



UHE Santo Antônio do Jari
Plano de Segurança de Barragem
Plano de Ação de Emergência

COMPANHIA ENERGÉTICA DO JARI - CEJA

3	Revisão	HTODAN	HTODAN	HTODAN	30/03/2022
2	Revisão	PPUPIM	HTODAN	MOISES	30/03/2021
1	Revisão	PPUPIM	HTODAN	HINDRIGO	07/03/2019
0	Revisão	MCA	MDM		09/11/2018
A	Emissão	MDM	JDL	PGL	30/11/2017
Revisão	Descrição	Execução	Verificação	Aprovação	Data

ASSINATURAS DE RESPONSABILIDADE

Responsável técnico pelo empreendimento

Helcio Luis Todan

CREA: 240117295-5

Responsável pelo empreendimento

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

APRESENTAÇÃO

O Plano de Ação de Emergência (PAE) da UHE Santo Antônio do Jari 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 Santo Antônio do Jari, bem como definir procedimentos de notificação, comunicação e ações de resposta necessárias ao pronto atendimento das possíveis adversidades. Ele está direcionado aos municípios identificados como potencialmente afetados pela ruptura hipotética da barragem, sendo eles: Almeirim, Laranjal do Jari e Vitória do Jari, 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 LOCALIZAÇÃO E ACESSO	10
2.3 APROVEITAMENTOS NA CASCATA DO RIO JARI	13
2.4 ARRANJO GERAL	16
3 NÍVEIS DE SEGURANÇA	18
3.1 CARACTERIZAÇÃO DOS NÍVEIS DE SEGURANÇA DA BARRAGEM.....	19
4.1.1. Nível 0 (Verde) - Normal.....	20
4.1.2. Nível 1 (Amarelo) – Atenção.....	20
4.1.3. Nível 2 (Laranja) – Alerta.....	20
4.1.4. Nível 3 (Vermelho) – Emergência.....	21
3.2 ANÁLISE DE POTENCIAIS MODOS DE RUPTURA.....	21
4.2.1. Rompimento por colapso estrutural	23
3.3 ESTRUTURAS VULNERÁVEIS	23
3.4 VERTEDOURO DE SOLEIRA LIVRE (VS).....	25
3.5 DETECÇÃO E AVALIAÇÃO DAS SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA.....	26
3.5.1 Indicadores Qualitativos	28
3.5.2 Indicadores Quantitativos	29
3.5.3 Instrumentação da barragem.....	30
4 RESPONSABILIDADES E PROCEDIMENTOS DE NOTIFICAÇÃO	32
4.1 OBJETIVO.....	35
4.2 SISTEMA DE COMUNICAÇÃO DA BARRAGEM DE SANTO ANTÔNIO DO JARI	35
4.3 FLUXO DE INFORMAÇÃO INTERNA.....	35
4.4 SISTEMA DE ALERTA ANTECIPADO	35
4.4.1 Rotas de Fuga e Pontos de Encontros	36
4.4.2 Sistema de Alerta Sonoro para Zona de Auto Salvamento (ZAS).....	38
4.5 OPERACIONALIZAÇÃO DO SISTEMA DE ALERTAS.....	39
4.6 FLUXOGRAMA DE NOTIFICAÇÕES.....	39
4.6.1 Situação NORMAL – Nível Verde.....	40
4.6.2 Situação ATENÇÃO – Nível Amarelo	40
4.6.3 Situação ALERTA – Nível Laranja.....	40
4.6.4 Situação EMERGÊNCIA – Nível Vermelho	40
APÊNDICES	42
REFERÊNCIAS	46

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Barragem Santo Antônio do Jari. (E) Estrutura Principal. (D) Estrutura Secundária.	7
Figura 2. Mapa de Localização.	12
Figura 3. Mapa de acessos da UHE Santo Antônio do Jari.	13
Figura 4. Aproveitamentos no rio Jari.	15
Figura 5. Arranjo Geral.	16
Figura 6. Vista geral da Estrutura Principal.	17
Figura 7. Vista Geral da Central Hidrelétrica Complementar.	17
Figura 8. Canal de Fuga.	18

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Características do barramento.	18
---	----

LISTA DE QUADRO

Quadro 1. Ficha Técnica da UHE Santo Antônio do Jari.	8
Quadro 2. Situação dos aproveitamentos na cascata.	14
Quadro 3 - Cores padrões dos níveis de segurança.	19
Quadro 4 - Levantamento de Informações.	21
Quadro 5 - Rompimento por colapso estrutural.	23
Quadro 6 - Situações de Emergência.	28
Quadro 7 - Limites de projeto para os Piezômetros de Tubo Aberto.	30
Quadro 8 - Vazões limites previstas em projeto.	31
Quadro 9 - Deslocamentos limites.	31
Quadro 10 - Valores limites para os indicadores de nível d'água.	32

INTRODUÇÃO

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

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

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

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

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

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

Neste sentido, o presente documento expõe uma síntese objetiva e funcional do Plano de Ação de Emergência da Barragem Santo Antônio do Jari. 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 no norte do Brasil, entre os estados do Amapá e do Pará, a bacia do Rio Jari faz parte da bacia hidrográfica do Rio Amazonas (Bacia 1). Com uma área de drenagem equivalente a 51.623,00 km², no eixo da barragem Santo Antônio do Jari, o aproveitamento encontra-se no município de Laranjal do Jari, nas coordenadas 0°39'02,4" de latitude sul e 52°30'56,9" de longitude oeste (Figura 2).

Executada em concreto compactado a rolo, a Barragem Santo Antônio do Jari iniciou suas operações em 2014, sendo empregada para fins de geração de energia elétrica. Com 373,4 MW de potência instalada, o aproveitamento pertencente a Companhia Energética do Jari - CEJA S.A. possui barramento com altura máxima de 14,50 m e 1.271,00 m de comprimento. Seu reservatório possui, aproximadamente, 31,70 km² de área inundada e capacidade máxima de acumulação 133,39 hm³.

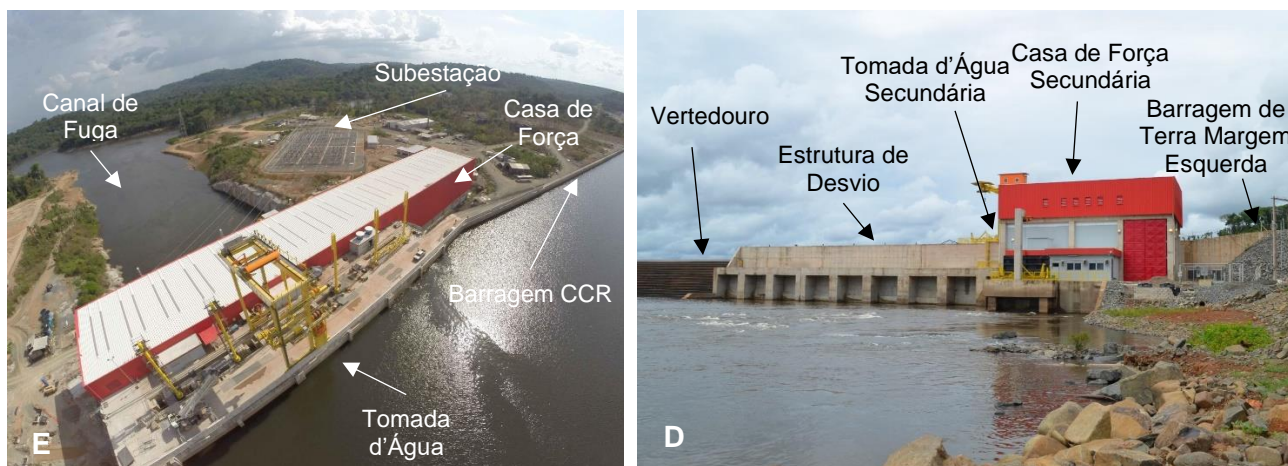


Figura 1. Barragem Santo Antônio do Jari. (E) Estrutura Principal. (D) Estrutura Secundária.

Fonte: Companhia Energética do Jari - CEJA S.A.(05ABR2017: (E) Imagem4 e (D) Imagem7).

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 Companhia Energética do Jari - CEJA S.A., segundo condições operacionais e comportamento atuais das estruturas do aproveitamento. As cotas altimétricas estão referenciadas ao DATUM vertical do IBGE.

Cabe salientar, que devido à ocorrência de processos de transporte de sedimentos, o volume do reservatório Santo Antônio do Jari possa ter sofrido modificações. A atualização destes dados torna-se importante e deve ser realizada de acordo com o que estabelece a Resolução 003/ANA.

Quadro 1. Ficha Técnica da UHE Santo Antônio do Jari.

(1) Reservatório	
NA Montante – Reservatório:	
- Máximo Maximorum [m-IBGE]	31,93
- Máximo Normal [m-IBGE]	30,00
- Mínimo Normal [m-IBGE]	29,10
NA Jusante	
- Máximo Maximorum [m-IBGE]	13,21
- Máximo Normal [m-IBGE]	4,54
- Mínimo Normal [m-IBGE]	1,83
Áreas Inundadas:	
- No NA Máximo Maximorum [km ²]	39,60
- No NA Máximo Normal [km ²]	31,70
- No NA Máximo Mínimo [km ²]	25,00
Volume do Reservatório:	
- No N.A. Máximo Normal [hm ³]	133,39
- No N.A. Mínimo Normal [hm ³]	104,61
(2) Barragem	
Barragem de Terra Margem Esquerda (BTME)	
Material	Terra / Enrocamento
Comprimento Aprox. da Crista [m]	58,67
Altura Máxima Aprox.[m]	15,00
Cota da Crista [m]	34,00
Barragem de CCR	
Tipo	CCR
Comprimento Aprox. da Crista [m]	1.217,08
Altura Máxima Aprox.[m]	14,70
Cota da Crista [m-IBGE]	32,50
Barragem de Terra Margem Direita (BTMD)	
Tipo	Terra / Enrocamento
Comprimento Aprox. da Crista [m]	46,39
Altura Máxima Aprox.[m]	17,20
Cota da Crista [m-IBGE]	34,00

(3) Sistema Extravasor	
Vertedouro de Soleira Livre (CCR)	
Vazão de Projeto [m³/s] (TR – 10.000 anos)	9.593,00
Cota da soleira [m-IBGE]	30,00
Carga hidráulica [m]	1,93
Comprimento da Aproximado [m]	1.500,00
Dissipação de Energia	Degaus do Paramento a Jusante
(4) Sistema Adutor	
Principal	
Tipo	Incorporada à Casa de Força
Número de tomadas	6
Largura do vão [m]	14,04
Altura do vão [m]	22,76
Comporta	Ensecadeira
Secundário	
Tipo	Incorporada à Casa de Força
Número de tomadas	1
Largura do vão [m]	4,50
Altura do vão [m]	4,50
Comporta	Ensecadeira
- Largura [m]	4,50
- Altura [m]	4,50
(5) Casa de Força	
Principal	
Tipo	Abrigada
Número de Unidades Geradoras	3
Largura dos Blocos [m]	27,16
Comprimento dos Blocos [m]	72,51
Secundária	
Tipo	Abrigada
Número de Unidades Geradoras	1
Largura do Bloco [m]	16,00
Comprimento do Bloco [m]	30,26
Vazão Turbinada [m³/s]	45,00
Queda Bruta [mca]	9,20

(6) Turbinas Hidráulicas	
Tipo	Kaplan de Eixo Vertical
Número de Turbinas	3
Potência Nominal Unitária [MW]	125,76
Rotação síncrona [rpm]	100,00
Vazão nominal unitária [m³/s]	569,80
Queda de Referência [m]	24,35
(7) Geradores	
Potência Nominal Unitária [MVA]	137,04
Tensão Nominal [kV]	13,80
Fator de Potência	0,9
(8) Energia	
Potência instalada da Usina [MW]	373,40
Energia Firme [MW médios]	216,12
(9) Bacia Hidrográfica	
Área de contribuição do reservatório [km²]	51.623,00
Declividade média [m/km]	0,59
Comprimento aprox. do rio Jari [km]	838,30
(10) Dados Hidrometeorológicos	
Precipitação Média Anual [mm]	2.309
Evapotranspiração Média Anual [mm]	1.688

2.2 Localização e acesso

A UHE Santo Antônio do Jari situa-se no município de Laranjal do Jari, divisa com o Estado do Pará, a aproximadamente, 300 km de distância de Macapá, capital do Estado do Amapá.

Partindo de Macapá, deve-se percorrer a via BR-156 por 270 km de estrada de terra até o município de Laranjal do Jari. Como alternativa para acesso à usina, partindo de Laranjal do Jari/AP ou Monte Dourado/PA (Distrito de Almeirim/PA), pode-se utilizar um barco e navegar pelo rio Jari, por volta de 28 km, até o empreendimento.

O acesso à UHE Santo Antônio do Jari também pode ser realizado via terrestre. No município de Laranjal do Jari, pode-se pegar uma balsa até o distrito de Monte Dourado/PA, pertencente ao município de Almeirim/PA, no qual deve-se percorrer um trecho de aproximadamente 40 km de estrada de terra até a margem direita da usina.

Para a rota de acesso à margem esquerda da barragem, deve-se partir do município de Laranjal do Jari por uma estrada de chão batido por 20 km, construído no período de obra do empreendimento e hoje aproveitada para a manutenção das redes de energia. No entanto, ressalta-se que esta estrada não possui boa infraestrutura para acesso, exigindo a utilização de caminhonete com tração.



Figura 2. Mapa de Localização.

A Figura 3 apresenta as principais vias de acesso ao local do empreendimento.

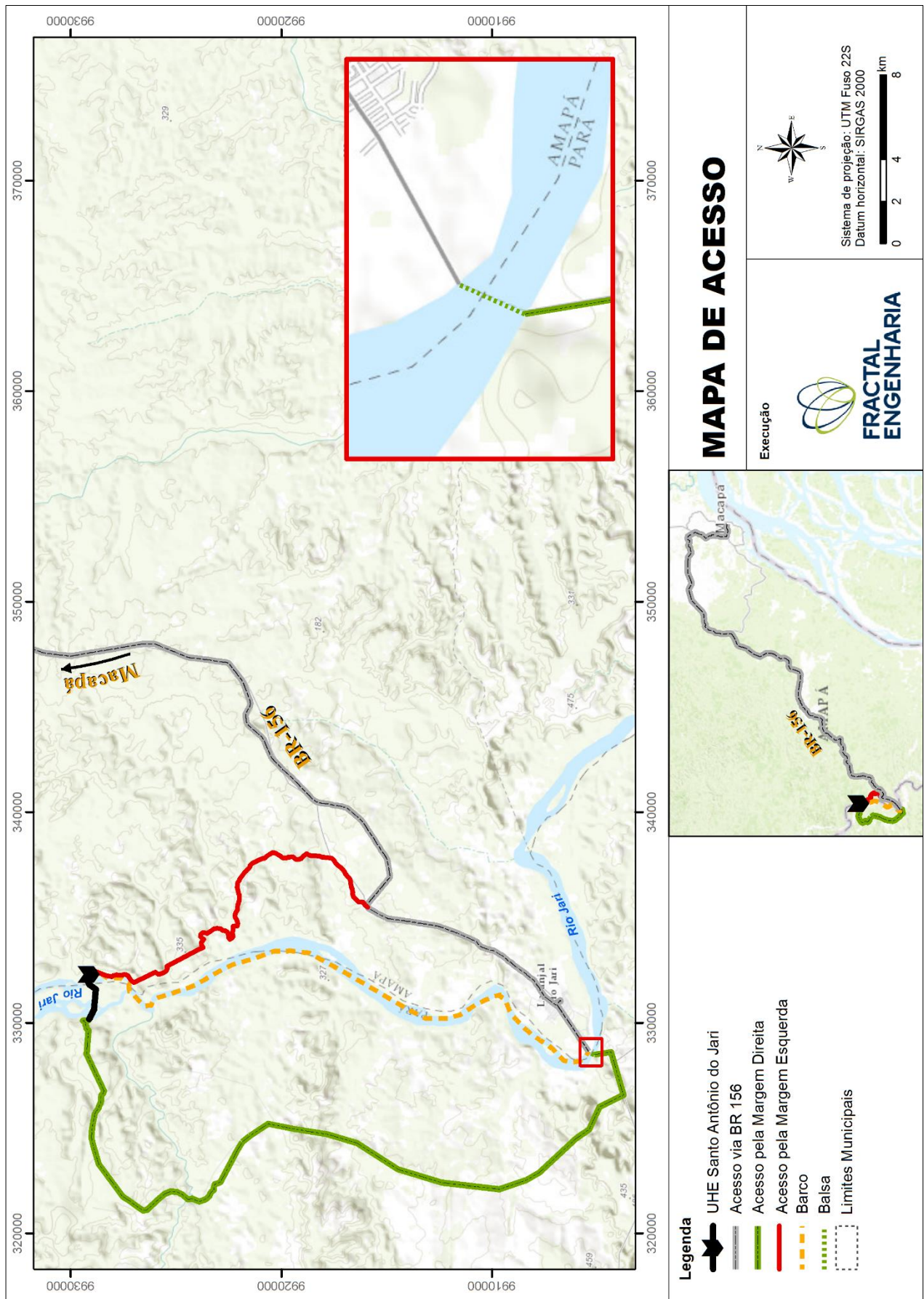


Figura 3. Mapa de acessos da UHE Santo Antônio do Jari.

2.3 Aproveitamentos na cascata do Rio JARI

A bacia hidrográfica do rio Jari está situada na divisa entre os Estados do Amapá e do Pará. Esta é responsável por drenar uma área aproximada de 58.426,23 km². Por sua vez, a bacia

delimitada pelo barramento conta com 51.623,00 km² de área de drenagem e declividade média de 0,59 m/km.

O rio Jari, com 838,30 km de comprimento, possui 4 (quatro) aproveitamentos hidrelétricos cadastrados em seu percurso¹. De propriedade da Companhia Energética do Jari - CEJA S.A., a UHE Santo Antônio do Jari encontra-se localizada a, aproximadamente, 188,24 km a montante da foz do rio Jari, no município de Laranjal do Jari, AP.

A montante da UHE Santo Antônio do Jari encontram-se cadastrados no SIGEL/ANEEL os seguintes empreendimentos: UHE Urucupatá, UHE Carecuru e UHE Açaipe B, todos encontram-se com o eixo disponível.

O resumo desses aproveitamentos pode ser visualizado no Quadro 2, enquanto a Figura 4 apresenta a disposição dos empreendimentos presente na cascata.

Quadro 2. Situação dos aproveitamentos na cascata.

Aproveitamento	Posição	Distância aproximada (km)	Potência (MW)	Situação	Proprietário
	em relação à UHE Sto Antonio do Jari				
UHE Urucupatá	Montante	185,09	291,50	Eixo Disponível	Empresa de Pesquisa Energética
UHE Carecuru	Montante	103,62	240,20	Eixo Disponível	Empresa de Pesquisa Energética
UHE Açaipe B	Montante	27,37	831,10	Eixo Disponível	Empresa de Pesquisa Energética
UHE Santo Antônio do Jari	-	-	373,40	Operação	Companhia Energética do Jari - CEJA S.A.

Fonte: SIGEL/ANEEL (Acesso 27ABR2017).

Cabe salientar que não foram identificadas barragens de outros usos na cascata do rio Jari².

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 27ABR2017.

²AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). Cadastro de Barragens. Disponível em: <<http://www2.ana.gov.br/Paginas/servicos/cadastros/Barragens/Visualiza.aspx>>, acesso em 27ABR2017.

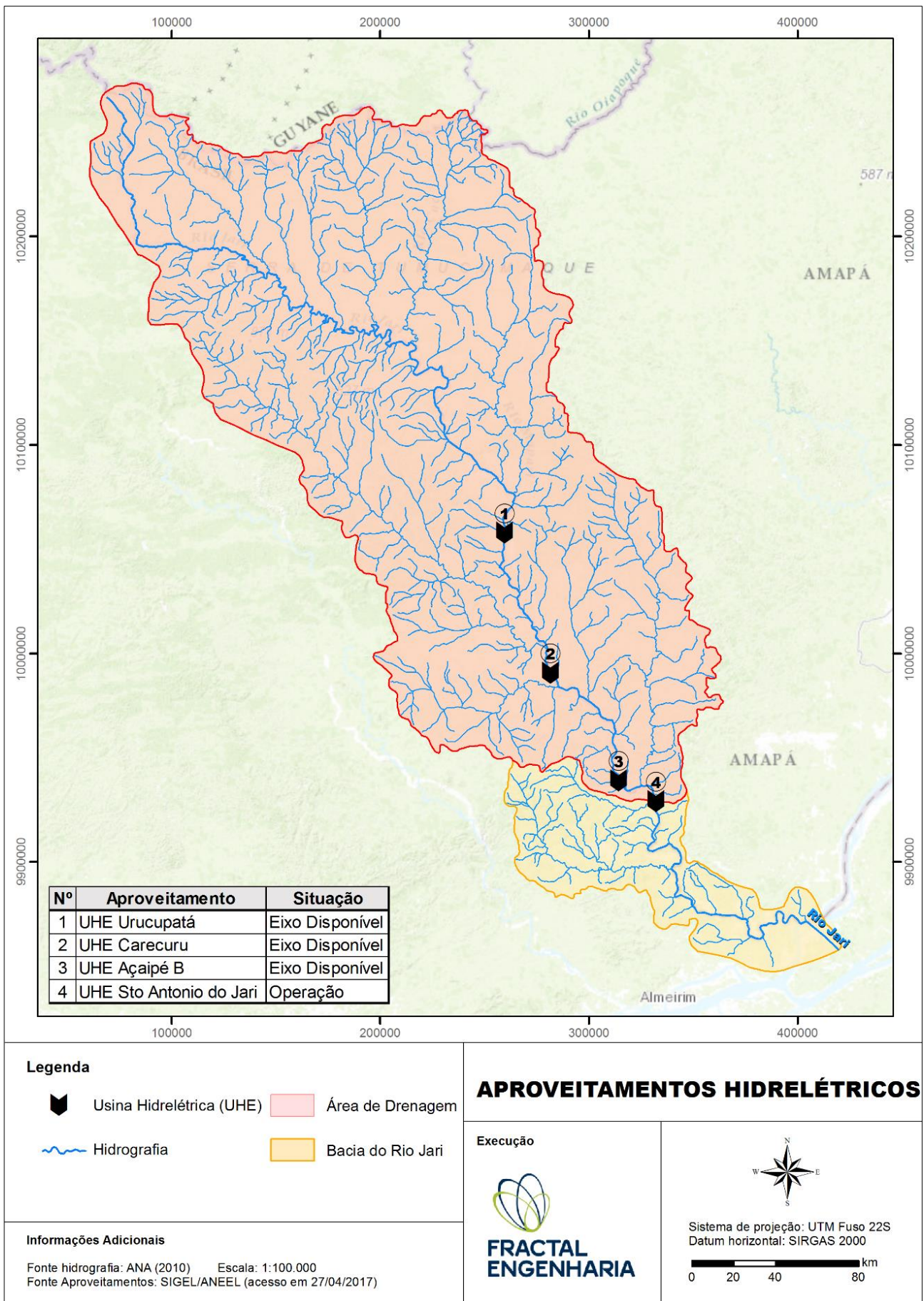


Figura 4. Aproveitamentos no rio Jari.

2.4 Arranjo geral

O aproveitamento pertencente à Companhia Energética do Jari - CEJA S.A. possui 373,40 MW de potência nominal instalada. Por sua vez, o barramento da UHE Santo Antônio do Jari, apresenta configuração das estruturas conforme a seguinte sequência (Figura 5):

- Barragem de Terra da Margem Esquerda (BTME);
- Central Hidrelétrica Complementar;
- Adufas de Desvio;
- Vertedouro de Soleira Livre (VL);
- Barragem de CCR;
- Casa de Força (CF);
- Tomada d'Água (TA);
- Barragem de CCR (BCCR);
- Barragem de Terra da Margem Direita (BTMD).

Além da estrutura principal, o empreendimento possui uma Central Hidrelétrica Complementar, com tomada d'água e casa de força secundárias. Todas estruturas encontram-se embutidas no barramento, conforme mostram a Figura 6 e a Figura 7.

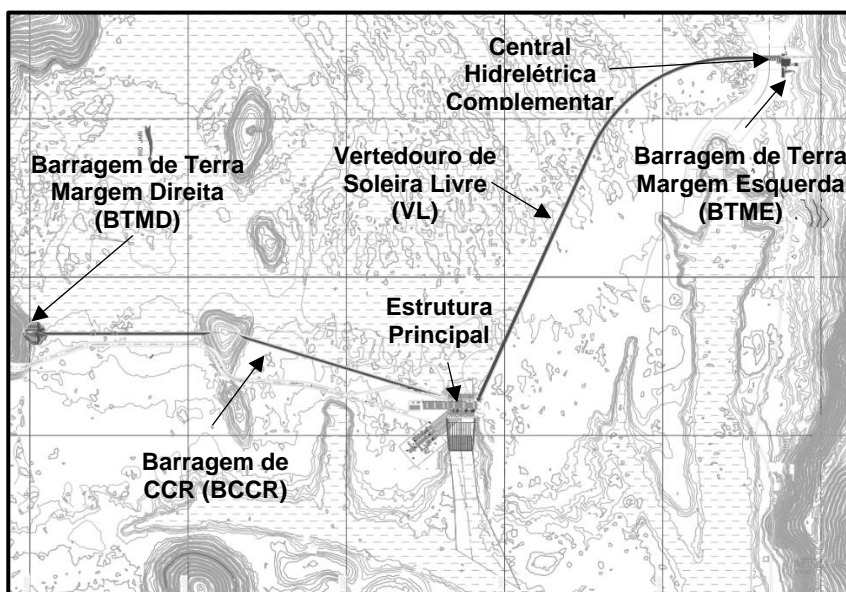


Figura 5. Arranjo Geral.

Fonte: UHE Santo Antônio do Jari – Planta – Arranjo Geral (SAJ-CIV-GE-0402).



Figura 6. Vista geral da Estrutura Principal.

Fonte: Companhia Energética do Jari - CEJA S.A. (05ABR2017 - Imagem4)



Figura 7. Vista Geral da Central Hidrelétrica Complementar

Fonte: Companhia Energética do Jari - CEJA S.A. (05ABR2017 – Imagem7)

Localizado na margem esquerda do rio Jari, o sistema extravasor é composto por 1 (um) vertedouro de superfície livre podendo descarregar uma vazão máxima de 9.593 m³/s, para um período de retorno de 10.000 anos (Decamilenar).

O sistema adutor é composto por uma tomada d'água incorporada à casa de força. Desta forma, a água captada em 6 vãos é aduzida até a casa de força, alimentando 3 (três) turbinas hidráulicas, vencendo uma queda máxima de 24,35 m.

A casa de força é do tipo abrigada, dotada de 3 (três) unidades geradoras com turbinas tipo Kaplan de eixo vertical. A restituição da vazão turbinada se dá pelo canal de fuga (Figura 8).

A Tabela 1 resume as características básicas do barramento.

Tabela 1. Características do barramento.³

Estrutura/ Descrição	Barragem de CCR - MD	Barragem de Terra - MD	Barragem de Terra - ME
Material	Concreto Compactado a Rolo	Terra e Enrocamento	Terra e Enrocamento
Paramento de montante	Vertical	1V:2H / 1V:1,5H	1V:2,2H / 1V:1,4H
Paramento de jusante	1V:0,65H	1V:2H / 1V:1,5H	1V:1,4 / 1V:2H
Comprimento total aprox. (m)	1.217,08	46,39	58,67
Largura da crista (m)	1,50	6,00	6,00
Cota da crista (m-IBGE)	32,50	34,00	34,00



Figura 8. Canal de Fuga.

Fonte: Companhia Energética do Jari - CEJA S.A. (05ABR2017 – Imagem1).

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)⁴, devem ser consideradas, em geral, as seguintes ocorrências:

- Eventos anormais naturais, exteriores à barragem, como: tempestades, sismos, cheias provocadas por precipitações intensas ou por ruptura de barragens a montante, bem como por ondas induzidas pelo deslizamento de encostas no reservatório;
- Eventos excepcionais provocados pelo homem, exteriores à barragem, tais como: atos de guerra ou sabotagem;
- Circunstâncias anômalas de comportamento que derivam de deteriorações no corpo da barragem e/ou sua fundação, nos órgãos extravasores e seu equipamento de operação (eventos internos); e que são consequência das características da estrutura e do seu

³ Plantas do Projeto Executivo – UHE Santo Antônio do Jari. Nº SAJ-CIV-BC-FO-1220, SAJ-CIV-BC-FO-1200, SAJ-CIV-BC-FO-1203, SAJ-CIV-GE-0404 e SAJ-CIV-BT-AT-0753. MEIK Engenharia.

⁴ AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Manual do Empreendedor – Volume IV. Guia de Orientação e Formulários dos Planos de Ação de Emergência – PAE. Brasília: ANA, 2015.

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 da Barragem

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 3 - Cores padrões dos níveis de segurança.3).

Quadro 3 - Cores padrões dos níveis de segurança.

<p>Nível 0 (Verde) Normal</p>	<p>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 barragens da empresa, necessitando, apenas, de notificação interna adequada.</p>
<p>Nível 1 (Amarelo) Atenção</p>	<p>Situações anômalas ou eventos externos à barragem que não comprometem sua segurança no curto prazo, devendo ser controladas, monitoradas e reparadas ao longo do tempo. A equipe de segurança de barragens da empresa deve providenciar notificações internas, conforme necessidade.</p>
<p>Nível 2 (Laranja) Alerta</p>	<p>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.</p>
<p>Nível 3 (Vermelho) Emergência</p>	<p>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.</p>

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.

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, na Seção III (343-UHESAJ-RT-PAE-003), buscar o procedimento de notificação adequado, bem como a definição de ações e responsáveis.

4.1.1. 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.

4.1.2. 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 devem ser internas, uma vez que a situação pode ser controlada internamente pelos próprios funcionários. Não haverá relacionamento operacional com empreendimentos a montante e jusante.

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 (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**).

4.1.3. 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) e (ii) os órgãos integrantes do Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil (SINPDEC) no âmbito municipal, regional, estadual e federal. Consultar Seção III (343-UHESAJ-RT-PAE-003). Não haverá relacionamento operacional com empreendimentos a montante e jusante

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 (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**).

4.1.4. 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) e (ii) os órgãos integrantes do Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil (SINPDEC) no âmbito municipal, regional, estadual e federal. Consultar Seção III (343-UHESAJ-RT-PAE-003). Não haverá relacionamento operacional com empreendimentos a Montante e a Jusante.

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 (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**).

3.2 Análise de Potenciais Modos de ruptura

De acordo com a *Federal Energy Regulatory Commission (2005)*⁵, a Análise dos Potenciais Modos de Ruptura (APMR) subsidia a identificação das estruturas susceptíveis a 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 Barragem Santo Antônio do Jari. Tal levantamento de informações buscou documentos e projetos sumarizados no **Erro! Fonte de referência não encontrada.**

Quadro 4 - Levantamento de Informações.

Informações/Projeto	Qualidade
Análise dos projetos básico e executivo das estruturas da barragem.	Plantas da Barragem Santo Antônio do Jari.

⁵ FEDERAL ENERGY REGULATORY COMMISSION. Dam Safety Performance Monitoring Program. FERC, USA, 2005.

Informações/Projeto	Qualidade
Banco de dados da auscultação.	Operante
DATUM vertical e horizontal georreferenciado do projeto.	IBGE (Imbituba, SC)
Estudos hidrológicos.	Companhia Energética do Jari - CEJA S.A.
Séries temporais de monitoramento pluviométrico e fluviométrico da área de drenagem da barragem, bem como da própria barragem.	Companhia Energética do Jari - CEJA S.A.
Histórico operacional ou séries temporais da operação do reservatório e dispositivos de descarga.	Companhia Energética do Jari - CEJA S.A.
Registros de atividade sísmica recente.	Rede Sismográfica Brasileira
Relatório de acidentes.	Companhia Energética do Jari - CEJA 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 Barragem Santo Antônio do Jari, 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 Santo Antônio do Jari.

Desta forma, 2 (dois) 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 **Erro! Fonte de referência não encontrada.** A descrição dos modos está detalhada nos próximos subitens.

4.2.1. Rompimento por colapso estrutural

Quadro 5 - Rompimento por colapso estrutural.

Modo de ruptura	Causa	Evidência/Consequência
Modo RPB1 – Rompimento orientado por combinações probabilísticas dos blocos de concretagem do vertedouro 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;• Aparecimento ou intensificação de infiltrações de água nas estruturas;• Ruptura de bloco de concreto.
	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;
	Ocorrência de combinação de carregamentos que favoreçam o arrancamento da estrutura.	<ul style="list-style-type: none">• Movimentação da estrutura;• Desalinhamento.

3.3 Estruturas Vulneráveis

Pelo desenvolvimento da APMR identificou-se o arranjo das estruturas da Barragem Santo Antônio do Jari, conforme vistoria em campo. O arranjo do barramento da UHE Santo Antônio do Jari (Figura 9) é composto de:

- Ombreira Esquerda (BTME);
- Central Hidrelétrica Complementar (CFS, AMS & TAS);
- Adufas de Desvio;
- Vertedouro de Soleira Livre (VS);
- Barragem de CCR
- Central Hidrelétrica Principal (CF, AM & TA);
- Ombreira Direita (BTMD).

Além da estrutura principal, o empreendimento possui uma Central Hidrelétrica Complementar, com tomada d'água e casa de força secundárias. Todas as estruturas encontram-se embutidas no barramento, conforme mostram a Figura 69 e Figura 710.

Detalhes construtivos e geométricos destas estruturas encontram-se descritos e ilustrados na Seção I do Volume IV do PSB (343-UHESAJ-RT-PAE-001), referente ao PAE, conforme Figura 9.

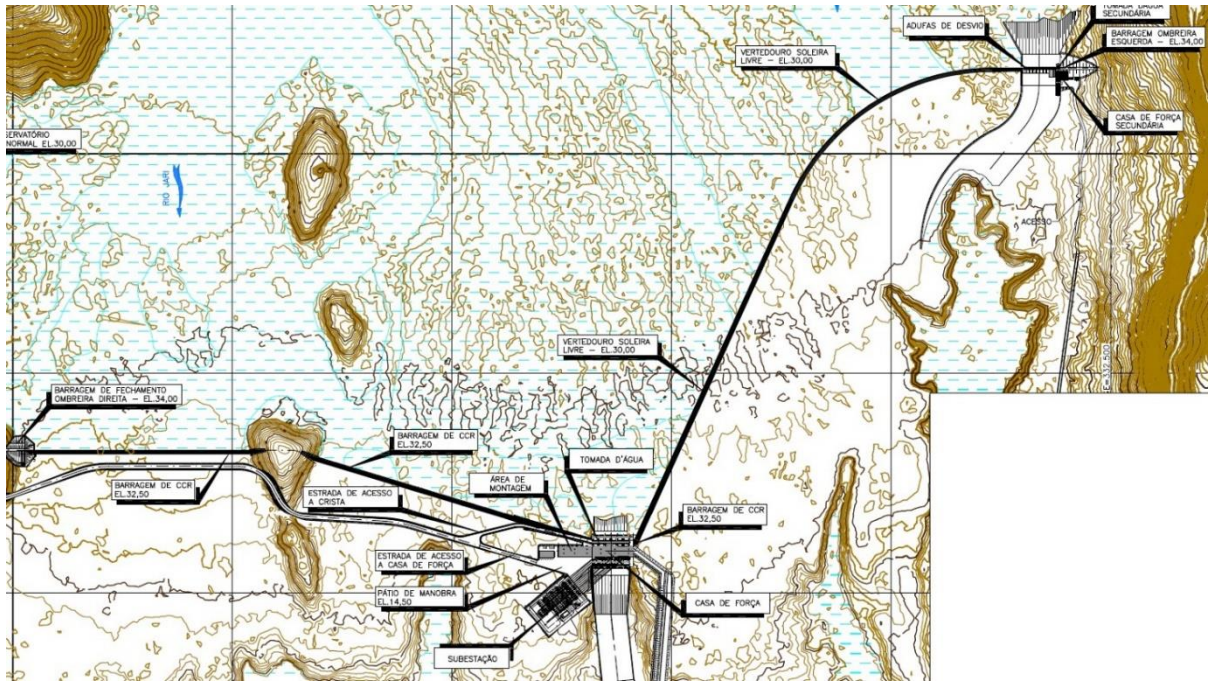


Figura 9. Arranjo da Barragem Santo Antônio do Jari.



Figura 10. Vista geral da Estrutura Principal.

Fonte: Companhia Energética do Jari - CEJA S.A. (05ABR2017 - Imagem4).



Figura 11. Vista Geral da Central Hidrelétrica Complementar
 Fonte: Companhia Energética do Jari - CEJA S.A. (05ABR2017 – Imagem7).

Os possíveis locais de formação da brecha de ruptura da Barragem Santo Antônio do Jari estão descritos na sequência, tendo sido selecionada a estrutura de maior altura e maior comprimento do barramento. A escolha desta estrutura foi realizada mediante informações da planta do arranjo geral.

3.4 Vertedouro de Soleira Livre (VS)

O vertedouro soleira livre uma é uma estrutura de grande comprimento e recebe maior esforço, considerando a carga hidrostática do nível do reservatório além dos efeitos hidrodinâmicos do vertimento. Logo, é considerada uma estrutura provável para deflagrar um processo de ruptura.

Por sua vez, as estruturas de terra e enrocamento das margens também estão condicionadas a possibilidade de falha, no entanto, são estruturas pequenas e a ruptura hipotética do vertedouro supera os danos potenciais condicionados pelas estruturas de terra e enrocamento. Parte do arranjo do vertedouro⁶, entre os Blocos 40 até 82, está ilustrado na Figura .

⁶ UHE Santo Antônio do Jari – Projeto Executivo – Vertedouro. Etapas 3 e 4 – Blocos 40 a 82. Doc. Nº SAJ-CIV-VT-FO-1403. Revisão 2. 2014.

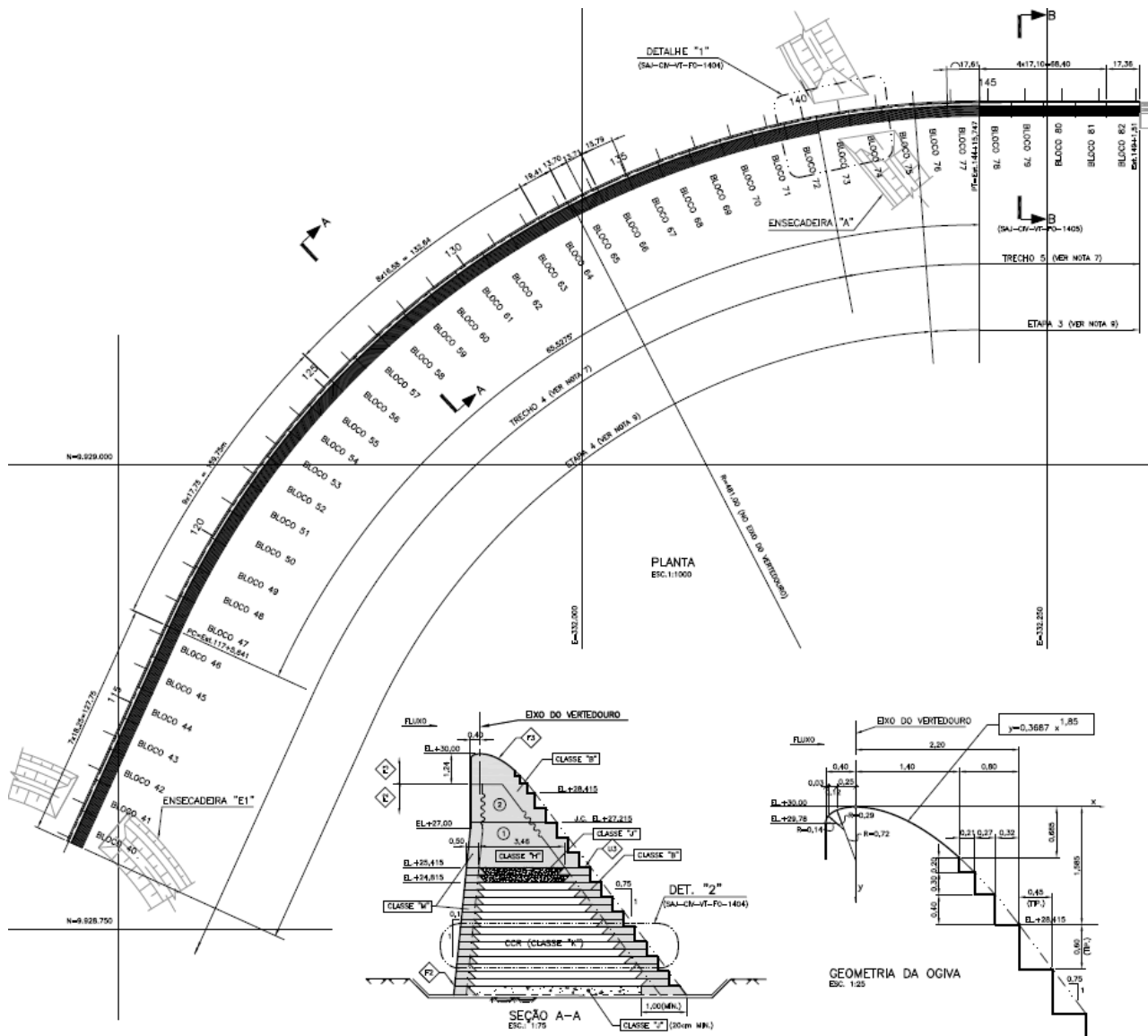


Figura 12. Arranjo do vertedouro soleira livre.
 Fonte: Projeto executivo do vertedouro.

A altura máxima da brecha é de, aproximadamente, 11 m, contados da fundação à soleira do vertedouro. Tal altura pode chegar a 14 m, considerando a crista da Barragem Santo Antônio do Jari.

3.5 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 13 resume 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.

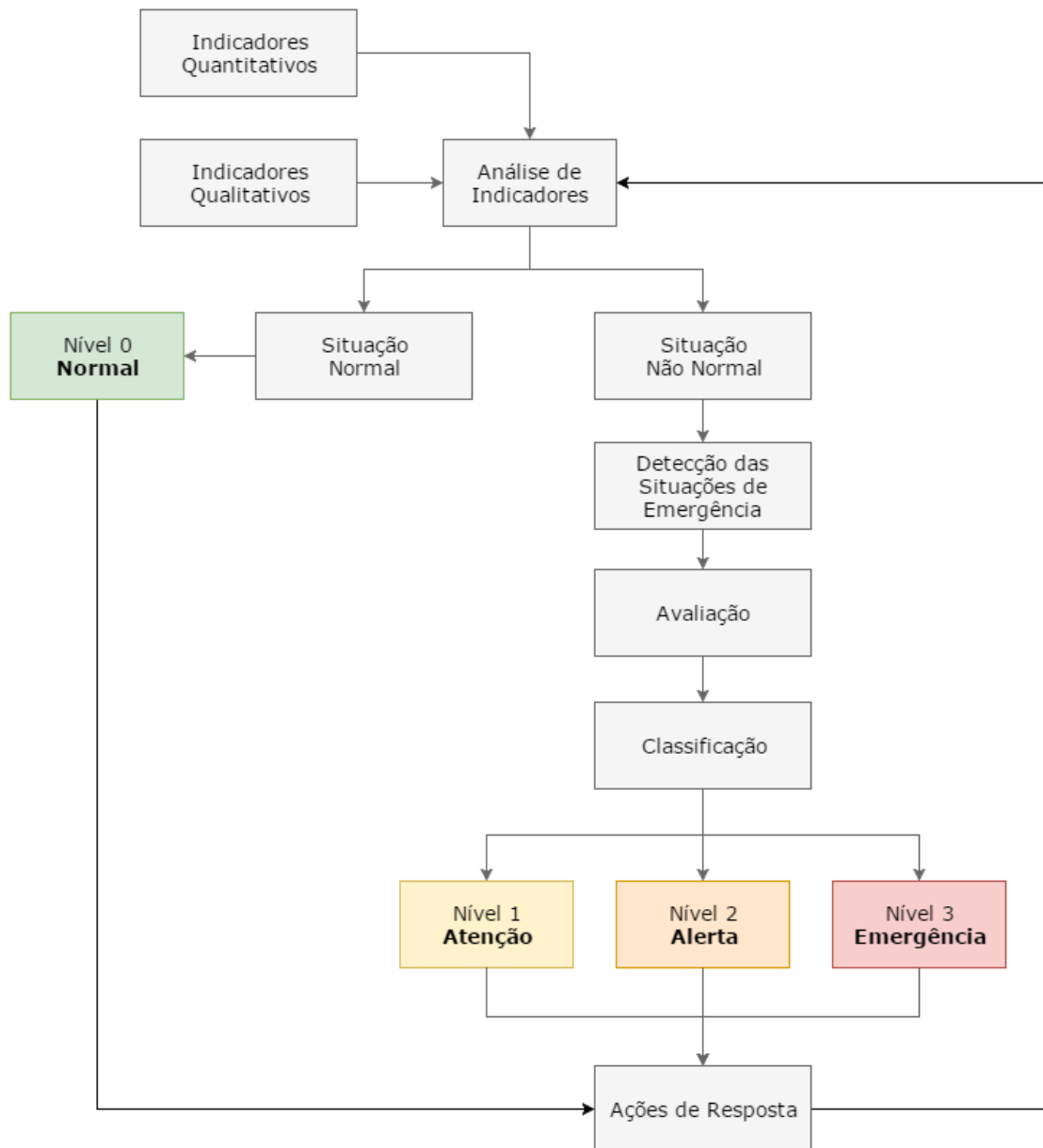


Figura 13. Sistema de gestão de emergências.

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 Santo Antônio do Jari. 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 Santo Antônio do Jari, 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.

3.5.1 Indicadores Qualitativos

O **Erro! Fonte de referência não encontrada.**6 expõe as situações de emergência detectáveis para a Barragem Santo Antônio do Jari, 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 **Erro! Fonte de referência não encontrada.** do presente documento.

Quadro 6 - 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
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
	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

TERRA/ ENROCAMENTO			
Ocorrência	Situação	Nível	Ficha
	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
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
	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

3.5.2 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 Santo Antônio do Jari conta com Manual de Operação do Reservatório e Sistema de Auscultação operante. Este último possui programa de acompanhamento mensal, gerando um

histórico de leituras ao longo da vida do empreendimento. No documento da Seção I (343-UHESAJ-RT-PAE-001) são descritas as características de cada instrumento separadamente.

3.5.3 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.

a) Piezômetros Elétricos (PZE)

Os piezômetros elétricos de corda vibrante medem a pressão d'água através da deformação de um diafragma interno. A UHE Santo Antônio do Jari conta com 8 (oito) instrumentos instalados no vertedouro. Não se teve acesso aos limites de alerta e crítico destes instrumentos.

b) Piezômetro de Tubo Aberto (PZA)

Com o intuito de monitorar as subpressões no maciço e na fundação da barragem, foram instalados 57 (cinquenta e sete) piezômetros de tubo aberto na estrutura. Destes, 7 (sete) situam-se na Barragem Margem Direita (BEMD), 6 (seis) na Barragem Margem Esquerda, 32 (trinta e duas) na Barragem de Concreto Compactado à Rolo (BCME) e 12 (doze) no circuito de geração.

De acordo com Relatório de Segurança de Barragem da UHE Santo Antônio do Jari⁷, os valores de controle para os piezômetros de tubo aberto encontram-se expostos no Quadro 7.

Quadro 7 - Limites de projeto para os Piezômetros de Tubo Aberto.

Local	Piezômetro	Cota de Instalação (m)	Elevações (m)		
			Normal	Alerta	Nível Crítico
BTMD	PZA-1	16,85	17,20	24,20	26,2
	PZA-2	12,00	-	-	-
	PZA-3	24,00	24,10	26,80	27,9
	PZA-4	21,90	24,00	26,70	27,7
	PZA-5	24,10	seco	23,70	25
	PZA-6	20,45	22,60	23,70	25
	PZA-7	24,00	26,00	27,50	28,5
BTME	PZA-8	27,50	29,00	31,00	31,9
	PZA-9	22,00	27,00	29,00	30
	PZA-10	29,50	seco	30,40	30,6
	PZA-11	23,00	28,50	30,10	30,3
	PZA-12	29,00	seco	29,40	29,7
	PZA-13	22,50	27,60	28,60	28,8

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

⁷ Relatório de Comportamento das Estruturas Cívicas. Usina Hidrelétrica Santo Antônio do Jari. Nº EDP-JAR-RT-02-2017-R1. DESEK LTDA.

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

c) Medidores de Vazão (MV)

Os medidores de vazão foram instalados para medir as infiltrações presentes na fundação. Dos 6 (seis) instrumentos instalados na barragem de terra, somente 3 (três) apresentam valores limites.

No **Erro! Fonte de referência não encontrada.**⁸ encontram-se expostos os valores de controle previstos em projeto.

Quadro 8 - Vazões limites previstas em projeto.

Local	Instrumento	Valores Limites de Vazão (l/min)	
		Prevista	Atenção
BTMD	MV-1	2,70	255,00
BTME	MV-2	0,72	75,00
	MV-3	3,00	170,00

Legenda

NORMAL - Q Leitura < Q Prevista	ATENÇÃO - Q Prevista < Q Leitura < Q Atenção
ALERTA - Q Leitura ≥ Q Atenção	

Fonte: Companhia Energética do Jari - CEJA S.A.⁸

d) Marco Superficial (MS)

Os marcos superficiais têm a função de auxiliar nas avaliações de movimentações horizontal da estrutura. Dos 6 (seis) instrumentos instalados, 3 (três) estão na Barragem de Terra da Margem Direita e 3 (três) na Barragem de Terra da Margem Esquerda.

No **Erro! Fonte de referência não encontrada.**⁹ são apresentadas as movimentações previstas em projeto.

Quadro 9 - Deslocamentos limites.

Local	Instrumento	Distância entre Marcos (m)	Valores Limites de recalques (cm)		
			Normal (δ)	Atenção (δd)	Alerta (δd)
BTMD	MS-1		2,00		
		MS 1-2 26,00		2,60	26,00
	MS-2		7,00		
		MS 2-3 16,00		1,60	16,00
	MS-3		8,00		
BTME	MS-4		7,00		
		MS 4-5 14,00		1,40	14,00
	MS-5		3,50		
		MS 5-6 12,00		1,20	12,00
	MS-6		1,50		

Legenda

⁸ Relatório de Comportamento das Estruturas Civas. Usina Hidrelétrica Santo Antônio do Jari. Nº EDP-JAR-RT-02-2017-R1. DESEK LTDA..

Local	Instrumento	Distância entre Marcos (m)	Valores Limites de recalques (cm)		
			Normal (δ)	Atenção (δd)	Alerta (δd)
δ = recalque					
δd = recalque diferencial entre marcos adjacentes					

Fonte: Companhia Energética do Jari - CEJA S.A.⁹

e) Indicador de nível d'água (INA)

A UHE Santo Antônio do Jari conta com 7 (sete) medidores de nível d'água. Os valores limites destes instrumentos encontram-se expostos no **Erro! Fonte de referência não encontrada.**¹⁰

Quadro 10 - Valores limites para os indicadores de nível d'água.

Local	Instrumento	Elevações (m)		
		Normal	Alerta	Crítico
BTMD	INA-1	27,50	28,30	29,00
	INA-2	-	-	-
	INA-3	-	-	-
BTME	INA-4	30,60	31,40	31,50
	INA-5	-	-	-
	INA-6	-	-	-
	INA-7	-	-	-

Fonte: Companhia Energética do Jari - CEJA S.A.⁹

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. EIRD (2005) recomenda que os sistemas de alerta antecipado, no contexto da gestão de risco e desastres, devem ser estruturados com base na integração de quatro elementos:

- Conhecimento do risco: Conhecer e elencar as prioridades de estratégias para mitigação e prevenção do risco;
- Monitoramento e previsão: Estimar, antecipadamente, riscos potenciais à comunidade, economias e meio ambiente expostos;
- Disseminação de informação: Estabelecimento prévio de sistemas de comunicação para disseminar mensagens de alerta aos locais potencialmente afetados e organismos governamentais;
- Resposta: Coordenação, boa governança e planos de ação apropriados são pontos chave para um sistema de alerta antecipado efetivo.

Neste contexto, são apresentados os procedimentos de notificação e alerta antecipado, com o objetivo de preparar a equipe da UHE Santo Antônio do Jari e notificar as autoridades públicas,

⁹ Relatório de Comportamento das Estruturas Cívicas. Usina Hidrelétrica Santo Antônio do Jari. Nº EDP-JAR-RT-02-2017-R1. DESEK LTDA.

representadas pelos Entes Federados, para eventuais situações de emergência sobre a integridade estrutural da barragem.

A operacionalização do PAE inicia-se pela detecção das potenciais situações de risco passíveis de ocorrência no aproveitamento em estudo. Para tanto, faz-se uso de monitoramentos periódicos, devendo ser realizadas inspeções de segurança regular aos diferentes componentes do empreendimento.

Identificada uma situação anômala, esta deve ser caracterizada e classificada quanto ao seu risco iminente à integridade estrutural da barragem. Na sequência, medidas preventivas e/ou corretivas devem ser tomadas, bem como a realização de procedimentos de notificações internas e/ou externas, conforme classificação adotada.

De forma resumida, deve-se agir como descrito abaixo:

- Monitoramento padrão;
- Detecção da situação aparentemente anômala;
- Verificação, caracterização e classificação da situação;
- Notificação interna e/ou externa, conforme classificação;
- Declaração de mudança de condição, conforme o caso;
- Realização de medidas preventivas e corretivas.

A Figura 14 sumariza estes processos, inserindo-os dentro de um sistema de Gestão de Segurança.

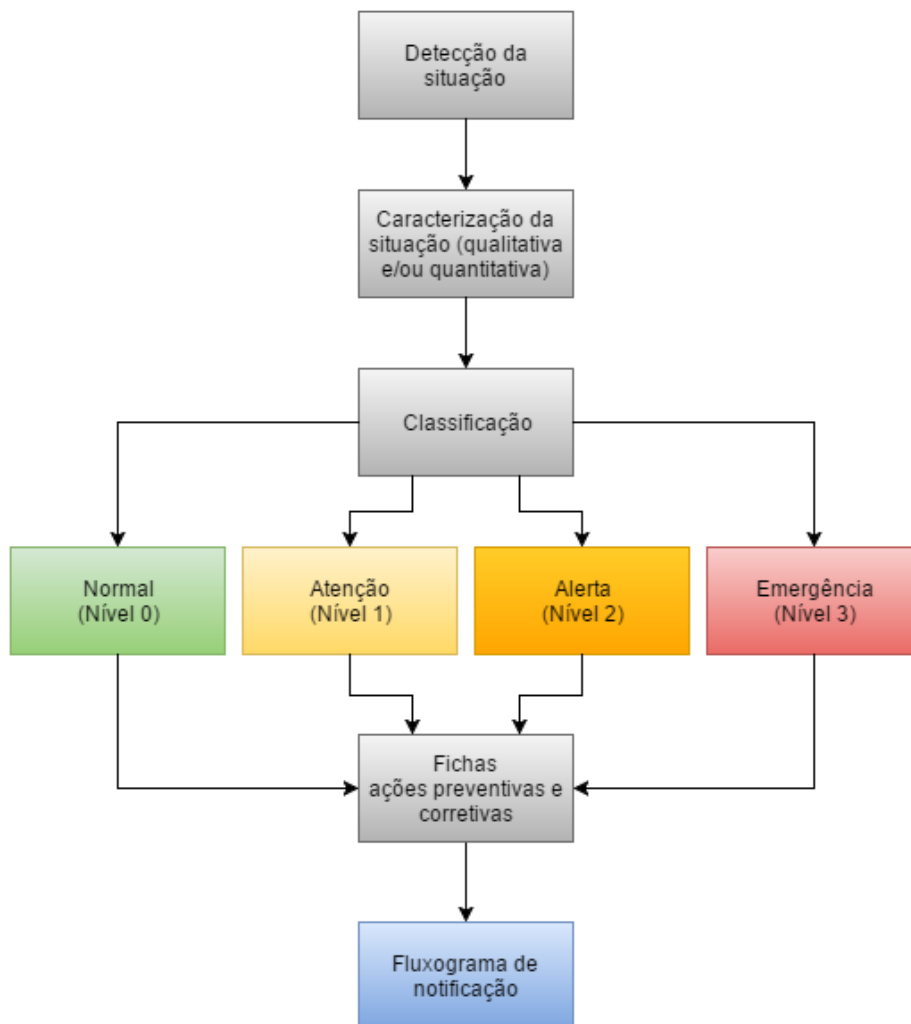


Figura 14. Procedimento resumido para classificação de situação e notificação.

4.1 Objetivo

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. São objetivos do documento da Seção III do PAE:

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

4.2 Sistema de Comunicação da Barragem de Santo Antônio do Jari

O sistema de comunicação da barragem Santo Antônio do Jari 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.

4.3 Fluxo de Informação Interna

O Plano de Atendimento à Emergência estabelece que o Gestor Operacional da UHE Santo Antônio do Jari é o Coordenador do PAE, podendo o Coordenador do PAE nomear outro Colaborador para substituir integralmente suas funções, quando na 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, 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.

4.4 Sistema de Alerta Antecipado

No Plano de Ação de Emergência (PAE) da UHE Santo Antônio do Jari, 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 Auto salvamento (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.

4.4.1 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 das 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 Santo Antônio do Jari. As Figuras 15, 16, 17 e 18 mostram os mapas das rotas de fugas e pontos de encontro estabelecidas na Zona de Auto salvamento (ZAS).



Figura 15 – Mapa de rota de fuga 1

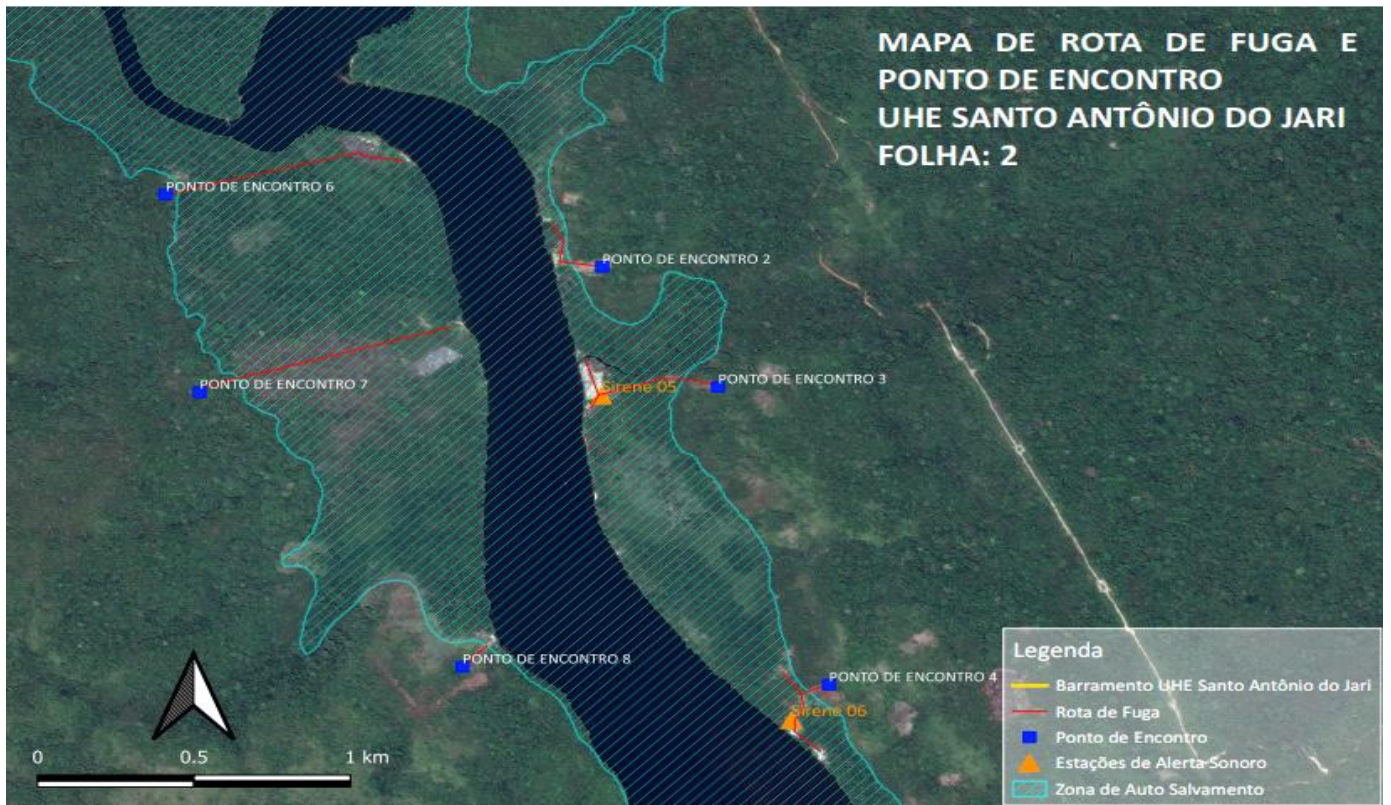


Figura 16 – Mapa de rota de fuga 2

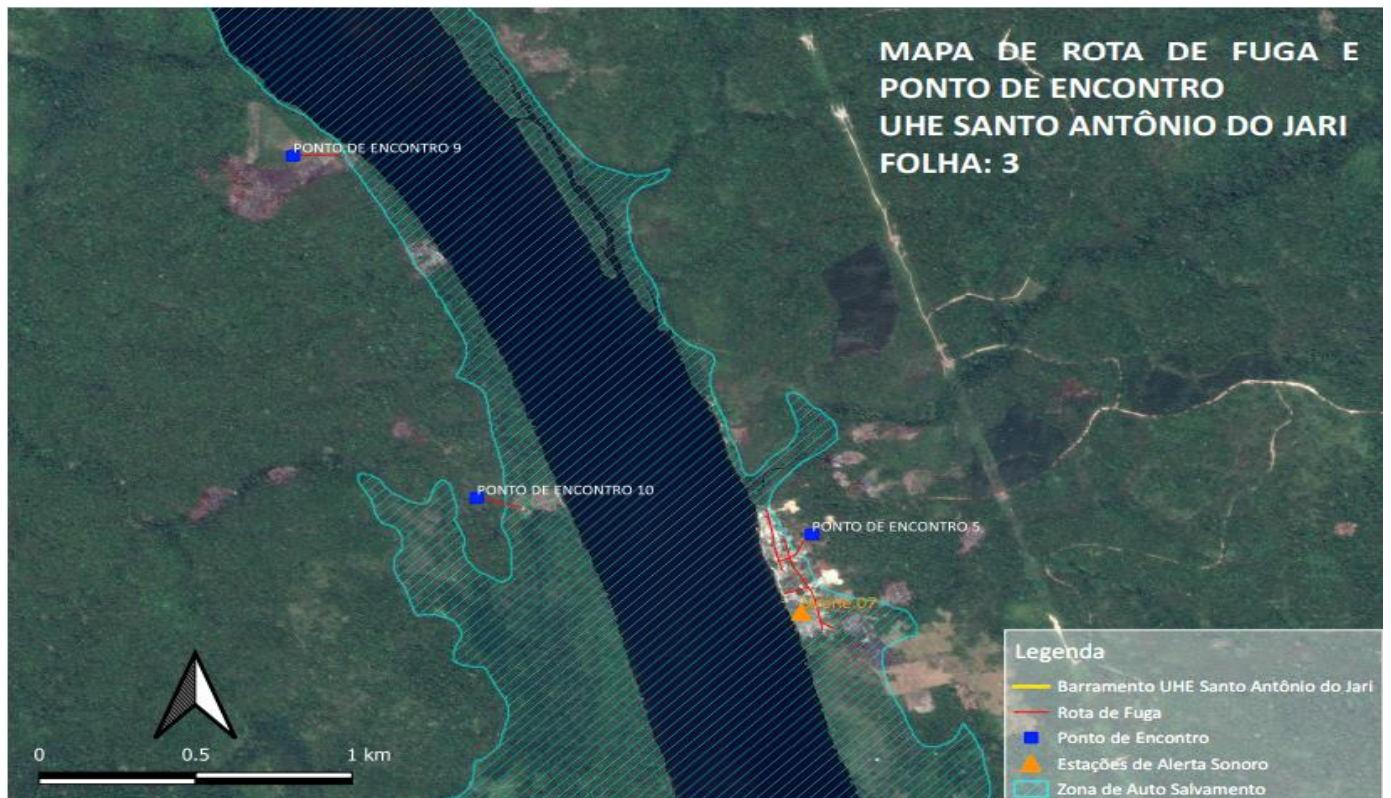


Figura 17 – Mapa de rota de fuga 3



Figura 18 – Mapa de rota de fuga 4

4.4.2 Sistema de Alerta Sonoro para Zona de Auto Salvamento (ZAS)

A UHE Santo Antônio do Jari possui um Sistema Sonoro de Alerta e Emergência instalado na Zona de Auto Salvamento (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 atingir de forma eficiente toda área de auto salvamento a jusante da UHE Santo Antônio do Jari, conforme Figura 19:

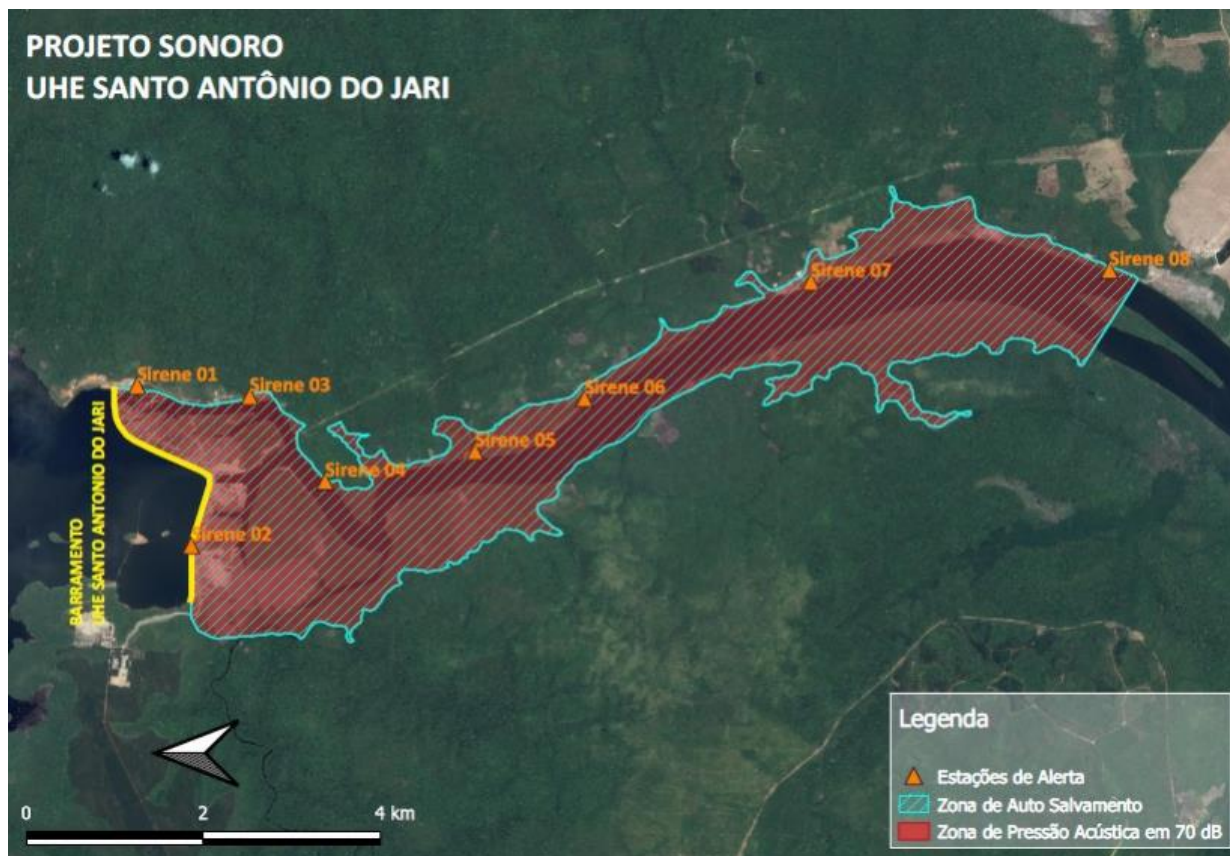


Figura 19 - Mapa da Zona de Autosalvamento

4.5 Operacionalização do Sistema de Alertas

O Sistema de Alerta Sonoro para a Zona de Auto Salvamento deverá ser acionado pelo Operador da Usina após declarado, pelo Coordenador do PAE ou Substituto, a emergência (Nível Vermelho). Na impossibilidade de acionamento local, o Operador Usina deverá solicitar ao Centro de Operação da Geração (COG) da EDP que efetue o acionamento das sirenes através de seus recursos. Estando as sirenes acionadas, o Operador da Usina e COG deverão comunicar suas gestões imediatas informando que as sirenes estão em operação.

4.6 Fluxograma de Notificações

A Figura 20 apresenta o fluxograma de notificação para cada nível de situação (Normal, Atenção, Alerta e Emergência) em que se encontra a Barragem da UHE Santo Antônio do Jari. 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 na Seção V (343-UHECCD-RT-PAE-005), 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 na Seção II (343-UHECCD-RT-PAE-002).

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 Santo Antônio do Jari.

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 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, NOS e Defesa Civil.

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 EMERGÊNCIA – Nível Vermelho

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

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

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.

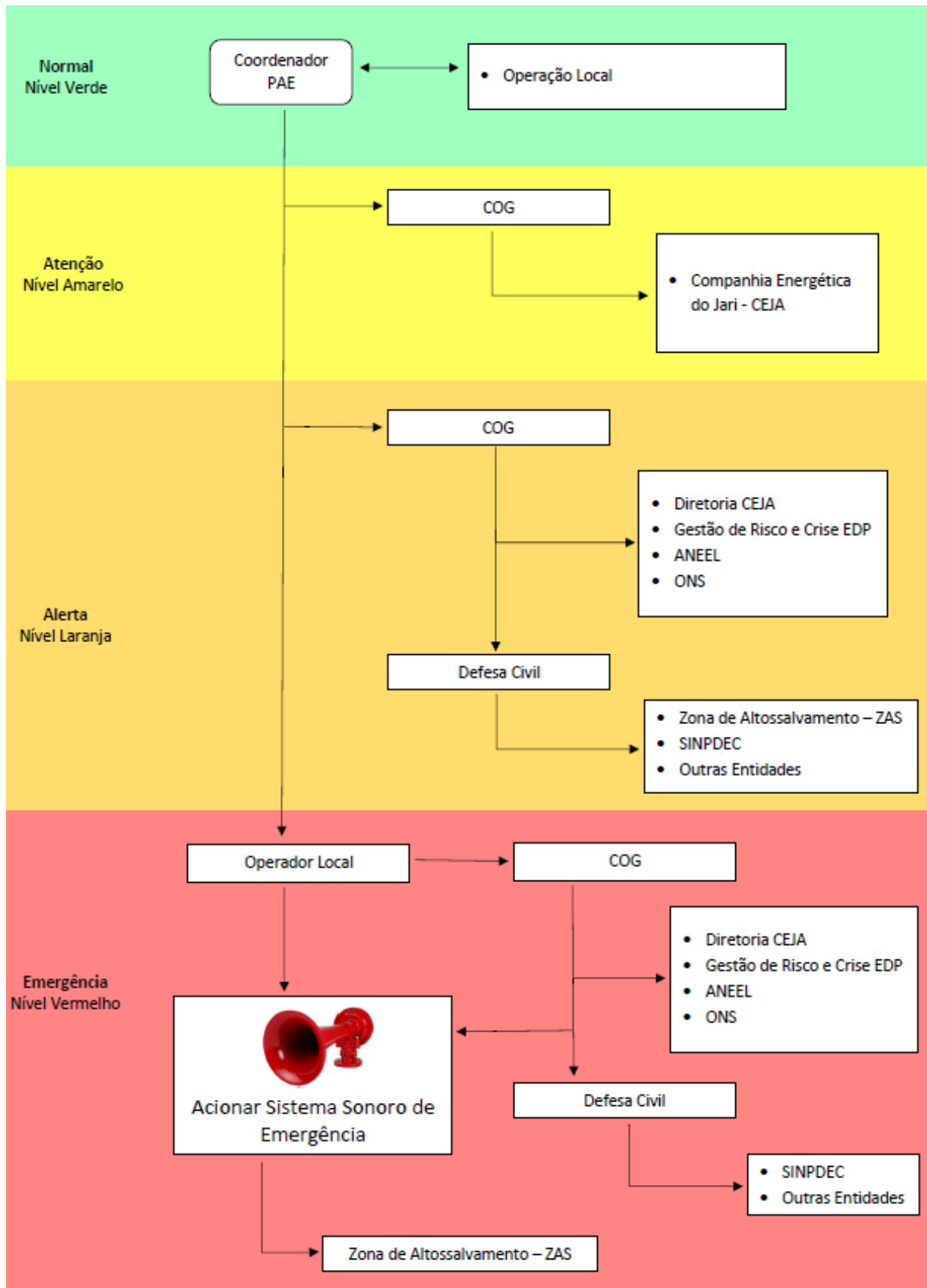


Figura 20 - Fluxo de acionamento conforme estados da barragem

APÊNDICES

Apêndice 1. Lista de contatos para notificação – Barragem Santo Antônio do Jari.

Usina Hidrelétrica Santo Antônio do Jari	Diretor	Nome: Lourival Teixeira Sobrinho Tel. 01: (11) 2185-5355 Cel: (85) 98192-4218 E-mail: lourival.teixeira@edpenergiapecem.com.br
	Coordenador do PAE/Gestor operacional da usina	Nome: Edson Luiz Caldeira Tel. 01: (63) 3311-3301 Cel.: (63) 99217-0772 E-mail: edson.caldeira@investco.com.br
	Engenheiros de Manutenção	Nome: Danilo Paulino de Sá Cel.: (96) 99345-2448 E-mail: danilo.sa@edp.com
	Engenheiros de Manutenção	Nome: Helio Henrique Martins Souza Cel.: (96) 99189-0585 E-mail: helio.souza@edp.com
	Técnico de Segurança do Trabalho	Nome: Genivaldo da Silva Santos Cel.: (96) 99165-5687 E-mail: genivaldo.ss@edp.com
Meio Ambiente	Gestor Executivo	Nome: Eduardo Santarelli Tel. 01: (11) 2185-5532 E-mail: eduardo.santarelli@edpbr.com.br
	Técnico de Meio Ambiente	Nome: Eden Sarraf Tel. 01: (96) 9105-9053 E-mail: eden.sousa@edpbr.com.br
Centro de Operação da Geração	Gestor Operacional	Nome: Mario Pereira de Godoi Cel.: (12) 9 9620-5112 E-mail: mario.godoi@edpbr.com.br Tel. 01: (27) 3183-35212 (27) 3183-3511

		(27) 3183-3513
		E-mail: cog@edpbr.com.br
Escritório - SP	Gestor Executivo	Nome: Edson Luiz Caldeira
		Cel.: (63) 99217-0772
		E-mail: edson.caldeira@investco.com.br
Escritório - SJC	Engenheiro de Segurança de Barragens	Nome: Pedro Henrique Freitas Pupim
		Cel.: (11) 9 9646-5732
	E-mail: pedro.pupim@edpbr.com.br	
	Engenheiro de Segurança de Barragens	Nome: Hécio Luis Todan
		Cel.: (11) 9 9878-3376
E-mail: helcio.todan@edp.com		
Gestor Operacional de Segurança do Trabalho	Nome: Fabio Barbosa Uchoa de Moura	
	Cel.: (11) 975157360	
E-mail: fabio.moura@edpbr.com.br		
Gestor Operacional - Planejamento de O&M	Nome: Denis José dos Santos	
	Cel.: (11) 9 3258-4363	
	E-mail: denis.santos@edpbr.com.br	

Apêndice 2. Lista de contatos para notificação – Entidades externas e governamentais.

Sistema de Defesa Civil	Defesa Civil – Amapá*	Nome: Major Bryan Cel: (96) 9 9126 9322 Nome: Tenente Pastana Cel: (96) 98126-1251 E-mail: secretaria@defesacivil.ap.gov.br
	Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (SEDEC)	Nome: Alexandre Lucas Alves (Coronel) Tel. 01: (61) 2034-5513 Tel. 02: (61) 2034-5736 / 5869 E-mail: sedec@integracao.gov.br
	CENAD (Centro Nacional de Administração Desastres)	Nome: Armin Braun Tel. 01: (61) 2034-4600 (Geral) Tel. 02: (61) 2034-4601 (Sala do Diretor) Tel. 03: (61) 2034-4515 Secretária do diretor E-mail: armin.braun@integracao.gov.br -
Outras Agências	INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais)	Nome: Clezio Marcos Benadim Tel. 01: (12) 3208-6035 Tel. 02: (12) 3208-6034 (Secretaria) E-mail: diretor@inpe.br
	CEMADEN	Nome: Osvaldo Luiz Leal de Moraes Tel. 01: (12) 3205-0113 E-mail: sec.exe-gabdir@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
Populaçã o Residente na	Prefeitura Municipal de Laranjal do Jari (AP)	Nome: Márcio Clay da Costa Serrão Cel.: (96) 9206-2592 E-mail: contato@laranjaldojari.ap.gov.br

Prefeitura Municipal de Vitória do Jari (AP)	Nome: Tel. 01: E-mail:	Ary Duarte (96) 99178-6207 (96) 99132-4763 ascom@laranjaldojari.ap.gov.br
Prefeitura Municipal de Almeirim (PA)	Nome: Cel.:	Maria Lucidalva Bezerra de Carvalho (96) 99199-2017

Apêndice 3. Telefones úteis.

Nome	Região Administrativa		Contato
Corpo de Bombeiros	Geral		193
	Amapá		(96) 2101-2150
	Laranjal do Jari (AP)		(96) 3621-1193
	Vitória do Jari (AP)		(96) 3622-1177
	Pará		(91) 4006-8352
	Santarem (PA) – Região mais próxima de Almeirim		(93) 3522-7536 (93) 3522-2436
SAMU	Geral		192
Defesa Civil	Geral		199
Hospital Estadual de Laranjal do Jari	Laranjal do Jari		(96) 99168-9780
Hospital SEPACO	Monte Dourado		(96) 99113-3525
Polícia Militar	Geral		190
	Amapá		(96) 3314-1041
	Pará		(91) 3236-2122
	Monte Dourado		(96) 99103-4346
	Monte Dourado		(96) 99208-2518
Polícia	Federal	Geral	194
		Amapá	(96) 3213-7500
		Oiapoque (AP)	(96) 3521-1380
		Pará	(91) 3214-8000
		Santarem (PA)	(93) 3512-0500 (93) 3512-0501
	Rodoviária	Geral	191
		Amapá	(96) 3225-9000
	Ambiental	Amapá	(96) 3283-4451
		Pará	(91) 3276-5230
	Civil	Geral	193
		Amapá	(96) 2101-2551
		Pará	(91) 4006-9000
		Almeirim	(93) 3735-2942
Prestadores de Serviço	Hotel Vanguarda	Monte Dourado	(96) 99136-1006
	Hotel Ramalho	Laranjal do Jari	(96) 99164-4678
	Hotel Santa Maria	Monte Dourado	(96) 99142-5133
	RJ VIEGAS	Macapá	(96) 99167-1366
	ELITE	Macapá	(96) 98417-4981
	Posto Ipiranga	Laranjal do Jari	(96) 99194-1002
	Posto Ipiranga	Monte Dourado	(96) 99161-5897

	Padiloca Autocenter	Monte Dourado	(96) 99122-3957
	Mecânica Freitas	Monte Dourado	(96) 99111-4019

As coordenadas das benfeitorias atingidas, referentes ao cenário crítico da ruptura hipotética da UHE Mascarenhas, encontram-se no **Caderno de Coordenadas** desta unidade (**Apêndice 4**).

Apêndice 4. Coordenadas das benfeitorias atingidas.

Título	Código
Caderno de Coordenadas	343-UHESAJ-CD-PAE-004

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Modelo de Plano de Ação de Emergência. Audiência Pública para coletar contribuições e subsídios para a Regulamentação do Plano de Ação de Emergência, conforme art. 8º da Lei nº 12.334 de 20 de setembro de 2010 que trata da Política Nacional de Segurança de Barragens - PNSB. (15 de março de 2013). Brasília: ANA.

_____. Manual do Empreendedor – Volume IV. Guia de Orientação e Formulários dos Planos de Ação de Emergência – PAE. Brasília: ANA, 2015.

EIRD. Estrategia internacional para la redución de desastres américa latina e caribe. 2005. Disponível em: <http://www.eird.org/esp/revista/no_13_2006/boletin.htm>. Acesso em 11NOV2016.