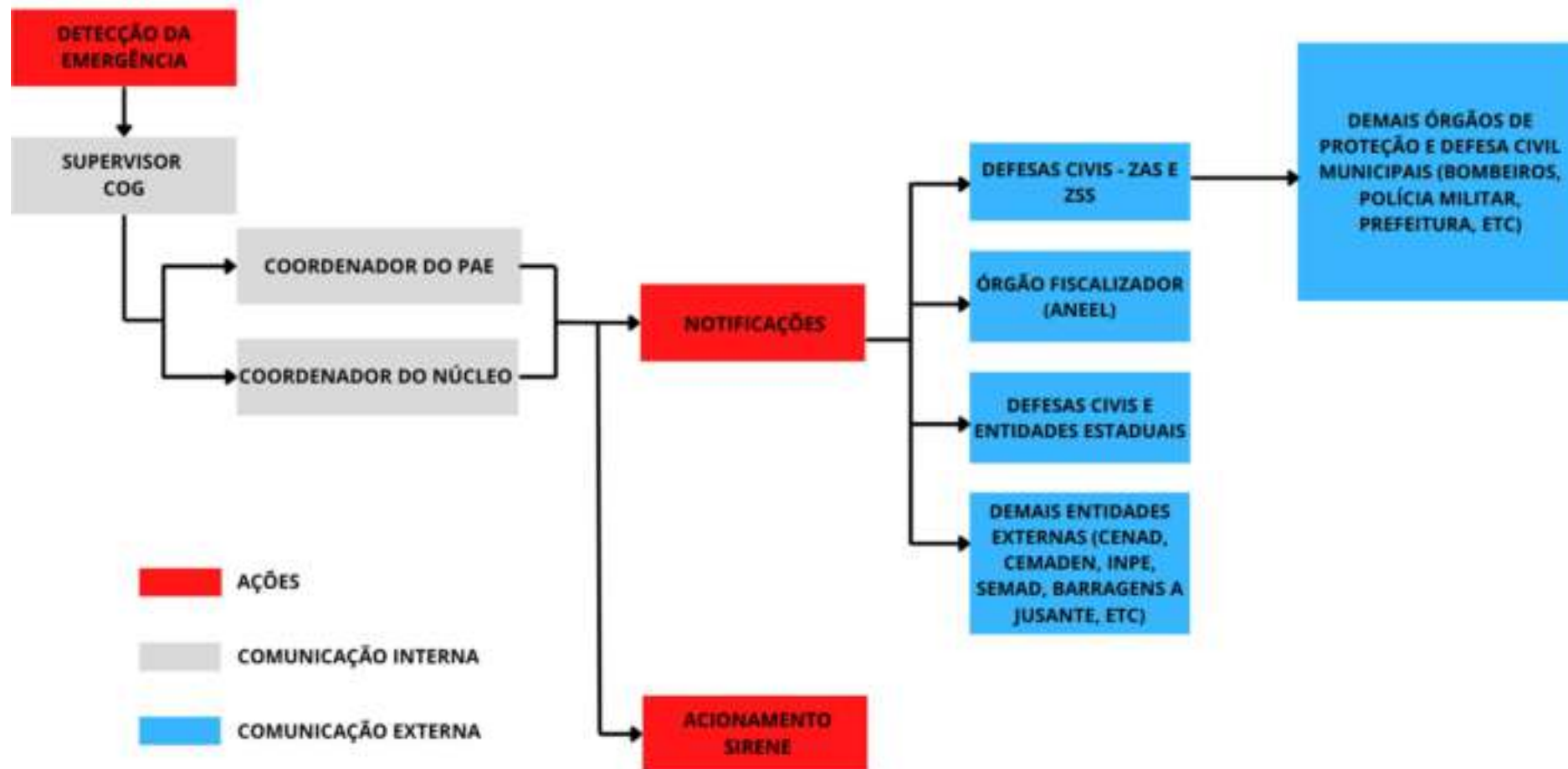
A evacuação no vale a jusante deve ser iniciada de imediato, de acordo com os procedimentos programados:

1. **Notificar todos os trabalhadores no empreendimento sobre a necessidade de evacuação preventiva;**
2. **Contatar os moradores situados na ZAS;**
3. **Providenciar o acionamento do sistema de alerta previsto no PAE;**
4. **Notificar as autoridades locais (Defesa Civil, Prefeitura, Polícia, Corpo de Bombeiros e Órgão Ambiental);**
5. **Notificar a ANEEL e demais Órgãos Regulamentadores, seguindo os procedimentos recomendados.**

Figura 12– Fluxograma de notificação em situação de emergência



Figura 13– Fluxograma de acionamento do PAE



Fonte: Geometrisa, 2024.

Quadro 9 – Lista de Telefones de Notificação Interna de Emergência

CARGO	NOME	TELEFONE	CELULAR
Diretor	Walter Seijo Neto		
Coordenador do PAE / Gerência de Obras	Roberto Alves		
Gerência Geral de Engenharia	Fernanda Devens		
Gerência Geral de Operação e Manutenção	Frederico Hansenn		
Gerência Geral de Meio Ambiente	Rodrigo Alvarenga		
Gerência do Núcleo Minas Gerais	Ateles Andrade	I	
Supervisor do Centro de Operações da Geração	Lucas Machado		
Engenheiro de O&M	Daniel Valles		

Quadro 10 – Lista de Telefones de Notificação Externa de Emergência

LISTA DE NOTIFICAÇÃO EXTERNA DA USINA		
LOCAL	NOME	TELEFONE
Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL)	Superintendente Giácomo Francisco Bassi Almeida	
	Adjunto Rodrigo Cesar Neves Mendonça	
Barragem a jusante – UHE Salto Grande (CEMIG)	Plantão de Controle de Cheias Ivan Carneiro	
	Sala de Controle	
Instituto Nacional de Meteorologia (INMET)	Diretor Naur Teodoro Pontes	
	Coordenador Leonardo Fabio Zaidan de Melo	
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)	Diretor Clezio Marcos de Nardin	
	Coordenador Oswaldo Duarte Miranda	
Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de	Diretora Regina Célia dos Santos Alvala	

Desastres Naturais (CEMADEN)	Coordenador Rodolfo Modrigais Strauss Nunes	[REDACTED]
Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres (CENAD)	Diretor Armin Braun	[REDACTED]
	Coordenador Leno Rodrigues de Queiroz	[REDACTED]
Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (SEDEC)	Plantão 24h (CENAD)	[REDACTED]
	Secretário Wolnei Wolff Barreiros	[REDACTED]
	Chefe de Gabinete Wesley de Almeida Felinto	[REDACTED]
Coordenadoria Estadual de Proteção e Defesa Civil de Minas Gerais	Cel. PM Osvaldo de Souza Marques	[REDACTED]
Polícia Militar do Estado de Minas Gerais	Cel. Rodrigo Sousa Rodrigues	[REDACTED]
Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais	Cel. BM Edgard Estevo da Silva	[REDACTED]
Gabinete do Governador do Estado de Minas Gerais	Gov. Romeu Zema	[REDACTED]
Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD)	Marília Carvalho de Melo	[REDACTED]
Guanhães - MG		
Prefeitura Municipal de Guanhães	Pref. Dóris Campos Coelho	[REDACTED]
Coordenadoria Municipal da Defesa Civil	Jackson Breno Silva Oliveira	[REDACTED]
Polícia Militar	Ten. Cel. PM Paulo Henrique	[REDACTED]
Corpo de Bombeiros Militar de Guanhães	2º Ten. Bruno Cesar de Oliveira Flausino	[REDACTED]
Hospital Regional Imaculada Conceição (HIC)	Diretor Tales José Ribeiro de Carvalho	[REDACTED]
Dores de Guanhães - MG		
Prefeitura Municipal de Dores de Guanhães	Pref. Welerson Último de Souza	[REDACTED]

Coordenadoria Municipal da Defesa Civil	Philippe G. C. Souza	
Polícia Militar	Cel. PM Rodrigo de Faria Mendes	
Corpo de Bombeiros Militar de Guanhães	2º Ten. Bruno Cesar de Oliveira Flausino	
Centro de Saúde de Dores de Guanhães	Brenda Lopes Cançado Oliveira Melo	
Braúnas - MG		
Prefeitura Municipal de Braúnas	Pref. Jovani Duarte Menezes	
Coordenadoria Municipal da Defesa Civil	Marcos Inácio Miranda	
14º Batalhão de Polícia Militar	Ten. Cel. PM Warley Geraldo Silva	
Corpo de Bombeiros Militar 11º BBM - Ipatinga	Tem. Cel. BM. Geani	
Unidade Básica de Saúde	Ademir Nascimento	

SEÇÃO VIII – Divulgação e Treinamento

1. Divulgação

Para que as ações de resposta previstas no Plano de Ação de Emergência atinjam os resultados esperados nas situações de emergência, o plano deve ser divulgado internamente na PCH Funil, além de ser integrado com outras instituições que poderão atuar conjuntamente na resposta às situações emergenciais. As informações também deverão ser passadas à população compreendida na área inundada, caso existam ZAS e/ou ZSS, e entidades de segurança envolvidas, seja pela utilização de *folders* ou demais meios de divulgação de informações estabelecidos nos procedimentos de notificação de emergência.

2. Programas de Treinamento

Visando minimizar e controlar os danos potencialmente causados numa eventual situação de ruptura de barragem, especialmente no que tange à preservação da vida, são necessários treinamentos e exercícios simulados, como forma de preparação para resposta à cenários emergenciais. Desta forma, é possível avaliar as ações de resposta propostas no PAE a nível interno e externo ao empreendimento. Para tanto, é fundamental que o PAE preveja a periodicidade para a realização dos simulados, com intervalo de no máximo 3 anos.

Todos os exercícios e simulações deverão ser realizados da forma mais realista possível, abrangendo todos os tipos de emergências citadas neste plano, aferindo todas as fases programadas. O objetivo primordial do programa de treinamento é manter todas as pessoas envolvidas familiarizadas com os procedimentos emergenciais e, especificamente, aferir as respostas de indivíduos nas responsabilidades que lhe foram atribuídas, além de identificar possíveis falhas e possibilidades de melhorias das ações.

2.1. Teste dos Sistemas de Notificação e Alerta

O objetivo do teste dos sistemas de notificação e alerta consiste, principalmente, em confirmar os contatos constituintes do Plano de Comunicação e verificar a funcionalidade dos meios de comunicação, bem como dos fluxogramas de

acionamento e notificação de emergência. Além disso, o teste deverá prever a operacionalidade do sistema de alerta sonoro previsto no PAE, tal como sua capacidade de acionar rapidamente a população na ZAS.

É de suma importância que sejam realizados testes periódicos dos sistemas de notificação e alertas, tanto a nível interno quanto externo, bem como a operacionalidade dos meios de comunicação e a funcionalidade do fluxograma de notificação, para garantia da efetividade dos procedimentos de emergência constituintes do PAE.

2.2. Treinamento Interno

O objetivo de um exercício de nível interno é testar o sistema de resposta no nível da barragem e avaliar a eficácia dos procedimentos de resposta definidos no PAE. Este exercício serve para verificação e correção da capacidade operacional de resposta e coordenação de ações de acordo com o estabelecido nos planos, nomeadamente, as comunicações e a identificação de competências e de capacidade de mobilização. Assim, é imprescindível a participação dos colaboradores do empreendimento, inclusive o coordenador do PAE.

Além disso, o treinamento busca testar a resposta a nível interno, ou seja, avalia-se o conhecimento da equipe operacional relativamente ao PAE, a eficácia dos procedimentos internos, o fluxograma de acionamento, a comunicação e cooperação internas, as atribuições do coordenador do PAE e o acionamento do sistema de alerta.

Considerando que não só a gestão de emergência da barragem é intrínseca ao procedimento interno, mas também o teste do sistema de alerta e alarme, recomenda-se que sejam realizados treinamentos anuais da equipe do empreendedor.

2.3. Treinamento Externo

Externamente, os treinamentos do PAE devem ser coordenados pelas Autoridades de Proteção e Defesa Cíveis, com a participação e apoio do empreendedor, em periodicidade a ser definida pelo órgão fiscalizador. Neste

treinamento será realizado o teste dos sistemas de alarme sonoros e uma simulação de uma situação de emergência, com a evacuação total das pessoas. Por isso, é fundamental a participação de todos os agentes envolvidos e entidades listadas no PAE, da população e seus representantes.

A preparação e educação da população é uma ação de mitigação de risco e de suma importância para as simulações, promovendo sessões de esclarecimento e divulgando informações relativas ao risco de habitar em vales a jusante e à existência de PAEs. Os cidadãos, principalmente os localizados na ZAS, devem ser esclarecidos sobre algumas práticas de mitigação do risco que podem ser implementadas, tais como conhecer os significados dos alertas e locais seguros (pontos de encontro).

Os resultados obtidos desses exercícios deverão ser avaliados por profissionais que apresentem conhecimento a respeito dos procedimentos traçados no plano e que deverão analisar criticamente a aplicação do mesmo, para constatar pontos fortes e pontos passíveis de melhorias, visando sempre a otimização do exercício de simulação.

É necessário que os órgãos públicos participantes do simulado sejam informados sobre as avaliações e análises dos resultados, para reestruturação e reorganização de simulados posteriores e adequações ao plano de contingência municipal.

Segundo a Resolução Normativa nº 1.064/2023 da ANEEL (REN ANEEL nº 1.064/2023), o exercício prático de simulação de situação de emergência deve ser realizado com a população da ZAS com frequência definida em articulação com órgãos de proteção e defesa civil, no que couber. Esta periodicidade não deverá exceder 3 anos, salvo manifestação dos órgãos de proteção e defesa civil competentes. Na região abrangida pela ZSS, compete ao Órgão de Proteção e Defesa Civil realizar estes treinamentos, conforme previsto na Lei Federal nº 12.608/2012 (alterada pela Lei nº 14.750/2023).

No **Apêndice 6** é apresentado o quadro de **Registro dos Treinamentos e Simulados** desenvolvidos, bem como a descrição do caráter da atividade e descrição.

2.4. Articulações com as Defesas Civas

A articulação ativa entre o empreendedor e os órgãos de proteção e defesa civil é um pilar fundamental para a eficiência do Plano de Ação de Emergência, principalmente na Zona de Autossalvamento, onde considera-se a sobreposição de responsabilidades destas duas partes.

Uma das formas cruciais de cooperação entre essas duas entidades é por meio das reuniões de alinhamento, cujo objetivo principal é assegurar que as etapas de elaboração, implantação e operacionalização do PAE sejam eficazes. Além disso, estas reuniões permitem o delineamento de ações que estejam em sintonia com os procedimentos de resposta previstos no Plano de Contingência Municipal.

Para a implantação do PAE da PCH Funil, a atuação proativa da Defesa Civil de Dores de Guanhões tem sido fundamental. Ao se dispor a cooperar, auxiliar e apoiar o empreendedor durante esta fase, a Defesa Civil demonstra um compromisso sólido com a segurança e o bem-estar da comunidade local.

A presença ativa e o apoio da Defesa Civil durante a fase de implantação do PAE da PCH Funil reforçam a preparação para lidar com situações de crise e promovem uma cultura de segurança e resiliência que beneficia a todos os envolvidos.

SEÇÃO IX – Síntese do Estudo de Inundação e Respective Mapas

O estudo de modelagem hidráulica da PCH Funil foi realizado com o auxílio de ferramentas de geoprocessamento, onde foram gerados os mapas de inundação associados à cartografia da região a partir de um Modelo Digital de Terreno (MDT).

Para a barragem da PCH Funil, foi simulado um cenário de ruptura hipotética, considerando o fluxo decorrente do rompimento da barragem coincidindo com um evento de ruptura em cascata com a barragem a montante associado à cheia decamilenar, resultando em uma vazão de pico do hidrograma de 3.926,78 m³/s. O estudo de ruptura foi realizado com uso do software HEC-RAS em modelo (uni ou bi) direcional. Os mapas gerados foram elaborados com auxílio do software ArcGIS.

Para o estudo de ruptura hipotética da barragem, considerou-se o reservatório em configuração operacional com o nível d'água na cota 430,70 m (nível máximo maximorum) e o volume de armazenamento máximo de 1,67 hm³, propagado pela calha a jusante. O pior cenário de ruptura deu-se pelo tombamento do bloco do vertedouro. O relatório “Estudo de Rompimento PCH Funil” contempla os estudos, hidrogramas e mapas gerados para os cenários de *Dam Break*.

Visando estruturar um Plano de Ação de Emergência que zelasse pela segurança das infraestruturas e edificações localizadas a jusante do barramento, desenvolveram-se mapas de inundação referentes ao pior caso de ruptura hipotética do barramento.

No **Apêndice 7** são apresentados os pontos vulneráveis, edificações e estruturas, localizados na Zona de Autossalvamento para o cenário crítico simulado. Os mapas indicam, numa forma simples e em escala adequada, os locais importantes situados nas zonas de inundação e estão presentes no **Apêndice 8**.

1. Descrição da Zona de Autossalvamento – ZAS

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

Segundo a Resolução Normativa da ANEEL nº 1.064/2023, 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, sendo adotado para este estudo o critério de 10 km.

A responsabilidade do empreendedor, na Zona de Autossalvamento, limita-se a alertar e avisar a população da área potencialmente afetada em situação de emergência da barragem.

Os procedimentos de comunicação devem estabelecer infraestruturas e ações para garantir o adequado fluxo de informação para a população presente na ZAS e deverá obedecer, minimamente, aos seguintes critérios:

- Os equipamentos a serem utilizados devem estar funcionando permanentemente inclusive nas situações adversas;
- Deve ser facilmente acionado pelo coordenador do PAE;
- Há de ser capaz de alcançar toda a população potencialmente afetada na ZAS;
- O sistema de comunicação do PAE não deverá ser confundido com outros sistemas de alerta existentes na região;
- Garantir a inexistência de falsos alarmes;
- Sempre que possível, usar tecnologia de comunicação já conhecida e utilizada pelas comunidades locais.

Foram identificadas 07 edificações e a Casa de Força da PCH Funil no vale a jusante que poderão ser afetadas pela onda de cheia que deriva de uma eventual ruptura da barragem. O **Apêndice 7** ilustra a ZAS nos municípios de Guanhães e Dores de Guanhães, ambos no estado de Minas Gerais, com as referidas coordenadas.

2. Descrição das Zonas de Segurança Secundária – ZSS

A Zona de Segurança Secundária (ZSS) é a área limitada geograficamente situada a jusante da barragem e que pode vir a ser atingida caso haja uma ruptura das estruturas.

A extensão dessa área corresponde ao comprimento do trecho percorrido pelo material extravasado fora da calha do rio ou da drenagem natural existente a jusante da barragem.

Onde houver ocupação humana, é necessário existir um planejamento para a realização de uma evacuação emergencial da área visando à preservação da vida nestes locais. Esse planejamento deve ser feito por meio de um Plano de Contingência Municipal, que é de responsabilidade dos organismos de Proteção e Defesa Civil.

Nos estudos de rompimento para a PCH Funil foram identificadas 02 ZSS. O **Apêndice 7** ilustra todas as ZSS – Zonas de Segurança Secundárias, localizadas nos municípios de Ganhães e Braúnas.

3. Sistema de Alerta

O sistema de alerta sonoro previsto para a PCH Funil consiste em um conjunto de sirenes fixas, localizadas na região da ZAS. Este sistema será acionado pelo Coordenador do PAE para alertar os moradores que residem na região caso haja a necessidade de evacuação de emergência. O **item 3** do **Apêndice 7** apresenta de forma detalhada o projeto do sistema de alerta sonoro para a PCH Funil.

SEÇÃO X – Encerramento das Operações

Uma vez que as condições indiquem que não existe mais uma situação de emergência na instalação, a partir da coordenação técnica de que a crise passou, as operações de emergência são finalizadas. Encerradas as ações emergenciais de resposta, deve-se desmobilizar pessoal, equipamentos e materiais empregados.

É recomendado ao empreendedor a elaboração de um **Relatório de Encerramento de Emergência** a ser entregue a ANEEL em um prazo de até 60 dias após o encerramento da operação de emergência e será realizada uma Inspeção de Segurança Especial, conforme preconizado no Art. 11 da resolução nº 1.064/2023 da ANEEL.

Glossário

ANA	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
CEDEC	Coordenadoria Estadual de Defesa Civil
COMDEC	Coordenadoria Municipal da Defesa Civil
CONPDEC	Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil
COREDEC	Coordenadoria Regional de Defesa Civil
E	Este
N	Norte
NA	Nível d'água
PAE	Plano de Ação de Emergência
PCH	Pequena Central Hidrelétrica
PSB	Plano de Segurança de Barragem
S	Sul
SINPDEC	Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil
UHE	Usina Hidrelétrica
ZAS	Zona de Autossalvamento
ZSS	Zona de Segurança Secundária
W	Oeste

Apêndices

APÊNDICE 1 – Modelo de Termo de Recebimento de Documentos

APÊNDICE 2 – ART de Atualização do PAE

APÊNDICE 3 – Ficha Técnica da Barragem

APÊNDICE 4 – Situações de Emergência Provocadas por Acidentes na Barragem

APÊNDICE 5 – Resposta a Possíveis Condições de Emergência

APÊNDICE 6 – Registro dos Treinamentos e Simulados

APÊNDICE 7 – Localização das Estruturas e Pontos Vulneráveis

APÊNDICE 8 – Mapas de Inundação

Apêndice 1 – Modelo de Termo de Recebimento de Documentos

TERMO DE RECEBIMENTO DO PAE DA PCH FUNIL E DE PARTICIPAÇÃO DE TREINAMENTO SOBRE A DOCUMENTAÇÃO DO PAE RECEBIDA

Declaramos, para os devidos fins, que **recebemos da empresa Funil Energia S.A.**, pessoa jurídica de direito privado, inscrita no CNPJ nº 07.063.921/0002-23, com sede na cidade de Dolores de Guanhões (MG), Rodovia Dolores De Guanhões - Braúnas Km 22, S/N, Zona Rural, CEP: 35894-000, os documentos abaixo listados, referentes ao Plano de Ação de Emergência da **PCH Funil**, em conformidade com o que determina a legislação aplicável, em especial a Lei 12.334/2010, alterada pela Lei 14.066/2020 e a Resolução ANEEL nº 1.064/2023. Os documentos entregues, nomeadamente, são:

- Plano de Ação de Emergência da PCH Funil (Atualização)
- Mapas de inundação proveniente da ruptura hipotética da barragem da PCH Funil.

Também **ratificamos que**, durante a entrega dos documentos supracitados, **foi realizada uma apresentação**, para fins de esclarecimentos, contemplando o conteúdo listado a seguir:

- Aspectos da Lei Federal nº 12.334, de 20 de setembro de 2010, da Lei Federal nº 14.066 de 30 de setembro de 2020 e da Resolução ANEEL nº 1.064 de 02 de maio de 2023;
- Apresentação e Objetivo do PAE;
- Conceitos relacionados à ZAS e ZSS;
- Resumo do Estudo de Inundação;
- Procedimentos de Notificação e Alerta;
- Responsabilidades Gerais no PAE;
- Funcionalidades do Sistema Integrado de Informações Sobre Desastres (S2ID) e Solicitação de Recursos à União.

_____, ____ de _____ de _____.

Funil Energia S.A.

Nome e cargo do representante

Entidade/Empresa Recebedora

Nome e cargo do representante da
entidade recebedora

Apêndice 2 - ART de Atualização do PAE

Resolução nº 1.025/2009 - Anexo I - Modelo A

Página 1/2

 Anotação de Responsabilidade Técnica - ART Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977 Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Estado de São Paulo	CREA-SP	ART de Obra ou Serviço 2620240408146
1. Responsável Técnico		
EUCLYDES CESTARI JUNIOR Título Profissional: Engenheiro Civil		RTP: 2603538195
Empresa Contratada: GEOMETRISA SERVIÇOS DE ENGENHARIA LTDA		Registro: 0001771586-SP Registro: 1012602-SP
2. Dados do Contrato		
Contratante: FUNIL ENERGIA S/A Endereço: Rodovia DORES DE GUANHÃES, BRAUNAS Complemento: Cidade: Dores de Guanhães Estado: Minas Gerais Contrato: 001 Valor: R\$ 67.000,00 Ação Institucional:		CNPJ: 07.063.921/0002-23 UF: MG CEP: 35894-000 Data de Assinatura: 01/01/2024 Tipo de Contrato: Pessoa Jurídica de Direito Privado
3. Dados da Obra/Serviço		
Endereço: Rodovia DORES DE GUANHÃES, BRAUNAS Complemento: Cidade: Dores de Guanhães Data de Início: 01/01/2024 Previsão de Término: 01/04/2024 Coordenadas Geográficas: Finalidade: Proprietário: FUNIL ENERGIA S/A		UF: MG CEP: 35894-000 Código: 07.063.921/0002-23
Endereço: Avenida ATLÂNTICA Complemento: Cidade: Bha Solheira Data de Início: 01/01/2024 Previsão de Término: 01/04/2024 Coordenadas Geográficas: Finalidade: Proprietário: GEOMETRISA SERVIÇOS DE ENGENHARIA LTDA		UF: SP CEP: 13385-001 Código: 01.889.822/0001-28
4. Atividade Técnica		
Execução 1	Estudo de barragens	Quantidade: 1,00000 Unidade: unidade
Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deverá proceder a baixa desta ART		
5. Observações		
ATUALIZAÇÃO, IMPLANTAÇÃO E OPERACIONALIZAÇÃO DO PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA - PAE DA PCH FUNIL, EM CONFORMIDADE COM A LEI FEDERAL 12.334/2010 COMPLEMENTADA PELA LEI 13.069/2019 E RESOLUÇÃO ANEEL 1.046/2011.		
6. Declarações		
Acessibilidade: Declaro atendimento às regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas da ABNT, na legislação específica e no Decreto nº 5.296, de 2 de dezembro de 2004.		

Resolução nº 1.025/2009 - Anexo I - Modelo A

Página 2/2

7. Entidade de Classe

Nenhuma

8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

Declarante assinado digitalmente



EUCLYDES CESTARI JUNIOR

CPF: 058.474.078-88
Data: 12/03/2024 07:56:58
URL: https://brasilpch.org.br

EUCLYDES CESTARI JUNIOR - CPF: 058.474.078-88

FUNIL ENERGIA S/A - CPF/CNPJ: 07.063.921/0002-03

9. Informações

- A presente ART encontra-se devidamente quitada conforme dados constantes no rodapé-versão do sistema, certificada pelo Número Único.

- A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.crea.sp.org.br ou www.confes.org.br

- A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar a vínculo contratual.

www.brasilpch.org.br

Tel: 0800 017 18 11

E-mail: atendimento@brasilpch.org.br ou contato@brasilpch.org.br



Valor ART R\$ 262,98

Registrada em: 05/03/2024

Valor Pago R\$ 262,98

Número Único: 2620240400148

Versão do sistema

Impresso em: 12/03/2024 07:56:58

Apêndice 3 – Ficha Técnica da Barragem

Dados Gerais	
Empresa proprietária	Funil Energia S.A
Órgão Fiscalizador	ANEEL
Localização	
Estado	Minas Gerais
Município	Dores de Guanhões
Coordenadas geográficas	19°05'05" e 42°51'05"
Bacia	Doce
Sub-bacia	Santo Antônio
Curso d'água	Guanhões
Dados Hidrológicos	
Área da bacia de drenagem	2.200 km ²
Vazão Média a longo termo - MLT	28,04 m ³ /s
Precipitação média anual	1.406 mm
Vazão máxima de projeto (10.000 anos)	1.278 m ³ /s
Estruturas Da Barragem	
Reservatório	
Nível máximo maximorum	430,70 m
Nível de operação	
Máximo	428,00 m
Mínimo	425,00 m
Volumes	
Para o nível máximo de operação	1,21 x10 ⁶ m ³
Área para o nível máximo	
De operação (428,00 m)	0,169 km ²
Maximorum (430,70 m)	0,206 km ²
Profundidade média (NA máximo normal)	7,20 m
Barragem	
Crista	431,50 m
Altura	18,00 m
Comprimento	85,00 m
Largura	7,00 m
Tomada d'Água	
Tipo	gravidade
Comprimento	14,40 m
Altura Máxima	19,00 m
Vãos	1
Largura	7,50 m

Túnel de Adução	
Comprimento	500,00 m
Altura	5,20 m
Largura	5,20 m
Vertedouro	
Tipo	Soleira Livre
Número de vãos	1
Largura do vão	100,00 m
Comprimento	100,00 m
Cota da soleira	428,00 m
Altura Máxima	18,00 m
Casa de Força	
Tipo	abrigada
Número de unidades	2
Comprimento total	39,60 m
Largura	21,40 m
Turbinas	
Tipo	Francis, eixo horizontal
Quantidade	2
Potência Nominal Unitária	11.600 kW
Vazão Nominal Unitária	19,00 m³/s
Rotação Síncrona	450 rpm
Queda Bruta	68,25 m
Chaminé de Equilíbrio	
Altura	77,00 m
Diâmetro	10,60 m
Diâmetro após trifurcação	5,80 m

Apêndice 4 – Situações de Emergência Provocadas por Acidentes na Barragem

1. Abalos Sísmicos

Um abalo sísmico que prejudicial à segurança da barragem possui magnitude igual ou superior 3 graus na escala Richter. Neste caso, os tremores são sentidos por todos, pessoas caminham sem equilíbrio, janelas e objetos de vidro são quebrados, livros caem de estantes, móveis movem-se ou tombam, alvenarias e rebocos racham, árvores balançam visivelmente ou ouve-se ruídos.

Caso ocorra um abalo com estas características ou colaboradores da barragem tenham sentido tremores de terra, é recomendado:

- Efetuar imediatamente uma inspeção visual de toda a barragem e estruturas complementares;
- Implementar imediatamente os procedimentos descritos para **Nível de Alerta** se a barragem estiver danificada a ponto de acarretar aumento de fluxo para jusante;
- Implementar imediatamente as instruções descritas no item de **Nível de Emergência** em caso de **Ruptura Iminente** ou **em progressão**.
- Em caso de danos que não configurem riscos imediatos:
 - Identificar a natureza, localização e extensão, assim como o potencial de ruptura;
 - Entrar em contato com o Gerente do Núcleo para maiores instruções;
 - Descrever superfícies de deslizamentos, zonas úmidas, aumento ou surgimento de percolações ou subsidências, incluindo sua localização, extensão, taxa de subsidência, efeitos em estruturas próximas, fontes ou vazamentos, nível da água no reservatório, condições climáticas e outros fatores pertinentes será também importante;

- Caso não exista perigo iminente de ruptura da barragem, deverá ser feita inspeção detalhada dos seguintes itens:
 - a) Coroamento e ambos os taludes da barragem: observar ocorrência ou aumento de trincas, recalques ou infiltrações;
 - b) Ombreiras: identificar possíveis deslocamentos;
 - c) Drenos ou vazamentos: verificar turbidez ou lama na água ou aumento de vazão;
 - d) Estrutura do vertedouro: confirmar uma continuidade da operação em segurança;
 - e) Dispositivos de descarga, casa de controle, túnel e câmara de comportas: verificar a integridade estrutural;
 - f) Áreas no reservatório e a jusante: identificar possíveis deslizamentos de terra;
 - g) Outras estruturas complementares;
 - h) **Realizar novas inspeções pelas próximas duas a quatro semanas**, já que alguns danos podem não aparecer imediatamente após o abalo.

Relatar todos os aspectos observados ao órgão fiscalizador e instituições contatadas anteriormente durante a emergência.

2. Deslizamentos

Todo deslizamento na região a montante que tenha potencial para deslocar rapidamente grandes volumes de água pode gerar grandes ondas no reservatório ou vertedouro. Deslizamentos na região de jusante que possam impedir o fluxo de água normal também são relevantes.

Todos os deslizamentos devem ser relatados ao órgão fiscalizador. Entretanto, antes, é importante determinar a localização, extensão, causa provável, grau de efeito na operação, probabilidade de movimentos adicionais da área afetada e outras áreas de deslizamento, desenvolvimentos de novas áreas e outros fatores considerados relevantes.

3. Enchentes

No caso de um evento de cheia maior, procedimentos especiais devem ser efetuados para assegurar vidas e propriedades a jusante. Se algum evento ocasionar elevação anormal do nível da água no reservatório, mas ainda abaixo da crista da barragem, contate o órgão responsável imediatamente relatando o seguinte:

- a) Elevação atual do nível do reservatório e borda livre;
- b) Taxa de elevação do nível do reservatório;
- c) Condições climáticas – passado, presente e previsão;
- d) Condições de descarga dos riachos e rios a jusante;
- e) A vazão dos drenos.

A Operação Hidráulica da PCH Funil deve seguir os procedimentos definidos pelo Centro de Controle de Operação da Funil Energia S.A.

Apêndice 5 – Respostas a Possíveis Condições de Emergência

Quadro 11 – Possíveis condições de emergência e ações de respostas

Ocorrência		Medidas Corretivas e Preventivas	Nível de Resposta
Instrumentação		- Verificar funcionamento dos instrumentos; - Refazer leituras; - Analisar demais instrumentos e comportamento da estrutura.	Verde
Anomalias estruturais na barragem e ombreiras	Trincas	- Monitorar a sua evolução (visualmente ou através de instrumentos); - Documentar e monitorar a sua evolução.	Verde
	Surgências	Documentar e monitorar a sua evolução; Se houver indícios de piping: - Avaliar deplecionar o reservatório e promover os reparos necessários; - Avaliar construir um filtro que impeça o carreamento de sólidos, com materiais de granulometria adequada, tais como areia e brita.	Amarelo
	Vazamentos	Monitorar e promover reparo para ficar no nível Verde.	
			Deplecionar o reservatório a um nível que permita o reparo.
Cheias	Nível	- Abrir os extravasores e controlar o nível em condições aceitáveis; - Verificar se aparecem novas surgências a jusante.	Laranja
	Equipamentos	- Reparar imediatamente os equipamentos; -Se não for possível reparar e iniciar o galgamento, deve-se instituir o nível vermelho.	
	Galgamento da barragem iniciado	Abrir imediatamente os extravasores.	
			Estudar formas de esvaziar o reservatório antes que a barragem não suporte a carga de água, como, por exemplo, abrir uma brecha na ombreira direita.
Falha dos sistemas de alerta e de aviso	Período seco	- Reparar os sistemas imediatamente; - Adquirir um meio de comunicação alternativo que permita contatar os envolvidos fora da usina.	Verde
	Período chuvoso	- Adquirir um meio de comunicação alternativo; - Manter contato com a defesa civil para que o aviso, se necessário, seja comunicado pelo meio alternativo; - Verificar previsões climáticas para a região.	Amarelo
			Laranja
Ruptura da Barragem		-Promover a evacuação das áreas potencialmente inundáveis; - Emitir os alertar e avisos previstos.	Vermelho

Apêndice 7 – Localização das Estruturas e Pontos Vulneráveis

1. Zona de Autossalvamento

Foram identificadas, no vale a jusante, 07 edificações e a Casa de Força da PCH Funil que poderão ser afetadas pela onda de cheia que deriva de uma eventual ruptura da barragem. Para melhor detalhamento, a ZAS foi subdividida em duas áreas de identificação, uma localizada no município de Dorés de Guanhões – MG e a outra localizada no município de Guanhões – MG.

O mapa de inventário das estruturas cadastradas está disposto no **Apêndice 8** e demais informações referentes ao Simulado de Evacuação e reconhecimento da ZAS podem ser consultadas em **GE-PCH-FUN-SE-001-01-24**.

Quadro 13 – ZAS e edificações possivelmente atingidas

Identificação	Número de Edificações	Coordenadas da ZAS (UTM)		Tempo de chegada da onda (h:min)
		E	S	
Dores de Guanhães - MG				
ZAS 01	6	726.484,09	7.887.459,39	00:08
Guanhães – MG				
ZAS 02	1	727.500,76	7.887.935,64	00:15
Total	07			

1) Dores de Guanhões – MG

Figura 14 – Identificação da ZAS 01 em Dores de Guanhões



ZAS 01 – Dores de Guanhões - MG	Latitude: 7.887.459,39	Número de edificações: 06
	Longitude: 726.484,09	Número de infraestruturas: 00

2) Guanhães – MG

Figura 15 – Identificação da ZAS 02 em Guanhães



ZAS 02 – Guanhães - MG	Latitude: 7.887.935,64	Número de edificações: 01
	Longitude: 727.500,76	Número de infraestruturas: 00

A seguir, apresenta-se o detalhamento e resumo de informações sobre a estrutura localizada na ZAS possivelmente atingida pela onda de inundação proveniente do rompimento da barragem da PCH Funil.

Quadro 14 – Informações sobre a estrutura localizada na ZAS

Descrição	Coordenadas (UTM)		Distância à UHE (m)	Tempo de chegada da onda (h:min)
	S	E		
Casa de Força da PCH Funil	7888207.662	726435.62	783,00	00:06

Figura 16 – PCH Funil localizada no município de Dorés de Guanhões – MG



Fonte: Adaptado de Google Earth, 2022.

2. Zona de Segurança Secundária

Ao longo do trecho estudado foi definido um total de duas ZSS nos municípios de Guanhões e Braúnas, estado de Minas Gerais. No **Quadro 15**, tem-se a identificação e localização de cada Zona de Segurança Secundária em cada município o que possivelmente seria atingida pela onda de ruptura.

Quadro 15 – ZSS e edificações possivelmente atingidas

Identificação	Número de Edificações	Coordenadas da ZAS (UTM)		Tempo de chegada da onda (h:min)
		E	S	
Guanhães - MG				
ZSS 01	24	728.319,64	7.889.363,73	00:48
Braúnas – MG				
ZSS 02	2	731.391,87	7.887.367,50	02:54
Total	26			

1) Guanhães – MG

Figura 17 – Identificação da ZSS 01 em Guanhães



ZSS 01 – Guanhães - MG	Latitude: 7.889.363,73	Número de edificações: 24
	Longitude: 728.319,64	Número de infraestruturas: 00

1) Braúnas – MG

Figura 18 – Identificação da ZSS 02 em Braúnas



ZSS 02 – Braúnas - MG	Latitude: 7.887.367,50	Número de edificações: 02
	Longitude: 731.391,87	Número de infraestruturas: 00

3. Sistema de Alerta Sonoro

A instalação do sistema de notificação em massa na jusante da PCH Funil foi elaborada com a finalidade de alertar a população na Zona de Autossalvamento (ZAS) e minimizar perdas, principalmente humanas, em caso de desastres e/ou situações de emergência.

O projeto básico de Sistema de Alerta Sonoro elaborado para a PCH Funil é composto por duas estações, cuja eficiência atende em 70dB suas áreas de entorno com edificações. O conjunto que compreende as sirenes de modelo nacional da marca Beatek tem capacidade de operação nas condições ambientais mais adversas e é caracterizado por:

- Sistema modular composto por 4 cornetas de 126dB a 1 metro e 70dB a aproximadamente 1 km, o alcance exato é definido conforme cada local e condições topográficas;

4. Modelos de Placas de Sinalização

Recomenda-se a sinalização das rotas de fuga, localizadas nas Zonas de Autossalvamento (ZAS) e Zonas de Segurança Secundárias (ZSS), em direção aos pontos de encontro utilizando-se placas indicativas, como se ilustra na **Figura 20**, referente aos pontos de encontro. Para as rotas de fuga, é sugerida a instalação de placas sinalizadoras, como se apresenta na **Figura 21**. Para os pontos de risco localizados nas rodovias, também é sugerido a instalação de placas sinalizadoras, como se apresenta na **Figura 22**.

Figura 20 – Modelo de Placa para Ponto de Encontro.



Fonte: Instrução Técnica 01/2021 Minas Gerais (adaptado).

Figura 21 – Modelo de Placa para Rota de Fuga.



Fonte: Instrução Técnica 01/2021 Minas Gerais (adaptado).

Figura 22– Modelo de Placa Sinalizadora para Áreas de Risco



Fonte: Instrução Técnica 01/2021 Minas Gerais (adaptado).

Apêndice 8 – Mapas de Inundação

A evacuação das áreas inundáveis deverá ser feita após ser emitida a notificação de emergência pelo Centro de Operação de Funil Energia S.A. A seguir, apresentam-se os mapas de inundação.