

Cachoeira
ENERGIA

UHE Cachoeira Caldeirão

Plano de Segurança de Barragem

Plano de Ação de Emergência

EECC – Empresa de Energia Cachoeira Caldeira S.A.

4	Revisão	PPUPIM	PPUPIM	PPUPIM	30/03/2022
3	Revisão	MCASTRO	PPUPIM	DSANTOS	17/06/2021
2	Revisão	PPUPIM	HTODAN	MOISES	30/03/2021
1	Revisão	HTODAN	PPUPIM	HUDSON	07/03/2019
0	Revisão	MDM		HLR	09/11//2018
A	Emissão	MDM/JDL	PGL	HLR	30/11/2017
Revisão	Descrição	Execução	Verificação	Aprovação	Data

ASSINATURAS DE RESPONSABILIDADE

Responsável técnico pelo empreendimento

Pedro Henrique Freitas Pupim

CREA: 2610468008

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 Cachoeira Caldeirão 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 Cachoeira Caldeirão, bem como definir procedimentos 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: Cutias, Ferreira Gomes e Tartarugalzinho, todos situados no Estado do Amapá.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	6
1 OBJETIVOS	7
2 CARACTERÍSTICAS DO EMPREENDIMENTO	7
2.1 LOCALIZAÇÃO E ACESSO	7
2.2 DESCRIÇÃO GERAL DA BARRAGEM CACHOEIRA CALDEIRÃO	7
2.3 APROVEITAMENTOS NA CASCATA DO RIO ARAGUARI	13
2.4 DESCRIÇÃO GERAL DA BARRAGEM.....	15
3 NÍVEIS DE SEGURANÇA	16
3.1 CARACTERIZAÇÃO DOS NÍVEIS DE SEGURANÇA.....	16
3.1.1. Nível 0 (Verde) - Normal	17
3.1.2. Nível 1 (Amarelo) – Atenção	18
3.1.3. Nível 2 (Laranja) – Alerta	18
3.1.4. Nível 3 (Vermelho) – Emergência	19
3.2 ANÁLISE DE POTENCIAIS MODOS DE RUPTURA	19
3.3 ESTRUTURAS VULNERÁVEIS	22
3.4 DETECÇÃO E AVALIAÇÃO DAS SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA.....	22
3.4.1. Indicadores Qualitativos	24
3.4.2. Indicadores Quantitativos	26
3.4.3. Instrumentação da barragem	26
3.4.3.1. Barragem de Terra/Enrocamento.....	26
3.4.3.2. Barragem de CCR.....	29
3.4.3.3. Reservatório.....	31
4 RESPONSABILIDADES E PROCEDIMENTOS DE NOTIFICAÇÃO	31
4.1 PROCEDIMENTO DE NOTIFICAÇÃO	31
4.2 RESPONSABILIDADES DE NOTIFICAÇÃO.....	32
4.3 SISTEMA DE COMUNICAÇÃO DA BARRAGEM	33
4.4 FLUXO DE INFORMAÇÃO INTERNA.....	33
4.5 SISTEMA DE ALERTA ANTECIPADO.....	33
4.5.1 Rotas de Fuga e Pontos de Encontros.....	33
4.5.2 Sistema de Alerta Sonoro para Zona de Autossalvamento (ZAS)	35
4.6 FLUXOGRAMA DE NOTIFICAÇÕES.....	36
4.6.1 Situação NORMAL – Nível Verde	37
4.6.2 Situação ATENÇÃO – Nível Amarelo.....	37
4.6.3 Situação ALERTA – Nível Laranja	37
4.6.4 Situação URGÊNCIA – Nível Vermelho	37
4.7 ENTIDADES FISCALIZADORAS	40
4.8 SISTEMA DE PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL	40
5 ÁREA ATINGIDA	41
6 REFERÊNCIAS	42
7 APÊNDICES	43

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Barragem Cachoeira Caldeirão.....	7
Figura 2. Mapa de localização da UHE Cachoeira Caldeirão.....	11
Figura 3. Mapa de acessos da UHE Cachoeira Caldeirão.....	12
Figura 4. Disposição dos empreendimentos no Rio Araguari – AP.....	14
Figura 5. Disposição da UHE Cachoeira Caldeirão e as duas usinas à jusante, UHE's Coroacy Nunes e Ferreira Gomes.....	14
Figura 6. Esquema de cascata das 5 usinas hidrelétricas presentes no Rio Araguari – AP com as respectivas elevações dos reservatórios.....	15
Figura 7. Conformação do barramento da UHE Cachoeira Caldeirão.....	15
Figura 8. Sistema de gestão de emergências.....	23
Figura 9. Procedimento resumido para classificação de situação e notificação.....	32
Figura 10. Mapa de Rotas de Fuga 1.....	34
Figura 11. Mapa de Rotas de Fuga 2.....	35
Figura 12. Mapa da Zona de Auto salvamento.....	36
Figura 13. Fluxo de acionamento conforme estados da barragem.....	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Estimativa de atingidos, benfeitorias e habitantes.....	41
---	----

LISTA DE QUADRO

Quadro 1. Ficha Técnica da UHE Cachoeira Caldeirão.....	8
Quadro 2. Situação dos aproveitamentos na cascata.....	13
Quadro 3. Posição dos aproveitamentos na cascata.....	13
Quadro 4. Cores padrões dos níveis de segurança.....	17
Quadro 5. Levantamento de Informações.....	19
Quadro 6. Galgamento ou Colapso Estrutural.....	20
Quadro 7. Piping / erosão.....	21
Quadro 8. Situações de Emergência.....	24
Quadro 9. Valores Limites Piezômetros Elétricos (PE).....	27
Quadro 10. Valores Limites Piezômetros Standpipe (PZC).....	27
Quadro 11. Valores Limites Medidor de Vazão (MV) ME.....	28
Quadro 12. Valores Limites Marco Superficial (MSU).....	28
Quadro 13. Valores Limites Piezômetros Casa Grande (PZA).....	29
Quadro 14. Deslocamentos diferenciais máximos entre blocos de barragens brasileiras de concreto.....	30
Quadro 15. Valores Limites Piezômetro Elétrico (PZE).....	30

INTRODUÇÃO

A potencialidade brasileira de recursos hídricos faz do represamento de cursos d'água uma prática comum no território nacional. Embora agreguem diversos benefícios à sociedade, estes aproveitamentos 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-las a uma condição de ruptura. 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 Cachoeira Caldeirão. 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.

1 OBJETIVOS

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.

2 CARACTERÍSTICAS DO EMPREENDIMENTO

2.1 LOCALIZAÇÃO E ACESSO

Situada na porção norte do Brasil, a bacia do Rio Araguari faz parte da bacia hidrográfica do Atlântico Norte/Nordeste (Bacia 3). Com uma área de drenagem equivalente a 30.510 km², no eixo da Barragem Cachoeira Caldeirão, o aproveitamento encontra-se no município de Ferreira Gomes, AP, nas coordenadas 0°51'10" de latitude norte e 51°17'48" de longitude oeste (Figura 2. Mapa de localização da UHE Cachoeira Caldeirão.).

2.2 DESCRIÇÃO GERAL DA BARRAGEM CACHOEIRA CALDEIRÃO

Composta por barramento misto, a UHE Cachoeira Caldeirão conta com barragem de terra/enrocamento na margem direita (BTMD), sendo seguida pelas estruturas de concreto compactado à rolo (CCR). Seu fechamento ocorre por barragem de terra na margem esquerda (BTME). Com 219 MW de potência nominal instalada, o aproveitamento pertencente a Cachoeira Energia S.A. possui barramento com altura máxima de 23,00 m e 819,00 m de comprimento total. Seu reservatório possui, aproximadamente, 47,99 km² de área inundada e capacidade máxima de acumulação 230,56 hm³.



Figura 1. Barragem Cachoeira Caldeirão.
Fonte: Cachoeira Energia S.A. (Imagens aéreas: DJI_0004)

No Quadro 1 são apresentadas as principais informações estruturais, hidráulicas, hidrológicas e do reservatório, as quais devem ser mantidas atualizadas e validadas pela equipe de operação e manutenção da Empresa de Energia Cachoeira Caldeirão S.A, segundo condições operacionais e comportamentais das estruturas do aproveitamento.

Cabe salientar, que devido à ocorrência de processos de transporte de sedimentos, o volume do reservatório da UHE Cachoeira Caldeirão possa ter sofrido modificações. A atualização destes dados deve ser realizada de acordo com o estabelecido pela Resolução Conjunta ANA/ANEEL nº 003/2010.

Quadro 1. Ficha Técnica da UHE Cachoeira Caldeirão.

(1) Reservatório	
NA Montante – Reservatório:	
- Máximo Maximorum [m-IBGE]	59,64
- Máximo Normal [m-IBGE]	58,30
- Mínimo Normal [m-IBGE]	58,30
NA Jusante	
- Máximo Maximorum [m-IBGE]	44,21
- Máximo Normal [m-IBGE]	42,71
- Mínimo Normal [m-IBGE]	41,14
Áreas Inundadas:	
- No NA Máximo Maximorum [km ²]	65,73
- No NA Máximo Normal [km ²]	47,99
- No NA Mínimo Normal [km ²]	47,99
Volume do Reservatório:	
- No NA Máximo Normal [hm ³]	230,56
- No N.A. Mínimo Normal [hm ³]	230,56
(2) Barragem Principal	
Tipo	Terra/Enrocamento e CCR
Comprimento Aprox. da Crista [m]	819,00
Altura Máxima Aprox. [m]	23,00
Cota da Crista [m-IBGE]	62,30
(3) Sistema Extravasor	
Tipo 1	Vertedouro de Soleira Controlado
Comprimento Aprox. [m]	41,00
Cota da Soleira [m-IBGE]	40,00
Tipo de Comporta	Segmento
Número de Vãos	2
Dimensões da Comporta	

- Largura [m]	15,25
- Altura [m]	20,00
(3) Sistema Extravasor	
Vazão de Projeto [m ³ /s] – TR = 10.000 anos	4.758,00
Acionamento	Cilindro Hidráulico
Dissipação de Energia	Bacia de Dissipação
Tipo 2	Vertedouro de Soleira Livre
Comprimento Aprox. [m]	600,00
Cota da Soleira [m-IBGE]	58,30
Vazão de Projeto [m ³ /s] – TR = 10.000 anos	2.210,00
(4) Sistema Aduitor	
Tipo	Acoplada à Casa de Força
Comprimento [m]	70,28
Cota da Crista [m-IBGE]	62,30
Tipo de comporta	Ensecadeira
Acionamento	Pórtico Rolante
Número de vãos	3
Número de comportas	6 (2 em cada vão)
Largura [m]	6,56
Altura [m]	20,16
Canal de Adução	
(5) Casa de Força	
Tipo	Abrigada
Número de Unidades Geradoras	3
Largura [m]	20,62
Altura [m]	42,70
Comprimento [m]	70,28
(6) Turbinas Hidráulicas	
Tipo	Bulbo
Número de Turbinas	3
Potência Unitária Nominal [MW]	74,35
Vazão Nominal Unitária [m ³ /s]	538,55
Rotação Síncrona [rpm]	97,74
Queda de Referência [m]	15,08

(7) Geradores	
Potência Nominal Unitária [kVA]	81145,00
Tensão Nominal [kV]	13,80
Rendimento Máximo [%]	98,42
Fator de Potência	0,90
(8) Energia	
Potência da Usina [MW]	219,00
Energia Firme [MW médios]	127,02
Queda Bruta Nominal [m]	15,63
(9) Bacia Hidrográfica	
Área de contribuição do reservatório [km²]	30.510,00
Comprimento do rio Araguari [km]	560,00
Declividade média [m/km]	0,55
Distância da foz do rio Araguari [km]	245,00
(10) Dados Hidrometeorológicos	
Precipitação Média Anual [mm]	2.570,00
Evapotranspiração Média Anual [mm]	1.772,0



Figura 2. Mapa de localização da UHE Cachoeira Caldeirão.



Figura 3. Mapa de acessos da UHE Cachoeira Caldeirão.

2.3 APROVEITAMENTOS NA CASCATA DO RIO ARAGUARI

Com nascente na Serra do Lombarda, o rio Araguari percorre uma distância aproximada de 560,00 km até seu desague no Oceano Atlântico. A bacia do Rio Araguari drena cerca de 42.000 km², sendo considerada a maior bacia do Estado do Amapá.

Neste contexto, o rio Araguari conta com 5 (cinco) empreendimentos hidrelétricos cadastrados em seu percurso¹. De propriedade da Empresa de Energia Cachoeira Caldeirão S.A, a UHE Cachoeira Caldeirão está localizada no município de Ferreira Gomes, AP, cerca de 245,00 km a montante da foz do rio Araguari.

A jusante, tem-se a UHE Coaracy Nunes e UHE Ferreira Gomes, ambas operantes. Por sua vez, à montante, tem-se a UHE Porto da Serra I e UHE Bambu I. Estas encontram-se cadastradas como eixo disponível.

O resumo desses aproveitamentos pode ser visualizado no Quadro 2 e Quadro 3, enquanto as Figuras 4, 5 e 6 apresentam a disposição dos empreendimentos presentes na cascata.

Quadro 2. Situação dos aproveitamentos na cascata.

Aproveitamento	Município	Proprietário	Rio	Situação
UHE Porto da Serra I	Ferreira Gomes	Centrais Elétricas do Norte do Brasil S.A.	Araguari	Eixo Disponível
UHE Bambu I	Porto Grande	-	Araguari	Eixo Disponível
UHE Cachoeira Caldeirão	Ferreira Gomes	Energia Cachoeira Caldeirão S.A.	Araguari	Operação
UHE Coaracy Nunes	Ferreira Gomes	Centrais Elétricas do Norte do Brasil S.A.	Araguari	Operação
UHE Ferreira Gomes	Ferreira Gomes	Ferreira Gomes Energia S.A.	Araguari	Operação

Fonte: SIGEL/ANEEL (Acesso 17JAN2017).

Quadro 3. Posição dos aproveitamentos na cascata.

Aproveitamento	Posição	Distância aprox.(km)	Potência Instalada (MW)
	em relação à UHE Cachoeira Caldeirão		
UHE Porto da Serra I	Montante	137,7	54
UHE Bambu I	Montante	92,3	84
UHE Cachoeira Caldeirão	-	-	219
UHE Coaracy Nunes	Jusante	8,4	78
UHE Ferreira Gomes	Jusante	11,3	252

¹ Cadastrados no Sistema de Informações Georreferenciadas do Setor Elétrico (SIGEL), pertencente a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Disponível em: <<http://sigel.aneel.gov.br/sigel.html>>, acesso em 10MAI2017.



Figura 4. Disposição dos empreendimentos no Rio Araguari – AP.



Figura 5. Disposição da UHE Cachoeira Caldeirão e as duas usinas à jusante, UHE's Coaracy Nunes e Ferreira Gomes.

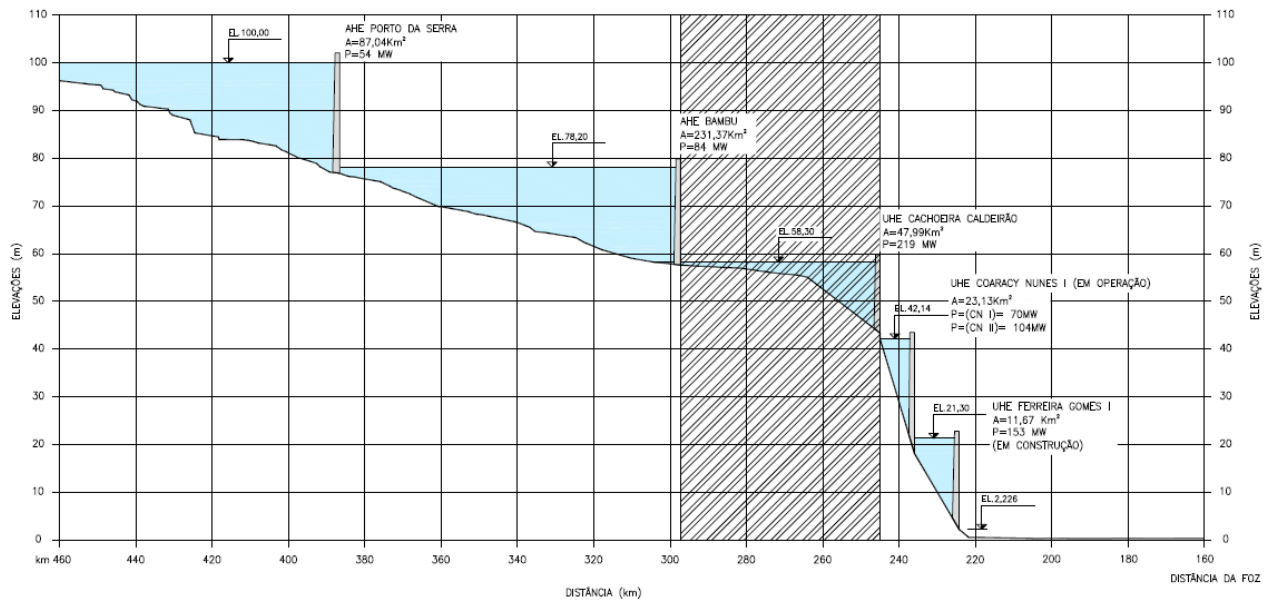


Figura 6. Esquema de cascata das 5 usinas hidrelétricas presentes no Rio Araguari – AP com as respectivas elevações dos reservatórios.

2.4 DESCRIÇÃO GERAL DA BARRAGEM

O barramento da UHE Cachoeira Caldeirão é composto por:

- Barragem de Terra e Enrocamento Margem Esquerda (BTME)
- Vertedouro Soleira Livre (VS)
- Vertedouro Controlado (VC);
- Casa de Força (CF);
- Tomada d'água (TA);
- Barragem de Terra e Enrocamento Margem Direita (BTMD);

O arranjo geral do empreendimento é composto por barramento misto de terra, enrocamento e concreto convencional compactado a rolo (CCR). Desta forma, tem-se barragens de terra e enrocamento nas margens do canal e estruturas de concreto (casa de força, tomada d'água e vertedouros) na região central.



Figura 7. Conformação do barramento da UHE Cachoeira Caldeirão.
Fonte: Empresa de Energia Cachoeira Caldeirão S.A.

Para fins de segurança e manutenção da integridade das estruturas civis da Barragem Cachoeira Caldeirão, 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 integridades das estruturas civis sob condições adversas pouco prováveis.

3 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, segundo a Agência Nacional de Águas (2015), deve ser considerado, 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.

3.1 CARACTERIZAÇÃO DOS NÍVEIS DE SEGURANÇA

A avaliação e classificação das situações de emergência baseiam-se em quatro níveis de alerta gradualmente crescentes. Os níveis de segurança obedecem a um código de cores padrão (Quadro 4), os quais fundamentam os procedimentos de notificação.

Quadro 4. Cores padrões dos níveis de segurança.

Nível 0 (Verde) Normal	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.
Nível 1 (Amarelo) Atenção	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, conforme necessidade.
Nível 2 (Laranja) Alerta	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.
Nível 3 (Vermelho) Emergência	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.

Fonte: adaptado de ANA (2015).

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. No Apêndice 2 estão resumidos os códigos da Fichas de Ação, as quais devem ser usadas como suporte nas inspeções rotineiras e na identificação e classificação de nível de segurança de qualquer ocorrência.

Estabelecidos critérios de apoio à decisão e realizada a classificação quanto aos níveis de segurança e risco de ruptura, o Coordenador do PAE deve declarar, para os níveis superiores a zero, Estado de Atenção, Alerta ou Emergência, bem como executar as ações previamente descritas no PAE para cada nível.

O coordenador do PAE deverá ser um profissional treinado e capacitado para o desempenho da função, designado pelo empreendedor da usina, com conhecimento total sobre as estruturas da barragem, autonomia e autoridade para mobilização de equipamentos, materiais, mão-de-obra e suprimentos diversos.

Com o presente documento, o coordenador do PAE tem subsídio para identificar as situações de emergência, para então, buscar o procedimento de notificação adequado, bem como a definição de ações e responsáveis.

3.1.1. Nível 0 (Verde) - Normal

O nível mínimo de alerta (Nível 0) configura uma situação normal de rotina, onde a probabilidade de acidente grave é desprezível. Isto é, os eventos diversos e as irregularidades operacionais e

gerenciais detectadas no aproveitamento não afetam a segurança da barragem, somente sua funcionalidade.

Enquadram-se neste nível, os eventos e irregularidades estáveis, sem consequências nocivas ao vale a jusante ou com lenta evolução temporal, bem como as anomalias passíveis de controle pelo empreendedor.

Neste caso, as notificações devem ser internas, uma vez que a situação pode ser resolvida internamente, cabendo a responsabilidade ao proprietário do empreendimento. Normalmente, são monitoradas pela equipe de segurança de barragens da empresa, até que, em curto ou médio prazo, seja efetuada a manutenção e reparo.

3.1.2. Nível 1 (Amarelo) – Atenção

O nível de atenção (Nível 1) corresponde a primeira escala de situações não normais, sendo caracterizado pela existência de uma situação adversa com possibilidade de comprometimento da segurança estrutural da barragem e ocorrência de danos ao vale a jusante.

Neste nível, as notificações ainda devem ser internas, uma vez que a situação pode ser controlada internamente pelos próprios funcionários. Quando houverem empreendimentos a jusante, estes devem ser também notificados.

Deve-se estabelecer, com declaração por escrito, mediante formulário adequado, a mudança de nível para o ESTADO DE ATENÇÃO na barragem. Para mais informações, consultar as fichas de emergência Nível 1 (Apêndice 2).

3.1.3. Nível 2 (Laranja) – Alerta

O nível de alerta (Nível 2) configura uma situação adversa identificada no Nível 1, mas não extinta ou não controlada, continuando a afetar a segurança da barragem. Neste caso, pode ocorrer um acidente a qualquer momento, uma vez que a integridade e operacionalidade da estrutura é afetada.

Enquadram-se neste nível, os eventos ou irregularidades com rápida evolução temporal, onde a tomada de decisão é realizada de forma imediata, não havendo tempo hábil para um estudo aprofundado da situação. Ressaltam-se, também, situações anormais onde não há possibilidade de controle, tornando-se indispensável a intervenção de entidades externas, bem como anomalias passíveis de agravamento, com ocorrência de graves consequências ao vale a jusante.

Devido ao risco iminente, as notificações devem ser internas e externas. Os principais agentes e órgãos a serem alertados são: (i) a entidade fiscalizadora (ANEEL); (ii) os empreendimentos de montante e jusante, quando houverem; e (iii) os órgãos integrantes do Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil (SINPDEC) no âmbito municipal, regional, estadual e federal.

Deve-se estabelecer, com declaração por escrito, mediante formulário adequado, ESTADO DE ALERTA na barragem, na Zona de Auto salvamento (ZAS) e em possíveis áreas impactadas a jusante. Para mais informações, consultar as fichas de emergência Nível 2 (Apêndice 2).

3.1.4. Nível 3 (Vermelho) – Emergência

O nível de emergência (Nível 3) configura uma situação adversa de ruptura iminente. Neste caso, um acidente é inevitável, fugindo do controle dos responsáveis e afetando de maneira severa e irreversível a segurança da barragem.

Caracterizando uma catástrofe inevitável, as notificações devem ser internas e externas. Os principais agentes e órgãos a serem alertados são: (i) a entidade fiscalizadora (ANEEL); (ii) o empreendimento de montante e jusante, quando houverem; e (iii) os órgãos integrantes do Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil (SINPDEC) no âmbito municipal, regional, estadual e federal.

Deve-se estabelecer, com declaração por escrito, mediante formulário adequado, ESTADO DE EMERGÊNCIA na barragem, na Zona de Auto salvamento (ZAS) e em possíveis áreas impactadas a jusante. Para mais informações, consultar as fichas de emergência Nível 3 (Apêndice 2).

3.2 ANÁLISE DE POTENCIAIS MODOS DE RUPTURA

De acordo com a *Federal Energy Regulatory Commission* (2005)², a Análise dos Potenciais Modos de Ruptura (APMR) subsidia a identificação das estruturas susceptíveis às falhas estruturais da barragem. É um procedimento informal que pode ser feito a qualquer momento pelo proprietário, em conjunto, ou não, com terceiros, a fim de debater maneiras de como a barragem poderia romper.

A APMR consistiu, basicamente, no levantamento de todas as informações disponíveis sobre a UHE Cachoeira Caldeirão. Tal levantamento de informações buscou documentos e projetos sumarizados no Quadro 5.

Quadro 5. Levantamento de Informações.

Informações/Projeto	Qualidade
Análise dos projetos básico e executivo das estruturas da barragem.	Plantas da UHE Cachoeira Caldeirão.
Banco de dados da auscultação.	Operante
DATUM vertical e horizontal georreferenciado do projeto.	IBGE (Imbituba, SC)
Estudos hidrológicos.	Empresa de Energia Cachoeira Energia S.A
Séries temporais de monitoramento pluviométrico e fluviométrico da área de drenagem da barragem, bem como da própria barragem.	Empresa de Energia Cachoeira Energia S.A
Histórico operacional ou séries temporais da operação do reservatório e dispositivos de descarga.	Empresa de Energia Cachoeira Energia S.A
Registros de atividade sísmica recente.	Rede Sismográfica Brasileira

² FEDERAL ENERGY REGULATORY COMMISSION. Dam Safety Performance Monitoring Program. FERC, USA, 2005.

Informações/Projeto	Qualidade
Relatório de acidentes.	Empresa de Energia Cachoeira Energia S.A
Caracterização demográfica ao longo do vale a jusante da barragem.	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) Ministério do Meio Ambiente (MMA)

Com o desenvolvimento da APMR, a identificação das estruturas da barragem susceptíveis à falha foi subsidiada por inspeção visual e revisão documental do empreendimento. As seguintes questões fundamentam a APMR:

- Como e onde a barragem poderia romper?
- O que acontece se a barragem romper?
- Estão identificados os potenciais modos de ruptura e estão sendo apropriadamente monitorados por inspeções visuais e auscultação?
- Quais ações poderiam ser tomadas para reduzir áreas atingidas pelo rompimento da barragem ou mitigar as consequências desse evento catastrófico?

Em relação à UHE Cachoeira Caldeirão, foram realizadas vistorias em campo para reconhecimento das estruturas e determinação dos potenciais modos de ruptura. Características da barragem foram analisadas através de registros da inspeção visual e revisão documental do empreendimento. Identificando pontos estruturalmente vulneráveis, os potenciais modos de ruptura são padronizados e compõem os cenários das manchas de inundação.

Conforme as diretrizes de FERC (2005), as perguntas “Como a barragem poderia romper?” e/ou “Como a barragem pode chegar a uma situação de emergência?” balizaram a composição dos modos de ruptura e emergência da Barragem Cachoeira Caldeirão.

Desta forma, 5 (cinco) modos de ruptura foram identificados. Esses prováveis modos de ruptura determinaram as formas que a barragem poderá romper segundo situações de emergência, as quais estão detalhadas nas fichas de ação do Apêndice 2. A descrição dos modos está detalhada nos quadros abaixo (Quadro 6 e 7).

Quadro 6. Galgamento ou Colapso Estrutural.

Modo de ruptura	Causa	Evidência/Consequência
Modo RPB1 – Rompimento orientado por combinações probabilísticas dos blocos de concretagem do vertedouro Soleira Livre, em Condição de Carregamento Excepcional (CCE), vertendo a vazão Decamilenar;	Falha de tratamento da fundação com surgimento de plano de deslizamento no maciço.	<ul style="list-style-type: none"> • Surgimento de pontos de ruptura no concreto; • Reação álcali agregado; • Deslizamento diferencial entre blocos;
Modo RPB2 – Rompimento orientado por combinações probabilísticas dos blocos de concretagem do vertedouro		<ul style="list-style-type: none"> • Aparecimento ou intensificação de infiltrações de água nas estruturas; • Ruptura de bloco de concreto.

Modo de ruptura	Causa	Evidência/Consequência
Soleira Livre, em Condição de Carregamento Normal (CCN);	Falha de concretagem por erro de dosagem, controle de temperatura, oxidação e/ou falha de armadura e de tendões protendidos, entre outros.	<ul style="list-style-type: none"> • Reação álcali agregado; • Fissuramento, trincas e rachaduras.
Modo RDC 4 - Rompimento determinístico da comporta por problemas de acionamento e abertura ou colapso do munhão, em Condição de Carregamento Excepcional (CCE), com operação normal;	Ocorrência de combinação de carregamentos que favoreçam o arrancamento da estrutura.	<ul style="list-style-type: none"> • Movimentação da estrutura; • Desalinhamento.
Modo RDC 5 - Rompimento determinístico da estrutura do vertedor, em Condição de Carregamento Excepcional (CCE), com operação normal.		

Quadro 7. Piping / erosão.

Modo de ruptura	Causa	Evidência/Consequência
Modo RPB3 – Rompimento por formação de piping, orientado por combinações probabilísticas da barragem de terra/enrocamento da margem esquerda, com operação normal;	Falha do sistema de drenagem interna.	<ul style="list-style-type: none"> • Surgência d'água; • Carreamento de partículas; • Aumento de poropressão (leitura dos piezômetros); • Redução de vazão (leitura dos medidores de vazão); • Subsidência; • Vazão descontrolada e ruptura do aterro e/ou fundação.
	<ul style="list-style-type: none"> • Gradientes hidráulicos elevados; • Falha do sistema de drenagem interna. 	<ul style="list-style-type: none"> • Surgência d'água; • Carreamento de partículas; • Aumento ou redução de poropressão (leitura dos piezômetros); • Aumento ou redução de vazões. • Subsidência; • Vazão descontrolada do aterro e/ou fundação.
	<ul style="list-style-type: none"> • Fluxo concentrado no contato/interface com estrutura de concreto. • Fluxo preferencial criado por vegetação e/ou animais. 	<ul style="list-style-type: none"> • Surgência d'água; • Carreamento de partículas; • Aumento de poropressão (leitura dos piezômetros); • Formação de trincas no contato entre estruturas; • Subsidência;

3.3 ESTRUTURAS VULNERÁVEIS

Pelo desenvolvimento da APMR identificou-se o arranjo das estruturas da Barragem Cachoeira Caldeirão, conforme vistoria em campo.

- Barragem de Terra da Margem Esquerda (BTME);
- Muros de Aproximação;
- Vertedouro de Superfície – Soleira Livre (VS);
- Vertedouro de Superfície – Controlado (VC);
- Tomada d'água (TA); e
- Barragem de Terra da Margem Direita (BTMD);

Os possíveis locais de formação da brecha de ruptura da Barragem Cachoeira Caldeirão estão listados abaixo, tendo sido selecionadas as estruturas de maior altura do barramento. A escolha por estes pontos foi realizada mediante informações da planta do arranjo geral e relatos de especificidades construtivas, por parte da equipe de engenharia da Empresa de Energia Cachoeira Caldeirão S.A.

- Vertedouro de soleira livre (VS);
- Vertedouro de superfície controlado por comportas (VC); e
- Barragem de terra e enrocamento da margem esquerda.

Neste contexto, a altura máxima da brecha é de, aproximadamente, 23 m, contados da fundação à crista das estruturas de concreto. Por sua vez, a barragem de terra da margem esquerda é analisada no estudo de ruptura hipotética com uma altura máxima de 21,50 m entre a fundação e a crista.

3.4 DETECÇÃO E AVALIAÇÃO DAS SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA

Com a apresentação dos níveis de segurança e da APMR, a operacionalização do PAE tem início pela detecção das potenciais situações de risco passíveis de ocorrência na barragem em estudo. Para tanto, faz-se uso de monitoramentos periódicos, devendo ser realizadas inspeções de segurança regular nas estruturas do empreendimento, bem como a análise dos resultados da instrumentação da barragem e do reservatório.

Junto às inspeções de segurança regular, deve-se manter todo o procedimento de inspeção visual rotineira, bem como leituras dos equipamentos de auscultação com periodicidade adequada. A manutenção e o funcionamento adequado dos equipamentos de auscultação são fatores imprescindíveis à segurança das estruturas da barragem.

A Figura 8 sumariza os níveis apresentados anteriormente, inserindo-os dentro de um sistema de Gestão de Segurança, desde o procedimento de inspeção e detecção com classificação dos níveis de segurança até as ações de resposta.

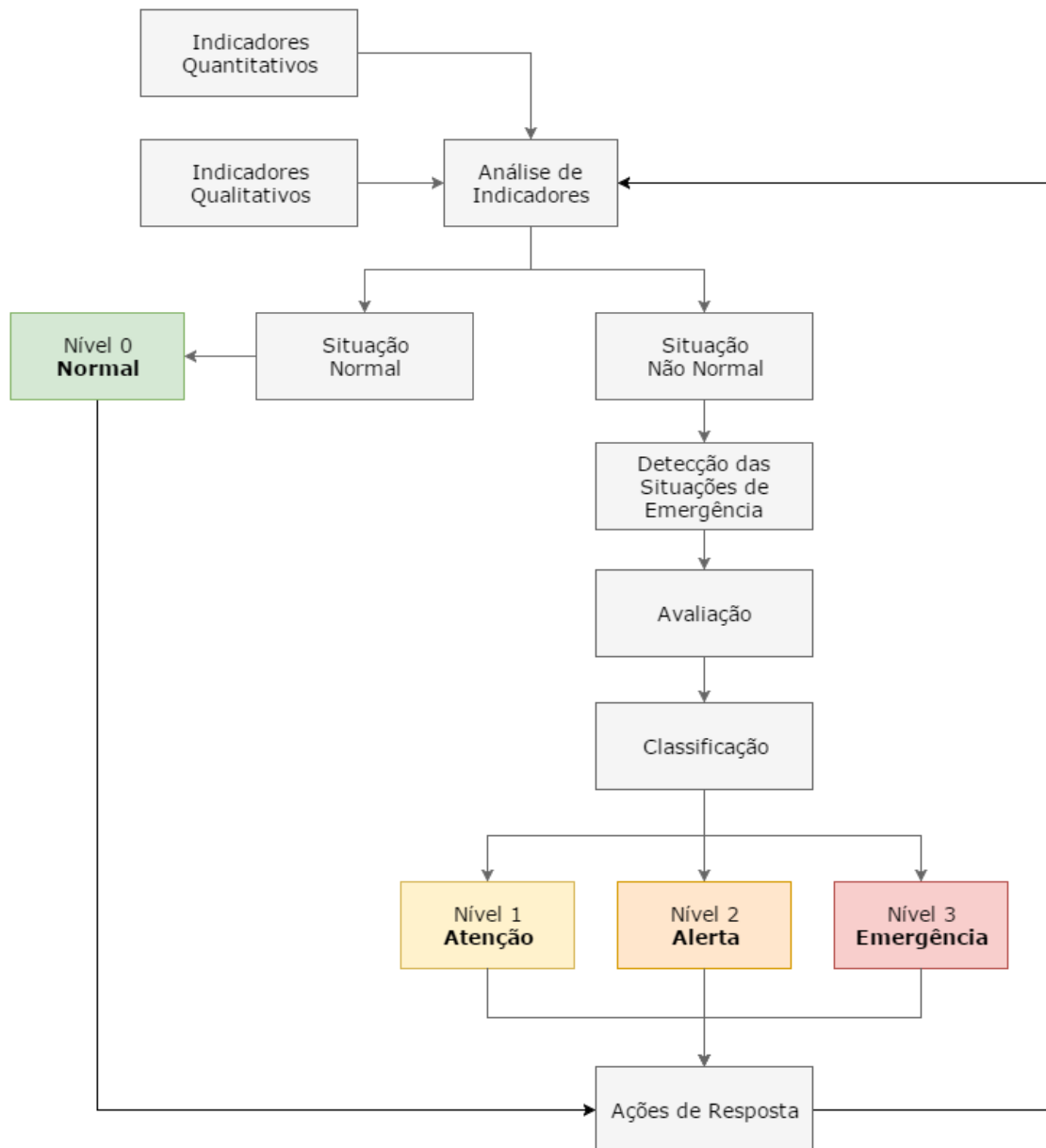


Figura 8. Sistema de gestão de emergências.

De forma a facilitar a avaliação das situações de emergência e classificação quanto ao seu nível de segurança, são definidos indicadores qualitativos e quantitativos baseados nas características da Barragem Cachoeira Caldeirão. Dessa forma, consideram-se indicadores qualitativos ou evidências, todos os eventos naturais e anomalias que possam vir a contribuir para o prejuízo da segurança das estruturas da obra, bem como do vale a jusante. Por sua vez, os indicadores quantitativos são definidos com base na variação numérica das grandezas consideradas essenciais para a boa operacionalidade da obra.

Sabendo que o monitoramento, análise e classificação das situações de emergência são de suma importância para o bom desenvolvimento do Plano de Ação de Emergência da Barragem Cachoeira Caldeirão, os formulários das inspeções de segurança da barragem devem estar disponíveis junto ao PAE, facilitando a consulta aos critérios de caracterização dos níveis de emergência.

Os principais modos de falha com potencial para geração de situações de emergência, os indicativos qualitativos e quantitativos para cada uma dessas situações, assim como a classificação quanto aos níveis de emergência, estão sintetizados nos itens a seguir. Cabe salientar que, eventualmente, possam vir a ocorrer situações diferentes das apresentadas, por dificuldade de previsão antecipada de sua ocorrência. Estes cenários podem ser identificados durante as atividades de rotina dos operadores do aproveitamento e/ou por meio das inspeções periódicas.

3.4.1. Indicadores Qualitativos

O Quadro 8 expõe as situações de emergência detectáveis para a UHE Cachoeira Caldeirão, caracterizando-as quanto ao seu modo de falha, suas classificações quanto ao nível de segurança e respectiva ficha de emergência.

As inspeções rotineiras devem ser balizadas pelas fichas de ação, conforme interpretação visual e então confirmação da situação de emergência. A lista das fichas de ação pode ser consultada no Apêndice 2 do presente documento.

Quadro 8. Situações de Emergência.

TERRA/ ENROCAMENTO			
Ocorrência	Situação	Nível	Ficha
Sismos	Na ocorrência de sismos deve-se percorrer toda a barragem, inspecionando suas estruturas e identificando possíveis anomalias, tais como: ocorrência de cheias, trincas, depressões ou abatimentos, surgência, vazamento e umidade. Identificada a anomalias, deve-se avaliar sua magnitude e adotar as ações propostas na respectiva ficha.		
Cheia	Evento de cheia associado à dispositivos de descarga operativos e cota controlada, abaixo do NA <i>Maximo Maximorum</i> .	0	3
	Evento de cheia associado à dispositivos de descarga inoperantes e/ou operantes e nível do reservatório subindo, mas ainda abaixo do NA <i>Maximo Maximorum</i> .	1	9
	Evento de cheia associado à dispositivos de descarga inoperantes e/ou operantes, mas com galgamento da barragem iminente.	2	15
	O processo evoluiu causando formação de brecha de ruptura. A ruptura está em avanço ou já ocorreu.	3	19

TERRA/ ENROCAMENTO			
Ocorrência	Situação	Nível	Ficha
Trincas, depressões ou abatimentos	Trincas/depressões/abatimentos, monitoradas ou não, documentados ou não, mas somente superficiais.	0	2
	Trincas/depressões/abatimentos, profundos e/ou que não se estabilizam; com percolação de água; com identificação de surgências a jusante nos locais das trincas; transversais atravessando todo o corpo da barragem de montante para jusante	1	8

TERRA/ ENROCAMENTO			
Ocorrência	Situação	Nível	Ficha
	Trincas/depressões/abatimentos, profundos e/ou que não se estabilizam apresentando percolação e transporte de material e/ou possibilidade de galgamento e/ou erosão interna	2	14
	O processo evoluiu causando formação de brecha de ruptura. A ruptura está em avanço ou já ocorreu.	3	19
Surgência/Vazamento/ Umidade	Surgência/vazamento/umidade nos taludes ou ombreiras, não documentadas, mas sem pressão de água e/ou transporte de material	0	1
	Surgência/vazamento/umidade nos taludes ou ombreiras, documentadas ou não, com alteração de coloração do fluido, aumento de área e/ou vazão	1	7
	Surgência/vazamento/umidade nos taludes ou ombreiras com vazão elevada e grande quantidade de transporte de material evidenciando processo de erosão interna em andamento	2	13
	O processo evoluiu causando formação de brecha de ruptura. A ruptura está em avanço ou já ocorreu.	3	19
Escorregamento de taludes	Escorregamentos em forma de cunha e/ou plano superficial de pequena profundidade ou extensão.	0	4
	Escorregamentos em forma de cunha/plano/circular chegando próximo ao núcleo ou afetando menor parte do talude.	1	10
	Escorregamentos em forma de cunha/plano/circular instabilizando núcleo e/ou maior parte do talude	2	16
	O processo evoluiu causando formação de brecha de ruptura. A ruptura está em avanço ou já ocorreu.	3	19

CONCRETO			
Ocorrência	Situação	Nível	Ficha
Sismos	Na ocorrência de sismos deve-se percorrer a barragem, inspecionando suas estruturas e identificando possíveis ocorrências de movimentação da barragem de concreto, fissuras, trincas e rachaduras. Identificada a anomalias, deve-se avaliar sua magnitude e adotar as ações propostas na respectiva ficha.		
Movimentação Barragem de Concreto	Deslizamento e/ou tombamento e/ou abertura e/ou afundamento dentro dos limites de projeto	0	5
	deslizamento e/ou tombamento e/ou abertura e/ou afundamento próximo aos limites de projeto	1	11
	Deslizamento e/ou tombamento e/ou abertura e/ou afundamento ultrapassaram os limites de projeto e a estrutura se apresenta aumento constante de movimentação.	2	17
	O processo evoluiu causando deslizamento e/ou tombamento e/ou ruptura de um ou mais blocos, ou de estruturas de extravasamento	3	20

CONCRETO			
Ocorrência	Situação	Nível	Ficha
Fissuras, Trincas e Rachaduras	Fissuras/Trincas/Rachaduras estáveis e/ou superficiais.	0	6
	Fissuras/Trincas/Rachaduras profundas que não se estabilizam; com a percolação de água com baixa vazão ou pressão.	1	12

CONCRETO			
Ocorrência	Situação	Nível	Ficha
	Fissuras/Trincas/Rachaduras profundas que não se estabilizam; com a percolação de água com elevada pressão e/ou lixiviação de material. Expansão do concreto trazendo problemas à operação de equipamentos mecânicos.	2	18
	O processo evoluiu causando deslizamento e/ou tombamento e/ou ruptura de um ou mais blocos, ou de estruturas de extravasamento	3	20

3.4.2. Indicadores Quantitativos

Os indicadores quantitativos auxiliam a gestão da situação de risco, através do monitoramento hidrométrico do reservatório, geotécnico e estrutural da barragem.

Estes indicadores devem definir os níveis de segurança para o monitoramento hidrométrico do reservatório e de auscultação do barramento. Isto permitirá que, ao ser constatada uma anomalia, estejam previstas manobras e ações a serem executadas, preservando a integridade e o funcionamento das estruturas civis e eletromecânicas da barragem.

A UHE Cachoeira Caldeirão conta com Manual de Operação do Reservatório e Sistema de Auscultação operante. Este último possui programa de acompanhamento, gerando um histórico de leituras de operação do reservatório e dos instrumentos.

3.4.3. Instrumentação da barragem

Os equipamentos, bem como seus valores limites de projeto, encontram-se especificados na sequência. Cabe salientar que leituras individuais superiores ao estabelecido em projeto não indicam, necessariamente, que o barramento se encontra em estado de ALERTA ou EMERGÊNCIA, sendo necessária a análise conjunta dos instrumentos de auscultação.

3.4.3.1. Barragem de Terra/Enrocamento

a) Piezômetros Elétricos (PE)

Com intuito de monitorar as cargas piezométricas no empreendimento, foram instalados 2 (dois) piezômetros elétricos (PE) distribuídos ao longo dos taludes da barragem de terra/ enrocamento da margem direita.

De acordo com o Manual de Operação da usina³, os valores limites destes instrumentos encontram-se expostos no Quadro 9.

³ Projeto Executivo. Barragem Margem Direita. Manual de Operação e Monitoramento. UHE Cachoeira Caldeirão. Nº CCD-EC-GE-520-MO-15601. Revisão 0A. VLB Engenharia. Disponibilizado pela Cachoeira Energia S.A. via correio eletrônico entre os dias 01ABR2017 e 09MAI2017.

Quadro 9. Valores Limites Piezômetros Elétricos (PE).

Local	Est.	Instr.	CENÁRIO DE RISCO					
			Nível NORMAL FS > 1,50		Nível ATENÇÃO 1,40 < FS < 1,50		Nível ALERTA 1,30 < FS < 1,40	
			FS	Cota (m)	FS	Cota (m)	FS	Cota (m)
BMD	44 + 15,00	PE-301	2,03	57,44	-	-	-	-
		PE-302		57,44		-		-

Obs.: Est. - Estaca; Instr. – Instrumento; Elev. – Elevação; FS – Fator de Segurança; BMD – Barragem Margem Direita.

Fonte: Empresa de Energia Cachoeira Caldeirão S.A.

Salienta-se que as subpressões medidas poderão ultrapassar os valores de controle, sem que haja imediato risco para a estabilidade da barragem. Contudo, deve-se estudar as causas destas alterações e implementar medidas corretivas, assegurando condições satisfatórias de subpressão a longo prazo.

b) Piezômetro Standpipe (PZC)

Por sua vez, no barramento de terra/enrocamento da margem esquerda, foram instalados 8 (oito) piezômetros *Standpipe*, auxiliando o monitoramento das cargas piezométricas na estrutura.

De acordo com o Manual de Operação da usina⁴, os valores limites destes instrumentos encontram-se exposto no Quadro 10.

Quadro 10. Valores Limites Piezômetros Standpipe (PZC).

Local	Est.	Instr.	CENÁRIO DE RISCO					
			Nível NORMAL FS > 1,50		Nível ATENÇÃO 1,40 < FS < 1,50		Nível ALERTA 1,30 < FS < 1,40	
			FS	Cota (m)	FS	Cota (m)	FS	Cota (m)
BME	44 + 14,46	PZC-401	1,52	46,20	1,4	48,90	1,33	49,60
		PZC-402		44,70		46,80		47,20
	47 + 00	PZC-501	1,54	45,60	1,43	48,00	1,31	50,10
		PZC-502		44,10		45,90		47,40
	48 + 9,92	PZC-701	1,83	55,93	s/v	-	s/v	-
		PZC-702		55,99	s/v	-	s/v	-
	48 + 19,23	PZC-801	-	58,30	s/v	-	s/v	-
	48 + 16,48	PZC-802	-	58,30	s/v	-	s/v	-

Obs.: Est. - Estaca; Instr. – Instrumento; Elev. – Elevação; FS – Fator de Segurança; BME – Barragem Margem Esquerda; PZC – Piezômetro Standpipe; S/V – Sem valor.

Cabe ressaltar que as subpressões medidas poderão ultrapassar os valores de controle, sem que haja imediato risco para a estabilidade da barragem. Contudo, deve-se estudar as causas destas

⁴ Projeto Executivo. Barragem Margem Esquerda. Manual de Operação e Monitoramento. UHE Cachoeira Caldeirão. Nº CCD-EC-GE-520-MO-15602. Revisão 0B. VLB Engenharia. Disponibilizado pela Cachoeira Energia S.A. via correio eletrônico entre os dias 01ABR2017 e 09MAI2017.

alterações e implementar medidas corretivas, assegurando condições satisfatórias de subpressão a longo prazo.

c) Medidores de Vazão (MV)

Com o intuito de mensurar a água infiltrada pelo sistema de drenagem, foram instalados 2 (dois) medidores de vazão no barramento de terra/enrocamento, estando estes distribuídos nas margens direita e esquerda.

Quadro 11. Valores Limites Medidor de Vazão (MV) ME.

Local	Est.	Instr.	VAZÃO MÁXIMA (L/min)		
			Nível NORMAL	Nível ATENÇÃO	Nível ALERTA
BME	47+00 até 49+0,73	MV-501	18,00	90,00	135,00

Obs.: Est. – Estaca; Instr. – Instrumento; MV – Medidor de Vazão.

Fonte: Empresa de Energia Cachoeira Caldeirão S.A.⁵.

d) Marco Superficial (MS)

Os Marcos Superficiais estão instalados ao longo do talude jusante da barragem de terra, sendo que estes têm a função de auxiliar nas avaliações de movimentações horizontal da estrutura.

O Quadro 12 apresenta os valores limites destes instrumentos.

Quadro 12. Valores Limites Marco Superficial (MSU).

Local	Est.	Instr.	CENÁRIOS DE RISCO			
			Nível ATENÇÃO		Nível ALERTA	
			Recalque (m)	Cota (m)	Recalque (m)	Cota (m)
BMD	2+9,30	MSU-101	0,031	61,269	0,062	61,238
	4+0,00	MSU-201	0,044	61,256	0,088	61,212
BME	44 + 15,00	MSU-401	0,048	62,658	0,096	62,610
		MSU-402	0,028	52,608	0,057	52,579
	47 + 00	MSU-501	0,053	62,689	0,107	62,635
		MSU-502	0,025	52,575	0,051	52,549
	48 + 10,00	MSU-701	0,049	62,632	0,098	62,583

Fonte: Empresa de Energia Cachoeira Caldeirão S.A.^{6 e 7}.

⁵ Projeto Executivo. Barragem Margem Direita. Manual de Operação e Monitoramento. UHE Cachoeira Caldeirão. Nº CCD-EC-GE-520-MO-15601. Revisão 0A. VLB Engenharia. Disponibilizado pela Cachoeira Energia S.A. via correio eletrônico entre os dias 01ABR2017 e 09MAI2017.

⁶ Projeto Executivo. Barragem Margem Direita. Manual de Operação e Monitoramento. UHE Cachoeira Caldeirão. Nº CCD-EC-GE-520-MO-15601. Revisão 0A. VLB Engenharia. Disponibilizado pela Cachoeira Energia S.A. via correio eletrônico entre os dias 01ABR2017 e 09MAI2017.

⁷ Projeto Executivo. Barragem Margem Esquerda. Manual de Operação e Monitoramento. UHE Cachoeira Caldeirão. Nº CCD-EC-GE-520-MO-15602. Revisão 0B. VLB Engenharia. Disponibilizado pela Cachoeira Energia S.A. via correio eletrônico entre os dias 01ABR2017 e 09MAI2017.

3.4.3.2. Barragem de CCR

a) Piezômetros Casa Grande (PZA)

Foram instalados Piezômetros Casa Grande (PZA) na área de montagem, tomada d'água, muro de ligação e vertedouro de soleira controlada, totalizando 20 (vinte) equipamentos.

Os valores limites destes instrumentos encontram-se exposto no Quadro 13.

Quadro 13. Valores Limites Piezômetros Casa Grande (PZA).

Instrumento	Estrutura	NÍVEIS PIEZOMÉTRICOS (m)		
		Nível NORMAL	Nível ATENÇÃO	Nível ALERTA
PZA-01a	AM-2	-	51,01	58,12
PZA-01b		-	55,28	58,98
PZA-02a		-	47,96	57,52
PZA-02b		-	47,57	56,65
PZA-10a	TA-1	-	54,52	60,63
PZA-10b		-	58,3	61
PZA-11a		-	48,67	60,06
PZA-11b		-	47,72	59,49
PZA-10c	TA-3	-	54,52	60,63
PZA-10d		-	58,3	61
PZA-11c		-	48,67	60,06
PZA-11d		-	47,72	59,49
PZA-20a	Muro de Ligação	-	54,59	59,18
PZA-20b		-	58,3	59,64
PZA-21a		-	49,29	58,53
PZA-21b		-	47,87	58,32
PZA-30a	VT	-	54,59	59,18
PZA-30b		-	58,3	59,64
PZA-31a		-	47,88	58,32
PZA-31b		-	47,65	57,72

Fonte: Empresa de Energia Cachoeira Caldeirão⁸.

b) Medidor Triortogonal (MT)

Instalados nas juntas de contração entre blocos de concreto (Eixo 2, 3, 4 e 5), os Medidores Triortogonais (MT) permitem monitorar deslocamentos diferenciais na barragem, tais como: (i) Abertura

⁸ Parecer técnico sobre o comportamento das estruturas civis da UHE Cachoeira Caldeirão até maio de 2016. N° do documento RE-SBB-USCC-007-R0. SBB Engenharia. Disponibilizado pela Cachoeira Energia S.A. via correio eletrônico entre os dias 01ABR2017 e 09MAI2017.

e fechamento de juntas; (ii) Recalque diferencial entre blocos; e (iii) Deslizamento horizontal entre blocos. Neste caso, o barramento da usina conta com 1 (um) equipamento em cada eixo, totalizando 4 (quatro) unidades.

Quadro 14. Deslocamentos diferenciais máximos entre blocos de barragens brasileiras de concreto.

Barragem	Deslocamentos diferenciais máximos (mm)			
	Abertura	Recalque diferencial	Deslizamento horizontal	
			Fundação	Crista
Cachoeira Caldeirão	1,16	0,61	0,58	-

Empresa de Energia Cachoeira Caldeirão⁸.

c) Piezômetro Elétrico (PZE)

Com intuito de monitorar as cargas piezométricas no empreendimento, foram instalados 12 (doze) piezômetros elétricos (PZE) distribuídos ao longo do vertedouro de soleira livre.

Os valores limites destes instrumentos encontram-se exposto no Quadro 15.

Quadro 15. Valores Limites Piezômetro Elétrico (PZE).

Instrumento	Estrutura	NÍVEIS PIEZOMÉTRICOS (m)		
		Nível NORMAL	Nível ATENÇÃO	Nível ALERTA
PZE-01	VT SL	-	55,77	57,14
PZE-02		-	55,77	57,14
PZE-03		-	55,77	57,14
PZE-04		-	55,77	57,14
PZE-05		-	55,77	57,14
PZE-06		-	55,77	57,14
PZE-07		-	55,77	57,14
PZE-08		-	55,77	57,14
PZE-09		-	55,77	57,14
PZE-10		-	55,77	57,14
PZE-11		-	55,77	57,14
PZE-12		-	55,77	57,14

Fonte: Empresa de Energia Cachoeira Caldeirão⁹.

⁹ Parecer técnico sobre o comportamento das estruturas civis da UHE Cachoeira Caldeirão até maio de 2016. N° do documento RE-SBB-USCC-007-R0. SBB Engenharia. Disponibilizado pela Cachoeira Energia S.A. via correio eletrônico entre os dias 01ABR2017 e 09MAI2017.

3.4.3.3. Reservatório

O reservatório da UHE Cachoeira Caldeirão é operado de acordo com Manual de Operação. Tal documento deve ser mantido atualizado e revisado, de forma a conter os cenários operativos, juntamente com o Diagrama de Operação do Reservatório.

4 RESPONSABILIDADES E PROCEDIMENTOS DE NOTIFICAÇÃO

A comunicação representa um elemento estratégico e primordial na gestão das situações de emergência, aumentando a eficiência da resposta das equipes de trabalho e, conseqüentemente, minimizando os riscos de prejuízos materiais, ambientais e de vidas humanas.

Sendo assim, os procedimentos de notificação e alerta são de suma importância em situações de crise, possibilitando o fornecimento de informações de forma rápida, organizada e precisa aos indivíduos expostos à situação em curso.

Na seqüência são apresentados os procedimentos de notificação e alerta adotados pela UHE Cachoeira Caldeirão, englobando as entidades e autoridades públicas pertinentes a serem acionadas em eventuais situações de emergência relacionadas à integridade estrutural da barragem.

4.1 PROCEDIMENTO DE NOTIFICAÇÃO

Ao ser identificada uma situação anômala na UHE Cachoeira Caldeirão, esta será analisada, caracterizada e classificada quanto ao seu risco iminente à integridade estrutural da barragem. Na seqüência, 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 Cachoeira Caldeirão, 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 9 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.

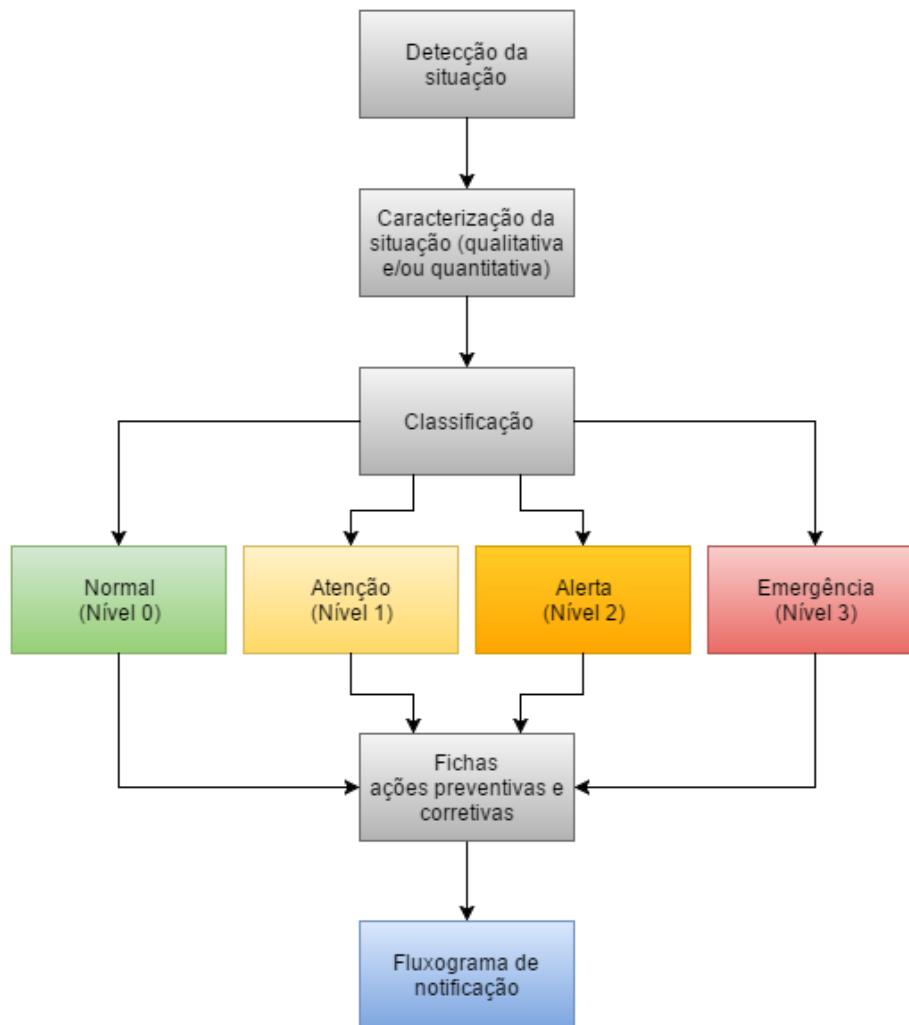


Figura 9. Procedimento resumido para classificação de situação e notificação.

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 Cachoeira Caldeirão 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.

4.2 RESPONSABILIDADES DE NOTIFICAÇÃO

O sistema de notificação e alerta antecipado tem como intuito avisar os principais intervenientes e tomadores de decisão quanto às ações a serem tomadas em situações anômalas, em especial na ocorrência de emergências. As notificações realizadas mediante Plano de Ação de Emergência (PAE), associada aos níveis de alerta mais elevados, poderão acionar o planejamento de emergência do Sistema de Defesa Civil.

Sendo assim, o sistema de notificação e alerta antecipado abrange a especificação dos indivíduos e entidades a serem notificadas, bem como a definição dos meios de comunicação, cuja instalação e manutenção devem garantir ações confiáveis e eficazes. Neste ponto o PAE:

- Define quem notifica e quem é notificado;
- Identifica os nomes dos intervenientes e das organizações responsáveis no processo, bem como os respectivos números de telefone e recursos alternativos de comunicação;
- Define os meios de comunicação entre o Coordenador do PAE (responsável pelo alerta) e as entidades a alertar.

4.3 SISTEMA DE COMUNICAÇÃO DA BARRAGEM

O sistema de comunicação da barragem Cachoeira Caldeirão é composto por uma Central Telefônica tipo PABX híbrido, equipada com ramais e troncos analógicos e digitais. A alimentação desta central é realizada por sistema de suprimento ininterrupto de energia em 48Vcc ou 110/220Vca. Aliado a isto, tem-se Sistema de Rádio Móvel em VHF e Sistema de Circuito Fechado de TV Completo.

4.4 FLUXO DE INFORMAÇÃO INTERNA

O Plano de Atendimento à Emergência estabelece que o Gestor Operacional da UHE Cachoeira Caldeirão é o Coordenador do PAE, podendo o Coordenador do PAE nomear outro Colaborador para substituir integralmente suas funções, quando da sua ausência. O PAE define que toda comunicação dos estados da barragem à Defesa Civil deverá ser efetuada pelo Centro de Operação da Geração (COG) da EDP, devendo Coordenador do PAE informar previamente ao COG quando ocorrer alterações dos estados da barragem.

O COG comunicará a Diretoria da EDP, Aneel, ONS, usinas a jusante, Defesa Civil e Área de Segurança de Barragens. Após comunicação ao COG, o Coordenador do PAE e os representantes da área de segurança de barragem deverão avaliar a emergência local e solicitar a Operação da Usina, caso houver necessidade, o acionamento do sistema alarme de emergência. O Coordenador do PAE e COG devem garantir que todo fluxo de notificação seja cumprido.

4.5 SISTEMA DE ALERTA ANTECIPADO

No Plano de Ação de Emergência (PAE) da UHE Cachoeira Caldeirão, o sistema de alerta antecipado é realizado mediante comunicação entre os agentes responsáveis pela operação Usina, segurança de barragem e a população em risco na Zona de Autossalvamento (ZAS). Na sequência, são listados os meios de alerta com alcance direto:

1. Alertas sonoros através de sirenes de longo alcance;
2. Mensagens ao público através de rádio amador ou telefonia móvel;

Os meios de alerta citados acima foram escolhidos por serem considerados mais eficientes e conseguirem atingir toda extensão da zona afetada.

4.5.1 Rotas de Fuga e Pontos de Encontros

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 e locais de ponto de encontro.

O caminho a ser percorrido pela população após o acionamento do sistema alerta e emergência tem por objetivo permitir a saída segura e rápida da população vulnerável do cenário de risco iminente. Foram instaladas placas sinalizando as “rotas de fuga” e “pontos de encontro”, por meio dos quais a população local deve se orientar em caso de rompimento da barragem. As placas visam informar e prevenir a população, com orientações claras e objetivas, sobre como agir de forma calma e segura, em caso de incidentes envolvendo UHE Cachoeira Caldeirão. As Figuras 10 e 11 mostram os mapas das rotas de fugas e pontos de encontro estabelecidas na Zona de Auto salvamento (ZAS).



Figura 10. Mapa de Rotas de Fuga 1.



Figura 11. Mapa de Rotas de Fuga 2.

4.5.2 Sistema de Alerta Sonoro para Zona de Autossalvamento (ZAS)

A UHE Cachoeira Caldeirão possui um Sistema Sonoro de Alerta e Emergência instalado na Zona de Autossalvamento (ZAS), que visa alertar a população local, a jusante da Usina, na ocorrência de rompimento da barragem ou risco iminente de ruptura.

O sistema de sirenes é composto por 10 estações sonoras espalhadas pela ZAS, sendo capaz DE atingir de formar eficiente toda área de autossalvamento a jusante a UHE Cachoeira Caldeirão, conforme Figura 12:

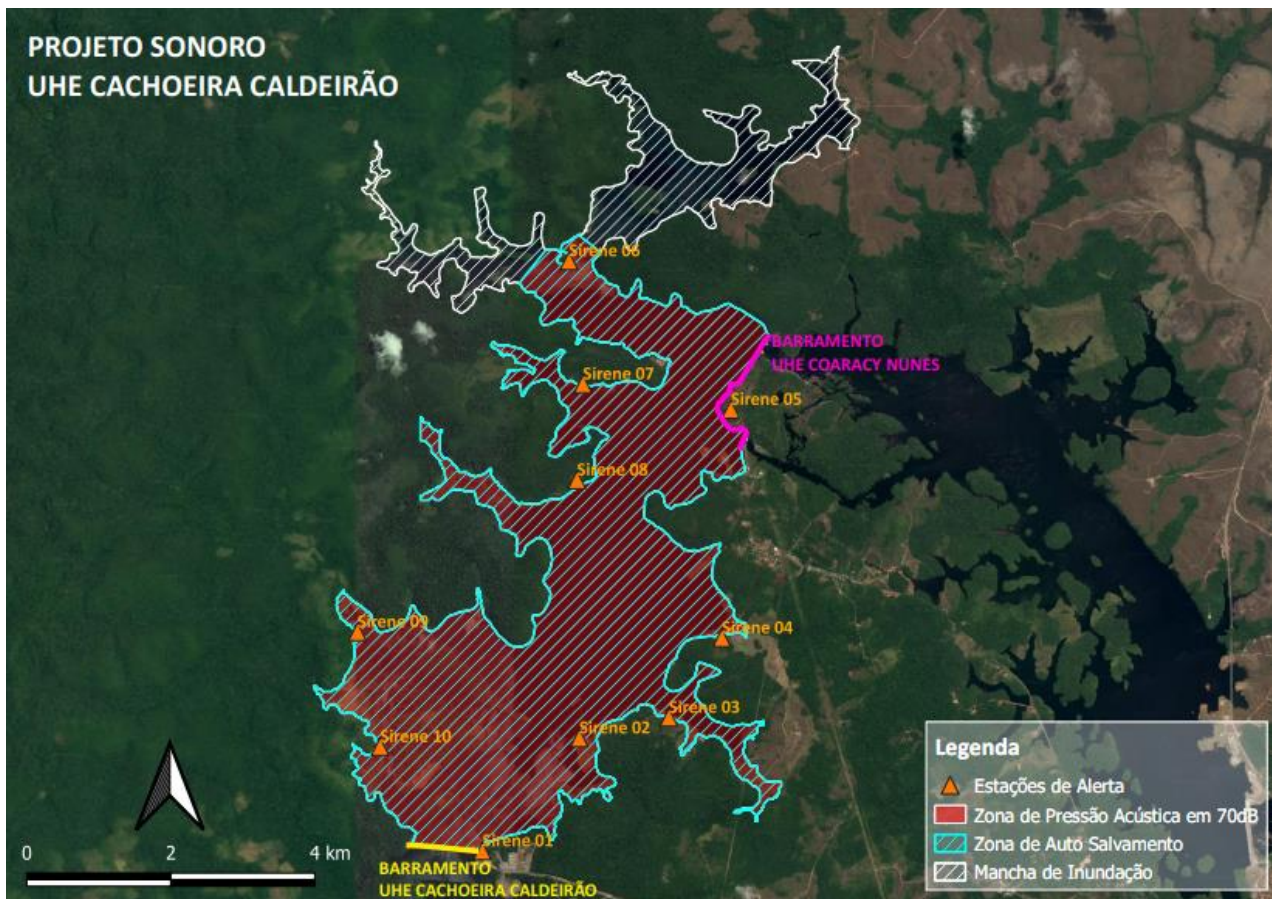


Figura 12. Mapa da Zona de Auto salvamento.

4.6 FLUXOGRAMA DE NOTIFICAÇÕES

A Figura 11 apresenta o fluxograma de notificação para cada nível de situação (Normal, Atenção, Alerta e Emergência) em que se encontra a Barragem da UHE Cachoeira Caldeirão. Neste fluxograma, são ilustrados os indivíduos responsáveis pela operação e segurança da barragem, incluindo o empreendedor (notificação interna), as entidades externas com responsabilidades instituídas (Entidades Fiscalizadoras, Sistema de Proteção e Defesa Civil) e o acionamento dos sistemas sonoros de alerta em situação de emergência.

Toda a alteração de situação, seja agravamento ou abrandamento, deverá ser declarada oficialmente, por escrito e registrado para auditoria, usando o formulário Declaração de Alteração de Situação disponível no Apêndice 6 - **Formulário de Declaração de Alteração de Situação**.

, para posteriormente, ser informada aos agentes constantes no fluxograma de notificação. É obrigatório comunicar todos os agentes do fluxograma de notificação, respeitando o tempo de formação da brecha determinado no estudo de ruptura hipotética (Apêndice 5 – **Estudo de Ruptura Hipotética**).

4.6.1 Situação NORMAL – Nível Verde

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

4.6.2 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 declaração oficial, o Coordenador do PAE deve informar ao 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.

4.6.3 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 declaração oficial, o Coordenador do PAE deve informar ao Centro de Operação da Geração (COG) que se encarregará de comunicar a Diretoria da EDP, Área Corporativa de Gestão de Riscos e Crise 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.

4.6.4 Situação URGÊNCIA – 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, Área Corporativa de Gestão de Riscos e Crise 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: 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.

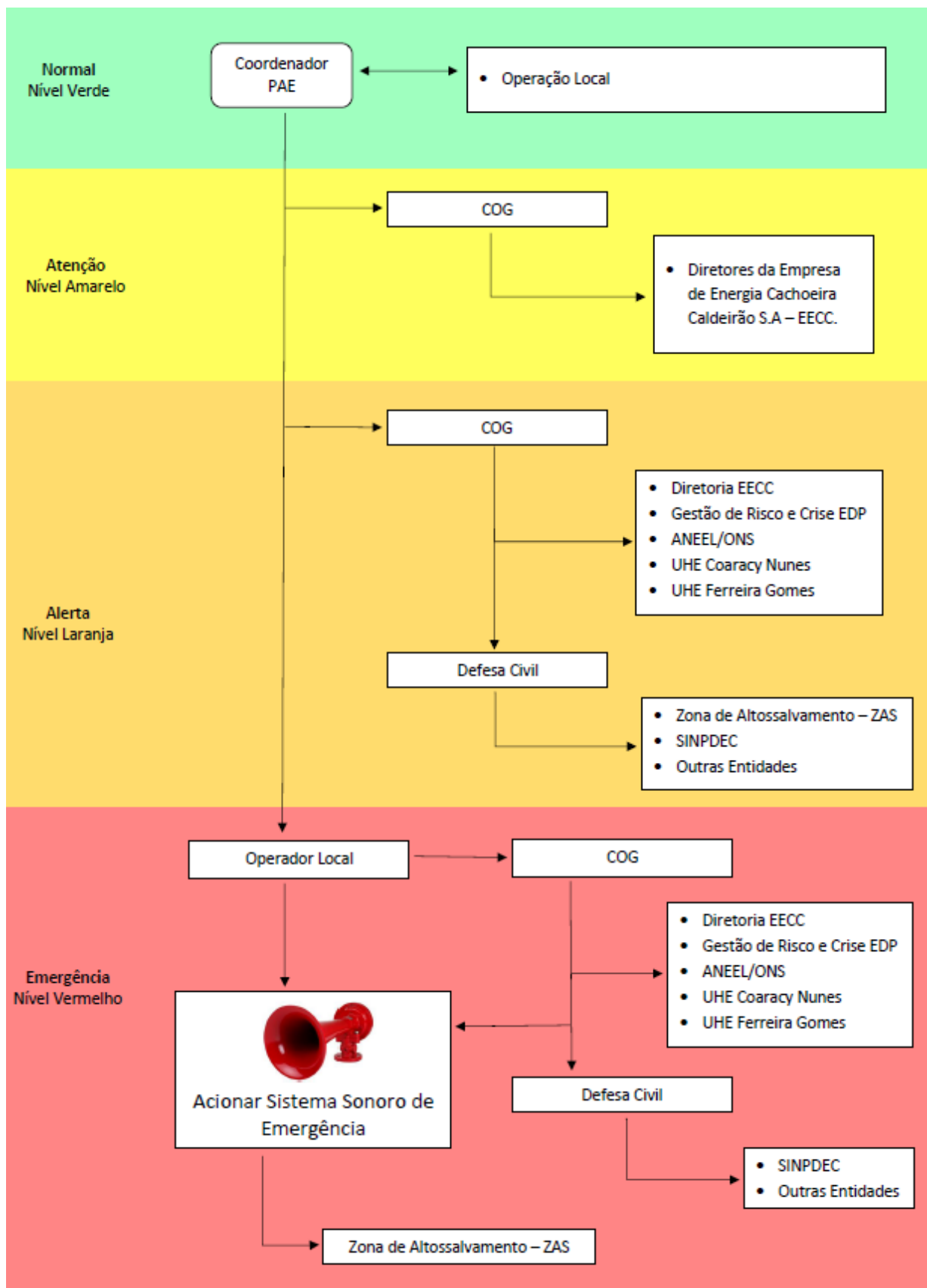


Figura 13. Fluxo de acionamento conforme estados da barragem.

4.7 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.

4.8 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 e pela evacuação dos atingidos no vale a jusante da barragem.

No caso da UHE Cachoeira Caldeirão, o COMDEC dos municípios potencialmente afetados (Ferreira Gomes, Tartarugalzinho e Cutias, AP), deve alertar a população a jusante da Zona de Autossalvamento (ZAS) da barragem. O CEDEC do Estado do Amapá deve mobilizar os seus meios e recursos (corpos de bombeiros, polícia etc.), já que tem responsabilidade na evacuação da população.

Em conformidade com o parágrafo único do art. 12 da Lei Federal nº 12.334/2010, o PAE deverá estar disponível no empreendimento e nas prefeituras envolvidas, bem como ser encaminhado às autoridades competentes e aos organismos de defesa civil. Resumidamente, o PAE deverá constar:

- No próprio local da barragem e no escritório local. Na inexistência dele, na regional ou sede do empreendedor, o que for mais próximo da barragem;
- Nas prefeituras municipais abrangidas pelo PAE;
- Nos organismos de Defesa Civil dos municípios abrangidos pelo PAE; e
- Nos demais órgãos e entidades competentes (Entidades fiscalizadoras).

Sendo assim, a fim de que possam estar cientes de suas atribuições, é de extrema importância que as entidades listadas acima recebam uma cópia do PAE. Contudo, cabe salientar que o PAE disponibilizado aos agentes externos (prefeituras, defesa civil e demais autoridades interessadas) deve ser o PAE Externo da UHE Cachoeira Caldeirão.

De acordo com ABRAGE (2017) e ANEEL (2013), a entrega do documento às entidades deverá ser devidamente protocolada e registrada no Apêndice 4 – **Lista de entidades com cópia do PAE Externo de Cachoeiro Caldeirão.**

. Sugere-se arquivar os protocolos de entrega juntamente com a versão impressa do PAE presente na usina.

5 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.

A área inundada considera a máxima cheia provável para a região. Tal cheia pode ser concretizada a partir de evento hidrológico natural excepcional ou por ocasião de um acidente nas estruturas civis da barragem UHE Cachoeira Caldeirão. 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	85	1.318	1.403
Habitantes	284	4.403	4.687

6 REFERÊNCIAS

- ANA – Agência Nacional de Águas. Manual do Empreendedor – Volume IV. Guia de Orientação e Formulários dos Planos de Ação de Emergência – PAE. Brasília: ANA, 2015.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Resolução Normativa nº 696, de 15 de dezembro de 2015. Brasília: ANEEL.
- BRASIL. Decreto nº 8.572, de 13 de novembro de 2015.
- BRASIL. Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010.
- BRASIL. Lei nº 12.608, de 10 de abril de 2012.
- FEMA. FEDERAL EMERGENCY MANAGEMENT AGENCY, Federal Guidelines for Inundation Mapping of Flood Risks Associated with Dam Incidents and Failures - FEMA P-946. 2013.
- FERC. FEDERAL ENERGY REGULATORY COMMISSION. Dam Breach Analysis – DRAFT, 2014.
- MI - Ministério da Integração Nacional. Manual de Segurança e Inspeção de Barragens. Brasília: Ministério da Integração Nacional, 2002. 148p.

7 APÊNDICES

Apêndice 1-A. Lista de contatos para notificação – Empreendedor e Barragem Cachoeira Caldeirão.¹⁰

Usina Hidrelétrica Cachoeira Caldeirão	Diretor	Nome: Lourival Teixeira Sobrinho Tel. 01: (11) 2185-5355 E-mail: lourival.teixeira@edp.com
	Coordenador do PAE / Gestor Operacional	Nome: Glauciney de Castro Cel.: (63) 98454-2803 E-mail: glauciney.castro@enerpeixe.com.br
	Técnica de Segurança do Trabalho	Nome: Benedita Josinelma Viana Do Nascimento E-mail: benedita.nascimento@edp.com
Meio Ambiente	Gestor Executivo	Nome: Eduardo Santarelli Tel. 01: (11) 2185-5532 E-mail: eduardoguilherme.santarelli@edp.com
COG	Gestor Operacional	Nome: Mario Pereira de Godoi Tel. 01: (12) 99620-5112 E-mail: mario.godoi@edp.com
	Engenheiro de Operação	Nome: Moisés Corrêa Gonçalves Tel: (11) 99936-8362 E-mail: moises.correa@edp.com
O&M – SJC / Corporativo	Engenheiro de Segurança de Barragens	Nome: Pedro Henrique Freitas Pupim Cel.: (11) 99646-5732 E-mail: pedro.pupim@edp.com
	Engenheiro de Segurança de Barragens	Nome: Hélcio Luis Todan Cel.: (11) 99878-3376 E-mail: helcio.todan@edp.com
	Gestor Executivo de Segurança do Trabalho	Nome: Francisco Fabio Oliveira dos Santos Cel.: (85) 99925-8974 E-mail: fabio.santos@edpenergiapecem.com.br
	Gestor Operacional - Planejamento de O&M	Nome: Denis José dos Santos Tel. 01: (11) 9 3258-4363 E-mail: denis.santos@edp.com

Entidades Fiscalizadoras	ANEEL (Superintendência de Fiscalização dos Serviços de Geração)	Nome: Alessandro D'Afonseca Cantarino Tel. 01: (61) 2192-8758 Tel. 02: (61) 2192-8941 Cel.: (61) 9967-8491 E-mail:
	SEMA (Secretaria do Meio Ambiente do Estado do Amapá)	Nome: Clara Marilda Silva dos Santos (Chefe de gabinete) / Marcelo Ivan Pantoja Creão (Secretário) Tel. 01: (96) 4009-9450

Sistema de Defesa Civil	Defesa Civil – Amapá*	Nome: Major Bryan Cel: (96) 99126-9322 Nome: Tenente Pastana Cel: (96) 98126-1251 E-mail: secretaria@defesacivil.ap.gov.br
	CENAD (Centro Nacional de Administração Desastres)	Nome: Armin Braun Tel. 01: (61) 2034-4600 Tel. 02: (61) 2034-4612 Cel.: E-mail: armin.braun@integracao.gov.br
Outras Agências	INPE	Nome: Ricardo Magnus Osório Galvão Tel. 01: (12) 3208-6035 Tel. 02: (12) 3208-7389 E-mail: diretor@inpe.br
	CEMADEN	Nome: Osvaldo Luiz Leal de Moraes Tel. 01: (12) 3186-9236 Tel. 02: (12) 3205-0113 Cel.: E-mail: diretor@cemaden.gov.br
	INMET	Nome: Francisco de Assis Diniz (Diretor) Mozar de Araujo Salvador (Assistente) Tel. 01: (61) 2102-4602 / (61) 2102-4780 Tel. 02: (91) 3243-2070 Tel. 03: (61) 2102-4700 E-mail: diretor.inmet@inmet.gov.br mozar.salvador@inmet.br
População Residente na ZAS	Prefeitura Municipal de Ferreira Gomes (AP)	Nome: Divino Rocha Cel.: (96) 3326-122 E-mail: cristian.monteiro75@gmail.com
	Secretaria Municipal de Administração	Nome: Estanislau Augusto Braga de Barros Cel.: (96) 99151-9914
UHE's do mesmo curso hídrico	UHE Coaracy Nunes	Nome: Karen Tito Cel.: (96) 99148-8536 E-mail: karen.tiro@eletronorte.com
	UHE Ferreira Gomes	Nome: Rafael Roselli Cel.: (21) 99670-9198 E-mail: rafael.roselli@alupar.com

Apêndice 1-B. Outros contatos importantes.

Nome	Região Administrativa	Contato
Corpo de Bombeiros	Amapá	(96) 2101-2150
	Oiapoque (Região mais próxima)	(96) 3521-1384
SAMU	Ferreira Gomes	192

Defesa Civil	Geral	199	
	Amapá*	(96) 3222-3598	
Hospital Sarah Kubitschek	Macapá	(96) 3312-7000	
Hospital de Emergência Osvaldo Cruz	Macapá	(96) 3212-6233	
Pronto Atendimento Infantil	Macapá	(96) 3212-6206	
Polícia	Geral	190	
	Militar	Amapá	(96) 3084-8000
		Macapá	(96) 3213-7524
	Federal	Macapá	(96) 3213-7500
		Geral	191
	Rodoviária	Amapá	(96) 3225-9000
		Geral	191
	Ambiental	Amapá*	(96) 3283-4451
		Amapá*	(96) 3282-1091
	Civil	Amapá*	(96) 2101-2551
Amapá*		(96) 2101-8238	
Ferreira Gomes*	(96) 3326-1145		
	Centro Integrado de Operações de Defesa Social (Ciodes)	Ferreira Gomes	193
Escolas	Escola Municipal João Freire Cordeiro	Ferreira Gomes	(96) 3326-1180
	Escola Mul Pastor Jacy Torquato	Ferreira Gomes	(96) 3326-1241
Materiais de Construção	Casa São Miguel – Materiais de Construção	Ferreira Gomes	(96) 3326-1196
	Loja Triunfo – Materiais de Construção	Ferreira Gomes	(96) 3326-1372
Hotéis / Pousadas	Pousada Maramalde	Ferreira Gomes	(96) 3326-1484
	Pousada Mirante do Araguay	Ferreira Gomes	(96) 3326-1225
Postos de Gasolina	Posto de Gasolina Alcolumbre	Ferreira Gomes	(96) 3326-1101
Companhia de água e Esgoto do Amapá	CAESA - Companhia de água e Esgoto do Amapá	Macapá	(96) 98801-3947
Mercado	Comercial Meio a Meio	Ferreira Gomes	(96) 3326-1141

*Dificuldade de confirmação, deve-se confirmar posteriormente.

Apêndice 2. Fichas de Ação

As **Fichas de Ações** da UHE Cachoeira Caldeirão encontram-se no documento 343-UHECCD-CD-PAE-002.

Título	Código
--------	--------

Fichas de Ações	343-UHECCD-CD-PAE-002.
-----------------	------------------------

Apêndice 3. Coordenadas das benfeitorias atingidas.

As coordenadas das benfeitorias atingidas, referentes ao pior cenário da ruptura hipotética da UHE Cachoeira Caldeirão, encontram-se no **Caderno de Coordenadas** no documento 343-UHECCD-CD-PAE-003.

Título	Código
Caderno de Coordenadas	343-UHECCD-CD-PAE-003

Apêndice 4 – Lista de entidades com cópia do PAE Externo de Cachoeiro Caldeirão.

1	Nome: <u>Alana Patrícia Pereira da Silva</u> Data: 08/04/2021 Empresa / Instituição: <u>Cutias - AP</u> Protocolo: _____
2	Nome: <u>Girlane Tavares de Azevedo</u> Data: 06/04/2021 Empresa / Instituição: <u>Ferreira Gomes - AP</u> Protocolo: _____
3	Nome: <u>Claudir Luiz Marcolan</u> Data: 06/04/2021 Empresa / Instituição: <u>Tartarugalzinho - AP</u> Protocolo: _____
4	Nome: <u>Sub. Tem Carvalho</u> Data: 07/04/2021 Empresa / Instituição: <u>Defesa Civil Estadual - AP</u> Protocolo: _____
5	Nome: <u>1º Ten. Martins</u> Data: 31/03/2021 Empresa / Instituição: <u>Porto Grande - AP</u> Protocolo: _____

Apêndice 5 – Estudo de Ruptura Hipotética.

O **Estudo de Ruptura Hipotética** da UHE Cachoeira Caldeirão é apresentado no documento 343-UHECCD-CD-PAE-005.

Título	Código
--------	--------

Apêndice 6 - Formulário de Declaração de Alteração de Situação.

<p style="text-align: center;">DECLARAÇÃO DE ALTERAÇÃO DE SITUAÇÃO</p> <p>SITUAÇÃO E NÍVEL: _____</p> <p>EMPREENDEDOR: _____</p> <p>BARRAGEM: _____</p> <p>Eu, _____, _____ (nome e cargo), na condição de Coordenador do PAE da Barragem _____, e no uso das atribuições e responsabilidades que me foram delegadas, efetuo o registro da DECLARAÇÃO DE ALTERAÇÃO DE SITUAÇÃO, para a Situação de Nível _____, a partir das _____ (horas e minutos) do dia ___/___/_____, em função da ocorrência de _____</p>

_____ (descrição da ocorrência).

Obs.: Para quaisquer esclarecimentos, favor contatar _____ (nome) pelo telefone _____ (número do telefone).

_____ (local), _____ (dias) de _____ (mês) de _____.

_____..

(Nome e Assinatura)

(Cargo e RG)

FIM DE MENSAGEM