
Responsável Legal

Tijó Participações e Investimentos S.A.

Ruy Bicego Junior

Coordenador do PAE e Gerente da UHE Três Irmãos

Tijó Participações e Investimentos S.A.

Pedro Guilherme de Lara

Responsável pela Elaboração do PAE

Fractal Engenharia e Sistemas

SUMÁRIO

1	RESUMO GERAL DO PAE	7
1.1	RESUMO DO EMPREENDIMENTO.....	7
1.2	IDENTIFICAÇÃO, ANÁLISE, CLASSIFICAÇÃO E TOMADA DE DECISÃO..	7
1.2.1	Indicadores Qualitativos	8
1.2.2	Indicadores Quantitativos	8
1.3	AGENTES ENVOLVIDOS – INTERNOS E EXTERNOS.....	12
1.4	FLUXOGRAMA EM CASO DE EMERGÊNCIAS	13
2	SEÇÃO I – INFORMAÇÕES GERAIS DO PAE E DA BARRAGEM	13
2.1	APRESENTAÇÃO	13
2.2	OBJETIVO.....	15
2.3	EQUIPE DE MONITORAMENTO E SEGURANÇA.....	16
2.4	IDENTIFICAÇÃO DOS PRINCIPAIS AGENTES DO PAE	17
2.5	RELAÇÃO DAS ENTIDADES COM CÓPIA DO PAE	19
2.6	DESCRIÇÃO GERAL DO EMPREENDIMENTO	19
2.6.1	Descrição da barragem e estruturas associadas	19
2.6.2	Localização e acesso	24
2.6.3	Características hidrológicas, geológicas e sísmicas	27
2.7	APROVEITAMENTOS NA CASCATA	34
2.8	RECURSOS MATERIAIS E LOGÍSTICOS NA BARRAGEM	37
2.8.1	Sistema de comunicação.....	37
2.8.2	Alimentação de Energia.....	37
2.8.3	Recursos mobilizáveis em situações de emergência.....	37
3	SEÇÃO II – DETECÇÃO, AVALIAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DAS SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA	38
3.1	DETECÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DAS SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA.....	38
3.2	AVALIAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DAS SITUAÇÕES DE EMERÊNCIA E NÍVEIS DE RESPOSTA.....	39
3.2.1	Indicadores Qualitativos	40
3.2.2	Indicadores Quantitativos	42
3.3	PROCESSO DE GESTÃO DA SEGURANÇA	46
4	SEÇÃO III – PROCEDIMENTO DE NOTIFICAÇÃO E SISTEMA DE ALERTA..	49
4.1	NOTIFICAÇÃO E FLUXOGRAMA	49
4.1.1	Notificação dos agentes internos.....	49
4.1.2	Notificação dos agentes externos.....	50
4.2	SISTEMA DE ALERTA	54
5	SEÇÃO IV – RESPONSABILIDADES GERAIS DO PAE.....	57
5.1	RESPONSABILIDADES DO EMPREENDEDOR.....	57
5.2	RESPONSABILIDADES DO COORDENADOR DO PAE	59
5.3	RESPONSABILIDADES DA EQUIPE DE SEGURANÇA DA BARRAGEM..	60

5.4	SISTEMA DE PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL.....	60
5.4.1	Defesa Civil	61
5.4.2	Corpo de Bombeiros.....	64
6	SEÇÃO V – SÍNTESE DO ESTUDO DE INUNDAÇÃO	65
6.1	MODELAGEM DA RUPTURA HIPOTÉTICA	65
6.2	DADOS UTILIZADOS.....	65
6.3	HIPÓTESE E PROVÁVEIS MODOS DE RUPTURA	66
6.4	PROPAGAÇÃO HIDRÁULICA DA ONDA DE RUPTURA.....	68
6.5	ZONA DE AUTOSSALVAMENTO (ZAS).....	68
6.6	ZONA SECUNDÁRIA DE SALVAMENTO (ZSS)	69
6.7	INDICAÇÃO DOS PONTOS DE SEGURANÇA.....	69
6.8	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA AFETADA.....	70
6.9	RESTRIÇÕES LOCAIS	72
7	SEÇÃO VI – MEDIDAS PARA REGASTE DE ATINGIDOS E MITIGAÇÃO DE IMPACTOS.....	72
	REFERÊNCIAS	74
	APÊNDICES	75
	APÊNDICE 1 – CONTATOS INTERNOS E EXTERNOS	75
	APÊNDICE 2 – PLANO DE ARTICULAÇÃO COM PODER PÚBLICO.....	84
	APÊNDICE 3 – PLANO E REGISTRO DE TREINAMENTO DO PAE	84
A.	EXERCÍCIO DE SIMULAÇÃO	85
B.	TESTE DOS SISTEMAS DE NOTIFICAÇÃO E ALERTA	86
C.	AÇÕES DE SENSIBILIZAÇÃO DA POPULAÇÃO	87
	APÊNDICE 4 – FICHAS DE AÇÃO	88
A.	INDICADORES QUALITATIVOS.....	88
	APÊNDICE 5 – FORMULÁRIOS-TIPO.....	107
	APÊNDICE 6 – ESTUDO DE RUPTURA DA BARRAGEM	110
	APÊNDICE 7 – ESTUDO DE TIPIIFICAÇÃO DA ZAS	110
	APÊNDICE 8 – MAPAS DE INUNDAÇÃO	110
	APÊNDICE 9 – COORDENADAS ESTRUTURAS AFETADAS.....	110
	APÊNDICE 10 – MODELO DE PLACAS DE SINALIZAÇÃO.....	111
	APÊNDICE 11 – GLOSSÁRIO	113
	APÊNDICE 12 – CONTROLE DE REVISÕES	117
	APÊNDICE 13 – ENTIDADES COM CÓPIA DO PAE	119
	APÊNDICE 14 – ART DOS RESPONSÁVEIS.....	120

LISTA DE FIGURAS

Figura 28. Equipe de Segurança da Barragem Três Irmãos.....	17
Figura 5. UHE Três Irmãos/Arranjo do empreendimento.....	20
Figura 1. Mapa de localização da UHE Três Irmãos.....	26
Figura 2. Mapa de acesso da UHE Três Irmãos.....	27
Figura 3. Diagrama de Operação do reservatório Três Irmãos.....	46
Figura 4. Sistema de gestão de emergências.....	48
Figura 5. Fluxograma de notificação.....	53
Figura 3. Intensidade do sinal de celular.....	55
Figura 6. Ilustração das possíveis brechas identificadas na APMR. Vista de jusante para montante.....	67
Figura 7. Cenários de ruptura da Barragem Três Irmãos.....	68

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Assentamentos Rurais na região de estudo.....	28
Tabela 2. Vazões médias mensais (m ³ /s) na UHE Três Irmãos.....	34
Tabela 2. Número aproximado de atingidos (economias).....	71
Tabela 2. Número aproximado de atingidos (habitantes).....	71
Tabela 5. Estudo de Ruptura Hipotética.....	110
Tabela 7. Caderno de Coordenadas.....	110
Tabela 6. Mapas de Inundação.....	110
Tabela 7. Caderno de Coordenadas.....	110

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Cores padrões dos níveis de resposta.....	8
Quadro 2. Análise, Classificação e Ações de Resposta - Sem anomalia.....	9
Quadro 3. Análise, Classificação e Ações de Resposta - Com anomalia.....	9
Quadro 4. Etapas de Notificação - Interna e Externa.....	11
Quadro 5. Contatos do PAE.....	12
Quadro 7. Contatos do PAE.....	18
Quadro 8. Ficha Técnica.....	20
Quadro 2. Unidades de Conservação na região em estudo.....	28
Quadro 3. Sismos registrados em um raio de 340km da Barragem Três Irmãos, 1959 – 2013.	32
Quadro 2. Situação dos aproveitamentos na cascata.....	35
Quadro 5. Materiais estocados na usina.....	38
Quadro 12. Cores padrões dos níveis de resposta.....	39

Quadro 13. Situações de Emergência.....	40
Quadro 6. Instrumentação das estruturas.....	42
Quadro 14. Plano de Comunicação.....	54
Quadro 1. Meios de alerta antecipado Barragem Três Irmãos.....	57
Quadro 15. Resumo de dados empregados no estudo de ruptura hipotética.	65
Quadro 16. Localização dos Pontos de Encontro propostos na ZAS.....	69
Quadro 17. Lista de Contatos para notificação.....	75
Quadro 18. Telefones úteis.	79
Quadro 19. Modelo de registro de reuniões do plano de articulação.	84
Quadro 20. Modelo de Registro de Treinamentos.	86
Quadro 21. Formulário de declaração de início de emergência.....	107
Quadro 22. Formulário de declaração de encerramento de emergência.	108
Quadro 23. Formulário de mensagem de notificação.	109
Quadro 24. Controle de Revisões do PAE.....	117
Quadro 25. Entidades que receberam uma cópia do PAE.....	119

1 RESUMO GERAL DO PAE

Este capítulo apresenta o resumo geral do Plano de Ação de Emergência da UHE Três Irmãos, pertencente à Tijó Participações e Investimentos S.A. Este resumo tem como objetivo agilizar as ações da equipe de agentes internos e externos em uma emergência potencial, relacionada à ruptura da barragem e aos riscos hidrológico e estrutural.

1.1 RESUMO DO EMPREENDIMENTO

A barragem Três Irmãos é uma estrutura de retenção d'água, construída para fins de geração de energia elétrica. O aproveitamento possui potência instalada de 807,5 MW, geradas por 05 (cinco) turbinas tipo Francis vertical, com potência unitária de 165 MW.

A UHE Três Irmãos é composta por barragens:

- Do tipo gravidade, construído em Concreto Convencional (CCV). A barragem possui 47,60 m de extensão, com altura máxima da fundação de 62,40 m e crista, coroada na El. 331,40 [m-IBGE].
- Barragem de Terra Central de Margem direita (BTC), construída em Terra/Enrocamento. A barragem possui 1.200 m de extensão, com altura máxima de 57,40 m e crista, coroada na El. 332,40 [m-IBGE].
- Barragem de Terra Margem Direita (BTMD), construída em Terra/Enrocamento. A barragem possui 350 m de extensão, com altura máxima de 22,40 m e crista, coroada na El. 332,40 [m-IBGE].
- Barragem de Terra Margem Esquerda (BTME), construída em Terra/Enrocamento. A barragem possui 1.620,00 m de extensão, com altura máxima de 62,00 m e crista, coroada na El. 332,40 [m-IBGE].

O vertedouro de superfície controlada possui 98 m de extensão e capacidade para extravasar uma cheia de até 10.000 anos de recorrência ($Q \sim 11.333,00 \text{ m}^3/\text{s}$).

1.2 IDENTIFICAÇÃO, ANÁLISE, CLASSIFICAÇÃO E TOMADA DE DECISÃO

O processo de identificação das situações de risco, vinculadas à UHE Três Irmãos, ocorre mediante monitoramento e acompanhamento dos riscos estruturais, monitorados e acompanhados pelas orientações do Plano de Segurança da Barragem.

A classificação quanto aos níveis de segurança baseia-se na análise de eventos e irregularidades passíveis de ocorrência no empreendimento, seguindo um esquema de cores padrão. O Quadro 1 ilustra os níveis de emergência definidos para a UHE Três Irmãos.

Quadro 1. Cores padrões dos níveis de resposta.

<p>NORMAL Nível 0 (Verde)</p>	<p>Quando as anomalias encontradas ou a ação de eventos externos à barragem não comprometem a segurança da estrutura, mas devem ser controladas e monitoradas ao longo do tempo. As cheias estão dentro das previsões esperadas e controladas pelos procedimentos de operação, e pela capacidade de descarga do vertedouro, se não há previsões hidrometeorológicas com condições adversas. <u>Fazem parte do cotidiano da equipe de segurança de barragem da empresa, necessitando, apenas, de notificação interna adequada.</u></p>
<p>ATENÇÃO Nível 1 (Amarelo)</p>	<p>Quando as anomalias encontradas ou a ação de eventos externos à barragem não comprometem a segurança da estrutura, no curto prazo, mas devam ser controladas, monitoradas ou reparadas de forma programada num breve período. Situações hidrometeorológicas adversas, mas compatíveis com os procedimentos de operação do reservatório. <u>A equipe de segurança de barragem da empresa deve providenciar notificações internas e externas, conforme necessidade.</u></p>
<p>ALERTA Nível 2 (Laranja)</p>	<p>Quando as anomalias encontradas ou a ação de eventos externos à barragem representem risco à segurança da estrutura, no curto prazo, devendo ser tomadas providências para a eliminação do problema a curto prazo ou imediatas, e os recursos deverão estar disponíveis para evitar que ocorra o acidente. Podem ser necessárias ações especiais para manter o controle. Caso seja necessário, poderá ser realizada uma comunicação preventiva a Defesa Civil.</p>
<p>EMERGÊNCIA Nível 3 (Vermelho)</p>	<p>Quando as anomalias encontradas ou a ação de eventos externos na barragem representem risco a segurança da estrutura que demandam a retirada dos possíveis atingidos, mas podem ser tomadas providências para a eliminação do problema.</p>

Fonte: ABRAGE (2017) - adaptado.

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.

1.2.1 Indicadores Qualitativos

A análise qualitativa da barragem é realizada junto às inspeções rotineiras e/ou inspeções periódicas. Estas atividades podem ser balizadas pelas fichas de ação, mediante interpretação visual, seguida pela análise da situação identificada. As fichas de ação podem ser consultadas no APÊNDICE 4 – FICHAS DE AÇÃO.

1.2.2 Indicadores Quantitativos

Os indicadores quantitativos auxiliam a gestão da situação de risco, através do monitoramento dos instrumentos de auscultação da barragem. No caso da UHE Três Irmãos, tem-se a leitura diária dos níveis d'água do reservatório.

Quadro 2. Análise, Classificação e Ações de Resposta - Sem anomalia.

Análise de Indicadores	Identificada anomalia?	Nível de Resposta	Ações de Resposta	Responsável
Análise do Relatório de Validação da Auscultação	Não	NORMAL	Continuar monitoramento mensal. Arquivar os relatórios para histórico da barragem.	Equipe de Segurança da Barragem
Realização de Inspeções Visuais Rotineiras			Continuar monitoramento mensal. Arquivar os relatórios para histórico da barragem.	Equipe de Segurança da Barragem
Inspeção de Segurança Regular (ISR)			Arquivar os relatórios para histórico da barragem.	Equipe de Segurança da Barragem

Quadro 3. Análise, Classificação e Ações de Resposta - Com anomalia.

Análise de Indicadores	Identificada anomalia?	Avaliação da anomalia				Nível de Resposta	Ações de Resposta	Responsável
		Comprometem a segurança da estrutura?						
		Não	longo/médio prazo	curto prazo	Iminência de Ruptura			
Análise da Instrumentação	Sim	X			NORMAL	Realizar levantamento das anomalias identificadas e confeccionar o relatório de registro. Este relatório deve conter a descrição do maior número de detalhes possíveis, tais como: data, hora, descrição do local, extensão da ocorrência, fotos e identificação das causas.	Equipe de Segurança da Barragem	
Realização de Inspeções Visuais Rotineiras						Analisar a gravidade das situações e classificá-las de acordo com os Níveis de Resposta.	Equipe de Segurança da Barragem	
Inspeção de Segurança Regular (ISR)						Analisar as Fichas de Ação e, caso pertinente, realizar as ações descritas por elas.	Equipe de Segurança da Barragem	
						Definir Plano de Ação para atendimento das anomalias. Estas ações podem ser para controle, monitoramento ou reparação.	Equipe de Segurança da Barragem	
						Continuar monitoramentos mensais ou aumentar a frequência. Arquivar os relatórios para histórico da barragem.	Equipe de Segurança da Barragem	
Análise da Instrumentação	Sim				ATENÇÃO	Realizar levantamento das anomalias identificadas e confeccionar o relatório de registro. Este relatório deve conter a descrição do maior número de detalhes possíveis, tais como: data, hora, descrição do local, extensão da ocorrência, fotos e identificação das causas.	Equipe de Segurança da Barragem	
Realização de Inspeções Visuais Rotineiras						Comunicar o Coordenador do PAE sobre a situação identificada.	Equipe de Segurança da Barragem	
						Analisar a gravidade das situações e classificá-las de acordo com os Níveis de Resposta	Equipe de Segurança da Barragem e Coordenador do PAE	
						Alterar o nível da barragem para ATENÇÃO . Esta alteração é realizada através do preenchimento do formulário "Declaração de Início da Emergência". Este documento formaliza a alteração de nível e deve ser arquivado para vias de histórico da barragem. Não há necessidade de comunicação externa neste nível.	Coordenador do PAE	
Inspeção de Segurança Regular (ISR)						Analisar as Fichas de Ação e, caso pertinente, realizar as ações descritas por elas.	Equipe de Segurança da Barragem e Coordenador do PAE	
						Definir Plano de Ação para atendimento das anomalias. Estas ações podem ser para controle, monitoramento ou reparação.	Equipe de Segurança da Barragem e Coordenador do PAE	
						Continuar monitoramentos mensais ou aumentar a frequência. Arquivar os relatórios para histórico da barragem.	Equipe de Segurança da Barragem	
Comunicar os funcionários do empreendimento e o Empreendedor	Coordenador do PAE							
Análise da Instrumentação	Sim					Caso a anomalia seja controlada ou extinta, o Coordenador do PAE deve alterar o nível da barragem para NORMAL . Esta alteração é realizada através do preenchimento do formulário "Declaração de Encerramento da Emergência". Este documento formaliza a alteração de nível e deve ser arquivado para vias de histórico da barragem. Não há necessidade de comunicação externa neste nível.	Coordenador do PAE	
Realização de Inspeções Visuais Rotineiras								
Inspeção de Segurança Regular (ISR)						Caso a anomalia progrida para uma situação de maior criticidade, o Coordenador do PAE deve, em conjunto com a Equipe de Monitoramento e Segurança da Barragem, realizar a sua análise e consequente reclassificação do Nível de resposta (ALERTA ou EMERGÊNCIA).	Coordenador do PAE	

Análise de Indicadores	Identificada anomalia?	Avaliação da anomalia				Nível de Resposta	Ações de Resposta	Responsável
		Comprometem a segurança da estrutura?						
		Não	longo/médio prazo	curto prazo	Iminência de Ruptura			
Análise da Instrumentação Realização de Inspeções Visuais Rotineiras Inspeção de Segurança Regular (ISR)	Sim			X		ALERTA	Realizar levantamento das anomalias identificadas e confeccionar o relatório de registro. Este relatório deve conter a descrição do maior número de detalhes possíveis, tais como: data, hora, descrição do local, extensão da ocorrência, fotos e identificação das causas.	Equipe de Segurança da Barragem
							Comunicar o Coordenador do PAE sobre a situação identificada.	Equipe de Segurança da Barragem
							Analisar a gravidade das situações e classificá-las de acordo com os Níveis de Resposta	Equipe de Segurança da Barragem
							Alterar o nível da barragem para ALERTA . Esta alteração é realizada através do preenchimento do formulário "Declaração de Início da Emergência". Este documento formaliza a alteração de nível e deve ser arquivado para vias de histórico da barragem. Há necessidade de comunicação externa neste nível.	Coordenador do PAE
							Analisar as Fichas de Ação e, caso pertinente, realizar as ações descritas por elas.	Equipe de Segurança da Barragem e Coordenador do PAE
							Definir Plano de Ação para atendimento das anomalias. Estas ações devem ser tomadas para eliminação do problema.	Equipe de Segurança da Barragem e Coordenador do PAE
							Aumentar a frequência dos monitoramentos. Arquivar os relatório para histórico da barragem.	Equipe de Segurança da Barragem
							Comunicar os funcionários do empreendimento e o Empreendedor	Coordenador do PAE
							Acionar o fluxograma de notificação do PAE, alertando as entidades externas listadas por ele.	Coordenador do PAE
				Caso a anomalia seja controlada ou extinta, o Coordenador do PAE deve, em conjunto com a Equipe de Monitoramento e Segurança da Barragem, realizar a sua análise e conseqüente reclassificação do Nível de resposta (ATENÇÃO ou NORMAL). Esta alteração é realizada através do preenchimento do formulário "Declaração de Encerramento da Emergência". Este documento formaliza a alteração de nível e deve ser arquivado para vias de histórico da barragem. Há necessidade de comunicação externa neste nível.	Coordenador do PAE			
				Caso a anomalia progrida para uma situação de maior criticidade, o Coordenador do PAE deve, em conjunto com a Equipe de Monitoramento e Segurança da Barragem, realizar a sua análise e conseqüente reclassificação do Nível de resposta (EMERGÊNCIA).	Coordenador do PAE			
Análise da Instrumentação Realização de Inspeções Visuais Rotineiras Inspeção de Segurança Regular (ISR)	Sim			X		EMERGÊNCIA	Realizar levantamento das anomalias identificadas e confeccionar o relatório de registro. Este relatório deve conter a descrição do maior número de detalhes possíveis, tais como: data, hora, descrição do local, extensão da ocorrência, fotos e identificação das causas.	Equipe de Segurança da Barragem
							Comunicar o Coordenador do PAE sobre a situação identificada.	Equipe de Segurança da Barragem
							Analisar a gravidade das situações e classificá-las de acordo com os Níveis de Resposta	Equipe de Segurança da Barragem e Coordenador do PAE
							Alterar o nível da barragem para EMERGÊNCIA . Esta alteração é realizada através do preenchimento do formulário "Declaração de Início da Emergência". Este documento formaliza a alteração de nível e deve ser arquivado para vias de histórico da barragem. Há necessidade de comunicação externa neste nível.	Coordenador do PAE
							Comunicar os funcionários do empreendimento e o Empreendedor	Coordenador do PAE
							Acionar o fluxograma de notificação do PAE (Figura 7), alertando as entidades externas listadas por ele.	Coordenador do PAE
							Mobilizar os recursos necessários para mitigação e prevenção de danos humanos, animais e materiais.	Coordenador do PAE

Quadro 4. Etapas de Notificação - Interna e Externa.

Tipo	Etapa	Descrição	Resumo da ação
INTERNA (NORMAL e ATENÇÃO)	1	Identificação do comportamento anômalo	A identificação de uma situação de emergência pode ser realizada por qualquer funcionário ou terceiro que presencie e/ou tenha conhecimento da mesma, devendo comunicar, imediatamente, a Equipe de Monitoramento e Segurança da Barragem.
	2	Acionamento da Equipe de Monitoramento e Segurança da Barragem	A Equipe de Monitoramento e Segurança da Barragem irá realizar o levantamento das anomalias identificadas, fazer sua análise, registro da situação e traçar um Plano de Ação para seu atendimento. <u>Caso seja identificado que a anomalia compromete a segurança da estrutura, a Equipe de Monitoramento e Segurança da Barragem deverá acionar o Coordenador do PAE.</u>
	3	Acionamento do Coordenador do PAE	O Coordenador do PAE, em conjunto com a Equipe de Monitoramento e Segurança da Barragem, irá analisar a situação em curso, definir o nível de comprometimento da estrutura (longo, médio, curto prazo ou iminência de ruptura) e traçar um Plano de Ação para seu atendimento. Feita a análise e definido o grau de comprometimento da estrutura, o coordenador do PAE irá realizar a alteração do Nível de resposta da Barragem. Para os níveis de ALERTA e EMERGÊNCIA , o Coordenador do PAE deverá acionar o Fluxograma de Notificação da Barragem.
	4	Comunicação dos funcionários da barragem e do Empreendedor	A comunicação dos demais funcionários da usina e do empreendedor é requerida para os níveis de ATENÇÃO , ALERTA e EMERGÊNCIA .
EXTERNA (ALERTA e EMERGÊNCIA)	5	Acionamento do Fluxograma de Notificação (Figura 7) <ul style="list-style-type: none"> • População na ZAS • Coordenadorias de Defesa Civil • Órgãos de Segurança (Corpo de Bombeiros e Polícia) • Hospitais e Postos de Saúde • Usinas de jusante e montante • Prefeituras dos municípios afetados • Agência Fiscalizadora 	<p>A comunicação externa é requerida para os Níveis de ALERTA e EMERGÊNCIA. Neste caso, o Coordenador do PAE deve acionar os agentes listados abaixo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • A notificação para o nível de ALERTA deve ser realizada para que a população fique em Estado de Prontidão, enquanto no nível de EMERGÊNCIA, notifica-se para que seja iniciada a Evacuação. • A Defesa Civil deve ser acionado de forma hierárquica, iniciando-se pela esfera mais próxima à situação emergente, otimizando a resposta ao chamado. Isto é, parte-se do âmbito municipal, seguido pelo regional, estadual e, por fim, federal. A Defesa Civil é responsável por atuar na Zona de Segurança Secundária, tomando as medidas necessárias para atendimento da situação emergente (Evacuação da população, atendimentos nos Pontos de Encontro, interdição de ruas e pontos, entre outros). • Os órgãos de segurança (Corpo de Bombeiros e Polícia) trabalharão, em conjunto com a Defesa Civil, na busca, salvamento e evacuação da população afetada. • Os hospitais e postos de saúde das áreas afetadas e regiões próximas devem ser mantidos em estado de prontidão para recebimento de possíveis feridos. Esta medida tem como intuito verificar a disponibilidade de médicos e leitos no local. • Os empreendimentos de montante e jusante são acionados para buscar soluções de manobra que auxiliem o controle da situação e/ou fiquem em estado de alerta. • As prefeituras são acionadas para que fiquem em estado de prontidão e tomem as medidas cabíveis junto aos órgãos de segurança. • A Aneel deve ser notificada, conforme requerido pela legislação vigente.

1.3 AGENTES ENVOLVIDOS – INTERNOS E EXTERNOS

Quadro 5. Contatos do PAE¹.

AGENTE	EMPRESA	NOME	CONTATO
Responsável pela Elaboração do PAE	Fractal Engenharia e Sistemas	Pedro Guilherme de Lara	(48) 3304-6455
Empreendedor	Tijóá Participações e Investimentos S.A.		(21) 3095-1800
Coordenador do PAE	Tijóá Participações e Investimentos S.A.	Ruy Bicego	(18) 99815-3803
Coordenador do PAE Suplente	Tijóá Participações e Investimentos S.A.	Guilherme Taveira	
SISTEMA DE DEFESA CIVIL			
Coordenadoria Municipal de Defesa Civil (COMDEC) – Andradina (SP)		(18) 3702-1000	
Coordenadoria Municipal de Defesa Civil (COMDEC) – Pereira Barreto (SP)		(18) 3704-4804	
Coordenadoria Municipal de Defesa Civil (COMDEC) – Ilha Solteira (SP)		(18) 3743-6080	
Coordenadoria Municipal de Defesa Civil (COMDEC) – Castilho (SP)		(18) 3741-9000	
Coordenadoria Regional de Defesa Civil – Região de São Araçatuba (REDEC/I-9)		(18) 3622-7010	
Coordenadoria Estadual de Defesa Civil (CEDEC) – São Paulo		(11) 2193-8888	
Coordenadoria Municipal de Defesa Civil (COMDEC) – Três Lagoas (MS)		(67) 3929-1573	
Coordenadoria Estadual de Defesa Civil (CEDEC) – Mato Grosso do Sul		(67) 3318-1121 (67) 3318-1078 (67) 3318-1000	
Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (SEDEC)		(61) 2034-5513 (61) 2034-5736 / 5869	
CENAD (Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres)		(18) 3702-1000	
Prefeitura Municipal de Andradina (SP)		(54) 3615-1154	
Prefeitura Municipal e Secretaria de Obras de Pereira Barreto (SP)		(18) 3704-8500	
Prefeitura Municipal e Secretaria de Obras de Ilha Solteira (SP)		(18) 3743-6000	
Prefeitura Municipal de Castilho (SP)		(18) 3741-9000	
Prefeitura Municipal de Selvíria (MS)		(67) 3579-1243	
Prefeitura Municipal de Três Lagoas (MS)		(67) 3929-9900	

¹ Nota: Maiores detalhes e contatos ver Fluxograma de Notificação apresentado na Figura 7.

1.4 FLUXOGRAMA EM CASO DE EMERGÊNCIAS

O Fluxograma de Notificação da barragem da UHE Três Irmãos, deverá ser acionado quando o Nível de Resposta estiver como **ATENÇÃO**, **ALERTA** ou **EMERGÊNCIA**.

Nesta linha, a Figura 7 apresenta o Fluxograma de acionamento, em caso de emergência, da UHE Três Irmãos. O detalhamento do Plano de Comunicação encontra-se no item 4.2 SISTEMA DE ALERTA.

2 SEÇÃO I – INFORMAÇÕES GERAIS DO PAE E DA BARRAGEM

2.1 APRESENTAÇÃO

No dia 20 de setembro de 2010 foi instituída a Política Nacional de Segurança de Barragens, Lei Federal nº 12.334/2010. Complementar a ela, tem-se a Lei Federal nº 14.066, de 30 de setembro de 2020. Estas legislações buscam garantir a observância de padrões mínimos de segurança de barragens, de modo a prevenir, reduzir a possibilidade de acidentes e/ou desastres e minimizar suas consequências. Simultaneamente, buscam regulamentar as ações de segurança a serem adotadas em diversas etapas do empreendimento, bem como definir procedimentos emergenciais e promover a atuação conjunta, em caso de incidente, acidente ou desastre, de empreendedores, fiscalizadores e órgãos de proteção e defesa civil.

As Leis Federais nº 12.334/2010 e nº 14.066/2020, aplicam-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, medida do encontro do pé do talude de jusante com o nível do solo até a crista de coroamento do barramento, 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 perda de vidas humanas;
- (v) Categoria de risco alto, a critério do órgão fiscalizador.

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 caracteriza uma importante ferramenta de gestão e gerenciamento do empreendimento, devendo estar sempre atualizado em relação às fases de vida da obra, às circunstâncias de operação e suas condições de segurança.

O presente documento fez uso das informações expostas na Lei Federal 12.334/2010, na Lei Federal nº 14.066/2020, na Resolução ANEEL nº 696/2015 e no guia de Orientações para elaboração do PAE das barragens de usinas Hidrelétricas da ABRAGE (Associação Brasileira de Empresas Geradoras de Energia Elétrica) publicado em outubro de 2017.

A confecção do PAE está relacionada à categoria de risco e dano potencial associado ao qual a barragem se enquadra, constituindo peça obrigatória para os aproveitamentos com dano potencial associado médio e alto ou categoria de risco alta².

A realização de um Plano de Ação de Emergência (PAE) para a UHE Três Irmãos, pertencente à Tijó Participações e Investimentos S.A., justifica-se pelo seu enquadramento na **CLASSE B**, apresentando Risco Baixo e Dano Potencial Associado Alto.

O PAE da barragem da UHE Três Irmãos é composto por sete seções e seus respectivos apêndices, conforme exposto a seguir:

- i. **Resumo Geral do PAE;**
- ii. **Seção I:** Apresenta informações gerais sobre o PAE, identifica os contatos do empreendedor e das entidades constantes no fluxograma de notificação, apresenta características gerais da barragem, descreve os recursos materiais e logísticos disponíveis em situação de emergência;
- iii. **Seção II:** Apresenta os critérios para detecção, avaliação, classificação e ações esperadas para cada nível de resposta;
- iv. **Seção III:** Define os procedimentos de notificação e o sistema de alerta;
- v. **Seção IV:** Define as responsabilidades gerais do PAE;
- vi. **Seção V:** Apresenta a síntese do estudo de ruptura e os principais resultados da modelagem da ruptura, incluindo a apresentação das cartas de inundação, descreve o vale a jusante e define a Zona de Autossalvamento;
- vii. **Seção VI:** Medidas para resgate de atingidos e mitigação de impactos.

Apêndice 1: Contatos internos e externos;

Apêndice 2: Plano de articulação com o Poder Público;

Apêndice 3: Plano e registro do treinamento do PAE;

Apêndice 4: Fichas de Ação;

Apêndice 5: Formulários-tipo;

Apêndice 6: Estudo de ruptura da Barragem;

Apêndice 7: Estudo de Tipificação da ZAS;

Apêndice 8: Mapas de Inundação;

Apêndice 9: Coordenadas das Estruturas Afetadas

² Esta interpretação está em comum acordo com o estabelecido pela Lei Federal nº 14.066/2020.

Apêndice 10: Modelo de Placas de Sinalização;

Apêndice 11: Glossário;

Apêndice 12: Controle de Revisões;

Apêndice 13: Entidades com cópia do PAE;

Apêndice 14: ARTs.

O PAE da barragem da UHE Três Irmãos deverá ser atualizado sempre que houver alguma mudança expressiva³ em seu conteúdo, como atualização de telefones de contato ou outras ocorrências relevantes, tais como mudanças nos membros da equipe, danos na estrutura civil, falhas em equipamentos eletromecânicos que interfiram na segurança da barragem, dentre outros.

Estas alterações estão em conformidade com o disposto na Lei Federal nº 14.066/2020, a qual afirma que o PAE deverá ser revisto periodicamente, a critério do órgão fiscalizador, nas seguintes ocasiões:

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

Toda alteração deverá ser devidamente registrada, conforme folha de revisão indicada no APÊNDICE 12 – CONTROLE DE REVISÕES, e suas alterações repassadas aos integrantes internos e externos do PAE.

2.2 OBJETIVO

O **PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA** tem por objetivo identificar e classificar as situações de emergência que possam pôr em risco a integridade das estruturas civis da barragem, bem como definir ações e responsabilidades dos colaboradores do barramento e instituições envolvidas, corroborando para a prevenção e mitigação dos desastres ocasionados por adversidades, às quais estão sujeitas o empreendimento em estudo.

Em atendimento ao estabelecido pelo Art. 12º da Lei nº 14.066/2020, o PAE deve conter, no mínimo, os seguintes itens:

³ Nota Técnica nº 59/2013-SFG/ANEEL e ABRAGE, 2017.

- (i) Descrição das instalações da barragem e das possíveis situações de emergência;
- (ii) Procedimentos para identificação e notificação de mau funcionamento, de condições potenciais de ruptura da barragem ou de outras ocorrências anormais;
- (iii) Procedimentos preventivos e corretivos e ações de resposta às situações emergenciais identificadas nos cenários acidentais;
- (iv) Programas de treinamento e divulgação para os envolvidos e para as comunidades potencialmente afetadas, com a realização de exercícios simulados periódicos;
- (v) Atribuições e responsabilidades dos envolvidos e fluxograma de acionamento;
- (vi) Medidas específicas, em articulação com o poder público, para resgatar atingidos, pessoas e animais, para mitigar impactos ambientais, para assegurar o abastecimento de água potável e para resgatar e salvaguardar o patrimônio cultural;
- (vii) Dimensionamento dos recursos humanos e materiais necessários para resposta ao pior cenário identificado;
- (viii) Delimitação da Zona de Autossalvamento (ZAS) e da Zona de Segurança Secundária (ZSS);
- (ix) Levantamento cadastral e mapeamento atualizado da população existente na ZAS, incluindo a identificação de vulnerabilidades sociais;
- (x) Sistema de monitoramento e controle de estabilidade da barragem integrado aos procedimentos emergenciais;
- (xi) Plano de comunicação, incluindo contatos dos responsáveis pelo PAE no empreendimento, da prefeitura municipal, dos órgãos de segurança pública e de proteção e defesa civil, das unidades hospitalares mais próximas e das demais entidades envolvidas;
- (xii) Previsão de instalação de sistema sonoro ou de outra solução tecnológica de maior eficácia em situação de alerta ou emergência, com alcance definido pelo órgão fiscalizador; e
- (xiii) Planejamento de rotas de fuga e pontos de encontro, com a respectiva sinalização.

2.3 EQUIPE DE MONITORAMENTO E SEGURANÇA

A UHE Três Irmãos conta com uma equipe de segurança formada por integrantes internos (Figura 1). Seu intuito consiste em desenvolver as ações necessárias ao cumprimento da legislação, garantia da segurança dos colaboradores e das pessoas que possam ser atingidas em caso de rompimento da barragem.

Fluxograma Responsabilidades PAE

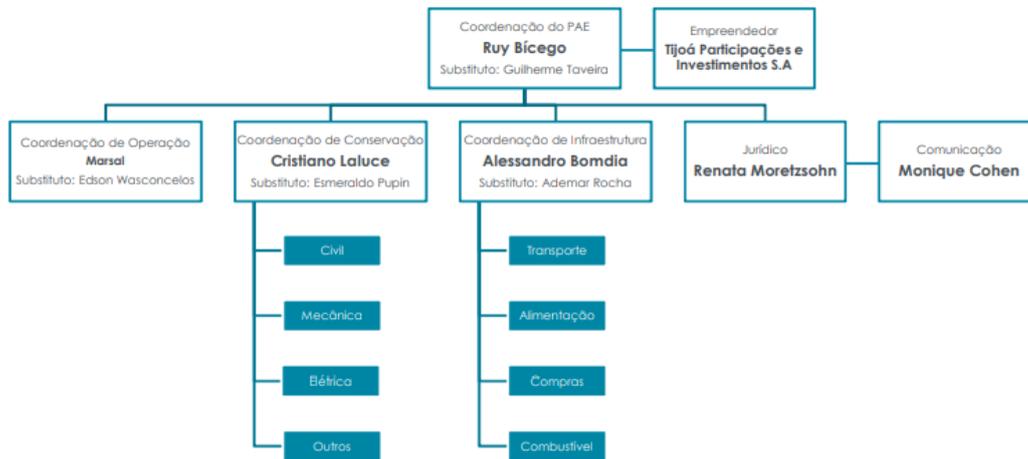


Figura 1. Equipe de Segurança da Barragem Três Irmãos.

Fonte: Adaptado do Manual Geral do Sistema de Operação do Sistema de Emergência da UHE Três Irmãos.

Desta forma, todos os registros de treinamentos realizados, bem como seus resultados, devem ser mantidos organizados e arquivados pela equipe de segurança de barragens da usina. O APÊNDICE 3 – PLANO E REGISTRO DE TREINAMENTO DO PAE apresenta sugestões de testes, periodicidades e quadro para registro dos treinamentos.

Em atendimento ao § 8º do Art. 12º da Lei nº 14.066/2020, em caso de desastre, deverá ser instalada sala de situação para encaminhamento das ações de emergência e para comunicação transparente com a sociedade. Este local deverá ser dotado de sistema de comunicação e fonte confiável de energia.

2.4 IDENTIFICAÇÃO DOS PRINCIPAIS AGENTES DO PAE

Os participantes do PAE são atores-chave na execução das ações em situações de emergência. De modo a impedir especulações e pânico, a Empresa Operadora (Tijó Participações e Investimentos S.A.) é a responsável pela centralização e veiculação de informações.

O Quadro 6 expõe os contatos dos responsáveis (legal e técnico), do coordenador do PAE e seu suplente, bem como dos integrantes do Sistema de Defesa Civil. O detalhamento das responsabilidades compõe a SEÇÃO IV – RESPONSABILIDADES GERAIS DO PAE.

Quadro 6. Contatos do PAE⁴

AGENTE	EMPRESA	NOME	CONTATO
Responsável pela Elaboração do PAE	Fractal Engenharia e Sistemas	Pedro Guilherme de Lara	(48) 3304-6455
Empreendedor	Tijó Participações e Investimentos S.A.		(21) 3095-1800
Coordenador do PAE	Tijó Participações e Investimentos S.A.	Ruy Bicego	(18) 99815-3803
Coordenador do PAE Suplente	Tijó Participações e Investimentos S.A.	Guilherme Taveira	
SISTEMA DE DEFESA CIVIL			
Coordenadoria Municipal de Defesa Civil (COMDEC) – Andradina (SP)		(18) 3702-1000	
Coordenadoria Municipal de Defesa Civil (COMDEC) – Pereira Barreto (SP)		(18) 3704-4804	
Coordenadoria Municipal de Defesa Civil (COMDEC) – Ilha Solteira (SP)		(18) 3743-6080	
Coordenadoria Municipal de Defesa Civil (COMDEC) – Castilho (SP)		(18) 3741-9000	
Coordenadoria Regional de Defesa Civil – Região de São Araçatuba (REDEC/I-9)		(18) 3622-7010	
Coordenadoria Estadual de Defesa Civil (CEDEC) – São Paulo		(11) 2193-8888	
Coordenadoria Municipal de Defesa Civil (COMDEC) – Três Lagoas (MS)		(67) 3929-1573	
Coordenadoria Estadual de Defesa Civil (CEDEC) – Mato Grosso do Sul		(67) 3318-1121 (67) 3318-1078 (67) 3318-1000	
Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (SEDEC)		(61) 2034-5513 (61) 2034-5736 / 5869	
CENAD (Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres)		(18) 3702-1000	
Prefeitura Municipal de Andradina (SP)		(54) 3615-1154	
Prefeitura Municipal e Secretaria de Obras de Pereira Barreto (SP)		(18) 3704-8500	
Prefeitura Municipal e Secretaria de Obras de Ilha Solteira (SP)		(18) 3743-6000	
Prefeitura Municipal de Castilho (SP)		(18) 3741-9000	
Prefeitura Municipal de Selvíria (MS)		(67) 3579-1243	
Prefeitura Municipal de Três Lagoas (MS)		(67) 3929-9900	

⁴ Nota: Maiores detalhes e contatos ver Fluxograma de Notificação apresentado na Figura 7.

2.5 RELAÇÃO DAS ENTIDADES COM CÓPIA DO PAE

Em conformidade com o § 1º do Art. 12 da Lei Federal nº 14.066/2020, o PAE deverá estar disponível no site do empreendedor e ser mantido, em meio digital, no SNISB e, em meio físico, no empreendimento, nos órgãos de proteção e defesa civil dos Municípios inseridos no mapa de inundação ou, na inexistência desses órgãos, na prefeitura municipal.

De acordo com ABRAGE (2017) e ANEEL (2013), a entrega do documento às entidades deverá ser devidamente protocolada e registrada no APÊNDICE 11 – ENTIDADES COM CÓPIA DO PAE. Sugere-se arquivar os protocolos de entrega juntamente com a versão impressa do PAE presente na usina.

2.6 DESCRIÇÃO GERAL DO EMPREENDIMENTO

2.6.1 Descrição da barragem e estruturas associadas

Seguindo a barragem no sentido da margem direita para a esquerda, são observadas as seguintes estruturas:

- Barragem de Terra da Margem Esquerda (BTME);
- Muro de Ligação Esquerdo (ME);
- Barragem de Gravidade;
- Casa de Força (CF);
- Tomada d'Água (TA);
- Vertedouro;
- Muro de Ligação Direito (MD);
- Barragem de Terra Central na Margem Direita (BTC);
- Eclusas (EC);
- Barragem de Terra da Margem Direita (BTMD).

Fazem parte do aproveitamento, ainda:

- Subestação;
- Ponte Jusante;
- Canal interligação.

A Figura 2 ilustra o arranjo do empreendimento.



Figura 2. UHE Três Irmãos/Arranjo do empreendimento.

Fonte: Tijóá Participações e Investimentos S.A. (14ABR2015 - FOTOS33).

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

No Quadro 7 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 Tijóá Participações e Investimentos S.A., segundo condições operacionais e comportamento atuais das estruturas do aproveitamento.

Cabe salientar, que devido à ocorrência de processos de transporte de sedimentos, o volume do reservatório da UHE Três Irmãos pode sofrer modificações. A atualização destes dados torna-se importante, à medida que busca garantir e atestar a precisão dos estudos de ruptura da barragem, quanto à delimitação das áreas atingidas.

Quadro 7. Ficha Técnica.

(1) Reservatório	
NA Montante – Reservatório:	
- Máximo Maximorum [m-IBGE]	329,04
- Máximo Normal [m-IBGE]	328,00
- Mínimo Normal [m-IBGE]	323,00
NA Jusante	
- Máximo Maximorum [m-IBGE]	284,75
- Máximo Normal [m-IBGE]	282,40

- Mínimo Normal [m-IBGE]	279,00
Áreas Inundadas ⁵ :	
- No NA Máximo Maximorum [km ²] ⁶	767,13
- No NA Máximo Normal [km ²]	701,52
- No NA Máximo Mínimo [km ²]	496,02
Volume do Reservatório ⁵ :	
- No N.A. Máximo Maximorum [hm ³] ⁶	13.675,94
- No N.A. Máximo Normal [hm ³]	11.057,72
- No N.A. Mínimo Normal [hm ³]	8.235,61
(2) Barragem ⁷	
Barragem de Terra Margem Esquerda (BTME)	
Material	Terra / Enrocamento
Comprimento Aprox. da Crista [m]	1.620,00
Altura Máxima Aprox.[m]	62,00
Cota da Crista [m-IBGE]	332,40
Muro de Ligação Esquerdo (ME) ⁸	
Tipo	Gravidade em CCV
Comprimento Aprox. da Crista [m] ⁹	55,20
Altura Máxima Aprox.[m]	60,40
Cota da Crista [m-IBGE]	331,40
Barragem de Gravidade ¹⁰	
Tipo	Gravidade em CCV
Comprimento Aprox. da Crista [m]	47,60
Altura Máxima Aprox. da Fundação [m]	62,40

⁵ Relatório Técnico Detalhado de Levantamento Batimétrico. CONSTRUSERV Serviços Gerais LTDA, Revisão 0, 25MAI2017, 26 p. Disponibilizada pela Tijó Participações e Investimentos S.A., mediante correio eletrônico, entre os dias 31JUL2017 e 04AGO2017.

⁶ Tabela Cota x Área x Volume – UHE Três Irmãos. Disponibilizada pela Tijó Participações e Investimentos S.A., mediante correio eletrônico, entre os dias 31JUL2017 e 04AGO2017.

⁷ Memorial Descritivo - Aproveitamento Hidrelétrico de Três Irmãos. CESP Companhia Energética de São Paulo, 100 f. Disponibilizada pela Tijó Participações e Investimentos S.A., entre os dias 31JUL2017 e 04AGO2017.

⁸ Aproveitamento Hidrelétrico de Três Irmãos – Projeto Executivo: Muro de Transição Esquerdo – Escavação – Planta e Cortes. Nº CS17D-GL5-001. PROMON Engenharia S.A, 1974, 1 f. Disponibilizada pela Tijó Participações e Investimentos S.A., mediante correio eletrônico, entre os dias 31JUL2017 e 04AGO2017.

⁹ Memorial Descritivo - Aproveitamento Hidrelétrico de Três Irmãos. CESP Companhia Energética de São Paulo, 100 f. Disponibilizada pela Tijó Participações e Investimentos S.A., entre os dias 31JUL2017 e 04AGO2017.

¹⁰ Aproveitamento Hidrelétrico de Três Irmãos – Projeto Executivo: Barragem de Gravidade e Área de Montagem – Cortes Transversal. Nº CS27B-ST4-008. PROMON Engenharia S.A, Revisão D, 1980, 1 f. Disponibilizada pela Tijó Participações e Investimentos S.A., mediante correio eletrônico, entre os dias 31JUL2017 e 04AGO2017.

Cota da Crista [m-IBGE]	331,40
Muro de Ligação Direito (MD) ¹¹	
Tipo	Gravidade em CCV
Comprimento Aprox. da Crista [m] ⁹	55,20
Altura Máxima Aprox.[m]	59,40
Cota da Crista [m-IBGE]	331,40
Barragem de Terra Central Margem Direita (BTC)	
Tipo	Terra / Enrocamento
Comprimento Aprox. da Crista [m]	1.200,00
Altura Máxima Aprox.[m] ¹²	57,40
Cota da Crista [m-IBGE]	332,40
Barragem de Terra Margem Direita (BTMD)	
Tipo	Terra / Enrocamento
Comprimento Aprox. da Crista [m]	350,00
Altura Máxima Aprox.[m] ¹³	22,40
Cota da Crista [m-IBGE]	332,40
(3) Sistema Extravasor	
Vertedouro de Superfície controlada	
Tipo Perfil	Creager
Vazão [m ³ /s] (TR – 10.000 anos)	11.333,00
Cota da soleira [m-IBGE]	310,50
Número de vãos	4
Largura do vão [m]	15,00
Carga hidráulica [m]	17,90
Comprimento Total Aprox. [m]	98,00
Dissipação de Energia	Bacia de Dissipação
Comporta	
Tipo	Segmento
Número de comportas	4

¹¹ Aproveitamento Hidrelétrico de Três Irmãos – Projeto Executivo: Muro de Transição Direito – Escavação – Cortes. Nº CS17D-GL5-002. PROMON Engenharia S.A, 1979, 1 f. Disponibilizada pela Tijoá Participações e Investimentos S.A., mediante correio eletrônico, entre os dias 31JUL2017 e 04AGO2017.

¹² Aproveitamento Hidrelétrico de Três Irmãos – Projeto Básico: Barragem de Terra: Cortes. Nº CS26A-MS4-030. PROMON Engenharia S.A, 1980, 1 f. Disponibilizada pela Tijoá Participações e Investimentos S.A., mediante correio eletrônico, entre os dias 31JUL2017 e 04AGO2017.

¹³ Aproveitamento Hidrelétrico de Três Irmãos – Projeto Executivo: Barragem de Terra Margem Direita – Aterro. Nº CS29C-MS5-107. PROMON Engenharia S.A, 1986, 1 f. Disponibilizada pela Tijoá Participações e Investimentos S.A., mediante correio eletrônico, entre os dias 31JUL2017 e 04AGO2017.

Largura da comporta [m]	15,00
Altura da comporta [m]	18,00
(4) Sistema Adutor	
Tipo	Incorporada à Casa de Força
Comprimento [m]	224,00
Altura [m]	21,60
Número de unidades	5
Espaço total de unidades	8
Comporta	
Tipo	Vagão
Largura da comporta [m]	9,50
Altura da comporta [m]	11,30
Acionamento	Servo-motor
(5) Eclusa¹⁴	
Número de câmaras	2
Comprimento de cada câmara [m]	142,00
Largura de cada câmara [m]	12,10
Comprimento do canal intermediário [m]	1.000,00
(6) Casa de Força	
Tipo	Semi-abrigada
Espaço Total para Unidades Geradoras	8
Número de Unidades Geradoras	5
Largura [m]	26,00
Comprimento [m]	224,00
(7) Turbinas Hidráulicas	
Tipo	Francis de eixo vertical
Número de Turbinas	5
Potência Nominal Unitária [MW]	165
Vazão turbinada nominal unitária [m³/s]	408,00
Queda Bruta [m]	48,00
Queda nominal [m]	45,80
Queda líquida de referência [m]	42,00
(8) Geradores	

¹⁴ Memorial Descritivo - Aproveitamento Hidrelétrico de Três Irmãos. CESP Companhia Energética de São Paulo, 100 f. Disponibilizada pela Tijoa Participações e Investimentos S.A., entre os dias 31JUL2017 e 04AGO2017.

Potência Nominal [MW]	161,50
Potência nominal total instalada [MW]	807,50
Fator de Potência	0,95
(9) Energia	
Potência instalada da Usina [MW]	807,5
Energia Firme [MW Médios]	1.949,0
(10) Bacia Hidrográfica	
Área de contribuição do reservatório [km ²]	71.078,64
Declividade média [m/km]	0,8
Comprimento aprox. do Rio Tietê [km]	1.150

*NDA – Informação não encontrada ou duvidosa nos registros documentais.

2.6.2 Localização e acesso

A UHE Três Irmãos situa-se nos municípios de Andradina e Pereira Barreto, no estado de São Paulo a, aproximadamente, 650 km de distância da cidade de São Paulo, capital do Estado. Partindo do Aeroporto Regional Plínio Alarcon, no município de Três Lagoas, SP, segue-se em direção a BR262, percorrendo-a por cerca de 11 km. Na sequência, deve-se tomar a saída 662 em direção à Itapura e Ilha Solteira, SP, seguindo pela Rod. Gerson Dourado de Oliveira (SP-595) por cerca de 22,50 km. Neste ponto, vira-se à direita na 1ª rua transversal, percorrendo-a por 14 km em direção à BR-262, a qual deverá ser percorrida por 1,20 km até seu cruzamento com a estrada que dará acesso ao barramento pela margem direita.

O acesso a UHE Três Irmãos, partindo do aeroporto de São José do Rio Preto, pode ser realizado via BR-262, via Rod. Euclides da Cunha ou via Rod. Assis Chateaubriand e Rod. Mal. Rondon. A rota realizada pela BR-262, em condições normais, possui o trajeto mais rápido, o qual será descrito a seguir.

Partindo do aeroporto de São José do Rio Preto deve-se pegar a Av. dos Estudantes e a Av. Clóvis Oger até a BR-456. Adentrada esta rodovia, deve-se percorrê-la por volta de 69,30 km, continuando em frente para permanecer na BR-262. Segue-se esta rodovia e após 146 km vira-se à esquerda, percorrendo 2,20 km até a margem direita da UHE Três Irmãos.

A rota de acesso para a margem esquerda pode ser realizada através da Rod. Assis Chateaubriand e Rod. Mal. Rondon. Partindo do aeroporto de São José do Rio Preto, segue-se em direção a BR-153. Acessando a rodovia, deve-se percorrê-la por 28,50 km. Neste ponto, deve-se tomar a saída em direção a Presidente Prudente e, após 600 m, toma-se o acesso à Rod. Assis Chateaubriand (SP-425), percorrendo-a por, aproximadamente, 65 km.

Na rotatória, deve-se pegar a 2ª saída para manter-se na Rod. Assis Chateaubriand. Após 8 km, vira-se à direita na rampa de acesso a Araçatuba/ Três Lagoas, SP, adentrando a BR-154. Percorridos cerca de 8,60 km, a rodovia muda o nome para Rod. Mal. Rondon (SP-300), a qual deve-se percorrer por 137,40 km. Na sequência, deve-se pegar a saída 639A em direção a Pereira Barreto/ Ilha Solteira, SP, mantendo-se a esquerda para acessar a BR-262. Adentrada a BR-262, deve-se percorrê-la por cerca de 28 km até a estrada que dará acesso ao barramento pela margem esquerda.

A Figura 3 e Figura 4 ilustram a localização e acesso ao empreendimento.



Figura 3. Mapa de localização da UHE Três Irmãos.



Figura 4. Mapa de acesso da UHE Três Irmãos.

2.6.3 Características hidrológicas, geológicas e sísmicas

Situada no estado de São Paulo, vertendo para o interior do país, a sub-bacia do Rio Tietê faz parte da bacia do Rio Paraná, a Bacia 6 conforme classificação da Agência Nacional de Águas (ANA). A Bacia do Paraná abrange os estados de São Paulo, Paraná, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Santa Catarina e Distrito Federal. A sub-bacia do Rio Tietê, por sua vez, tem como rio principal o rio homônimo que nasce na cidade de Salesópolis, na Serra do Mar.

A nascente do rio situa-se a cerca de 1.030 m de altitude e o mesmo percorre cerca de 1150 km até desaguar no rio Paraná. A área de drenagem da bacia do Rio Tietê é de, aproximadamente, 72.075,02 km², possuindo cerca de 0,08 m/km de declividade média. A bacia delimitada pelo aproveitamento, por sua vez, conta com uma área de drenagem aproximada de 71.078,64 km². A UHE Três Irmãos está localizada cerca de 30 km da foz do rio Tietê, ou seja, próximo ao exutório da bacia do mesmo.

2.6.3.1 Áreas protegidas

A extensão da bacia do Rio Tietê, desde sua nascente na Serra do Mar até o interior no estado, quando encontra o rio Paraná, inclui um conjunto vasto de unidades de conservação. Essas unidades estão principalmente concentradas nas porções mais elevadas da bacia.

Contudo, nessa seção será dado enfoque para as Unidades que se encontram próximas ao barramento da UHE Três Irmãos. Dessa forma, o Quadro 8 apresenta essas unidades.

Quadro 8. Unidades de Conservação na região em estudo.

Nome	Esfera	Ato Legal	Órgão Legislador
Área de Proteção Ambiental Jupiaá	Municipal	Lei Ordinária nº 2.411 de 18/12/2009	Secretaria Municipal do Meio Ambiente de Três Lagoas - MS
Parque Estadual do Aguapeí	Estadual	Decreto nº 43.269 de 03/07/1998	Fundação para Conservação e Produção Florestal do Estado de São Paulo
Reserva Biológica das Capivaras	Municipal	Lei Ordinária nº 1.727 de 03/10/2001	Secretaria Municipal de Meio Ambiente – Três Lagoas - MS

Regiões de assentamentos rurais, terras indígenas e comunidades quilombolas foram, também, identificadas na área da bacia hidrográfica do Rio Tietê. Novamente, dada a extensão da bacia, serão detalhadas abaixo aquelas áreas especiais situadas nas proximidades do barramento. Neste caso, não foram identificadas terras indígenas e comunidades quilombolas (Figura 6). Os Assentamento Rurais são um conjunto de unidades agrícolas, instaladas pelo INCRA, onde originalmente existia um imóvel rural que pertencia a um único proprietário. Essas propriedades são entregues pelo INCRA às famílias que apresentem condições financeiras limitadas. As áreas de cada assentamento são variáveis, dependendo do local a ser instalado, bem como condições climáticas e de solo.

A Tabela 1 apresenta a lista dos assentamentos mapeados pela Figura 6, bem como o número de famílias, área e município ao qual pertencem. Aqueles inseridos na área da bacia estão destacados na cor cinza.

Tabela 1. Assentamentos Rurais na região de estudo.

Número	Nome	Município - UF	Área aproximada (km ²)	Nº de Famílias
1	Fazenda Primavera	Andradina-SP	101,6	280
2	Santa Isabel	Castilho-SP	10,3	68
3	Terra Livre	Castilho-SP	6,3	41
4	Eldorado Dos Carajás	Pereira Barreto-SP	8,7	51
5	Cachoeira	Itapura-SP	9,7	65
6	Arizona	Andradina-SP	6,4	46
7	Santa Cristina	Murutinga do Sul-SP	9,9	56
8	Anhumas	Castilho-SP	13,5	69
9	Zumbi dos Palmares	Itapura-SP	11,8	80
10	Cafeeira	Castilho-SP	19,7	125

Número	Nome	Município - UF	Área aproximada (km ²)	Nº de Famílias
11	Nossa Senhora Aparecida II	Castilho-SP	9,8	72
12	Timboré	Andradina-SP	33,7	175
13	Pontal Do Faia	Tres Lagoas-MS	13,2	45
14	Orlando Molina	Murutinga do Sul-SP	15,1	77
15	Terra é Vida	Pereira Barreto-SP	5,4	39
16	Olga Benário	Pereira Barreto-SP	7,6	49
17	Padre Josimo	Aparecida Doeste-SP	6,1	44
18	São Joaquim	Castilho-SP	6,1	46
19	Esmeralda	Pereira Barreto-SP	16,8	84
20	Rio Paranã•	Castilho-SP	22,1	91
21	Fazenda São Sebastião	Andradina-SP	15,3	74
22	Estrela da Ilha	Ilha Solteira-SP	28,5	210
23	Rosely Nunes	Itapura-SP	11,7	85
24	Santa Maria da Lagoa	Ilha Solteira-SP	12,1	75
25	União da Vitoria	Suzanapolis-SP	29,1	152
26	Celso Furtado	Castilho-SP	24,7	179
27	Primavera II	Mirandopolis-SP	20,9	105
28	São Lucas	Mirandopolis-SP	15,3	68
29	Chico Mendes	Aracatuba-SP	42,9	267
30	Josué De Castro	Andradina-SP	7,7	51
31	Santa Luzia	Guaraçaí-SP	10,9	69
32	Frei Pedro	Pereira Barreto-SP	18,7	67

2.6.3.2 Pedologia

A Bacia Hidrográfica do Rio Tietê apresenta 6 (seis) variedades de cobertura pedológica. Dentre os tipos de solos encontrados na região, observa-se a predominância dos Argissolos Vermelho-Amarelo. Estes são solos medianamente profundos a profundos, moderadamente drenados e com textura argilosa. Esse tipo de solo se desenvolve em áreas de relevo plano a montanhoso, possuem baixa permeabilidade nos horizontes subsuperficiais e elevada susceptibilidade à erosão.

Outro tipo de solo que apresenta relevante cobertura em termos de área na bacia é o Latossolo Vermelho. É originado em ambientes bem drenados, são solos porosos a muito porosos. Na bacia, sua presença se dá principalmente no centro da mesma e nas proximidades do barramento.

No sentido da cabeceira da bacia, tem-se o Latossolos Vermelho-Amarelos, os Neossolos Quartzarênicos, os Cambissolos Háplicos e os Neossolos Litólicos, em ordem de predominância espacial. O Latossolo Vermelho-Amarelo é um tipo de solo associado aos relevos planos, suavemente ondulado ou ondulado. São caracterizados como profundos e bem drenados. Os Neossolos Quartzarênicos, por sua vez, são caracterizados por serem solos minerais, com textura arenosa, derivados de sedimentos arenoquatzosos. Ele está presente em uma pequena porção na nascente do rio Jacaré-Guaçú.

O Cambissolo Háplico está presente na extremidade da bacia mais próxima à nascente da mesma, local de relevo ondulado e montanhoso, solo de transição que pode apresentar blocos de rocha junto ao perfil de solo. Por fim, os Neossolos Litólicos têm uma presença discreta na borda sudeste da bacia. É um tipo de solo jovem, como o nome sugere, é raso e desenvolve-se predominantemente em relevos declivosos, apresentando, também, blocos da rocha originária.

2.6.3.3 *Geologia, Geomorfologia e Hidrogeologia*

A geologia da região é diversificada. Sendo assim, optou-se por usar a classificação de unidades geológico-ambientais, proposta pelo CPRM18 em seus estudos estaduais de Geodiversidade, em vez de utilizar as unidades litoestratigráficas, como geralmente se emprega para classificar este tipo de feição. Além disso, escolheu-se limitar a descrição com enfoque para as feições mais próximas a região do barramento e reservatório da usina. Isso se deve ao fato de as feições litológicas ali presentes possuírem maior relevância para o estudo do que àquelas localizadas na cabeceira do rio a cerca de 100 km da usina.

As unidades geológico-ambientais foram pensadas a fim de agrupar a litologia conforme características semelhantes do ponto de vista da resposta ambiental por critérios chave como: deformação tectônica, fraturamentos e cisalhamentos, resistência ao intemperismo, entre outras. Há duas unidades geológico-ambientais que podem ser vistas como predominantes nas proximidades do barramento, são elas: o predomínio de basaltos e o predomínio de espessos pacotes de arenito de deposição mista (eluvial e fluvial). O barramento está situado em uma região de predomínio de basaltos, nessa região o basalto encontra-se intensamente fraturado, sem deformação tectônica, com grau de coerência duro e resistência ao intemperismo de moderada a alta. A porosidade nessa área é de 0 a 15%, sendo uma unidade hidrogeológica fissural.

Os espessos pacotes de sedimentos arenosos de deposição mista (eluvial e fluvial) estão situados por toda a borda da bacia, desde sua parte central. Esse pacote tem composição pouco a moderadamente fraturada, de baixa a moderada resistência ao

intemperismo, textura predominantemente arenosa e porosidade alta, maior que 30%. É uma unidade lito-hidrogeológica granular.

Ao longo do curso do rio, até cerca de metade do reservatório da UHE Três Irmãos, tem-se as intercalações de sedimentos arenosos, siltico-argilosos e folhelhos. Essa é uma unidade não dobrada e não fraturada, com baixa resistência ao intemperismo, alta porosidade (maior que 30%), compondo uma unidade lito-hidrogeológica granular. As litologias predominantes nessa unidade sedimentar são os arenitos e siltitos.

A morfologia do relevo, sob domínio da Bacia Hidrográfica do Rio Tietê, é bastante diversificada, tal como é a geologia na região. A cabeceira da bacia, situada na Serra do Mar, tem o domínio de morfologias características dessa serra, são elas: Colinas Amplas e Suaves, Colinas Dissecadas e Morros Baixos, Morros e Serras Baixas e Escarpas Serranas – regiões onde a declividade não passa dos 35°, com exceção das Escarpas Serranas que podem ter até 60° de declividade. Bem próximo à extremidade da bacia, ainda na região da nascente, se tem o domínio montanhoso.

Ao longo do curso do rio e da extensão da bacia, outras formas de relevo se apresentam, dando continuidade à sua característica diversificada. Em termos de área, a morfologia predominante é o Domínio de Colinas Amplas e Suaves, locais onde a declividade é baixa, variando entre 3 e 10°, bem como a amplitude do relevo, entre 20 e 50 m. À medida em que o rio percorre a bacia e se aproxima do barramento, por outro lado, tem-se domínios menos diversificados. São eles: Domínio de Colinas Amplas e Suaves, Domínio de Colinas Dissecadas e Morros Baixos e Degraus Estruturais e Rebordos Erosivos.

As colinas amplas a suaves, descritas anteriormente, envolvem a calha do rio, bem como o local no qual se situa o barramento. As Colinas Dissecadas e Morros Baixos, por sua vez, envolvem esse primeiro domínio e tem como característica declividade variando entre 5 e 20° e amplitude de relevo entre 30 e 80 m. Por fim, os Degraus Estruturais e Rebordos Erosivos tem presença em uma pequena área ao norte do barramento acompanhando o comprimento do rio. Esse domínio tem declividade variando entre 10 e 25° e amplitude do relevo entre 50 e 200 m.

A hidrogeologia local, tal como é a geologia e a geomorfologia, apresenta diferentes domínios sendo mais diversificada na área próxima às nascentes do rio. Na área mais próxima ao barramento tem-se dois domínios hidrogeológicos predominantes, são eles: o Grupo Bauru, unidade granular, e a Formação Serra Geral, unidade fraturada que armazena água entre fraturas de rochas basálticas.

2.6.3.4 Sismologia

O Brasil conta com três instituições nacionais e cinco da rede mundial, contribuindo diretamente para a confecção do mapa de sismicidade brasileira, assegurando sua confiabilidade (França, 2006). Sendo assim, de acordo com registros históricos obtidos pela Rede Sismográfica Brasileira¹⁵, observa-se que a região da UHE Três Irmãos apresenta abalos sísmicos datados entre os anos de 1959 e 2013.

A série histórica da região aponta 49 (quarenta e nove) registros sismográficos até o ano de 2013 em um raio de cerca de 340 km do barramento, conforma ilustrado pela circunferência na Figura 11. Destes, a maior magnitude foi registrada no ano de 1974, atingindo 4,20 graus na escala Richter. Salienta-se, que a o registro mais próximo da usina está a uma distância de cerca de 70 km do barramento, tendo sido registrado em 2013, o mais recente deles, com magnitude de 3,6 graus.

A espacialização dos registros históricos dos sismos está apresentada no Quadro 9.

Quadro 9. Sismos registrados em um raio de 340km da Barragem Três Irmãos, 1959 – 2013.

Número	Ano	Magnitude	Município	UF
1	1.991	2,00	P. Prudente	SP
2	1.983	2,10	Quirinópolis	GO
3	2.009	2,10	Alto Alegre	SP
4	1.986	2,20	Paraguaçu	SP
5	1.986	2,20	Paraguaçu	SP
6	1.991	2,20	P. Prudente	SP
7	1.993	2,20	Iepê	SP
8	1.993	2,20	Ibiaci	PR
9	2.007	2,20	Bebedouro	SP
10	1.990	2,30	W-Bebedouro	SP
11	1.991	2,40	P. Prudente	SP
12	2.006	2,50	Penápolis	SP
13	2.007	2,50	Bariri	SP
14	1.983	2,70	Centralina	GO
15	1.991	2,70	Cruzália	SP
16	1.995	2,70	Maira	PR
17	2.005	2,70	Bebedouro	SP
18	1.981	2,80	Barretos	SP
19	1.995	2,80	Guaira	SP
20	1.997	2,80	Jatai	GO

¹⁵ Catálogo/ Boletim Sísmico Brasileiro v2014.06. Disponível em: Acesso em: 13/FEV/2017

Número	Ano	Magnitude	Município	UF
21	2.005	2,80	Bebedouro	SP
22	1.991	2,90	Cruzália	SP
23	1.996	2,90	Bariri	SP
24	2.005	2,90	Bebedouro	SP
25	1.974	3,00	Conceição das Alagoas	MG
26	1.984	3,00	Sidrolândia	MS
27	1.991	3,00	São Pedro do Turvo	SP
28	2.010	3,00	Getulina/Macuco	SP
29	1.992	3,10	Iepe	SP
30	1.959	3,20	Fernando Prestes	SP
31	1.959	3,20	Fernando Prestes	SP
32	1.959	3,20	Fernando Prestes	SP
33	1.974	3,20	Conceição das Alagoas	MG
34	1.992	3,20	Pres. Prudente	SP
35	2.004	3,20	Araçatuba	SP
36	2.006	3,20	Regente Feijó	SP
37	2.000	3,40	Catiguá	SP
38	1.974	3,50	Conceição das Alagoas	MG
39	1.974	3,50	Conceição das Alagoas	MG
40	1.976	3,50	Primeiro de Maio	PR
41	2.013	3,60	Jales SP/MG/GO	SP
42	1.976	3,70	B. Capivara	SP
43	1.976	3,70	Primeiro de Maio	PR
44	1.976	3,70	Primeiro de Maio	PR
45	1.979	3,70	Primeiro de Maio	PR
46	1.989	3,70	Ibiaci	PR
47	1.988	3,80	P. Prudente	SP
48	1.976	3,90	Primeiro de Maio	PR
49	1.974	4,20	Conceição das Alagoas	MG

A magnitude dos sismos está diretamente relacionada com seus efeitos na superfície terrestre. Pela escala, temos que sismos com intensidade menor que 2,00 graus da mencionada escala não são sentidos, sendo captados apenas por sismógrafos. Magnitudes entre 2,00 e 4,00 tem impacto pequeno, semelhante ao tremor causado pela passagem de um veículo pesado em uma estrada. Entre 4,00 e 6,00 graus pode ocorrer rachaduras em paredes e deslocamento de móveis. A partir de 6,00 graus, são registrados danos em

construções frágeis. É válido ressaltar que a maior parte dos registros da região é de tremores entre 2,00 e 4,00 graus.

2.6.3.5 Hidrometeorologia

De acordo com a classificação climática de Köppen, a bacia hidrográfica em estudo apresenta clima tropical (Cwa). Isto é, tropical de altitude, com verões úmidos e invernos secos. Esse clima se caracteriza por ter inverno seco e chuvas no verão. No mês mais quente, a temperatura média é superior a 22°C.

O regime fluviométrico da bacia em estudo apresenta os maiores valores acumulados médios nos meses mais quentes e chuvosos do ano, conforme classificação climática da região, sendo eles janeiro, fevereiro e março.

As vazões médias mensais do rio Tietê, no eixo da UHE Três Irmãos, para o período de 1970 a 2020, encontram-se expostas na Tabela 2.

Tabela 2. Vazões médias mensais (m³/s) na UHE Três Irmãos.

Mês	Média [m ³ /s]	Desvio-Padrão [m ³ /s]	CV [adm]
Janeiro	1419,72	582,75	0,67
Fevereiro	1483,13	614,05	0,70
Março	1247,91	404,38	0,46
Abril	894,36	308,51	0,35
Mai	719,83	237,47	0,27
Junho	764,33	517,74	0,59
Julho	609,13	205,70	0,24
Agosto	529,13	161,22	0,18
Setembro	554,12	234,10	0,27
Outubro	627,31	280,11	0,32
Novembro	672,86	228,74	0,26
Dezembro	956,37	342,83	0,39
Média	873,18	343,13	0,39

2.7 APROVEITAMENTOS NA CASCATA

A bacia hidrográfica do Rio Tietê faz parte da Bacia Hidrográfica do Rio Paraná. Esta é responsável por drenar uma área aproximada de 72.075,0 km². Por sua vez, a bacia delimitada pelo barramento conta com 71.078,64km² de área de drenagem e declividade média de 0,08 m/km.

O Rio Tietê, com, aproximadamente, 1.150 km de comprimento, possui 20 (vinte) aproveitamentos hidrelétricos cadastrados em seu percurso¹⁶. De propriedade da Tijoa Participações e Investimentos S.A., a UHE Três Irmãos encontra-se localizada a, aproximadamente, 30 km a montante da foz do Rio Tietê.

A montante da UHE Três Irmãos encontram-se cadastrados no SIGEL/ANEEL os seguintes empreendimentos: UHE Nova Avanhandava, UHE Promissão, UHE Ibitinga, UHE Bariri, PCH Lençóis, UHE Barra Bonita, PCH Laranjal, PCH Tietê, PCH Porto Feliz, UHE Porto Góes, PCH Salgueiro, PCH Pedra Azul, PCH Guaxatuba, PCH Pirai I, PCH Pirapora, UHE Rasgão, PCH Edgard Souza, PCH Guaraú e PCH Salesópolis.

Destes empreendimentos, a UHE Nova Avanhandava, UHE Promissão, UHE Ibitinga, UHE Bariri, UHE Barra Bonita, UHE Porto Góes, UHE Rasgão, PCH São Pedro, PCH Pirapora e a PCH Salesópolis estão em operação. A PCH Tietê, PCH Porto Feliz, PCH Guaxatuba e PCH Edgard Souza estão no processo de Despacho de Registro da Adequabilidade do Sumário Executivo (DRS), enquanto que a PCH Pedra Azul está com o Projeto Básico com aceite. As PCH Laranjal, PCH Salgueiro e PCH Pirai I encontram-se com o eixo disponível.

A jusante da UHE Três Irmãos, no Rio Tietê, não tem nenhuma usina, porém, o Rio Tietê deságua no Rio Paraná, e nas proximidades tem-se a UHE Jupia que se encontra operando.

O resumo desses aproveitamentos pode ser visualizado no Quadro 10.

Quadro 10. Situação dos aproveitamentos na cascata.

Aproveitamento	Posição	Distância aproximada (km)	Potência (MW)	Situação	Proprietário
	em relação à UHE Três Irmãos				
UHE Jupia (Eng ^o de Souza Dias)	Jusante	61,65	1.551,2	Operação	Rio Paraná Energia S.A.
UHE Três Irmãos	-	-	807,5	Operação	Tijoa Participações e Investimentos S.A.
UHE Nova Avanhandava (Rui Barbosa)	Montante	132	347,0	Operação	AES Tietê S.A.
UHE Promissão (Mário Lopes Leão)	Montante	181	264,0	Operação	AES Tietê S.A.

¹⁶ 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 11AGO2017.

Aproveitamento	Posição	Distância aproximada (km)	Potência (MW)	Situação	Proprietário
	em relação à UHE Três Irmãos				
UHE Ibitinga	Montante	289	131,5	Operação	AES Tietê Energia S.A.
UHE Bariri (Álvaro de Souza Lima)	Montante	365	143,1	Operação	AES Tietê Energia S.A.
UHE Barra Bonita	Montante	426	140,8	Operação	AES Tietê Energia S.A.
PCH Laranjal	Montante	564	26,0	Eixo Disponível	não identificado
PCH Tietê	Montante	617	20,0	DRS - PCH	Tietê Energética Ltda.
PCH Porto Feliz	Montante	662	22,0	DRS - PCH	Porto Feliz Energética Ltda.
UHE Porto Góes	Montante	699	24,8	Operação	Empresa Metropolitana de Águas e Energia S.A.
PCH Salgueiro	Montante	701	27,0	Eixo Disponível	Jurumirim Energética S.A.
PCH São Pedro	Montante	710	2,2	Operação	Eletricidade São Pedro Ltda.
PCH Pedra Azul	Montante	712	30,0	PB com Aceite	Empresa Metropolitana de Águas e Energia S.A.- EMAE
PCH Guaxatuba	Montante	722	11,8	DRS - PCH	EMAE - Empresa Metropolitana de Águas e Energia S.A.
PCH Piraí I	Montante	743	23,0	Eixo Disponível	UG1 Energia S.A.
UHE Rasgão	Montante	755	22,0	Operação	Empresa Metropolitana de Águas e Energia S/A.
PCH Pirapora	Montante	761	25,0	Operação	Pirapora Energia S.A
PCH Edgard Souza	Montante	778	17,2	DRI - PCH	Empresa Metropolitana de Águas e Energia S.A. - Emae
PCH Salesópolis	Montante	910	1	Operação	Fundação Patrimônio Histórico da

Aproveitamento	Posição	Distância aproximada (km)	Potência (MW)	Situação	Proprietário
	em relação à UHE Três Irmãos				
					Energia de São Paulo - FPHESP

Fonte: SIGEL/ANEEL (Acesso 11AGO2017).

Cabe salientar que não foram identificadas barragens de outros usos do recurso hídrico na cascata do Rio Tietê¹⁷.

2.8 RECURSOS MATERIAIS E LOGÍSTICOS NA BARRAGEM

A qualidade da resposta da usina, frente às emergências, está condicionada a existência de materiais fixos e mobilizáveis, destacando-se os meios de comunicação, transporte, fornecimento de energia, entre outros. Isto é válido, uma vez que estes recursos facilitam o atendimento imediato da anomalia, possibilitando um ganho de tempo para a ação das autoridades competentes.

2.8.1 Sistema de comunicação

O sistema de comunicação da UHE Três Irmãos é composto por uma central PABX com acesso a rede externa/interna. Aliado a isto, tem-se Rádios Transceptores na frequência de VHF, sinal de celular da operadora Vivo e Hot Line com os Centro de Operação do NOS e o de Furnas (CTRM).

2.8.2 Alimentação de Energia

O aproveitamento deve possuir capacidade de restabelecer o funcionamento normal da usina, caso ocorra parada de geração de energia. Nos casos em que houver perda da alimentação do empreendimento, a UHE Três Irmãos passa a ser alimentada pelo Grupo Auxiliar de Emergência (GAE), composto por 4 unidades de moto geradores a diesel.

2.8.3 Recursos mobilizáveis em situações de emergência

A existência de materiais mobilizáveis para uso em situações de emergência, pode influenciar na qualidade de resposta da usina. Dentre estes recursos, ressalta-se a importância dos seguintes itens:

- i) Meios de transporte terrestres, utilizados, em especial, para operação de alertas nas Zonas de Autossalvamento (ZAS);
- ii) Meios de transporte fluvial;
- iii) Meios de transporte aéreo;

¹⁷ AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). Cadastro de Barragens. Disponível em: <<http://www2.ana.gov.br/Paginas/servicos/cadastros/Barragens/Visualiza.aspx>>, acesso em 16AGO2017.

- iv) Equipamentos de segurança, móveis, projetores, material de iluminação, bem como meios de comunicação portáteis e suplementares; e
- v) Equipamentos diversos, como guias, caminhões e retroescavadeiras.

Neste contexto, a UHE Três Irmãos conta com os seguintes itens listados.

2.8.3.1 Meios de Transporte Fluvial

De acordo com o Sistema de Operação em Situação de Emergência¹⁸, a UHE Três Irmãos possui uma Lancha Turbina de 60 HP.

2.8.3.2 Materiais de Construção

A relação de materiais estocados na UHE Três Irmãos está apresentada no Quadro 11.

Quadro 11. Materiais estocados na usina.

Descrição	Quantidade	Unidade
Gabião tela, aço zincado	15	unidades
Brita nº 1	12	m ³
Brita nº 2	20	m ³
Pedra Rachão	80	m ³
Tijolo de barro	Aprox. 150	unidades
Bloco de concreto 20 x 20 x 40	Aprox. 1.000	unidades

3 SEÇÃO II – DETECÇÃO, AVALIAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DAS SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA

A operacionalização do PAE tem início pela detecção das situações de risco passíveis de ocorrência na barragem em estudo, seguida pela avaliação e classificação das situações de emergência.

A manutenção e o funcionamento correto da barragem são fatores imprescindíveis à segurança das estruturas da mesma e fundamentais para a classificação das situações identificadas, permitindo seu enquadramento em um dos quatro níveis de resposta.

3.1 DETECÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DAS SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA

O processo de identificação das situações de risco ocorre mediante monitoramento e acompanhamento dos riscos hidrológicos, conforme acompanhamento da pluviometria e

¹⁸ Manual de Infra-Estrutura. Sistema de Operação em Situação de Emergência – SOSEm. Módulo MN TRI 03. Tijó Participações e Investimentos S.A., Revisão 0, 01/04/2015, 51p. Disponibilizada pela Tijó Participações e Investimentos S.A., no dia 30AGO2017.

níveis do reservatório, e dos riscos estruturais, monitorados e acompanhados pelas orientações do Plano de Segurança da Barragem.

3.2 AVALIAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DAS SITUAÇÕES DE EMERÊNCIA E NÍVEIS DE RESPOSTA

A avaliação e classificação das situações de emergência baseiam-se em quatro níveis de resposta gradualmente crescentes. Os níveis de segurança obedecem a um código de cores padrão (Quadro 12). Esta é uma convenção utilizada na comunicação entre o empreendedor e as autoridades competentes sobre a situação de emergência em potencial da barragem¹⁹.

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.

Quadro 12. Cores padrões dos níveis de resposta.

<p>NORMAL Nível 0 (Verde)</p>	<p>Quando as anomalias encontradas ou a ação de eventos externos à barragem não comprometem a segurança da estrutura, mas devem ser controladas e monitoradas ao longo do tempo. As cheias estão dentro das previsões esperadas e controladas pelos procedimentos de operação, e pela capacidade de descarga do vertedouro, se não há previsões hidrometeorológicas com condições adversas. <u>Fazem parte do cotidiano da equipe de segurança de barragem da empresa, necessitando, apenas, de notificação interna adequada.</u></p>
<p>ATENÇÃO Nível 1 (Amarelo)</p>	<p>Quando as anomalias encontradas ou a ação de eventos externos à barragem não comprometem a segurança da estrutura, no curto prazo, mas devam ser controladas, monitoradas ou reparadas de forma programada num breve período. Situações hidrometeorológicas adversas, mas compatíveis com os procedimentos de operação do reservatório. <u>A equipe de segurança de barragem da empresa deve providenciar notificações internas e externas, conforme necessidade.</u></p>
<p>ALERTA Nível 2 (Laranja)</p>	<p>Quando as anomalias encontradas ou a ação de eventos externos à barragem representem risco à segurança da estrutura, no curto prazo, devendo ser tomadas providências para a eliminação do problema a curto prazo ou imediatas, e os recursos deverão estar disponíveis para evitar que ocorra o acidente. Podem ser necessárias ações especiais para manter o controle. Caso seja necessário, poderá ser realizada uma comunicação preventiva a Defesa Civil.</p>
<p>EMERGÊNCIA Nível 3 (Vermelho)</p>	<p>Quando as anomalias encontradas ou a ação de eventos externos na barragem representem risco a segurança da estrutura que demandam a retirada dos possíveis atingidos, mas podem ser tomadas providências para a eliminação do problema.</p>

Fonte: ABRAGE (2017) - adaptado.

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

¹⁹ Esta interpretação está em comum acordo com o estabelecido pelo guia de Orientações para elaboração do PAE das barragens de usinas Hidrelétricas da ABRAGE (Associação Brasileira de Empresas Geradoras de Energia Elétrica), publicado em outubro de 2017.

características da barragem. 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.

Os principais modos de falha com potencial para geração de situações de emergência, os indicadores qualitativos e quantitativos, bem 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. Novos cenários podem ser identificados durante as atividades de rotina e/ou por meio das inspeções periódicas.

3.2.1 Indicadores Qualitativos

O Quadro 13 expõe as situações de emergência detectáveis para a UHE Três Irmãos, caracterizando-as quanto ao seu modo de falha, nível de segurança e respectiva ficha de emergência.

Quadro 13. Situações de Emergência.

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

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
	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

Com o intuito de verificar o estado geral das estruturas civis, identificando possíveis anomalias, as inspeções rotineiras podem ser balizadas pelas fichas de ação, mediante interpretação visual, seguida pela análise da situação identificada. As fichas de ação podem ser consultadas no APÊNDICE 4 – FICHAS DE AÇÃO.

A análise qualitativa da barragem, por meio de atividades de rotina e/ou inspeções periódicas é de suma importância para garantir a integridade da estrutura, mediante a manutenção das boas condições estruturais da UHE Três Irmãos. Reduzindo, assim, a possibilidade de ocorrência de uma situação de emergência.

3.2.2 Indicadores Quantitativos

Os indicadores quantitativos auxiliam a gestão da situação de risco, através do monitoramento do estado hidráulico do reservatório e da situação geotécnica e estrutural da barragem. Isto permite 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.

3.2.2.1 Instrumentação da barragem

Com início de operação em 1993, a UHE Três Irmãos conta com 1.415 (mil quatrocentos e quinze) instrumentos de auscultação. Esses, por sua vez, encontram-se distribuídos ao longo do barramento de terra/enrocamento e da barragem de concreto.

O controle da segurança estrutural da Barragem Três Irmãos é realizado mediante 17 (dezesete) tipos de instrumentos distintos, dispostos ao longo do barramento de terra/enrocamento, da barragem de concreto e suas estruturas associadas (Quadro 14). No Volume 3 do PSB encontram-se os limites dos instrumentos. Ademais, dispõe-se do sistema SIGA da Fractal Engenharia, que permite a gestão de dados e ativos. Com esse sistema, é possível registrar e obter análises automáticas de instrumentação, com emissão de avisos quando alguma instrumentação sai da normalidade.

Quadro 14. Instrumentação das estruturas

Sigla	Tipo	Quantidade ²⁰	
		Estruturas de Terra	Estruturas de Concreto
TS	Célula de Tensão para Solos	9	24
CL	Clinômetro	-	3
DH	Drenos	-	838
EH	Extensômetro de Haste	-	21

²⁰ Manual de Conservação. Sistema de Operação em Situação de Emergência – SOSEm. Módulo MN TRI 04. Tijoa Participações e Investimentos S.A., Revisão 0, 01/04/2015, 104 p. Disponibilizada pela Tijoa Participações e Investimentos S.A., no dia 30AGO2017.

EC	Extensômetro para Concreto	-	2
NA	Medidor de Nível d'Água	23	-
KM	Medidor de Recalque KM	7	-
MV	Medidor de Vazão	4	21
MJ	Medidor Elétrico de Junta	-	53
MM	Medidor Magnético de Recalque	3	-
MT	Medidor Triortogonal de Junta	-	59
PD	Pêndulo Direto	-	8
PZ	Piezômetro de Tubo	104	113
PN	Piezômetro Pneumático	28	14
PA	Poço de Alívio	4	-
TC	Tensômetro para Concreto	-	4
TE	Termômetro Elétrico	-	73
Quantidade total por tipo de estrutura		182	1233

3.2.2.2 Reservatório

Os reservatórios da UHE Três Irmãos são operados de acordo com seu Manual de Operação²¹, documento parte do Sistema de Gestão da Tijó Participações e Investimentos S.A. Tal documento deve ser mantido atualizado e revisado, de forma a conter os cenários operativos, juntamente com o Diagrama de Operação do reservatório.

Neste contexto, o Manual de Operação da usina identifica 4 (quatro) procedimentos específicos para operação e controle do reservatório Três Irmãos²¹, sendo eles: (i) Situação Normal; (ii) Situação de Atenção; (iii) Situação de Alerta; e (iv) Situação de Emergência. O controle pluviométrico, verificação de previsão climática e controle operacional de nível do reservatório e geração, é realizado com o auxílio do Sistema de Telemetria e de Auscultação da usina.

As definições de situações operativas do reservatório devem ser sempre interpretadas em separado dos níveis de segurança da estrutura, ou seja, **a condição de emergência para a operação do reservatório, não significa estado de emergência para a estrutura**. Para fins de declaração de situação do PAE, deve-se sempre utilizar as informações contidas no item APÊNDICE 5.

²¹ Sistema de Operação em Situações de Emergência (SOSEm). Manual de Operação Hidráulica de Reservatórios. Módulo MN TRI 01, Revisão 00, Vigência 01/04/2014. 39p. Disponibilizada pela Tijó Participações e Investimentos S.A. entre os dias 31JUL2017 e 04AGO2017.

As regras operativas do reservatório foram divididas em 7 (sete) regiões de operação, sendo que estas têm como a finalidade de orientar as decisões operacionais e administrativas que devem ser realizadas em função do Estado Hidráulico do Reservatório, tendo o objetivo de causar o mínimo de danos a jusante. Estas regiões de operação são apresentadas a seguir e referenciadas as informações visualizadas na **Erro! Fonte de referência não encontrada.**:

a) Situação Normal

Esta situação é definida, quando o nível de montante do reservatório estiver de acordo com as seguintes cotas:

- Abaixo da cota 327,70 [m-IBGE] ou;
- Quando este estiver abaixo da cota 328,00 [m-IBGE], apresentando vazões inferiores a 3.000 m³/s.

Quando houver a confiabilidade dos elementos materiais e/ou humanos envolvidos na operação hidráulica, a situação é definida como normal e o objetivo primordial é o da geração de energia elétrica. Nos casos em que o Estado Hidráulico do Reservatório for determinado como normal, porém houver reduzida confiabilidade dos elementos materiais e/ou humanos envolvidos na operação hidráulica, deve ser declarada situação de atenção, que deve ser mantida até que a confiabilidade volte a ser definida como adequada.

b) Situação de Atenção – Região verde sem hachuras

Esta situação é definida na faixa operacional determinada entre as cotas 327,70 [m-IBGE] e a 328,00 [m-IBGE], sendo suas vazões compreendidas entre 3.000 m³/s e 5.000 m³/s.

Indica-se, que a vazão defluente, seja igual a vazão afluyente de referência, e a partir de 2.000 m³/s é recomendado que a taxa de variação da vazão defluente não seja superior a 10% da defluência anterior.

c) Situação de Atenção – Região verde com hachuras

Esta situação corresponde a uma faixa operacional situada entre as cotas 328,00 [m-IBGE] e 328,20 [m-IBGE], sendo as vazões medidas inferiores a 3.600 m³/s.

Orienta-se que, a vazão defluente seja igual a vazão afluente de referência acrescida de 10%, sendo que a partir de 2.000 m³/s é recomendado que a taxa de variação da vazão defluente não seja superior a 10% da defluência anteriormente registrada.

d) Situação de Alerta – Região amarela sem hachuras

Esta situação, que é definida como alerta, corresponde a uma faixa operacional situada entre as cotas 327,70 [m-IBGE] e 328,00 [m-IBGE], com vazões acima de 5.000 m³/s.

Ressalta-se, que a vazão defluente seja igual a vazão afluente de referência, sendo que a partir de 2.000 m³/s é recomendado que a taxa de variação da vazão defluente não seja superior a 10% da vazão defluente registrada anteriormente.

e) Situação de Alerta – Região amarela com hachuras – com traços oblíquos para direita

Esta situação operacional está definida entre as cotas 328,00 [m-IBGE] e 328,20 [m-IBGE], apresentando vazões acima de 3.600 m³/s.

Orienta-se, que a vazão defluente seja igual a vazão afluente de referência acrescida de 10%, sendo que a partir de 2.000 m³/s recomenda-se que a taxa de variação da vazão defluente não seja superior a 10 % da defluência medida anteriormente.

f) Situação de Alerta – Região amarela com hachuras – com traços oblíquos para esquerda

Esta situação por sua vez é definida como uma faixa operacional situada entre as cotas 328,20 [m-IBGE] e 328,40 [m-IBGE].

De acordo com informações operacionais preconizadas, os órgãos de descargas devem ser acionados, conforme as regras e manobras de aberturas destes, para que a vazão defluente seja a máxima possível, sendo que a partir de 2.000 m³/s a taxa de variação da vazão defluente não seja superior a 10 % da defluência anteriormente medida.

g) Situação de Emergência – Região Vermelha

Esta situação é definida quando o nível do reservatório atingir a cota 328,50 [m-IBGE] ou maior, a situação é de emergência.

Neste caso operacional, os órgãos de descarga devem ser acionados, conforme as regras operacionais vigentes, sendo que a vazão defluente seja a máxima possível. Ressalta-se, que nesta situação operacional, não há limitações na taxa de aumento ou diminuição de defluências.

A Figura 5 ilustra o Diagrama de Operação da UHE Três Irmãos.

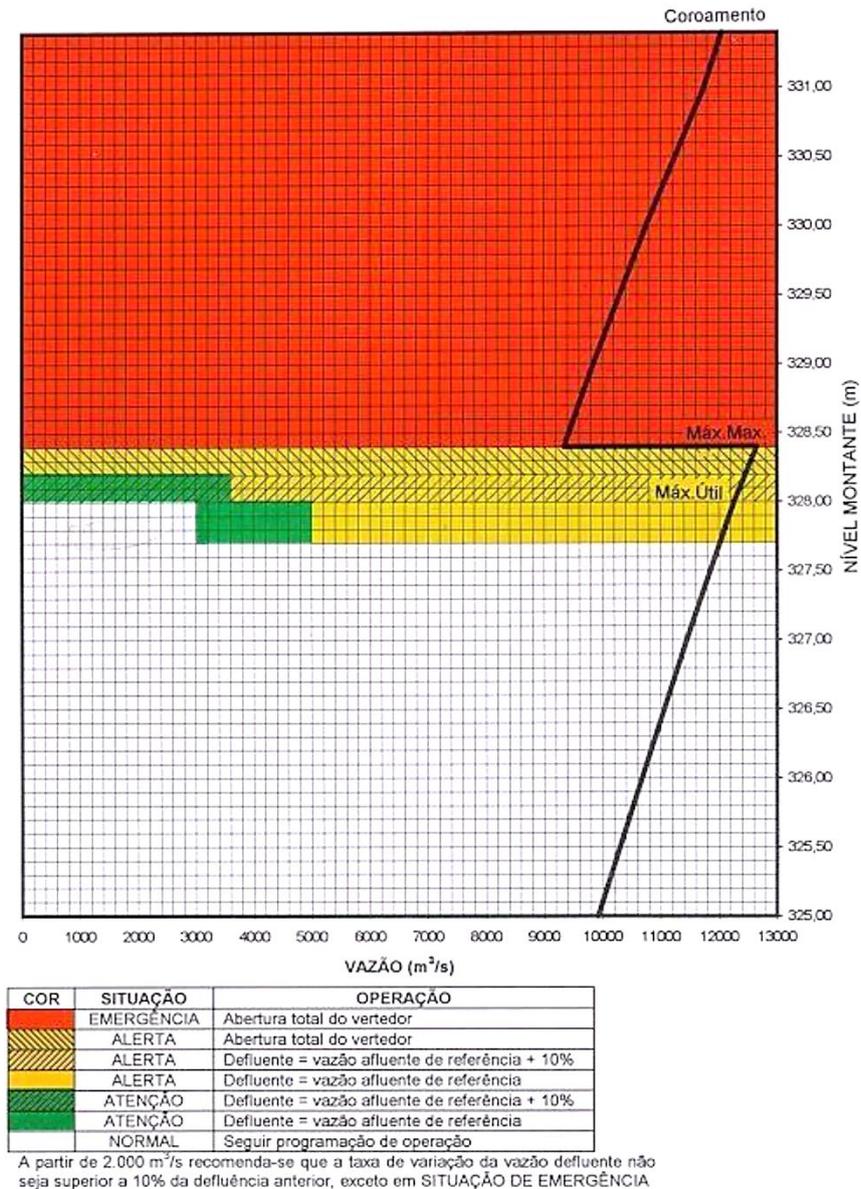


Figura 5. Diagrama de Operação do reservatório Três Irmãos.

Fonte: Tijoá Participações e Investimentos S.A.

3.3 PROCESSO DE GESTÃO DA SEGURANÇA

A segurança do barramento está associada a uma gestão interna eficaz, programas de manutenções regulares, inspeções visuais rotineiras, inspeções de segurança regular, análise de auscultação, entre outros, sendo a análise de indicadores qualitativos e quantitativos algo recorrente e imprescindíveis à segurança do empreendimento.

Desta forma, as condições da barragem e do vertedouro serão monitoradas através de inspeções rotineiras e/ou remotas, programadas pela equipe de O&M. Por sua vez, as condições de operação do reservatório serão monitoradas pela equipe de O&M, através das leituras diárias realizadas pelo operador da UHE Três Irmãos e repassadas diretamente ao

centro de operação da COPREL. A Figura 6 sumariza todos os níveis apresentados anteriormente, inserindo-os no sistema de Gestão de Segurança interno da UHE Três Irmãos.

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. As fichas de ação podem ser consultadas no APÊNDICE 4 – FICHAS DE AÇÃO.

Cabe salientar que a avaliação e classificação das situações não normais é realizada pela equipe de Segurança da barragem, com o auxílio, quando necessário, de outros membros da Tijó Participações e Investimentos S.A. ou consultores externos.

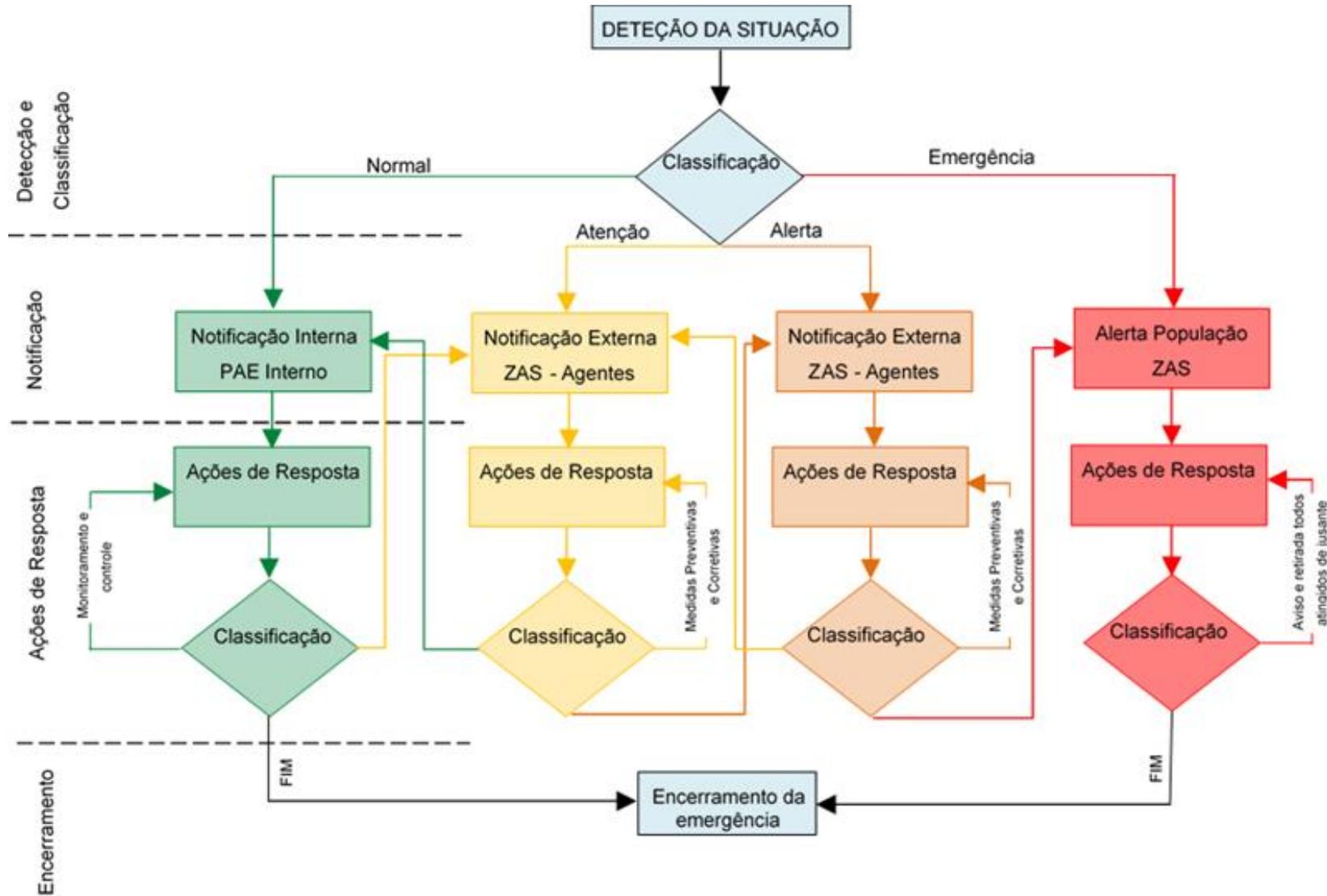


Figura 6. Sistema de gestão de emergências.

4 SEÇÃO III – PROCEDIMENTO DE NOTIFICAÇÃO E SISTEMA DE ALERTA

4.1 NOTIFICAÇÃO E FLUXOGRAMA

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.

Diante de situações anômalas associadas a segurança da barragem, a comunicação do fato aos envolvidos deverá ser feita em função do Nível de Resposta, no qual a ocorrência está classificada em função das responsabilidades apresentadas na SEÇÃO IV – RESPONSABILIDADES GERAIS DO PAE.

Aqueles que serão notificados nessas circunstâncias compõe os agentes internos e externos do PAE. As equipes formadas por profissionais da Tijó Participações e Investimentos S.A. compõem os agentes internos. Os agentes externos são os órgãos e autoridades públicas, além dos representantes das comunidades a serem potencialmente atingidas pelo evento de ruptura.

O Fluxograma de Notificação apresenta o detalhamento dos nomes e telefones dos agentes internos e externos a serem acionados frente aos quatro níveis de resposta.

4.1.1 Notificação dos agentes internos

Inicialmente a notificação deve ocorrer internamente, sendo estabelecida entre os indivíduos responsáveis pela operação, segurança da barragem e os responsáveis pelo gerenciamento e administração da empresa. Dependendo do progresso da gravidade da situação, a notificação deverá se dar com a transmissão do alerta antecipado, para as

entidades externas com responsabilidades instituídas (Entidades fiscalizadoras, Sistema de Defesa Civil, entre outros).

É necessário que os integrantes do PAE estejam sempre de prontidão, de modo a fornecer ações rápidas para as demandadas com circunstâncias diversas de adversidades. Desta forma, faz-se necessário que todas as ações a serem tomadas sejam previamente planejadas, eficientes e seguras, considerando a ocorrência do evento a qualquer hora do dia ou noite, dias úteis, finais de semana e feriados.

É imprescindível que não ocorra falhas na comunicação, devendo-se possuir mais de uma forma de comunicação com os integrantes do PAE. Estes, por sua vez, deverão estar disponíveis 24h por dia e, em caso de férias de algum integrante, deverá ser nomeado um substituto para atuar frente às funções e responsabilidades do profissional ausente.

A notificação dos agentes internos tem início com a identificação de comportamentos anômalos na barragem. Cabe salientar que a identificação de uma situação de emergência pode ser realizada por qualquer funcionário ou terceiro que presencie e/ou tenha conhecimento da mesma, devendo comunicar, imediatamente, o colaborador que o acompanha.

Identificada a situação anômala, esta deverá ser informada, imediatamente, à Equipe de Monitoramento e Segurança da Barragem que, em conjunto com o Coordenador do PAE e/ou Substituto, estudará as possíveis causas e maneiras de solucionar a ocorrência. Analisada a situação, deve-se executar seu registro, atentando-se para a coleta e descrição do maior número de detalhes possíveis, tais como: data, hora, descrição do local, extensão da ocorrência, fotos e identificação das causas²². Caso exista necessidade, o Coordenador do PAE e/ou Substituto deverá acionar o Fluxograma de Notificação e garantir que ele seja cumprido (Figura 7).

4.1.2 Notificação dos agentes externos

A comunicação externa é requerida em situações enquadradas nos níveis de resposta **Atenção (NÍVEL 1 – AMARELO)**, **Alerta (NÍVEL 2 – LARANJA)** ou **Emergência (NÍVEL 3 – VERMELHO)**. A notificação dos agentes externos deve ser feita conforme o Fluxograma de Notificação (Figura 7). A listagem completa dos agentes a serem notificados, pode ser visualizada no APÊNDICE 1 – CONTATOS.

De acordo com ANEEL (2013) e ABRAGE (2017), os agentes externos devem ser notificados imediatamente após a confirmação da ocorrência, sendo eles:

- Órgãos reguladores, órgãos ambientais e agências fiscalizadoras do setor de energia.

²² Nota Técnica nº 59/2013-SFG/ANEEL, ABRAGE, 2017, e ABRAGE, 2018.

- Coordenadoria Municipal de Defesa Civil (COMDEC), Coordenadoria Regional de Defesa Civil (REPDEC), Coordenadoria Estadual de Proteção e Defesa Civil (CEPDEC) e Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres (CENAD)²³;
- Órgãos que possuem atribuições para atuação em situações de emergência (Corpo de Bombeiros, Polícia Militar, Batalhão da Polícia Ambiental, entre outros);
- Prefeituras dos municípios atingidos.
- Barramentos a jusante: UHE Jupia.

O Sistema de Defesa Civil deve ser acionado de forma hierárquica, iniciando-se pela esfera mais próxima à situação emergente, otimizando a resposta ao chamado. Isto é, parte-se do âmbito municipal, seguido pelo regional, estadual e, por fim, federal. Aliado a isto, cabe salientar que o coordenador do PAE é responsável pela notificação do Sistema de Defesa Civil como um todo, permitindo que a informação chegue à todas as esferas da Defesa Civil.

Na mesma linha, deve-se acionar os órgãos de segurança (Corpo de Bombeiros e Polícia), para que estes tomem conhecimento da emergência e adotem as medidas de segurança cabíveis. Os órgãos de segurança trabalharão, também, em conjunto com a Defesa Civil, na busca, salvamento e evacuação da população afetada. Concomitantemente, deve-se notificar os hospitais e postos de saúde das áreas afetadas e regiões próximas, mantendo-os em estado de prontidão para recebimento de possíveis feridos. Esta medida tem como intuito verificar a disponibilidade de médicos e leitos no local.

O resumo do Fluxograma de Notificação, por nível de alerta, encontra-se na sequência.

a) Situação NORMAL – Nível Verde

Na situação **NORMAL** as informações são transmitidas à equipe de Segurança da Barragem, mediante os relatórios de inspeção e das atividades de monitoramento das estruturas.

b) Situação ATENÇÃO – Nível Amarelo

Detectada a anomalia e classificada a situação como sendo de **ATENÇÃO**, o coordenador do PAE e/ou Substituto, em conjunto com a equipe de Segurança da Barragem, deverá buscar restabelecer as condições normais de operação e comunicar as partes envolvidas. Na sequência, deve-se acionar os responsáveis pela comunicação, de forma a manter a Defesa Civil a par da situação de anormalidade.

²³ Conforme Lei Federal Nº 12.334/2010, Art. 16 Inciso § 1: o órgão fiscalizador deverá informar imediatamente à Agência Nacional de Águas (ANA) e ao Sistema Nacional de Defesa Civil qualquer não conformidade que implique risco imediato à segurança ou qualquer acidente ocorrido nas barragens sob sua jurisdição.

c) Situação **ALERTA** e **EMERGÊNCIA** – **Nível Laranja** e **Vermelho**

Agravada a situação e/ou detectada uma situação de ALERTA ou de EMERGÊNCIA, o coordenador do PAE deve declarar (oficialmente, por escrito) situação de ALERTA ou de EMERGÊNCIA.

Na sequência, deve-se acionar os responsáveis pela comunicação, de forma a alertar, além das áreas internas da empresa, a população na ZAS, as entidades fiscalizadoras (ANEEL e AGERGS) e os órgãos integrantes do Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil (SINPDEC). Caso haja necessidade, outras entidades, como CEMADEN, INPE e INMET, podem ser utilizadas como fonte de informações hidrometeorológicas.

De acordo com ABRAGE (2018), ao ser notificada pelo empreendedor, a Defesa Civil deverá executar as medidas definidas no Plano de Contingência de Proteção e Defesa Civil Municipal.

A notificação para o nível de **ALERTA** deve ser realizada para que a população fique em Estado de Prontidão, enquanto no nível de **EMERGÊNCIA**, notifica-se para que seja iniciada a Evacuação.

O acionamento dos órgãos reguladores e fiscalizadores, para atuação frente a um processo de emergência na barragem, deverá ser oficializada via **Declaração de Início da Emergência**. Da mesma forma, o encerramento da situação deve ser oficialmente declarado, via **Declaração de Encerramento da Emergência**. A comunicação da situação aos agentes externos deverá ser também oficializada, com base no **Modelo de Mensagem de Notificação**. O APÊNDICE 5 – FORMULÁRIOS-TIPO apresenta os modelos para estes três tipos de mensagem.

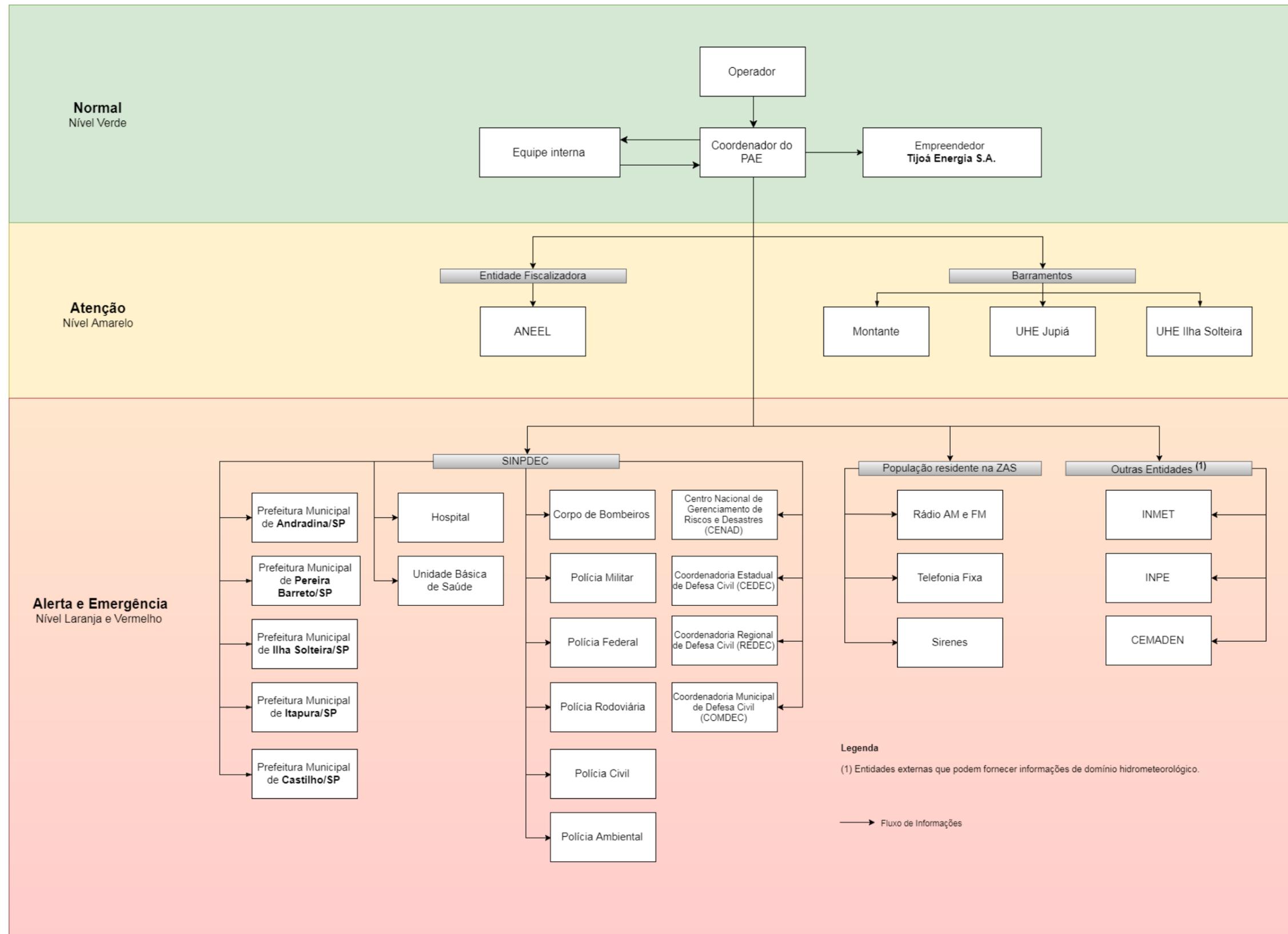


Figura 7. Fluxograma de notificação.

4.2 SISTEMA DE ALERTA

O alerta antecipado é realizado mediante comunicação dos agentes responsáveis pela segurança da barragem para os agentes internos e externos descritos no Fluxograma de Notificação. Devido ao risco iminente na ZAS, toda a comunicação nesta região deverá ser realizada de forma redundante.

O Quadro 15 apresenta o Plano de Comunicação da UHE Três Irmãos.

Quadro 15. Plano de Comunicação.

Público-alvo	População residente na ZAS. Autoridades públicas ²⁴
Mensagem que se busca transmitir na ZAS	Ao sinal de alarme evacuem a área de risco de inundação, seguindo pelas rotas de fuga e dirigindo se aos pontos de encontro
Tempo para o aviso do alarme na ZAS	Imediatamente quando for detectada na barragem a situação de EMERGÊNCIA
Responsável pelo comando de alarme na ZAS	Coordenador do PAE, e/ou agente preposto do Governo do Estado de São Paulo e, nas suas ausências, do Operador da Usina em exercício da função na Sala de Operações.
Resultados que se deseja alcançar na ZAS	Evacuação da população em tempo hábil, de acordo com os tempos estimados desde o início do rompimento e alcance da onda de inundação ²⁵ .
Forma de comunicação para a mensagem de ALARME principal na ZAS	Sistema de alerta sonoro e voz em massa (sirenes) ²⁶
Forma de comunicação para a mensagem de ALARME secundário ²⁷ na ZAS	Rádios de comunicação interna entre os profissionais que atuam na barragem, Telefonia fixa e Mensagem de texto via SMS
Benefícios esperados	População evacuada da área de risco de inundação e segura nos pontos de encontro.

A escolha pelo meio de alerta mais adequado levou em consideração a extensão da zona afetada, características e dispersão geográfica da população em risco (pequenos

²⁴ As autoridades públicas aqui referidas são os representantes da Defesa Civil Municipal e Estadual, prefeituras e demais órgãos relacionados no fluxograma de notificação do PAE que deverão ser NOTIFICADOS quando a situação na barragem se configurar em **EMERGÊNCIA**.

²⁵ Deverão ser definidas as rotas de fuga e pontos de encontro na ZAS, com base no cadastro da população. Pessoas com mobilidade reduzida deverão ser atendidas por algum meio de locomoção. Os simulados deverão ser realizados para validação dos meios de comunicação propostos e testar os tempos de evacuação pelas rotas de fuga definidas.

²⁶ Deverá ser realizada análise de viabilidade e custos para definição da opção mais atrativa para a empresa. Contudo, cabe salientar que, conforme Art. 12 da Resolução nº 14.066/2022, torna-se obrigatório o uso de alertas sonoros (ou de outra solução tecnológica de maior eficácia) para notificação da população afetada na Zona de Autossalvamento (ZAS).

²⁷ Caso o sistema de comunicação principal falhar, deve ser utilizado o sistema de comunicação secundário.

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

A Zona de Autossalvamento (ZAS) da Barragem Três Irmãos concentra-se na área rural dos municípios de Andradina, Pereira Barreto, Ilha Solteira, Castilho e Itapura, SP. Com base na Figura 8, observa-se que a região é coberta pelas operadoras da Claro, Oi e Vivo. Contudo, pode-se notar que os sinais de maior intensidade se concentram no centro urbano de Três Lagoas, MS. Enquanto a região compreendida pela ZAS da UHE Três Irmãos, conta com baixa cobertura de sinal de telefonia e internet. Juntamente a isto, constatou-se a existência de rádios locais para possível proliferação de alertas, o contato das mesmas encontra-se no apêndice deste documento.

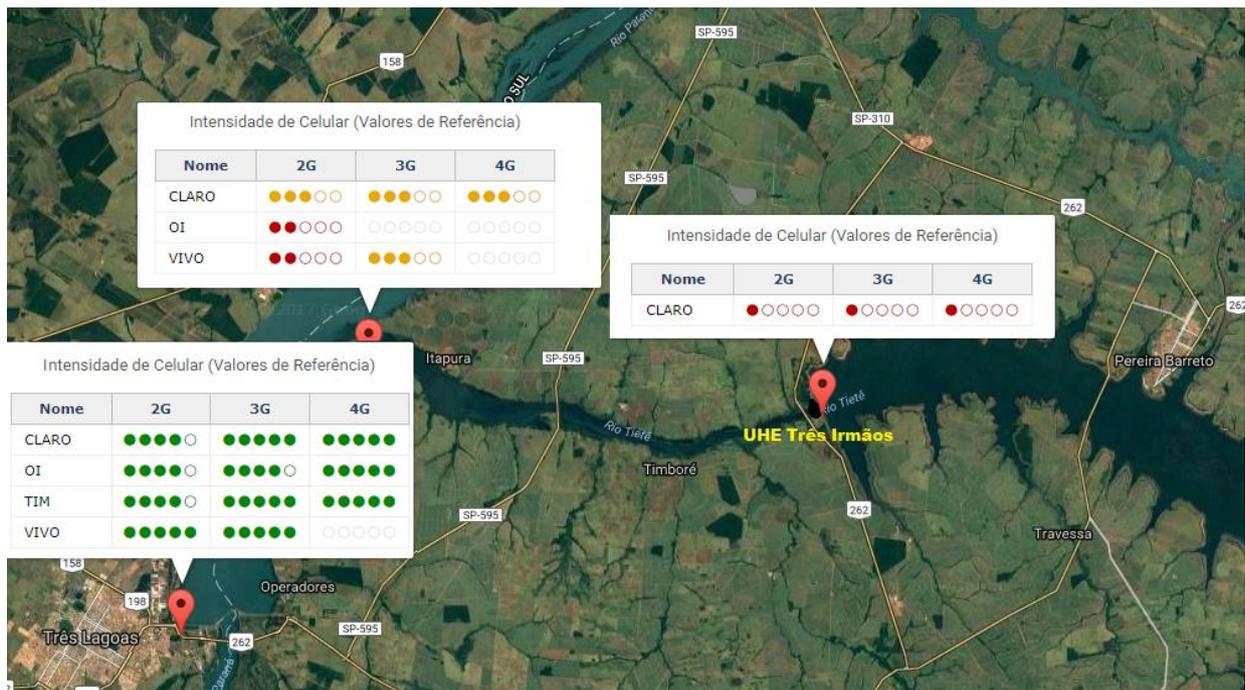


Figura 8. Intensidade do sinal de celular.
 Fonte: Agência Nacional de Telecomunicações²⁸.

Com base nestas informações, bem como características locais da Zona de Autossalvamento, propõe-se que o alerta à população na ZAS seja realizado mediante **telefonia fixa e/ou celular, rádio (AM e/ou FM) e alarmes públicos para comunicação**

²⁸ Agência Nacional de Telecomunicações. Disponível em: <<http://sistemas.anatel.gov.br/se/public/cmap>>, acesso em 25AGO2017.

local (sirenes). O uso de sirenes é uma alternativa robusta e efetiva de aviso da população em momentos de crise.

A alternativa de sirenes deve atender normas aplicáveis para instalação e dimensionamento, de forma que o sistema de alerta funcione para a área de interesse, segundo aspectos de uso e ocupação, climáticos e de relevo. As normas internacionais ISO 9613-1/1993 e ISO 9613-2/1996 são referências para dimensionamento de sistemas de sirenes em locais abertos.

De acordo com a Agência Nacional de Águas (ANA)²⁹, deve-se prever a utilização de sinais sonoros distintos para tipos de ocorrências diversas. Isto é válido, uma vez que promove uma familiarização com o sistema de alerta, gerando respostas mais rápidas e assertivas em situações de eventos anormais.

Os níveis de alerta podem ser modulados, segundo oitavas da frequência de referência. Como recomendação, pode-se definir três tipos de sinais, caracterizados por três diferentes toques:

- **Teste:** Sinal ou mensagem de aviso de experiência, informando um teste ou exercício;
- **Prontidão:** Sinal emitido logo que identificado o risco de ruptura (Nível laranja); e
- **Evacuação:** Sinal emitido logo que confirmada a iminente ruptura da barragem (Nível vermelho).

A definição do sistema de sirenes deverá ser confirmada com seus respectivos fornecedores, atentando-se quanto às especificações técnicas, como: (i) raio de alcance em situações anormais (fortes chuvas ou eventos ruidosos); (ii) fonte de alimentação de energia complementar; (iii) resistência a intempéries; (iv) auto verificação de funcionamento, entre outros.

Cabe salientar que a Tijoá Participações e Investimentos S.A. é solidária ao repasse de informações e esclarecimentos do PAE para que o Plano de Contingência de Proteção e Defesa Civil, de cada município atingido, preveja ações de alerta e evacuação e projeto de alarmes públicos para comunicação na Zona de Autossalvamento (ZAS). Neste deverá estar especificado o espaçamento, tipo de operação das sirenes, acionamento e controle. Já

²⁹ AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Manual do Empreendedor – Volume IV. Guia de Orientação e Formulários dos Planos de Ação de Emergência – PAE. Brasília: ANA, 2015.

existem softwares³⁰ no mercado que auxiliam a confecção destes estudos, permitindo otimizar a locação destes equipamentos

O Quadro 16 expõe, resumidamente, os meios de comunicação sugeridos para o Sistema de Alerta Antecipado da Barragem Três Irmãos.

Quadro 16. Meios de alerta antecipado Barragem Três Irmãos.

Meio de Alerta	Tipo
Alerta doméstico	Telefone fixo e/ou celular
Comunicação social	Rádio AM e/ou FM
Alarmes públicos	Sirene

Na ausência desses meios de comunicação, o Plano de Contingência de Proteção e Defesa Civil deverá prever outras formas de comunicação, entre as quais pode-se citar: telefonia fixa (rural), rádio comunicador (ou satélite) e notificação “porta a porta”, baseado no tempo de chegada da onda.

Importante destacar que a ação de evacuação das pessoas em risco deverá ocorrer por conta dos moradores com o auxílio das entidades responsáveis, como Defesa Civil e Corpo de Bombeiros. Sendo assim, os residentes em zonas de risco deverão ter conhecimento prévio das principais rotas de fuga, locais de ponto de encontro e abrigo temporário. Neste caso, a sensibilização da população residente na ZAS é de extrema importância para uma comunicação eficaz do Plano de Ação de Emergência.

Caso os municípios afetados pela ruptura contem com Plano de Contingência, as informações do PAE deverão ser incorporadas nesse documento, de forma a munir os agentes públicos com conhecimentos, garantindo uma adequada tomada de decisões.

5 SEÇÃO IV – RESPONSABILIDADES GERAIS DO PAE

5.1 RESPONSABILIDADES DO EMPREENDEDOR

O empreendedor é a pessoa física ou jurídica que detenha outorga, licença, registro, concessão, autorização ou outro ato que lhe confira direito de operação da barragem e do respectivo reservatório, ou, subsidiariamente, aquele com direito real sobre as terras onde a barragem se localize, se não houver quem os explore oficialmente.

³⁰ Exemplo de Empresa com software para a confecção de Projeto de Sirenes: Telegrafia A.S. Disponível em: <http://www.telegrafia.eu/por/solucoes/alerta_publico/Pages/Water_dam_warning_system.aspx>, acesso em 01AGO2017.

Sua principal responsabilidade consiste em prover os recursos necessários à garantia da segurança da barragem, pela elaboração dos documentos relativos à segurança da mesma, pela implementação das recomendações contidas nesses documentos, bem como a atualização do registro das barragens de sua propriedade, ou sob sua operação, junto às entidades fiscalizadoras.

No âmbito do Plano de Ação de Emergência, cabe ao empreendedor:

- a) Providenciar a elaboração, implementação e operacionalização do PAE;³¹
- b) Designar formalmente o coordenador do PAE e seu suplente, podendo ser o próprio empreendedor;
- c) Estabelecer em conjunto com a Defesa Civil estratégias de comunicação e de orientação a população da ZAS;³¹
- d) Realizar reuniões com as comunidades para apresentação do PAE e das medidas preventivas nele previstas, em trabalho conjunto com as prefeituras municipais e os órgãos de proteção e defesa civil;³¹
- e) Realizar, juntamente com os órgãos locais de proteção e defesa civil, exercício prático de simulação de situação de emergência com a população da área potencialmente afetada por eventual ruptura da barragem;³¹
- f) Promover treinamentos internos para capacitação da equipe de segurança e manter os respectivos registros das atividades;
- g) Realizar a correção das deficiências constatadas;
- h) Garantir a operação segura e continuada, bem como a manutenção e inspeção das estruturas da barragem e reservatório;
- i) Manter a equipe preparada para atender aos cenários de emergência, bem como meios de comunicação operantes e adequados.

Em relação às revisões do PAE, cabe ao Empreendedor:

- a) Garantir que o PAE esteja sempre atualizado;
- b) Disponibilizar, em meio digital, o PAE em seu site e no SNISB;³²
- c) Disponibilizar, em meio físico, o PAE nos órgãos de proteção e defesa civil dos Municípios inseridos no mapa de inundação ou, na inexistência desses órgãos, na prefeitura municipal.³²

O empreendedor deverá permitir o acesso irrestrito do órgão fiscalizador e dos órgãos integrantes do SINPDEC (Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil) ao local da barragem e à sua documentação de segurança. Deve o empreendedor informar ao respectivo órgão

³¹ Lei Federal nº 14.066/2020.

³² Lei Federal nº 14.066/2020.

fiscalizador qualquer alteração que possa acarretar redução da capacidade de descarga da barragem ou que possa comprometer a sua segurança.

5.2 RESPONSABILIDADES DO COORDENADOR DO PAE

O Coordenador do PAE é o responsável por coordenar as ações descritas no Plano de Ação de Emergência (PAE), devendo estar disponível para atuar prontamente nas situações de emergência da barragem, podendo ser o empreendedor ou pessoa designada por este. Deve existir uma pessoa capaz de efetuar sua substituição, à frente das ações do PAE, atuando como Coordenador na ausência do oficial.

Desta forma, cabe ao Coordenador do PAE:

- Planejar ações de resposta, mediante o monitoramento da situação e implantação de medidas preventivas e corretivas, com vistas a dar suporte aos procedimentos operacionais do PAE;
- Detectar e avaliar, em conjunto com a equipe técnica de segurança da barragem, a gravidade das situações e classificá-las de acordo com os Níveis de Resposta;
- Executar a comunicação prevista no Fluxograma de Notificações, de acordo com o Nível de Resposta no qual a situação se enquadrada – descritas na Figura 7;
- Emitir Declaração de Início e Encerramento de Emergência, obrigatoriamente, para os Níveis de Resposta **Atenção (NÍVEL 1 – AMARELO)**, **Alerta (NÍVEL 2 – LARANJA)** ou **Emergência (NÍVEL 3 – VERMELHO)**;
- Comunicar os funcionários do empreendimento, caso seja declarada situação com nível de resposta **Atenção (NÍVEL 1 – AMARELO)**, **Alerta (NÍVEL 2 – LARANJA)** ou **Emergência (NÍVEL 3 – VERMELHO)**;
- Notificar as autoridades públicas, caso seja declarado nível de resposta **Atenção (NÍVEL 1 – AMARELO)**, **Alerta (NÍVEL 2 – LARANJA)** ou **Emergência (NÍVEL 3 – VERMELHO)**,³³
- Alertar a população potencialmente afetada na Zona de Autossalvamento, caso seja declarado nível de resposta **Emergência (NÍVEL 3 – VERMELHO)**. Uma vez alertada, a população da ZAS deverá autoevacuar-se, dirigindo-se aos pontos de encontro estabelecidos neste Plano de Ação de Emergência, a serem validados pela Defesa Civil;
- Emitir Mensagem de Notificação, conforme Nível de Resposta pertinente a situação;

³³ Nota Técnica nº 59/2013-SFG/ANEEL, ABRAGE, 2017, e ABRAGE, 2018.

- Criar e manter todos os registros de avisos e notificação e alerta em arquivos físicos e/ou digitais auditáveis;
- Providenciar a elaboração do relatório de encerramento de emergência.

O APÊNDICE 5 – FORMULÁRIOS-TIPO apresenta os modelos de comunicação, para a emissão das declarações de início/encerramento da ocorrência e notificação aos agentes internos.

5.3 RESPONSABILIDADES DA EQUIPE DE SEGURANÇA DA BARRAGEM

A equipe de monitoramento e segurança da barragem é responsável por dar suporte ao coordenador do PAE considerando as seguintes ações:

- Participar das reuniões periódicas com o Coordenador do PAE;
- Identificar evidências de condições potenciais de situações de emergência;
- Identificar e atuar em situações anômalas, principalmente nas situações de **Atenção (NÍVEL 1 – AMARELO)**, **Alerta (NÍVEL 2 – LARANJA)** **Emergência (NÍVEL 3 – VERMELHO)**;
- Informar o Coordenador do PAE sobre situações não normais identificadas;
- Disponibilizar informações operativas relevantes, tais como nível do reservatório e vazão turbinada;
- Executar as ações de resposta relativas à situação de emergência, com a supervisão do Coordenador do PAE;
- Acionar colaboradores e/ou máquinas que não atuem na unidade operacional para sanar/controlar a situação de emergência identificada, caso necessário

5.4 SISTEMA DE PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL

A Lei nº 12.608/2012³⁴ criou a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC), visando uma atuação conjunta entre a União, Estados, Distrito Federal e Municípios, com uma abordagem sistêmica de ações de prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação de áreas onde possa acontecer ou já tenha ocorrido desastres de grandes proporções na população brasileira.

Tal legislação dispôs sobre o SINTDEC (Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil), que é composto pela administração pública da União, Estados, Distrito Federal e Municípios, bem como por entidades da sociedade civil responsáveis pelas ações de Defesa Civil no país.

³⁴ Atualizada pela Lei Federal nº 14.066/2020.

O SINPDEC atua na prevenção de desastres, mitigação de riscos, preparação, resposta e recuperação por meio dos seguintes agentes em suas respectivas escalas de atuação:

- Federal: Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil (CONPDEC), pela Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (SEDEC) e pelo Centro Nacional de Gerenciamento de Desastres (CENAD);
- Estadual: Coordenadorias Estaduais de Defesa Civil (CEDEC) e Coordenadorias Regionais de Defesa Civil (REPDEC) que comportam diversos órgãos estaduais como polícia militar e o Corpo de Bombeiros;
- Municipal: Comissões Municipais de Defesa Civil (COMDEC) que comportam diversos órgãos da administração pública municipal, como secretarias de saúde, subprefeituras, serviços de água e esgoto.

Nesse contexto, conforme disposto pela ABRAGE (2017) e ABRAGE (2018), o PAE é um documento que deve ser compatibilizado pelo Ente Federado no Plano de Contingência de Proteção e Defesa Civil Municipal.

Para a Zona de Autossalvamento, isso se deve por meio das seguintes ações³⁵:

- Estabelecimento, em conjunto com o empreendedor, de estratégias de comunicação e de orientação à população potencialmente afetada na ZAS;
- Participação de simulações de situações de emergência, em conjunto com o empreendedor, prefeituras e população potencialmente afetada na ZAS.

Fora da Zona de Autossalvamento (ZAS), denominada Zona de Segurança Secundária (ZSS), o alerta antecipado compete aos Serviços Municipais de Proteção Civil e Entes Federados, sendo estes responsáveis pelas ações de aviso, mobilização, treinamento e evacuação da população residente em áreas potencialmente afetadas, conforme Lei nº 12.608/2012, Lei nº 14.066/2020.e Decreto nº 8.572/2015.

Contudo, o § 6º do Art. 12º da Lei nº 14.066/2020, salienta que o empreendedor deverá estender os elementos de autoproteção existentes na ZAS aos locais habitados da ZSS nos quais os órgãos de proteção e defesa civil não possam atuar tempestivamente em caso de vazamento ou rompimento da barragem. Este ponto deverá ser alinhado com as Defesa Civil e demais órgãos.

5.4.1 Defesa Civil

As atribuições de Defesa Civil (Estadual e Municipal) de acordo Lei 12.608/2012, artigos 5º, 7º e 8º são:

³⁵ Nota Técnica nº 59/2013-SFG/ANEEL, ABRAGE, 2017, e ABRAGE, 2018.

Art. 5º - São objetivos da PNPDEC (Política Nacional de Proteção e Defesa Civil):

- I - reduzir os riscos de desastres;*
- II - prestar socorro e assistência às populações atingidas por desastres; III - recuperar as áreas afetadas por desastres;*
- III - recuperar as áreas afetadas por desastres;*
- IV- incorporar a redução do risco de desastre e as ações de proteção e defesa civil entre os elementos da gestão territorial e do planejamento das políticas setoriais;*
- V- promover a continuidade das ações de proteção e defesa civil;*
- VI- estimular o desenvolvimento de cidades resilientes e os processos sustentáveis de urbanização;*
- VII- promover a identificação e avaliação das ameaças, suscetibilidades e vulnerabilidades a desastres, de modo a evitar ou reduzir sua ocorrência;*
- VIII- monitorar os eventos meteorológicos, hidrológicos, geológicos, biológicos, nucleares, químicos e outros potencialmente causadores de desastres;*
- IX- produzir alertas antecipados sobre a possibilidade de ocorrência de desastres naturais;*
- X- estimular o ordenamento da ocupação do solo urbano e rural, tendo em vista sua conservação e a proteção da vegetação nativa, dos recursos hídricos e da vida humana;*
- XI- combater a ocupação de áreas ambientalmente vulneráveis e de risco e promover a realocação da população residente nessas áreas;*
- XII- estimular iniciativas que resultem na destinação de moradia em local seguro;*
- XIII - desenvolver consciência nacional acerca dos riscos de desastre;*
- XIV- orientar as comunidades a adotar comportamentos adequados de prevenção e de resposta em situação de desastre e promover a autoproteção; e*
- XV- integrar informações em sistema capaz de subsidiar os órgãos do SINPDEC na previsão e no controle dos efeitos negativos de eventos adversos sobre a população, os bens e serviços e o meio ambiente.*

Art. 7º - Compete aos Estados:

- I - executar a PNPDEC em seu âmbito territorial;*
- II - coordenar as ações do SINPDEC em articulação com a União e os Municípios;*

III - instituir o Plano Estadual de Proteção e Defesa Civil;

IV - identificar e mapear as áreas de risco e realizar estudos de identificação de ameaças, suscetibilidades e vulnerabilidades, em articulação com a União e os Municípios;

V - realizar o monitoramento meteorológico, hidrológico e geológico das áreas de risco, em articulação com a União e os Municípios;

VI - apoiar a União, quando solicitado, no reconhecimento de situação de emergência e estado de calamidade pública;

VII - declarar, quando for o caso, estado de calamidade pública ou situação de emergência; e

VIII - apoiar, sempre que necessário, os Municípios no levantamento das áreas de risco, na elaboração dos Planos de Contingência de Proteção e Defesa Civil e na divulgação de protocolos de prevenção e alerta e de ações emergenciais.

Art. 8º - Compete aos Municípios:

I - executar a PNPDEC em âmbito local;

II - coordenar as ações do SINPDEC no âmbito local, em articulação com a União e os Estados;

III - incorporar as ações de proteção e defesa civil no planejamento municipal;

IV - identificar e mapear as áreas de risco de desastres;

V - promover a fiscalização das áreas de risco de desastre e vedar novas ocupações nessas áreas;

VI - declarar situação de emergência e estado de calamidade pública;

VII - vistoriar edificações e áreas de risco e promover, quando for o caso, a intervenção preventiva e a evacuação da população das áreas de alto risco ou das edificações vulneráveis;

VIII - organizar e administrar abrigos provisórios para assistência à população em situação de desastre, em condições adequadas de higiene e segurança;

IX - manter a população informada sobre áreas de risco e ocorrência de eventos extremos, bem como sobre protocolos de prevenção e alerta e sobre as ações emergenciais em circunstâncias de desastres;

X - mobilizar e capacitar os radioamadores para atuação na ocorrência de desastre;

XI - realizar regularmente exercícios simulados, conforme Plano de Contingência de Proteção e Defesa Civil;

XII - promover a coleta, a distribuição e o controle de suprimentos em situações de desastre;

XIII - proceder à avaliação de danos e prejuízos das áreas atingidas por desastres;

XIV - manter a União e o Estado informados sobre a ocorrência de desastres e as atividades de proteção civil no Município;

XV - estimular a participação de entidades privadas, associações de voluntários, clubes de serviços, organizações não governamentais e associações de classe e comunitárias nas ações do SINPDEC e promover o treinamento de associações de voluntários para atuação conjunta com as comunidades apoiadas; e

XVI - prover solução de moradia temporária às famílias atingidas por desastres.

5.4.2 Corpo de Bombeiros

Decreto Federal n.º 7.163, de 29 de abril de 2010, que regulamenta o inciso I do art. 10-B da Lei nº 8.255, de 20 de novembro de 1991, que dispõe sobre a organização básica do CBMDF, estabelece:

Art. 2º Compete ao Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal:

I - realizar serviços de prevenção e extinção de incêndios;

II - realizar serviços de busca e salvamento;

III - realizar perícias de incêndio relacionadas com sua competência;

IV - prestar socorro nos casos de sinistros, sempre que houver ameaça de destruição de haveres, vítimas ou pessoas em iminente perigo de vida;

V - realizar pesquisas técnico-científicas, com vistas à obtenção e ao desenvolvimento de produtos e processos voltados para a segurança contra incêndio e pânico;

VI - realizar atividades de segurança contra incêndio e pânico, com vistas à proteção das pessoas e dos bens públicos e privados;

VII - executar atividades de prevenção aos incêndios florestais;

VIII - executar atividades de defesa civil;

IX - executar as ações de segurança pública que lhe forem cometidas pelo Presidente da República, em caso de grave comprometimento da ordem pública e durante a vigência de estado de defesa, de estado de sítio e de intervenção no Distrito Federal;

X - executar ações de emergência médica em atendimento pré-hospitalar e socorros de urgência;

XI - desenvolver na comunidade a consciência para os problemas relacionados com incêndios, acidentes em geral e pânico;

XII - promover e participar de campanhas educativas direcionadas à comunidade em sua área de atuação; e

XIII - fiscalizar, na área de sua competência, o cumprimento da legislação referente à prevenção contra incêndio e pânico.

6 SEÇÃO V – SÍNTESE DO ESTUDO DE INUNDAÇÃO

6.1 MODELAGEM DA RUPTURA HIPOTÉTICA

O estudo de ruptura hipotética de uma barragem tem como finalidade a identificação dos potenciais modos de ruptura bem como a delimitação da área potencialmente atingida pelo evento. Nesse sentido, o estudo busca delimitar o potencial impacto da passagem de uma onda de ruptura pelo vale a jusante da barragem, afetando a população, instalações, infraestruturas e meio ambiente.

Os mapas de inundação, que apresentam a área impactada (mancha de inundação) a jusante da UHE Três Irmãos, e a caracterização hidráulica da onda de ruptura são os principais resultados desse estudo, devendo ser utilizados como base para ações de planejamento e resposta a serem adotadas frente à ocorrência de um evento dessa natureza.

Confeccionado pela Fractal Engenharia e Sistemas³⁶, o estudo de ruptura hipotética da barragem da UHE Três Irmãos foi desenvolvido mediante modelo hidrodinâmico unidimensional no software HEC-RAS 6.0.0. Os aspectos metodológicos e premissas do Estudo de Ruptura Hipotética da barragem são apresentados no APÊNDICE 6 – ESTUDO DE RUPTURA DA BARRAGEM.

6.2 DADOS UTILIZADOS

O desenvolvimento do estudo de inundação foi baseado em dados hidrológicos, topográficos e estruturais da UHE Três Irmãos. O Quadro 17 resume os dados empregados no desenvolvimento do modelo numérico para ruptura hipotética da barragem em questão.

Quadro 17. Resumo de dados empregados no estudo de ruptura hipotética.

Tipo de base dados	Variável
Hidrológico	Cheias de projeto, de períodos de retorno de 10.000 anos, da Barragem Três Irmãos.

³⁶ Documento: 337-M-CD-PAE-001-VER_A.pdf. Desenvolvido pela Fractal Engenharia e Sistemas, 2017.

Tipo de base dados	Variável
Curva cota x volume do reservatório	Curva cota x volume do reservatório da Barragem Três Irmãos.
Dispositivos de descarga	Diagrama de operação do vertedouro da Barragem Três Irmãos.
Projetos da Barragem	Dimensões e cotas das estruturas associadas da barragem e dos dispositivos de descarga.
Topobatimetria	Seções transversais topobatimétricas no rio Tietê, entre o eixo da Barragem. DATUM horizontal SIRGAS 2000 Zona 22S. DATUM vertical IBGE.
Base cadastral georreferenciada	Modelo digital de terreno escala 1:25.000. DATUM horizontal SIRGAS 2000 Zona 22S. DATUM vertical IBGE. Imagens georreferenciadas do banco de dados do ArcGIS.

6.3 HIPÓTESE E PROVÁVEIS MODOS DE RUPTURA

O primeiro passo no desenvolvimento do estudo hidráulico de ruptura hipotética de uma barragem é a realização da Análise dos Potenciais Modos de Ruptura. Esta análise, segundo FERC (2005), é um procedimento informal executado para levantamento das prováveis formas de ruptura de uma barragem.

Visto que a finalidade do estudo de ruptura consiste na formação de insumos para a elaboração das ações de resposta a serem tomadas pelo empreendedor e pelas autoridades competentes, durante uma possível situação de alerta ou emergência na barragem, opta-se pela adoção de modos de ruptura conservadores, proporcionando vazões de ruptura mais elevadas e inundações que dificilmente serão extrapoladas para cada cenário hidrológico de cheia natural.

Para a confecção do PAE da UHE Três Irmãos, foram simulados 9 (nove) cenários de ruptura distintos:

- **Modo RPB 1** – Rompimento orientado por combinações probabilísticas da Barragem de Terra da Margem Esquerda, vertendo a vazão Decamilenar;
- **Modo RPB 2** – Rompimento orientado por combinações probabilísticas da Barragem de Terra da Margem Esquerda, vertendo a vazão de referência Q_{MLT} (Sunny Day);
- **Modo RPB 3** – Rompimento orientado por combinações probabilísticas da Barragem de Terra da Margem Direita alinhada ao leito do rio Tietê, vertendo a vazão Decamilenar;

- **Modo RPB 4** – Rompimento orientado por combinações probabilísticas da Barragem de Terra da Margem Direita alinhada ao leito do rio Tietê, vertendo a vazão de referência Q_{MLT} (Sunny Day);
- **Modo RPB 5** – Rompimento orientado por combinações probabilísticas da Barragem de Terra da Margem Direita até o contato com a estrutura da eclusa, vertendo a vazão Decamilenar;
- **Modo RPB 6** – Rompimento orientado por combinações probabilísticas da Barragem de Terra da Margem Direita até o contato com a estrutura da eclusa, vertendo a vazão de referência Q_{MLT} (Sunny Day);
- **Modo RDC 7** – Rompimento determinístico da estrutura da Casa de Força em condições operacionais normais, em Condição de Carregamento Normal (CCN);
- **Modo RDC 8** – Rompimento determinístico da estrutura do vertedouro em condições operacionais normais, em Condição de Carregamento Normal (CCN); e,
- **Modo RDC 9** – Rompimento determinístico da comporta da Eclusa 1 em condições operacionais normais.

Na Figura 9 estão ilustradas as posições das brechas de ruptura hipotética identificada na APMR da Barragem Três Irmãos.

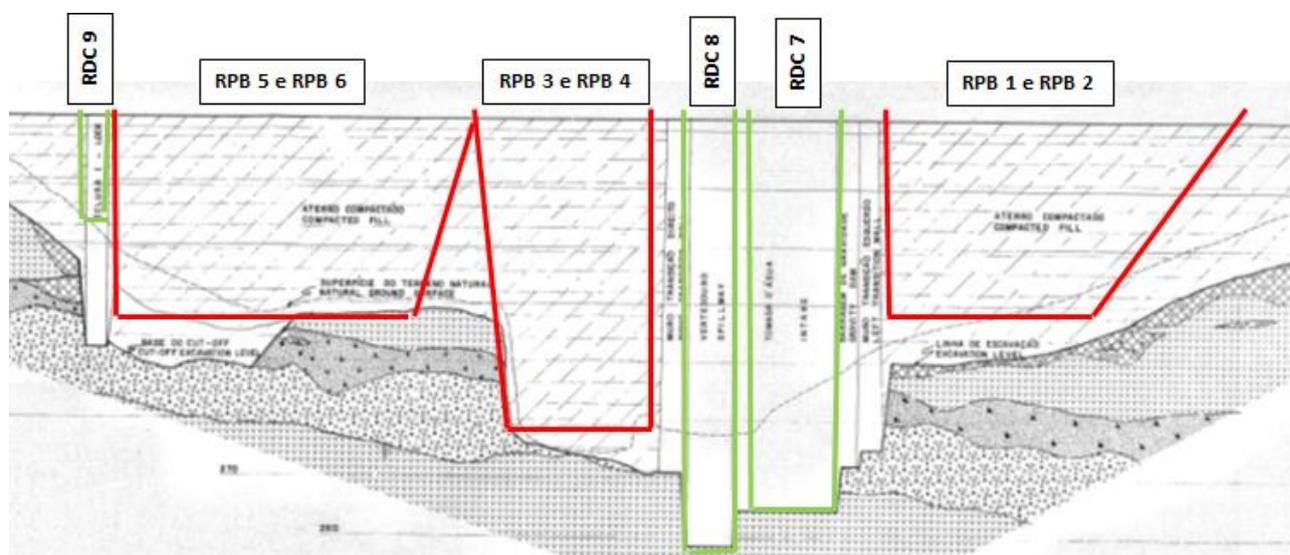


Figura 9. Ilustração das possíveis brechas identificadas na APMR. Vista de jusante para montante.³⁷

O fluxo de atividades do estudo hidráulico está representado na Figura 10.

³⁷ Aproveitamento Hidrelétrico de Três Irmãos – Projeto Básico – Barragem de Terra. Nº PROMON CS26A-MS4-030. Nº CESP B/TI-500-C-44-030. OUT 1980.

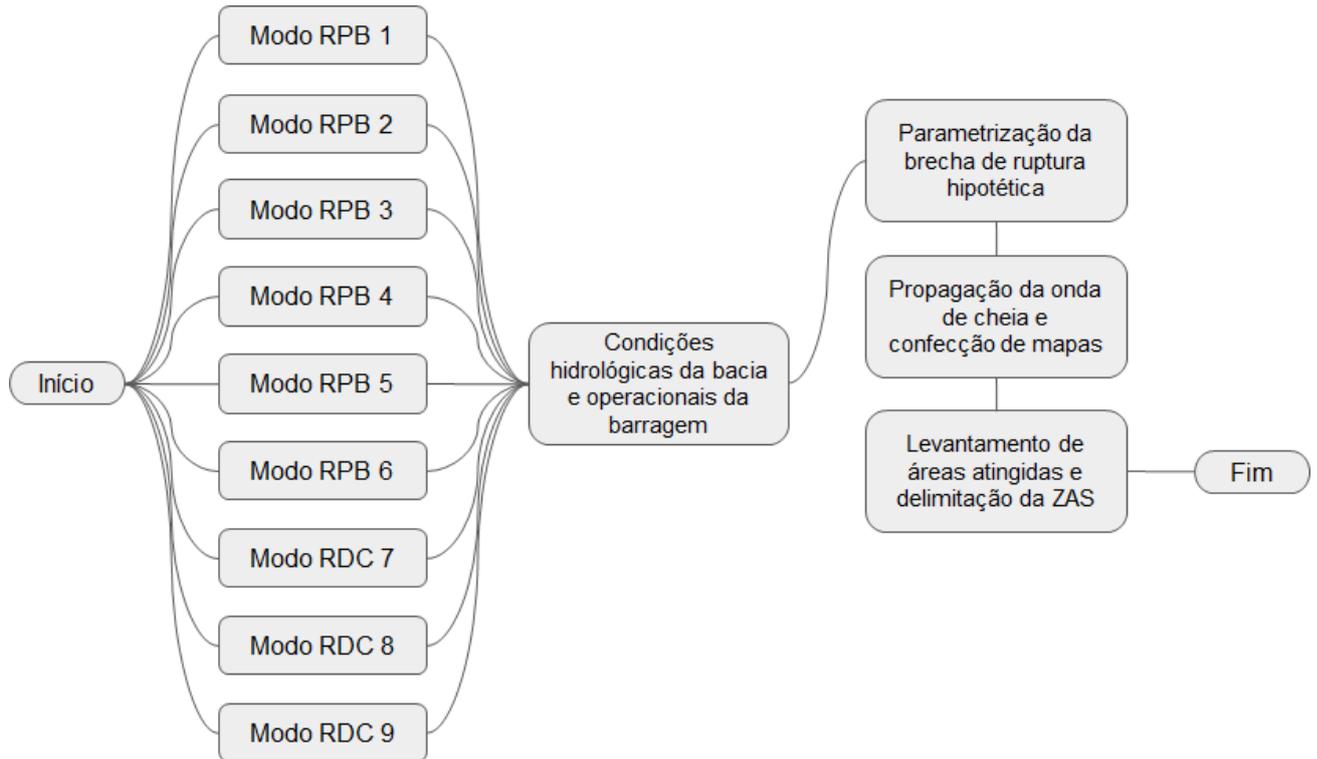


Figura 10. Cenários de ruptura da Barragem Três Irmãos.

6.4 PROPAGAÇÃO HIDRÁULICA DA ONDA DE RUPTURA

A ruptura da barragem provoca fortes pulsos no hidrograma de cheia natural milenar, provocando uma altura incremental máxima da ordem de 3,0 m na região a jusante próxima do barramento. Após 21 km, as alturas incrementais são inferiores a 0,61 m que, segundo critério da FEMA (2013), permite considerar como amortecida a onda de ruptura.

Mais detalhes podem ser encontrados no APÊNDICE 6 – ESTUDO DE RUPTURA DA BARRAGEM. Por sua vez, as cartas de inundação podem ser visualizadas no APÊNDICE 8 – MAPAS DE INUNDAÇÃO.

6.5 ZONA DE AUTOSSALVAMENTO (ZAS)

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

O tempo de chegada da onda é calculado como o instante em que a onda induzida pela ruptura hipotética atinge uma cota de referência gerada por uma elevação incremental de 0,61

m (~2 ft). Para a UHE Três Irmãos, a distância correspondente ao trecho percorrido pela frente de onda de ruptura no intervalo de 30 min é inferior à 10 km.

Desta forma, seguindo o recomendado pela FEMA (2013), FERC (2014) e ABRAGE (2017), **para a UHE Três Irmãos adotou-se uma Zona de Autossalvamento de 10 km**, de modo que todo esse trecho seja alertado numa eventual situação de crise, não dependendo da atuação das autoridades competentes. Ressalta-se que a delimitação da ZAS deve ser pactuada pelo Empreendedor em conjunto com os organismos de Defesa Civil.

O estudo de tipificação da ZAS, com o levantamento cadastral, mapeamento da população existente na ZAS e identificação de vulnerabilidades sociais pode ser encontrado no APÊNDICE 7 – ESTUDO DE TIPIIFICAÇÃO DA ZAS.

6.6 ZONA SECUNDÁRIA DE SALVAMENTO (ZSS)

De acordo a Lei 12.334/2020, a Zona Secundária de Salvamento (ZSS) é o trecho constante do mapa de inundação não definido como ZAS. **Para a UHE Três Irmãos a ZSS conta com 11 km de trecho no vale a jusante.**

6.7 INDICAÇÃO DOS PONTOS DE SEGURANÇA

A comunicação com a população residente na Zona de Autossalvamento (ZAS) é de responsabilidade da Tijoa Participações e Investimentos S.A.³⁸, conforme atribuições apresentadas na SEÇÃO IV – RESPONSABILIDADES GERAIS DO PAE, sendo definidas as seguintes providências:

- Realizar notificações e demais ações pertinentes, com o intuito de alertar a população potencialmente afetada em caso de ruptura da barragem; e
- Solicitar a população potencialmente afetada à evacuação da área com extrema urgência.

Imediatamente após notificação, a população presente na Zona de Autossalvamento deverá dirigir-se aos PONTOS DE ENCONTRO, cujas coordenadas são apresentadas no Quadro 18.

Quadro 18. Localização dos Pontos de Encontro propostos na ZAS

Pontos de Encontro	Coordenadas UTM (SIRGAS 2000 – Fuso 22S)	
	LAT	LON
Ponto de Encontro 1	20°41'14.13"S	51°17'57.19"O
Ponto de Encontro 2	20°43'14.55"S	51°19'10.07"O

³⁸ Esta interpretação está em comum acordo com o estabelecido pelo guia de Orientações para elaboração do PAE das barragens de usinas Hidrelétricas da ABRAGE (Associação Brasileira de Empresas Geradoras de Energia Elétrica), publicado em outubro de 2017.

Pontos de Encontro	Coordenadas UTM (SIRGAS 2000 – Fuso 22S)	
	LAT	LON
Ponto de Encontro 3	20°44'45.38"S	51°18'46.75"O
Ponto de Encontro 4	20°45'7.49"S	51°20'4.32"O
Ponto de Encontro 5	20°43'5.24"S	51°20'36.62"O
Ponto de Encontro 6	20°42'30.86"S	51°23'10.94"O
Ponto de Encontro 7	20°43'11.88"S	51°23'48.42"O
Ponto de Encontro 8	20°42'50.47"S	51°24'8.63"O
Ponto de Encontro 9	20°38'55.73"S	51°18'41.02"O
Ponto de Encontro 10	20°39'43.25"S	51°21'18.82"O
Ponto de Encontro 11	20°40'21.89"S	51°21'52.26"O
Ponto de Encontro 12	20°40'39.87"S	51°22'27.70"O
Ponto de Encontro 13	20°41'19.04"S	51°17'39.92"O
Ponto de Encontro 14	20°42'31.16"S	51°24'5.47

Nota: Importante destacar que para o estabelecimento das rotas de fuga e pontos de encontro o empreendedor em conjunto com a Defesa Civil deverá realizar trabalho de campo para confirmação das informações e características da população a ser evacuada, em especial pessoas com deficiências. Poderá também considerar melhorias no terreno a serem implementadas a fim de garantir a acessibilidade das rotas.

As áreas de fuga devem ser implantadas onde não há o risco de inundação. A população dessas áreas deve ser previamente orientada, para que na ocorrência de uma situação extrema, saiba se locomover e identificar as áreas de fuga. Este deslocamento deve ser considerado como realizado por meios próprios e de maneira mais rápida possível, mediante o aviso de emergência, a ser emitido identificando pela Tijó Participações e Investimentos S.A.

O modelo das placas utilizadas para as rotas de fuga e pontos de encontro estão no APÊNDICE 7 – .

É válido ressaltar que a legitimação das rotas de fuga, dos pontos de encontro e dos sentidos de deslocamento, indicados neste documento, deverão ser validados pelos organismos de Defesa Civil, a quem competem as atribuições legais para atuação em situações de emergência.

6.8 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA AFETADA

Considera-se área afetada³⁹ aquela situada a jusante da barragem, potencialmente comprometida pela sua eventual ruptura. Fazem parte dela a Zona de Autossalvamento (ZAS)

³⁹ Art. 3º da Res. 236/2017.

e a Zona de Segurança Secundária (ZSS). Sendo assim, a área a jusante da UHE Três Irmãos, definida para o estudo de ruptura hipotética, é caracterizada pelo trecho entre o barramento da UHE Três Irmãos até o vale a jusante, totalizando 21 km.

O levantamento das estruturas e pontos vulneráveis passíveis de serem afetados foi realizado pela Fractal Engenharia e Sistemas por meio de fotointerpretação de imagens de drone. Para fins de validação, na sequência, contratou-se equipe especializada para confirmar em campo as coordenadas levantadas no Estudo de Ruptura Hipotética da UHE Três Irmãos.

De modo a obter uma estimativa da área afetada, otimizando as ações de resposta na ZAS, foram quantificadas as propriedades atingidas, em caso de rompimento da barragem. A Tabela 3 expõe o número de residências (uso permanente ou temporário) potencialmente afetadas pelos cenários de ruptura hipotética da UHE Três Irmãos

Tabela 3. Número aproximado de atingidos (economias).

Cenário de Ruptura	Número Aprox. de atingidos (Economias)		
	Dentro da ZAS	Fora da ZAS	Total
Modo RPB1	67	685	752
Modo RPB2	50	316	366
Modo RPB3	71	776	847
Modo RPB4	56	454	510
Modo RPB5	100	1280	1380
Modo RPB6	61	517	578
Modo RDC7	24	49	73
Modo RDC8	9	12	21
Modo RDC9	0	0	0

Considerando uma média de 3,34 habitantes por economia⁴⁰, dado apresentado pelo IBGE no Censo 2010, a estimativa da população afetada, por cenário de ruptura, encontra-se abaixo (Tabela 4).

Tabela 4. Número aproximado de atingidos (habitantes)

Cenário de Ruptura	Número Aprox. de atingidos (Habitantes)		
	Dentro da ZAS	Fora da ZAS	Total
Modo RPB1	224	2288	2512

⁴⁰IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico de 2010. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/default.shtm>> Acesso em SET2017.

Modo RPB2	167	1056	1223
Modo RPB3	238	2592	2830
Modo RPB4	188	1517	1705
Modo RPB5	334	4276	4610
Modo RPB6	204	1727	1931
Modo RDC7	81	164	245
Modo RDC8	31	41	72
Modo RDC9	0	0	0

Cabe salientar que se considerou como benfeitoria atingida, todas as residências localizadas dentro da mancha de inundação, bem como aquelas parcialmente atingidas por ela. Desta forma, o número exato de imóveis e famílias afetadas, somente será obtido após validação em campo com cadastro de atingidos.

As coordenadas das estruturas potencialmente afetadas, bem como as cartas de inundação, encontram-se dispostas no APÊNDICE 8 – MAPAS DE INUNDAÇÃO e APÊNDICE 9 – COORDENADAS ESTRUTURAS AFETADAS.

Estas informações subsidiarão a confecção do Plano de Contingência de Proteção e Defesa Civil dos municípios potencialmente atingidos, cuja responsabilidade compete à Defesa Civil, conforme Lei nº 12.608/2012.

6.9 RESTRIÇÕES LOCAIS

Algumas restrições de acesso em momentos de crise podem ser descritas. Dentre elas, o acesso às localidades da área de inundação mediante as rodovias e estradas sujeitas à inundação, bem como a interdição das pontes pertencentes a elas.

Neste contexto, nas cartas de inundação estão indicadas as estradas e pontes potencialmente atingidas pela onda induzida pela ruptura hipotética da barragem. Estas deverão ser mapeadas pelos órgãos de Defesa Civil, para que o isolamento e interdição das vias sejam adequadamente planejados e executados para momentos de crise.

7 SEÇÃO VI – MEDIDAS PARA REGASTE DE ATINGIDOS E MITIGAÇÃO DE IMPACTOS

De acordo com a Lei 14.066/2020, a Tijó Participações e Investimentos S.A. deve, em conjunto com a Defesa Civil e demais entidades responsáveis, elaborar medidas para garantir

o resgate de atingidos (pessoas e animais), minimizar os impactos ambientais, garantir o abastecimento público e resguardar o patrimônio cultural.

Com periodicidade mínima anual, deverão ser promovidas reuniões de apresentação e entrega do PAE aos municípios potencialmente atingidos e Defesas Civas. Conjuntamente, durante a etapa de implantação do PAE junto às comunidades potencialmente atingidas, deverão ser realizadas reuniões de articulação com as Defesas Civas Municipais, ações de divulgação com as prefeituras e Defesas Civas, bem como reuniões esporádicas (sob demanda) com o Corpo de Bombeiros.

Além disso, deve-se manter registro de todas as reuniões para definição das medidas de resgate e mitigação de impactos, conforme modelo exposto no APÊNDICE 2 – PLANO DE ARTICULAÇÃO COM PODER PÚBLICO.

Cabe salientar que o Plano de Articulação com o poder público, conforme definido na Lei 14.066/2020, deverá incluir, no mínimo, os itens listados abaixo:

- Resgate de Atingidos (Pessoas e Animais);
- Mitigação de Impactos Ambientais;
- Manutenção do Abastecimento de Água Potável;
- Resgate e Salvaguarda do Patrimônio Cultural.

REFERÊNCIAS

- ABRAGE – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS GERADORAS DE ENERGIA ELÉTRICA. Orientações para elaboração do PAE das barragens de usinas hidrelétricas – v3.0. Belo Horizonte, Outubro, 2017.
- ABRAGE – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS GERADORAS DE ENERGIA ELÉTRICA. Orientações para elaboração do PAE das barragens de usinas hidrelétricas aos PLACONS – v3.0. Belo Horizonte, Outubro, 2017.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). Resolução Normativa Nº 696, de dezembro de 2015.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). Nota Técnica nº 59/2013 - SFG/ANEEL, de agosto de 2013.
- FRACTAL ENGENHARIA E SISTEMAS S/A. Estudo de ruptura hipotética – UHE Três Irmãos. Fractal Engenharia e Sistemas S.A, Florianópolis, Março, 2017. 69p
- Lei Federal nº 12.334, de 20 de Setembro de 2010. Brasília, 2010.
- Lei Federal nº 12.608 de 10 de Abril de 2012. Brasília, 2012.
- Lei Federal nº 14.066 de 30 de Setembro de 2020. Brasília, 2020.
- Lei Complementar nº 912 de 05 de Junho de 2019. Vitória, ES, 2019.

APÊNDICES

APÊNDICE 1 – CONTATOS INTERNOS E EXTERNOS

Quadro 19. Lista de Contatos para notificação.

UHE Três Irmãos	Empreendedor	Nome: Tijó Participações e Investimentos S.A. Tel. 01: (21) 3095-1800 Tel. 02: Cel.: E-mail:
	Coordenador do PAE	Nome: Ruy Bicego Tel. 01: 18 99815-3803 E-mail:
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:
	Coordenadoria de Fiscalização Ambiental – Centro Técnico Regional de Fiscalização (CTRF 2 – Araçatuba)	Nome: Tel. 01: (18) 3607-0550 Tel. 02: Cel.: E-mail: cfa.ctrf2@sp.gov.br
	Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul – Unidade Regional: Escritório Regional de Três Lagoas	Nome: Délia Francisca Villamayor Javorka Tel. 01: (67) 3521-2714 Tel. 02: Cel.: E-mail:
Defesa Civil	Coordenadoria Municipal de Defesa Civil (COMDEC) – Andradina (SP)	Nome: Tel. 01: (18) 3702-1000 Tel. 02: Cel.: E-mail:
	Coordenadoria Municipal de Defesa Civil (COMDEC) – Pereira Barreto (SP)	Nome: Tel. 01: (18) 3704-4804 Tel. 02: Cel.: E-mail:

Defesa Civil	<p>Coordenadoria Municipal de Defesa Civil (COMDEC) – Ilha Solteira (SP)</p>	<p>Nome:</p> <p>Tel. 01: (18) 3743-6080</p> <p>E-mail:</p>
	<p>Coordenadoria Municipal de Defesa Civil (COMDEC) – Castilho (SP)</p>	<p>Nome:</p> <p>Tel. 01: (18) 3741-9000</p> <p>E-mail:</p>
	<p>Coordenadoria Regional de Defesa Civil – Região de São Araçatuba (REDEC/I-9)</p>	<p>Nome: Major Pm Nilton César Zacarias Pereira</p> <p>Tel. 01: (18) 3622-7010</p> <p>Tel. 02:</p> <p>Tel. 03:</p> <p>E-mail: niltonc@policiamilitar.sp.gov.br</p>
	<p>Coordenadoria Estadual de Defesa Civil (CEDEC) – São Paulo</p>	<p>Nome: Centro de Gerenciamento de Emergências</p> <p>Tel. 01: (11) 2193-8888</p> <p>Tel. 02:</p> <p>Cel.:</p> <p>E-mail:</p>
	<p>Coordenadoria Municipal de Defesa Civil (COMDEC) – Três Lagoas (MS)</p>	<p>Nome:</p> <p>Tel. 01: (67) 3929-1573</p> <p>Tel. 02:</p> <p>Tel. 03:</p> <p>E-mail:</p>
	<p>Coordenadoria Estadual de Defesa Civil (CEDEC) – Mato Grosso do Sul</p>	<p>Nome:</p> <p>Tel. 01: (67) 3318-1121</p> <p>Tel. 02: (67) 3318-1078</p> <p>Tel. 03: (67) 3318-1000</p> <p>E-mail:</p>
	<p>Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (SEDEC)</p>	<p>Nome: Renato Newton Ramlow</p> <p>Tel. 01: (61) 2034-5513</p> <p>Tel. 02: (61) 2034-5736 / 5869</p> <p>Cel.:</p> <p>E-mail: sedec@integracao.gov.br</p>

Defesa Civil	CENAD (Centro Nacional de Administração Desastres)	<p>Nome: Élcio Alves Barbosa (Diretor) Tarcísio de Souza Vasconcelos (Coordenador Geral de Monitoramento e Operação)</p> <p>Tel. 01: (61) 2034-4600 Tel. 02: (61) 2034-4612 E-mail: elcio.barbosa@integracao.gov.br</p>
Outras Agências	INPE	<p>Nome: Ricardo Magnus Osório Galvão</p> <p>Tel. 01: (12) 3208-6035 Tel. 02: (12) 3208-6034 Cel.: E-mail: diretor@inpe.br</p>
	CEMADEN	<p>Nome: Osvaldo Luiz Leal de Moraes</p> <p>Tel. 01: (12) 3186-9236 Tel. 02: (12) 3205-0398 E-mail: diretor@cemaden.gov.br</p>
	INMET	<p>Nome: Francisco de Assis Diniz (Diretor)</p> <p>Tel. 01: Mozar de Araujo Salvador (Assistente) Tel. 02: (61) 2102-4602 / (61) 2102-4780 Cel.: E-mail: diretor.inmet@inmet.gov.br mozar.salvador@inmet.br</p>
ZAS	Prefeitura Municipal de Andradina (SP)	<p>Nome:</p> <p>Tel. 01: (18) 3702-1000 Tel. 02: Tel. 03: E-mail:</p>
	Secretaria de Obras de Andradina (SP)	<p>Nome:</p> <p>Tel. 01: (18) 3722-8227 Tel. 02: (18) 3721-1180 Tel. 03: E-mail:</p>
	Prefeitura Municipal e Secretaria de Obras de Pereira Barreto (SP)	<p>Nome:</p> <p>Tel. 01: (18) 3704-8500 Tel. 02: Tel. 03: E-mail:</p>

ZAS	Prefeitura Municipal e Secretaria de Obras de Ilha Solteira (SP)	Nome: Tel. 01: (18) 3743-6000 Tel. 02: Tel. 03: E-mail:
	Prefeitura Municipal e Secretaria de Obras de Itapura (SP)	Nome: Tel. 01: (18) 3745-9020 Tel. 02: Tel. 03: E-mail:
	Prefeitura Municipal de Castilho (SP)	Nome: Tel. 01: (18) 3741-9000 Tel. 02: Tel. 03: E-mail:
	Secretaria de Obras de Castilho (SP)	Nome: Tel. 01: (18) 3741-3311 Tel. 02: Tel. 03: E-mail:
	Prefeitura Municipal de Selvíria (MS)	Nome: Tel. 01: (67) 3579-1243 Tel. 02: Tel. 03: E-mail:
	Secretaria de Obras de Selvíria (MS)	Nome: Tel. 01: (67) 3579-1482 Tel. 02: Tel. 03: E-mail:
	Prefeitura Municipal de Três Lagoas (MS)	Nome: Tel. 01: (67) 3929-9900 Tel. 02: Tel. 03: E-mail:

Quadro 20. Telefones úteis.

Nome	Região Administrativa	Contato
Corpo de Bombeiros	Geral	193
	São Paulo	(11) 3396-2000
	Andradina / Castilho	(18) 3722-7493
		(18) 3722-7564
	Pereira Barreto	(18) 3704-2904
	Ilha Solteira / Itapura *	(18) 3742-2212
		(18) 3743-6047
	Três Lagoas - 5º GBM Quartel Três Lagoas*	(67) 3522 4255
(67) 3521 4714		
Defesa Civil	Geral	199
SAMU	Geral	192
Irmandade da Santa Casa	Andradina*	(18) 3702-1100
Santa Casa de Misericórdia	Pereira Barreto	(18) 3704-3390
		(18) 3704-4155
Hospital Regional de Ilha Solteira	Ilha Solteira	(18) 3743-1500
Centro de Saúde	Itapura*	(18) 3745-1227
Hospital Municipal	Selvíria*	(67) 3579-1739
Hospital Nossa Senhora Auxiliadora	Três Lagoas	(67) 2015-3500
UPA 24H - Parque São Carlos	Três Lagoas*	(67) 3929-1254
Hospital Cassems Unidade Três Lagoas	Três Lagoas	(67) 3919-1100
Polícia Militar	Geral	190
	São Paulo	(11) 3291-6643
	Andradina – 28º BPMI	(18) 3722-9090
	Itapura	(18) 3745-1253
	Mato Grosso do Sul	(67) 3318-4405
		(67) 3579-1150
	Selvíria - 2º BPM	(67) 3579-1190
		(67) 3919-9700
Três Lagoas - 2º BPM	(67) 3919-9725	
Polícia Ambiental	Geral	194
	São Paulo	(11) 5085-2100
	Castilho – 2º Batalhão 1ª Cia. 2º Pelotão*	(18) 3741-9140
	Mato Grosso do Sul	(67) 3357-1501
	Três Lagoas - Batalhão	(67) 3929-1360

*Não foi possível confirmar

Nome	Região Administrativa	Contato
Polícia Civil	Geral	197
	São Paulo	(11) 3291-6531
	Andradina – 1º Distrito Policial	(18) 3722-7055
		(18) 3722-1142
	Andradina – 2º Distrito Policial	(18) 3722-4008
		(18) 3722-4081
	Pereira Barreto	(18) 3704-2333
		(18) 3704-2555
	Ilha Solteira	(18) 3742-4208
		(18) 3742-2463
	Itapura	(18) 3745-1181
	Castilho	(18) 3741-1718
		(18) 3741-1145
Mato Grosso do Sul*	(67) 3312-5700	
Selvíria -Delegacia de Polícia de Selvíria*	(67) 3579-1166	
Três Lagoas – Delegacia Regional de Polícia*	(67) 3521-2296	
	(67) 3521-1646	
Polícia Federal	São Paulo	(11) 3538-5000
	Mato Grosso do Sul	(67) 3368-1140
		(67) 3509-0400
	Três Lagoas – Delegacia	(67) 3509-0401
		(67) 3509-0410
		(67) 3509-0412
		(67) 3509-0420
Polícia Rodoviária	Geral	193
	São Paulo (Comando de Policiamento Rodoviário)	(11) 3327-2727
	Andradina	(18) 3722-4580
	Mato Grosso do Sul	(67) 3320-3600

Prestadores de Serviço			
Rádios	Sistema Regional de Comunicação	Andradina	(18) 3722-6620
	Rádio Urubupunga	Andradina	(18) 3722-2444
	Rádio Veneza Paulista	Pereira Barreto	(18) 3704-2457
	Rádio Cidade Pereira Barreto	Pereira Barreto	(18) 3704-2121
	Rádio Cidade AM 690	Pereira Barreto	(18) 3704-2121
	Rádio Sonora FM	Ilha Solteira	(18) 3742-3247

Prestadores de Serviço			
Rádios	Ilha FM 104.9	Ilha Solteira	(18) 3743-5200
	Band FM Ilha	Ilha Solteira	(18) 3742-1441
	Telecomunicações de São Paulo AS	Castilho	(18) 3741-0231
	Radio Castilho FM	Castilho	(18) 3741-1701
	Cultura FM 106.5	Três Lagoas	(67) 3509-7500
	Rádio Cidade Três Lagoas FM	Três Lagoas	(67) 3521-1162
	Band FM	Três Lagoas	(67) 3509-7500
Materiais de Construção	CEMASE - Materiais para Construção	Andradina	(18) 3722-4134
	Concresp Concretagem e Concresp Mineração	Andradina	(18) 3722-1914
	Depósito Andradina	Andradina	(18) 3722-2773
	Bezerra Pereira Barreto	Pereira Barreto	(18) 3704-1042
	Depósito União	Pereira Barreto	(18) 3704-6262
	Marli Aparecida da Silva Rocha Construção	Pereira Barreto	(18) 3704-6675
	Scatolin Materiais de Construção	Ilha Solteira	(18) 3743-2082
	Construilha Materiais de Construção	Ilha Solteira	(18) 3742-3524
	Cacique Center Material de Construção	Ilha Solteira	(18) 99785-5601
	Nova Opção	Castilho	(18) 3741-3580
	Darci Alves Silva	Castilho	(18) 3741-2608
	Manuel M Mendes	Selvíria	(67) 3579-1288
	Helena Petronília Paixão	Selvíria	(67) 3579-1517
	SR Dias Materiais & Construções	Selvíria	(67) 3579-14981
	Tietê Materiais de Construções	Três Lagoas	(67) 3524-0000
	Casa do Construtor Materiais de Construção Ltda	Três Lagoas	(67) 3521-2346
Muniz Materiais para Construção	Três Lagoas	(67) 2105-2600	
Igrejas	Igreja Presbiteriana Independente Andradina	Andradina	(18) 3722-3385
	Igreja Batista de Andradina	Andradina	(18) 3722-1447
	Igreja Ceifeiros da Última Hora	Andradina	(18) 3723-6909
	Igreja Batista Tradicional Pereira Barreto	Pereira Barreto	(18) 3704-4497
	Igreja Budista Pereira Barreto	Pereira Barreto	(18) 3704-2797
	Mitra Diocesana de Jales - Paróquia São Francisco Xavier	Pereira Barreto	(18) 3704-1477
	Igreja Messiânica Mundial Brasil	Ilha Solteira	(18) 3742-1926
	Igreja Batista Central em Ilha Solteira	Ilha Solteira	(18) 3742-5160
	Igreja Presbiteriana Renovada	Ilha Solteira	(18) 3743-2749
	Primeira Igreja Batista em Castilho	Castilho	(18) 98112-6004
	Igreja de São João Batista	Selvíria	(67) 3579-1174
	Igreja Matriz Santa Rita de Cássia	Três Lagoas	(67) 3521-9222

Prestadores de Serviços			
Igrejas	Igreja Evangélica Missões Brasa Viva	Três Lagoas	(67) 3521-5401
	Igreja Presbiteriana de Três Lagoas	Três Lagoas	(67) 3521-7754
Água e Esgoto	Águas de Andradina	Andradina	0800-775-0195
	Serviço Autonomo de Água e Esgoto	Pereira Barreto	(18) 3704-2373
	Caixa d'água (Centro)	Ilha Solteira	(18) 99724-2832
	Águas de Castilho	Castilho	0800-770-3195
	Sanesul	Selvíria / Três Lagoas	0800 67 6010
Hotéis	Hotel Oeste Plaza	Andradina	(18) 2122-0200
	Savana Park Hotel	Andradina	(18) 3702-3030
	Hotel Roda D'água	Andradina	(18) 3722-2228
	Hotel Pousada Pantal	Pereira Barreto	(18) 99164-1775
	Pousada Sanaes	Pereira Barreto	(18) 3704-6688
	Hotel Estância Ido	Pereira Barreto	(18) 3704-2706
	Bela Vista Park Hotel	Ilha Solteira	(18) 3743-4203
	Hotel Urubupunga	Ilha Solteira	(18) 3742-2100
	Ilha Palace Hotel Ltda ME	Ilha Solteira	(18) 3742-2800
	Sol de Verão Restaurante e Hotel Lt ME	Itapura	(18) 99631-6746
	Hotel Cali - Castilho	Castilho	(18) 3741-2457
	D S Oliveira Hotel	Castilho	(18) 3741-1236
	Hotel Universal	Selvíria	(67) 98143-4333
	Hotel Protal do Mato Grosso	Selvíria	(67) 3579-1295
	Hotel Mediterraneo	Três Lagoas	(67) 3509-4700
	Taj Hotel	Três Lagoas	(67) 3221-1500
	Sempre Hotel	Três Lagoas	(67) 3919-3000
Postos	Auto Posto Oeste Plaza	Andradina	(18) 3723-5128
	Rede Prestes Andradina	Andradina	(18) 3722-2808
	Auto Posto Andradina	Andradina	(18) 3722-2779
	Posto Ipiranga	Andradina	(18) 3722-3289
	Auto Posto Avenida Andradina	Andradina	(18) 3723-5209
	Posto Pinheiro Pereira Barreto	Pereira Barreto	(18) 3704-2048
	Posto Tanaka Shell	Pereira Barreto	(18) 3704-2070
	Posto Cinquentão	Pereira Barreto	(18) 3704-5594
	Auto Posto Apoio 2 G	Pereira Barreto	(18) 3704-4646
	Auto Posto G4	Pereira Barreto	(18) 3704-6349
	Posto Ipiranga	Ilha Solteira	(18) 3743-4555
	Posto Joclár	Ilha Solteira	(18) 3742-1459
	Posto Proença	Ilha Solteira	(18) 3743-5000

Prestadores de Serviços			
Postos	Auto Posto Cestari	Ilha Solteira	(18) 3742-2331
	Posto de Combustível	Ilha Solteira	(18) 3742-1454
	Posto do Guim	Itapura	(18) 3745-1116
	Auto Posto Check Up	Castilho	(18) 3741-1554
	Auto Posto Lagoao	Três Lagoas	(67) 3524-3726
	Auto Posto Avenida	Três Lagoas	(67) 3524-7717
	Posto Mercosul - BR	Três Lagoas	(67) 3524-1224
	Auto Posto Nelore Ltda	Três Lagoas	(67) 3524-3381
	Auto Posto Cidade	Três Lagoas	(67) 3521-5521
Locação de Máquinas e Equipamentos	Facilita – Locação de Andaimes e Máquinas	Andradina	(18) 3723-5388
			(18) 3723-5306
	Pattera	Andadina	(18) 3722-3696
			(18) 3723-1211
	Lomac - Locção de Máquinas e Equipamentos	Castilho	(18) 3722-7361
			(18) 3722-4611
Degraus Aluguel de Equipamentos	Três Lagoas	(67) 3522-0846	
Sobral Muck - Máquinas e Equipamentos	Três Lagoas	(67) 9965-5312	
		(67) 3522-1691	
Concreteiras	Concresp	Andradina	(18) 3772-1458
			(18) 3722-1914
	Andramix Concreto	Andradina	(18) 3722-1539
	Noromix Concreto	Pereira Barreto	(18) 3704-5698
	Porto de Areia e Concreteira Brambilla	Ilha Solteira	(18) 3742-1172
			(18) 3704-4438
	Jamil J Jorge Concreteira no Mato Grosso do Sul	Selvíria	(67) 3579-1225
	Concreluz Mix	Três Lagoas	(67) 3522-8401
Robemix Concreto Ltda	Três Lagoas	(67) 3509-6400	
		(67) 3509-4300	
Pedreiras	Pedreira Três Irmãos	Andradina	(18) 3722-3181
	Pedreira Três Lagoas	Três Lagoas	(67) 3522-9384

APÊNDICE 2 – PLANO DE ARTICULAÇÃO COM PODER PÚBLICO

O Quadro 21 apresenta um modelo de registro para as reuniões de articulação com o poder público.

Quadro 21. Modelo de registro de reuniões do plano de articulação.

Data	Local	Natureza	Assunto	Entidades participantes

APÊNDICE 3 – PLANO E REGISTRO DE TREINAMENTO DO PAE

De acordo com ANEEL (2013) e ABRAGE (2017), cabe ao empreendedor da barragem promover treinamentos internos, no máximo a cada 2 (dois) anos, bem como manter o registro destas atividades. Cabe a ele, também, participar das simulações de emergência promovidas em conjunto com a Defesa Civil da região.

Nesta linha, os treinamentos internos são focados no público interno das instalações (colaboradores da UHE Três Irmãos), nas respostas imediatas, no processo interno de tomada de decisão e na detecção de falhas no Plano de Ação de Emergência, com especial atenção aos pontos como comunicações, recursos humanos e materiais.

ABRAGE (2017) sugere que os treinamentos internos sejam baseados em discussões ou exercícios operacionais, tais como:

Baseados em discussões:

- Seminários;
- Workshops
- Exercícios de mesa (tabletop exercises)
- Jogos

Baseados em exercícios operacionais:

- Drill
- Exercícios funcionais
- Exercícios completos

Sendo assim, FEMA (2013) recomenda que se comece com exercícios mais simples e avancem aos mais complexos, tomando o tempo necessário para que o aprendizado e as melhorias advindas do exercício anterior.

Os treinamentos internos deverão ser agendados e executados em periodicidade adequada, conforme disponibilidade da equipe de colaboradores da Tijó Participações e Investimentos S.A., enquanto o tempo de execução varia segundo rendimento da equipe. É indicado que os testes dos Sistemas de Notificação e Alerta sejam executados na mesma batelada.

Os treinamentos internos são uma forma efetiva do proprietário garantir a adequabilidade da política da empresa sobre segurança de barragem, dentro dos limites da Lei nº 12.334/2010 e Lei nº 14.066/2020.

O Quadro 22 apresenta um modelo de registro de treinamentos.

A. EXERCÍCIO DE SIMULAÇÃO

De acordo com o § 5º do Art. 12º da Lei nº 14.066/2020, o empreendedor deverá, juntamente com os órgãos locais de proteção e defesa civil, realizar, em periodicidade a ser definida pelo órgão fiscalizador⁴², exercício prático de simulação de situação de emergência com a população da área potencialmente afetada por eventual ruptura da barragem.

Este tipo de exercício simula um evento real, com o intuito de avaliar a capacidade operacional do Sistema de Gestão de Emergências constante no PAE da UHE Três Irmãos.

Estes exercícios devem contar com a participação dos colaboradores da UHE Três Irmãos, da Tijó Participações e Investimentos S.A., da população residente na ZAS, das Entidades Fiscalizadoras e das Coordenadorias Municipais e Estaduais da Defesa Civil de Rio Grande do Sul.

Para auxiliar o realismo, este tipo de exercício requer a mobilização efetiva de meios e recursos através de:

- Ações e decisões no terreno;
- Evacuação de pessoas e bens;
- Emprego de meios de comunicação;
- Mobilização de Equipamento;
- Colocação real de pessoal e recursos.

⁴² Até a presente data não se tem uma periodicidade definida pelo órgão fiscalizador (ANEEL).

Recomenda-se que as simulações devem ser sempre registradas e arquivadas para histórico, indicando a data de sua realização, a listagem dos participantes e os resultados alcançados.

O Quadro 22 apresenta um modelo de registro para um exercício de simulação.

Quadro 22. Modelo de Registro de Treinamentos.

REGISTRO DE TREINAMENTO	
Treinamento:	Data: / /
Lista de participantes:	
1.	_____
2.	_____
3.	_____
4.	_____
5.	_____
6.	_____
7.	_____
Resultados obtidos:	

B. TESTE DOS SISTEMAS DE NOTIFICAÇÃO E ALERTA

O Teste dos Sistemas de Notificação e Alerta tem como intuito realizar a confirmação dos números telefônicos, verificar a operacionalidade dos meios de comunicação, bem como a funcionalidade do fluxograma de notificação.

Em suma, os principais objetivos destes testes são:

- Verificar e confirmar a validade dos números de telefone;
- Determinar a capacidade de estabelecer e manter a comunicação durante situação de emergência; e
- Verificar a capacidade do Coordenador do PAE de mobilizar e ativar a equipe operacional e os meios de resposta à emergência.

- Verificar a operacionalidade dos meios de alerta, bem como a capacidade de notificar rapidamente a população na Zona de Autossalvamento (ZAS).

O Teste dos Sistemas de Notificação e Alerta deve ser planejado e executado anualmente, contando com a participação dos colaboradores da UHE Três Irmãos e Tijoá Participações e Investimentos S.A.

C. AÇÕES DE SENSIBILIZAÇÃO DA POPULAÇÃO

Sabendo que a informação representa uma das principais ações de mitigação de risco, devem ser previstas ações de sensibilização, educação e treinamento à população residente nos municípios de Almirante Tamandaré do Sul e Chapada, RS.

Isto é válido, em especial nos municípios constantes na Zona de Autossalvamento (ZAS), onde o tempo de atuação do Sistema de Proteção e Defesa Civil é reduzido. Desta forma, a população residente deve ter pleno conhecimento das principais rotas de fuga e pontos de encontro aos quais deverão se dirigir em situações anômalas.

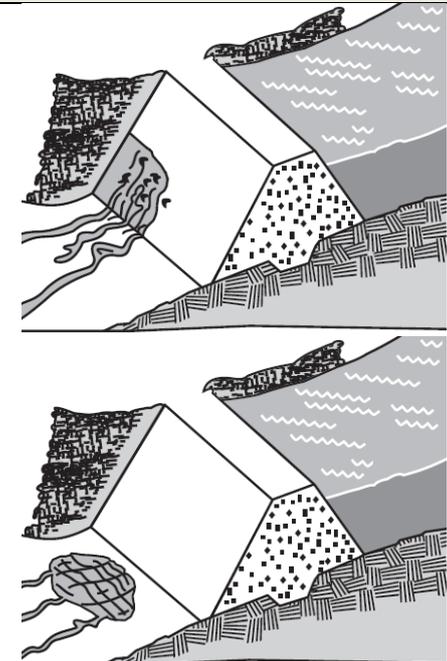
Na preparação das ações de sensibilização, educação e treinamento, deve-se atentar para o nível cultural e educacional dos indivíduos em risco, uma vez que estas características nortearão as ações adotadas. Por exemplo, em regiões onde o nível de escolaridade for muito baixo, aconselha-se investir em linguagem visual, audiovisual e no contato direto com a população, evitando o uso de comunicação escrita.

Sendo assim, compete à Tijoá Participações e Investimentos S.A., em conjunto com a Defesa Civil, o planejamento e implantação de práticas educativas, com o objetivo de disseminar informações, constantes no Plano de Ação de Emergência (PAE) da UHE Três Irmãos, pertinentes à população em risco, tais como:

- As entidades responsáveis pela notificação das situações de emergência e os agentes encarregados de fornecer auxílio à população;
- Os diferentes tipos de alerta antecipado e seus significados. No caso de sirenes, por exemplo, deve ser divulgado os diferentes tipos de sinais, para que a população tome familiaridade com os mesmos, otimizando as ações de resposta;
- As ações constantes no Plano de Evacuação:
 - Limites do perímetro de inundação e as rotas de fuga;
 - Ponto de encontro e/ou o local de refúgio;
 - Acessos ao local de refúgio.
- Momento em que é permitido aos desalojados regressarem às áreas afetadas após o período crítico do desastre.

APÊNDICE 4 – FICHAS DE AÇÃO

A. INDICADORES QUALITATIVOS

 <p>PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA – PAE FICHA DE AÇÃO Nº 01</p>	
<p>Situação NORMAL Nível de resposta 0 (Verde)</p>	
<p>Ocorrência: Surgência/ Vazamento/ Umidade</p> <p>Situação: Surgência/ Vazamento/ Umidade nos taludes ou ombreiras, sem pressão d'água e/ou sem transporte de material.</p>	
POSSÍVEIS EVIDÊNCIAS	POSSÍVEIS IMPACTOS
<p>a) Áreas úmidas com empoçamentos;</p> <p>b) Vegetação arbustiva com tonalidade mais verde que outras áreas;</p> <p>c) Aumento dos valores medidos nos piezômetros e/ou medidores de nível d'água;</p> <p>d) Aumento dos valores medidos nos medidores de vazão.</p>	<p>a) Erosões;</p> <p>b) Entubamento ou piping;</p> <p>c) Instabilidade do talude ou ombreira;</p> <p>d) Recalque da crista e galgamento da barragem;</p> <p>e) Escorregamentos.</p>
PROCEDIMENTOS DE MITIGAÇÃO, MONITORAMENTO E REPARAÇÃO	CROQUIS TÍPICOS⁴³
<p>1. Buscar a definição da possível área de contribuição, mediante vistoria local e interpretação dos instrumentos de auscultação instalados na região;</p> <p>2. Aumentar a frequência de inspeção da área;</p> <p>3. Registrar a área de abrangência e documentá-la;</p> <p>4. Avaliar a necessidade de acionar apoio de consultor ou projetista;</p> <p>5. Definir, se necessário, a implementação de outras medidas preventivas e/ou corretivas, bem como mobilizar os recursos necessários à sua implementação.</p>	
<p>Caso ocorra ampliação da área, aumento significativo de vazão ou alteração de coloração d'água, deve-se estabelecer Estado de Atenção e adotar as ações descritas na Ficha de Ação nº 7.</p>	
MEDIDAS DE IDENTIFICAÇÃO	
<p>1. Inspeções Visuais Regulares – Rotineira e/ou Periódica;</p> <p>2. Análise dos dados da instrumentação de auscultação</p>	

⁴³ Adaptado do Manual de Segurança e Inspeção de Barragens. Ministério da Integração Nacional. Brasília, 2002.



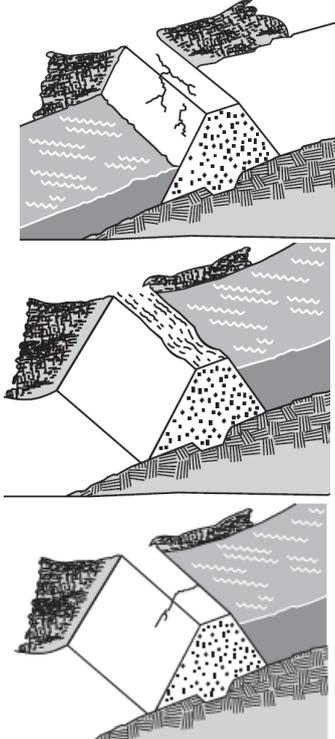
**PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA – PAE
FICHA DE AÇÃO Nº 02**

Situação **NORMAL**

Nível de resposta 0 (Verde)

Ocorrência: Trincas/ Depressões/ Abatimentos

Situação: Trincas/ Depressões/ Abatimentos superficiais.

POSSÍVEIS EVIDÊNCIAS	POSSÍVEIS IMPACTOS
<p>a) Surgimento de depressões ou abatimentos nos taludes e/ou crista; b) Aparecimento de trincas longitudinais ou transversais nos taludes e/ou crista; c) Descontinuidade e desalinhamento da crista e/ou bermas.</p>	<p>a) Perda de borda livre; b) Erosões no maciço pela passagem d'água por trincas transversais; c) Formação de regiões com baixa resistência no interior do maciço, devido penetração d'água; d) Escorregamentos; e) Perda de estabilidade da estrutura; f) Colapso estrutural ou galgamento.</p>
PROCEDIMENTOS DE MITIGAÇÃO, MONITORAMENTO E REPARAÇÃO	CROQUIS TÍPICOS ⁴⁴
<p>1. Inspeccionar, cuidadosamente, a trinca, o abatimento ou a depressão, registrando o local da ocorrência, sua dimensão, profundidade, entre outros aspectos físicos; 2. Providenciar o selamento das trincas; 3. Recompôr as áreas com depressões e abatimentos; 4. Continuar o monitoramento da área e entorno; 5. Avaliar leituras de equipamentos de auscultação que estejam no entorno buscando melhor interpretar possíveis causas.</p>	
<p>Caso as anomalias continuem em expansão e/ou seja identificada a presença de surgências em pontos a jusante, deve-se estabelecer Estado de Atenção e adotar as ações descritas na Ficha de Ação nº 8.</p>	
MEDIDAS DE IDENTIFICAÇÃO	
<p>1. Inspeções Visuais Regulares – Rotineira e/ou Periódica; 2. Análise dos dados da instrumentação de auscultação</p>	

⁴⁴ Adaptado do Manual de Segurança e Inspeção de Barragens. Ministério da Integração Nacional. Brasília, 2002.



**PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA – PAE
FICHA DE AÇÃO Nº 03**

Situação **NORMAL**

Nível de resposta 0 (Verde)

Ocorrência: Cheia

Situação: Evento de cheia associado à dispositivos de descarga operativos e cota controlada, abaixo do N.A. *Máximo Maximorum*

POSSÍVEIS EVIDÊNCIAS

POSSÍVEIS IMPACTOS

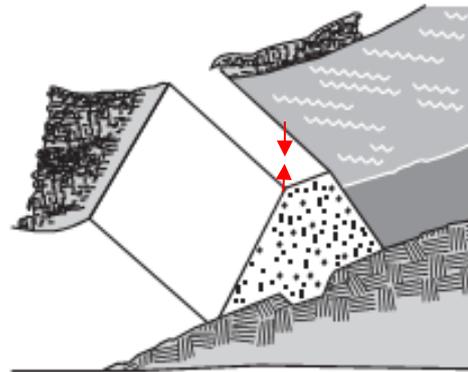
- a) Elevação da cota do reservatório;
- b) Previsão de vazões extremas;
- c) Comportas emperradas ou sem funcionamento completo.

- a) Cheias naturais no vale a jusante;
- b) Inundações de áreas ribeirinhas ou baixas;
- c) Fechamento de estradas.

**PROCEDIMENTOS DE MITIGAÇÃO,
MONITORAMENTO E REPARAÇÃO**

CROQUIS TÍPICOS⁴⁵

1. Avaliar dados das estações fluviométricas a montante, bem como informações de previsão de vazão, a partir de dados de meteorologia;
2. Avaliar a efetividade das medidas de controle e operativas;
3. Continuar o monitoramento da ocorrência com sua documentação;
4. Avaliar necessidade de comunicar as regiões a jusante, para vertimento de cheias, com base nos dados de áreas atingidas.



Caso o nível siga aumentando, deve-se estabelecer Estado de Atenção e adotar as ações descritas na Ficha de Ação nº 9.

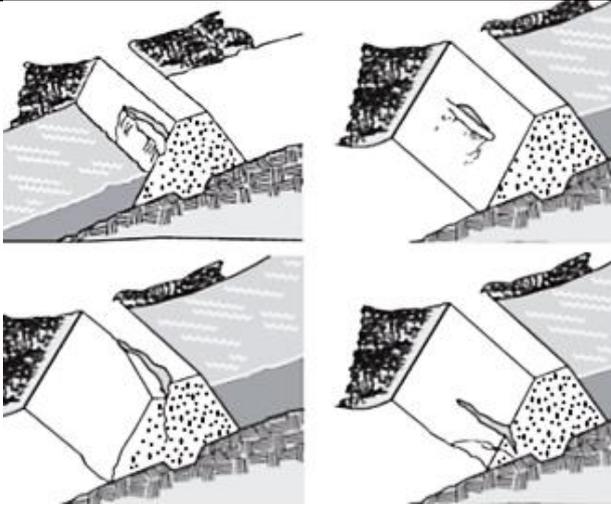
MEDIDAS DE IDENTIFICAÇÃO

1. Inspeções Visuais Regulares – Rotineira e/ou Periódica;
2. Análise dos dados da instrumentação de auscultação e previsão hidrometeorológica.

⁴⁵ Adaptado do Manual de Segurança e Inspeção de Barragens. Ministério da Integração Nacional. Brasília, 2002.



**PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA – PAE
FICHA DE AÇÃO Nº 04**

Situação NORMAL		Nível de resposta 0 (Verde)	
Ocorrência: Escorregamento de taludes			
Situação: Escorregamentos em forma de cunha e/ou plano superficial de pequena profundidade ou extensão.			
POSSÍVEIS EVIDÊNCIAS		POSSÍVEIS IMPACTOS	
a) Trincas longitudinais; b) Descontinuidade na crista e/ou taludes; c) Perda de enrocamento e/ou recobrimento; d) Surgimento de depressões nos taludes; e) Escorregamentos visíveis.		a) Perda de borda livre; b) Erosões no maciço pela passagem d'água por trincas transversais; c) Formação de regiões com baixa resistência no interior do maciço; d) Falha estrutural e instabilidade da estrutura.	
PROCEDIMENTOS DE MITIGAÇÃO, MONITORAMENTO E REPARAÇÃO		CROQUIS TÍPICOS ⁴⁶	
1. Inspeccionar o local, avaliando áreas do entorno para melhor caracterização da ocorrência; 2. Registrar e acompanhar trincas e movimentações; 3. Avaliar a necessidade de recomposição das áreas afetadas pelos escorregamentos; 4. Inspeccionar as estruturas de drenagem superficial, verificando a ocorrência de trincas e/ou descontinuidades, bem como realizar sua limpeza e/ou manutenção, caso necessário; 5. Prever disponibilização de recursos, caso haja necessidade de manutenções.			
Caso as movimentações aumentem e/ou ocorram escorregamentos circulares, mas sem comprometer a maior parte dos taludes ou estrutura, deve-se estabelecer Estado de Atenção e adotar as ações descritas na Ficha de Ação nº 10.			
MEDIDAS DE IDENTIFICAÇÃO			
1. Inspeções Visuais Regulares – Rotineira e/ou Periódica; 2. Análise dos dados da instrumentação de auscultação.			

⁴⁶ Adaptado do Manual de Segurança e Inspeção de Barragens. Ministério da Integração Nacional. Brasília, 2002.



**PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA – PAE
FICHA DE AÇÃO Nº 01**

Situação **NORMAL**

Nível de resposta 0 (Verde)

Ocorrência: Movimentação Anormal Barragem de Concreto

Situação: Deslizamento e/ou tombamento e/ou abertura e/ou afundamento, dentro dos limites de projeto.

POSSÍVEIS EVIDÊNCIAS

- a) Aparecimento de trincas;
- b) Infiltração em áreas internas;
- c) Formação de carbonatação em juntas e/ou áreas internas;
- d) Aumento de leituras piezométricas e de medidores de deslocamento;
- e) Aumento da leitura dos equipamentos de auscultação, referente à movimentação da estrutura.

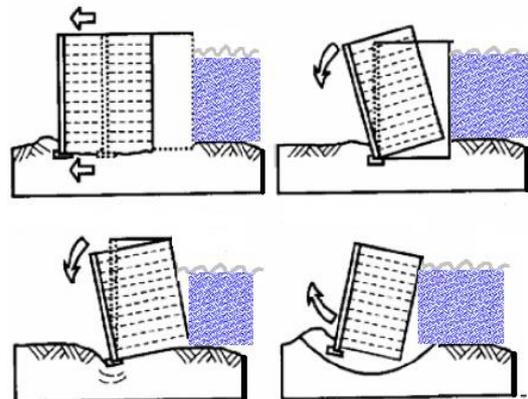
POSSÍVEIS IMPACTOS

- a) Perda da estabilidade global do bloco ou estrutura;
- b) Lixiviação e diminuição da resistência da estrutura;
- c) Deslizamento e/ou tombamento do bloco ou estrutura;
- d) Expansão e trincamentos da estrutura por ferrugem na armação;
- e) Trancamento e/ou dificuldades de operação de componentes mecânicos devido à movimentação.

**PROCEDIMENTOS DE MITIGAÇÃO,
MONITORAMENTO E REPARAÇÃO**

1. Buscar a definição da possível área de contribuição através da vistoria do local e interpretação dos instrumentos de auscultação instalados na região;
2. Aumentar a periodicidade de inspeção da área;
3. Registrar a área de abrangência e documentá-la;
4. Inspeccionar e documentar a abrangência de trincas, carbonatações úmidas, aumento de umidade, etc;
5. Avaliar necessidade de acionar apoio de consultor ou projetista;
6. Definir e implementar, se necessário, outras medidas preventivas e/ou corretivas bem como mobilizar os recursos necessários à implementação dessas medidas.

CROQUIS TÍPICOS ⁴⁷



Caso ocorra o aumento da área, aumento significativo de vazão ou alteração de coloração das águas, deve ser estabelecido Estado de Atenção e adotar as ações descritas na Ficha de Ação nº 3.

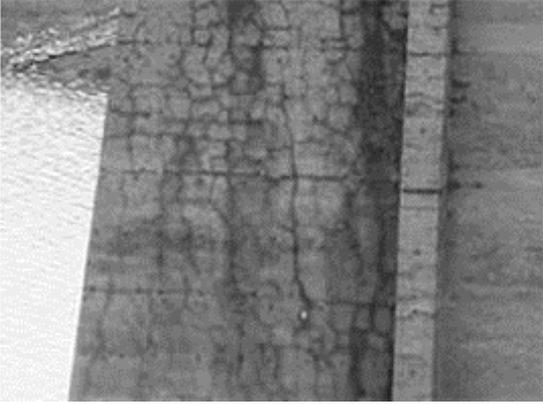
MEDIDAS DE IDENTIFICAÇÃO

1. Inspeções Visuais Regulares – Rotineira e/ou Periódica;
2. Análise dos dados da instrumentação de auscultação.



**PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA – PAE
FICHA DE AÇÃO Nº 02**

⁴⁷ Adaptado do Manual de Segurança e Inspeção de Barragens. Ministério da Integração Nacional. Brasília, 2002.

Situação NORMAL		Nível de resposta 0 (Verde)	
Ocorrência: Fissuras/ Trincas/ Rachaduras			
Situação: Fissuras/ Trincas/ Rachaduras estáveis e/ou superficiais.			
POSSÍVEIS EVIDÊNCIAS		POSSÍVEIS IMPACTOS	
a) Rede de fissuras/ trincas/ rachaduras nas paredes das áreas internas e/ou externas; b) Infiltração em áreas internas; c) Formação de carbonatação em juntas e/ou áreas internas; d) Aumento dos valores medidos nos piezômetros; e) Aumento dos valores medidos nos equipamentos de auscultação, referentes à movimentação da estrutura.		a) Perda da estabilidade global do bloco ou estrutura; b) Lixiviação e diminuição da resistência da estrutura; c) Deslizamento e/ou tombamento do bloco ou estrutura; d) Expansão e trincamentos da estrutura por ferrugem na armação; e) Trancamento e/ou dificuldades de operação de componentes mecânicos, devido à movimentação.	
PROCEDIMENTOS DE MITIGAÇÃO, MONITORAMENTO E REPARAÇÃO		CROQUIS TÍPICOS	
1. Inspeccionar, cuidadosamente, a fissura/ trinca/ rachadura, registrando o local da ocorrência, sua dimensão, profundidade, entre outros aspectos físicos; 2. Inspeccionar o local, buscando a presença de umidade e carreamento de material; 3. Avaliar necessidade de acionar apoio de consultor ou projetista; 4. Avaliar necessidade de se providenciar o selamento de trincas, mediante injeções ou outro método aplicável; 5. Avaliar leituras dos equipamentos de auscultação, buscando identificar possíveis causas; 6. Definir e implementar, caso necessário, outras medidas preventivas e/ou corretivas, bem como mobilizar os recursos necessários.			
Caso as anomalias continuem em expansão e/ou com a presença de umidade com transporte de material, deve-se estabelecer Estado de Atenção e adotar as ações descritas na Ficha de Ação nº 4.			
MEDIDAS DE IDENTIFICAÇÃO			
1. Inspeções Visuais Regulares – Rotineira e/ou Periódica; 2. Análise dos dados da instrumentação de auscultação.			



**PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA – PAE
FICHA DE AÇÃO Nº 05**

Situação **ATENÇÃO**

Nível de resposta 1 (Amarelo)

Ocorrência: Surgência/ Vazamento/ Umidade

Situação: Surgência/ Vazamento/ Umidade nos taludes ou ombreiras, com alteração de coloração do fluido, aumento de área e/ou vazão.

POSSÍVEIS EVIDÊNCIAS

POSSÍVEIS IMPACTOS

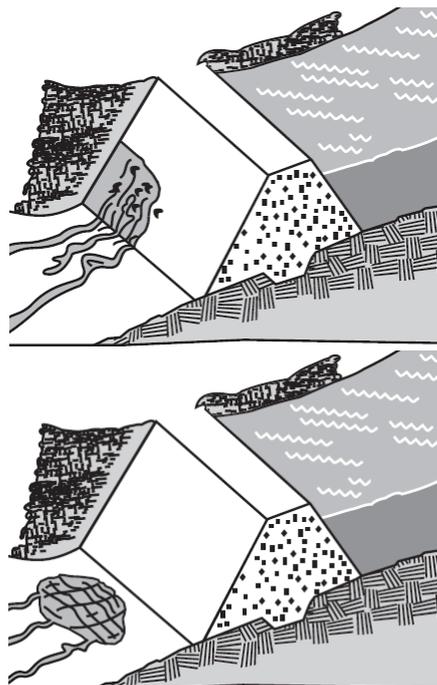
- a) Áreas úmidas com empoçamentos;
- b) Vegetação com tonalidade mais verde que outras áreas;
- c) Aumento das leituras de piezômetros ou medidores de nível d'água;
- d) Aumento dos valores em medidores de vazão.

- a) Erosões;
- b) Entubamento ou piping;
- c) Instabilidade do talude ou ombreira;
- d) Recalque da crista e galgamento da barragem;
- e) Escorregamentos.

**PROCEDIMENTOS DE MITIGAÇÃO,
MONITORAMENTO E REPARAÇÃO**

CROQUIS TÍPICOS⁴⁸

1. Estabelecer ESTADO DE ATENÇÃO na barragem e implementar FLUXO DE NOTIFICAÇÃO ATENÇÃO;
2. Inspeccionar o local buscando o carreamento de material colorido, podendo indicar transporte de material do corpo da barragem;
3. Avaliar a necessidade de acionar apoio de consultor ou projetista;
4. Avaliar a possibilidade de realizar filtro invertido;
5. Continuar o monitoramento da ocorrência e documentá-la;
6. Definição e implementação, se necessário, de outras medidas preventivas e/ou corretivas, bem como mobilizar os recursos necessários à sua implementação.



Caso as medidas para controle do transporte de material e erosão interna não sejam efetivas, deve-se estabelecer Estado de Alerta e adotar as ações descritas na Ficha de Ação nº 13.

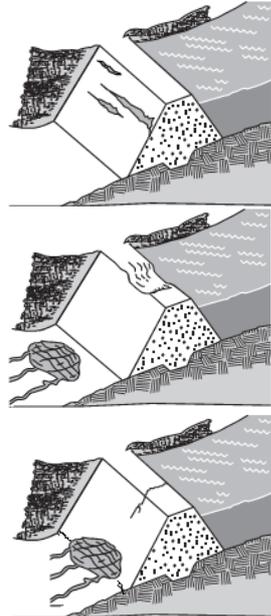
MEDIDAS DE IDENTIFICAÇÃO

1. Inspeções Visuais Regulares – Rotineira e/ou Periódica;
2. Análise dos dados da instrumentação de auscultação.

⁴⁸ Adaptado do Manual de Segurança e Inspeção de Barragens. Ministério da Integração Nacional. Brasília, 2002.



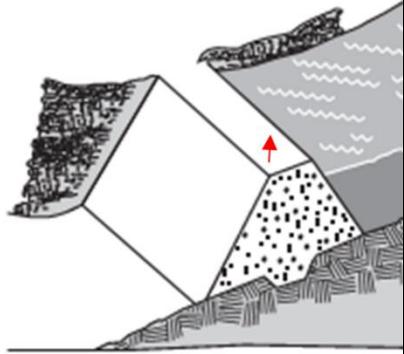
**PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA – PAE
FICHA DE AÇÃO Nº 06**

Situação ATENÇÃO		Nível de resposta 1 (Amarelo)
Ocorrência:	Trincas/ Depressões/ Abatimentos	
Situação:	Trincas/ Depressões/ Abatimentos profundos e/ou que não se estabilizam. Presença de percolação d'água límpida, com identificação de surgências a jusante nos locais das trincas. Trincas transversais atravessando todo o corpo da barragem de montante para jusante.	
POSSÍVEIS EVIDÊNCIAS		POSSÍVEIS IMPACTOS
a) Surgimento de depressões ou abatimentos nos taludes e/ou crista; b) Aparecimento de trincas longitudinais ou transversais nos taludes e/ou crista; c) Descontinuidade e desalinhamento de crista e/ou bermas; d) Surgências associadas às linhas de trincas e/ou abatimentos.		a) Perda de borda livre; b) Erosões no maciço pela passagem d'água por trincas transversais; c) Formação de regiões com baixa resistência no interior do maciço, devido penetração d'água; d) Escorregamentos; e) Perda de estabilidade da estrutura; f) Colapso estrutural ou galgamento.
PROCEDIMENTOS DE MITIGAÇÃO, MONITORAMENTO E REPARAÇÃO		CROQUIS TÍPICOS ⁴⁹
1. Estabelecer ESTADO DE ATENÇÃO na barragem e implementar FLUXO DE NOTIFICAÇÃO ATENÇÃO; 2. Inspeccionar, cuidadosamente, a trinca/ abatimento/ depressão, registrando local da ocorrência, dimensão, profundidade, entre outros aspectos físicos; 3. Inspeccionar o local buscando carreamento de material arenoso ou coloração, podendo indicar transporte de material do corpo da barragem; 4. Avaliar a necessidade de acionar apoio de consultor ou projetista; 5. Avaliar a possibilidade de realização de filtro invertido; 6. Continuar o monitoramento da ocorrência e documentá-la; 7. Providenciar o selamento de trincas; 8. Recompôr áreas com depressões e abatimentos; 9. Avaliar as leituras de equipamentos de auscultação, buscando melhor interpretar possíveis causas; 10. Definir e implementar, se necessário, outras medidas preventivas e/ou corretivas bem como mobilizar os recursos necessários para sua implementação.		
Caso as anomalias continuem em expansão e/ou com a presença de surgências em pontos a jusante com aumento de vazão e/ou transporte de material, deve-se estabelecer Estado de Alerta e adotar as ações descritas na Ficha de Ação nº 14.		
MEDIDAS DE IDENTIFICAÇÃO		
1. Inspeções Visuais Regulares – Rotineira e/ou Periódica; 2. Análise dos dados da instrumentação de auscultação.		

⁴⁹ Adaptado do Manual de Segurança e Inspeção de Barragens. Ministério da Integração Nacional. Brasília, 2002.



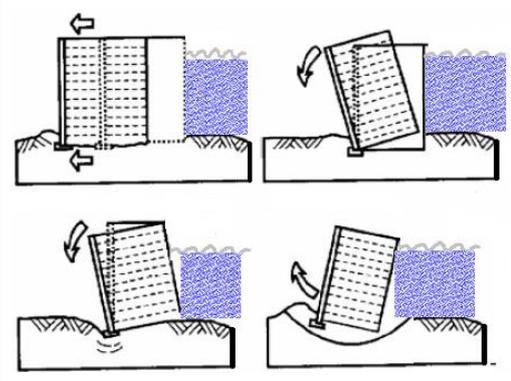
**PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA – PAE
 FICHA DE AÇÃO Nº 07**

Situação ATENÇÃO		Nível de resposta 1 (Amarelo)
Ocorrência:	Cheia	
Situação:	Evento de cheia associado à dispositivos de descarga inoperantes e/ou operantes, mas com o nível do reservatório subindo, abaixo do N.A. <i>Máximo Maximorum</i> .	
POSSÍVEIS EVIDÊNCIAS		POSSÍVEIS IMPACTOS
a) Elevação da cota do reservatório; b) Previsão de vazões extremas; c) Comportas emperradas ou sem funcionamento completo.		a) Cheias naturais no vale a jusante; b) Inundações de áreas ribeirinhas ou baixas; c) Fechamento de estradas; d) Colapso estrutural ou galgamento; e) Erosão do talude jusante.
PROCEDIMENTOS DE MITIGAÇÃO, MONITORAMENTO E REPARAÇÃO		CROQUIS TÍPICOS ⁵⁰
1. Estabelecer ESTADO DE ATENÇÃO na barragem e implementar FLUXO DE NOTIFICAÇÃO ATENÇÃO; 2. Avaliar dados das estações fluviométricas a montante, bem como informações de previsão de vazão, a partir de dados meteorológicos; 3. Avaliar a possibilidade do aumento de engolimento ou dispositivos de descarga; 4. Avaliar a possibilidade de apoio de consultor ou projetista; 5. Avaliar a efetividade das medidas de controle; 6. Continuar o monitoramento da ocorrência e documentá-la; 7. Avaliar necessidade de comunicar as regiões a jusante, para vertimento de cheias, com base nos dados de áreas atingidas; 8. Mobilizar os recursos necessários à implementação das medidas corretivas.		
Caso as ações não sejam efetivas e o nível siga aumentando, deve-se estabelecer Estado de Alerta e adotar as ações descritas na Ficha de Ação nº 15.		
MEDIDAS DE IDENTIFICAÇÃO		
1. Inspeções Visuais Regulares – Rotineira e/ou Periódica; 2. Análise dos dados da instrumentação de auscultação e previsão hidrometeorológica.		

⁵⁰ Adaptado do Manual de Segurança e Inspeção de Barragens. Ministério da Integração Nacional. Brasília, 2002.



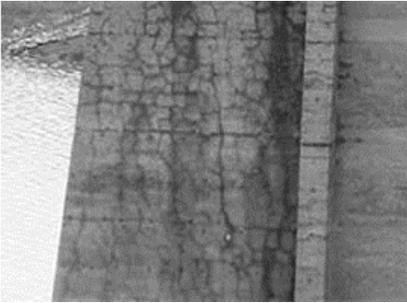
**PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA – PAE
 FICHA DE AÇÃO Nº 3**

Situação ATENÇÃO		Nível de resposta 1 (Amarelo)
Ocorrência:	Movimentação Anormal Barragem de Concreto	
Situação:	Deslizamento e/ou tombamento e/ou abertura e/ou afundamento, próximo aos limites de projeto.	
POSSÍVEIS EVIDÊNCIAS	POSSÍVEIS IMPACTOS	
a) Aparecimento de trincas; b) Infiltração em áreas internas; c) Formação de carbonatação em juntas e/ou áreas internas; d) Aumento dos valores medidos nos piezômetros; e) Aumento dos valores medidos nos equipamentos de auscultação, referentes à movimentação da estrutura.	a) Perda da estabilidade global do bloco ou estrutura; b) Lixiviação e diminuição da resistência da estrutura; c) Deslizamento e/ou tombamento do bloco ou estrutura; d) Expansão e trincamentos da estrutura por ferrugem na armação; e) Trancamento e/ou dificuldades de operação de componentes mecânicos, devido à movimentação.	
PROCEDIMENTOS DE MITIGAÇÃO, MONITORAMENTO E REPARAÇÃO	CROQUIS TÍPICOS ⁵¹	
1. Estabelecer ESTADO DE ATENÇÃO na barragem e implementar FLUXO DE NOTIFICAÇÃO ATENÇÃO; 2. Buscar a definição da possível área de contribuição, através da vistoria do local, e interpretação dos instrumentos de auscultação instalados na região; 3. Aumentar a periodicidade de inspeção da área; 4. Registrar a área de abrangência e documentá-la; 5. Inspecionar e documentar abrangência de trincas, carbonatação úmida, aumento de umidade, etc.; 6. Avaliar necessidade de acionar apoio de consultor ou projetista; 7. Definir e implementar, caso necessário, outras medidas preventivas e/ou corretivas, bem como mobilizar os recursos necessários.		
Caso ocorra o ampliação da área, aumento de trincas, aumento significativo de vazão ou alteração de coloração das águas, deve-se estabelecer Estado de Alerta e adotar as ações descritas na Ficha de Ação nº 5.		
MEDIDAS DE IDENTIFICAÇÃO		
1. Inspeções Visuais Regulares – Rotineira e/ou Periódica; 2. Análise dos dados da instrumentação de auscultação.		

⁵¹ Adaptado do Manual de Segurança e Inspeção de Barragens. Ministério da Integração Nacional. Brasília, 2002.

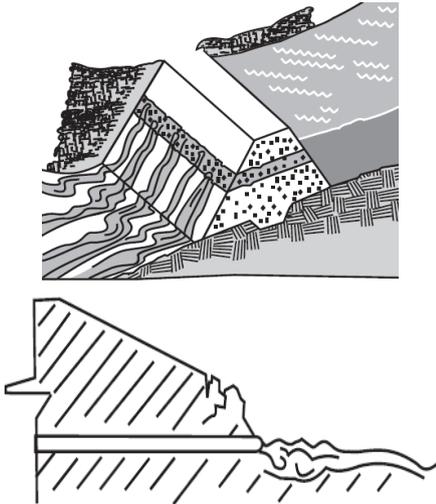


**PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA – PAE
 FICHA DE AÇÃO Nº 4**

Situação ATENÇÃO		Nível de resposta 1 (Amarelo)
Ocorrência:	Fissuras/ Trincas/ Rachaduras	
Situação:	Fissuras/ Trincas/ Rachaduras profundas que não se estabilizam; com a percolação d'água com baixa vazão ou pressão.	
POSSÍVEIS EVIDÊNCIAS		POSSÍVEIS IMPACTOS
a) Rede de fissuras/ trincas/ rachaduras nas paredes das áreas internas e/ou externas; b) Infiltração em áreas internas; c) Formação de carbonatação em juntas e/ou áreas internas; d) Aumento dos valores medidos nos piezômetros; e) Aumento dos valores medidos nos equipamentos de auscultação, referentes à movimentação da estrutura.		a) Perda da estabilidade global do bloco ou estrutura; b) Lixiviação e diminuição da resistência da estrutura; c) Deslizamento e/ou tombamento do bloco ou estrutura; d) Expansão e trincamentos da estrutura por ferrugem na armação; e) Trancamento e/ou dificuldades de operação de componentes mecânicos, devido à movimentação.
PROCEDIMENTOS DE MITIGAÇÃO, MONITORAMENTO E REPARAÇÃO		CROQUIS TÍPICOS
1. Estabelecer ESTADO DE ATENÇÃO na barragem e implementar FLUXO DE NOTIFICAÇÃO ATENÇÃO; 2. Inspeccionar, cuidadosamente, a fissura/ trinca/ rachadura, registrando local da ocorrência, dimensão, profundidade, entre outros aspectos físicos; 3. Avaliar a necessidade de acionar apoio de consultor ou projetista; 4. Avaliar a necessidade de se coletar amostra do material lixiviado para análise de laboratório; 5. Avaliar necessidade de se providenciar o selamento de trincas, mediante injeções ou outro método aplicável; 6. Avaliar a necessidade de testar a movimentação de componentes mecânicos com base no local da ocorrência; 7. Avaliar leituras de equipamentos de auscultação, buscando melhor interpretar possíveis causas; 8. Mobilizar os recursos necessários à implementação das medidas corretivas.		
Caso as anomalias continuem em expansão e/ou seja observada presença de umidade com transporte de material, deve-se estabelecer Estado de Alerta e adotar as ações descritas na Ficha de Ação nº 6.		
MEDIDAS DE IDENTIFICAÇÃO		
1. Inspeções Visuais Regulares – Rotineira e/ou Periódica; 2. Análise dos dados da instrumentação de auscultação.		



**PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA – PAE
 FICHA DE AÇÃO Nº 09**

Situação ALERTA		Nível de resposta 2 (Laranja)
Ocorrência:	Surgência/ Vazamento/ Umidade	
Situação:	Surgência/ Vazamento/ Umidade nos taludes ou ombreiras com vazão elevada e grande quantidade de transporte de material, evidenciando processo de erosão interna em andamento.	
POSSÍVEIS EVIDÊNCIAS	POSSÍVEIS IMPACTOS	
<ul style="list-style-type: none"> a) Áreas úmidas com empoçamentos; b) Vegetação arbustiva com tonalidade mais verde que outras áreas; c) Aumento dos valores medidos nos piezômetros e/ou medidores de nível d'água; d) Aumento dos valores nos medidores de vazão e maior turvamento nas águas. 	<ul style="list-style-type: none"> a) Erosões; b) Entubamento ou piping; c) Instabilidade do talude ou ombreira; d) Recalque da crista e galgamento da barragem; e) Formação de brecha de ruptura. 	
PROCEDIMENTOS DE MITIGAÇÃO, MONITORAMENTO E REPARAÇÃO	CROQUIS TÍPICOS ⁵²	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Estabelecer ESTADO DE ALERTA na barragem e implementar FLUXO DE NOTIFICAÇÃO ALERTA; 2. Deve-se proceder com redução da cota ou esvaziamento do reservatório, com base na análise da cota do local de ocorrência da erosão interna; 3. Realizar filtro invertido no local da ocorrência, com pelo menos 3 metros além do ponto identificado com vazão; 4. Acionar consultor e/ou projetista; 5. Avaliar a efetividade das medidas de controle; 6. Estabelecer contato permanente e atualização constante dos entes descritos no FLUXO DE NOTIFICAÇÃO ALERTA; 7. Avaliar a necessidade de acionar o sistema de Alerta, para prontidão de resposta na área denominada ZAS e autoridades, com base na condição de balanço hídrico; 8. Continuar o monitoramento da ocorrência com sua documentação; 9. Mobilizar os recursos necessários à implementação das medidas corretivas. 		
Caso as ações não sejam efetivas e a anomalia siga aumentando, deve-se estabelecer Estado de Emergência e adotar as ações descritas na Ficha de Ação nº19.		
MEDIDAS DE IDENTIFICAÇÃO		
1. Inspeções Visuais Regulares – Rotineira e/ou Periódica.		

⁵² Adaptado do Manual de Segurança e Inspeção de Barragens. Ministério da Integração Nacional. Brasília, 2002.



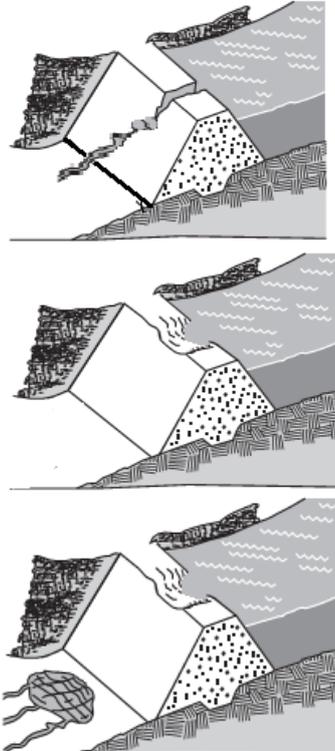
**PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA – PAE
FICHA DE AÇÃO Nº 10**

Situação **ALERTA**

Nível de resposta 2 (Laranja)

Ocorrência: Trincas/ Depressões/ Abatimentos

Situação: 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.

POSSÍVEIS EVIDÊNCIAS	POSSÍVEIS IMPACTOS
<p>a) Surgimento de depressões ou abatimentos nos taludes e/ou crista;</p> <p>b) Aparecimento de trincas longitudinais ou transversais nos taludes e/ou crista;</p> <p>c) Descontinuidade e desalinhamento de crista e/ou bermas;</p> <p>d) Surgências associadas às linhas de trincas e/ou abatimentos com vazão elevada e/ou transporte de material.</p>	<p>a) Perda de borda livre;</p> <p>b) Erosões no maciço pela passagem d'água por trincas transversais;</p> <p>c) Formação de regiões com baixa resistência no interior do maciço, devido penetração d'água;</p> <p>d) Escorregamentos;</p> <p>e) Perda de estabilidade da estrutura;</p> <p>f) Colapso estrutural ou galgamento;</p> <p>g) Formação de brecha de ruptura.</p>
PROCEDIMENTOS DE MITIGAÇÃO, MONITORAMENTO E REPARAÇÃO	CROQUIS TÍPICOS ⁵³
<ol style="list-style-type: none"> 1. Estabelecer ESTADO DE ALERTA na barragem e implementar FLUXO DE NOTIFICAÇÃO ALERTA; 2. Deve-se proceder com a redução da cota ou esvaziamento do reservatório, buscando evitar erosão interna ou galgamento; 3. Realizar recomposição e proteção da área de abatimento e/ou depressão; 4. No caso de trinca, realizar o selamento e proteger a área; 5. Acionar consultor e/ou projetista; 6. Avaliar a efetividade das medidas de controle; 7. Estabelecer contato permanente e atualização constante aos entes descritos no FLUXO DE NOTIFICAÇÃO ALERTA; 8. Avaliar a necessidade de acionar o sistema de Alerta, para prontidão de resposta na área denominada ZAS, com base na condição de balanço hídrico; 9. Continuar o monitoramento da ocorrência e documentá-la; 10. Mobilizar os recursos necessários à implementação das medidas corretivas. 	
<p>Caso as ações não sejam efetivas e a anomalia siga aumentando, deve-se estabelecer Situação de Emergência e adotar as ações descritas na Ficha de Ação nº19.</p>	
MEDIDAS DE IDENTIFICAÇÃO	
<p>1. Inspeções Visuais Regulares – Rotineira e/ou Periódica.</p>	

⁵³ Adaptado do Manual de Segurança e Inspeção de Barragens. Ministério da Integração Nacional. Brasília, 2002.



**PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA – PAE
FICHA DE AÇÃO Nº 11**

Situação **ALERTA**

Nível de resposta 2 (Laranja)

Ocorrência: Cheia

Situação: Evento de cheia associado à dispositivos de descarga inoperantes e/ou operantes, mas com galgamento da barragem iminente.

POSSÍVEIS EVIDÊNCIAS

- a) Elevação da cota do reservatório acima do N.A. Máximo Maximorum;
- b) Previsão de vazões extremas;
- c) Comportas emperradas ou sem funcionamento completo.

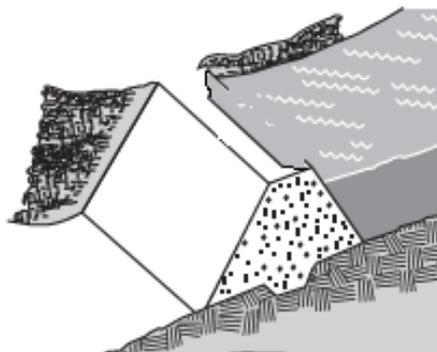
POSSÍVEIS IMPACTOS

- a) Cheias iguais ou maiores que as naturais no vale a jusante;
- b) Inundações de áreas ribeirinhas ou baixas;
- c) Fechamento de estradas;
- d) Colapso estrutural ou galgamento;
- e) Formação de brecha de ruptura.

**PROCEDIMENTOS DE MITIGAÇÃO,
MONITORAMENTO E REPARAÇÃO**

1. Estabelecer ESTADO DE ALERTA na barragem e implementar FLUXO DE NOTIFICAÇÃO ALERTA;
2. Avaliar dados das estações fluviométricas de montante, bem como de previsão de vazão, a partir de dados meteorológicos;
3. Acionar consultor e/ou projetista;
4. Avaliar a efetividade das medidas de controle;
5. Estabelecer contato permanente e atualização constante dos entes descritos no FLUXO DE NOTIFICAÇÃO ALERTA;
6. Avaliar necessidade de comunicar as regiões a jusante, para vertimento de cheias, com base nos dados de áreas atingidas;
7. Acionar o sistema de Alerta para prontidão de resposta na área denominada ZAS;
8. Continuar o monitoramento da ocorrência com sua documentação;
9. Mobilizar os recursos necessários à implementação das medidas corretivas.

CROQUIS TÍPICOS⁵⁴



Caso as ações não sejam efetivas e a anomalia siga aumentando, deve-se estabelecer Estado de Emergência e adotar as ações descritas na Ficha de Ação nº 19.

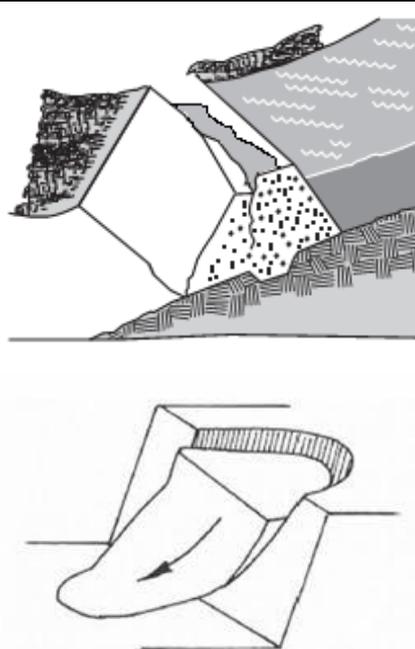
MEDIDAS DE IDENTIFICAÇÃO

1. Inspeções Visuais Regulares – Rotineira e/ou Periódica;
2. Análise dos dados da instrumentação local e previsão hidrometeorológica.

⁵⁴ Adaptado do Manual de Segurança e Inspeção de Barragens. Ministério da Integração Nacional. Brasília, 2002.



**PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA – PAE
FICHA DE AÇÃO Nº 12**

Situação ALERTA		Nível de resposta 2 (Laranja)
Ocorrência:	Escorregamento de taludes	
Situação:	Escorregamentos em forma de cunha/plano/circular instabilizando o núcleo e/ou maior parte do talude.	
POSSÍVEIS EVIDÊNCIAS		POSSÍVEIS IMPACTOS
a) Trincas longitudinais e/ou transversais; b) Descontinuidade na crista e/ou taludes; c) Perda de enrocamento e/ou recobrimento; d) Surgimento de depressões nos taludes; e) Escorregamentos visíveis.		a) Perda de borda livre; b) Falha estrutural e instabilidade da estrutura; c) Formação de brecha e ruptura da barragem.
PROCEDIMENTOS DE MITIGAÇÃO, MONITORAMENTO E REPARAÇÃO		CROQUIS TÍPICOS⁵⁵
1. Estabelecer ESTADO DE ALERTA na barragem e implementar FLUXO DE NOTIFICAÇÃO ALERTA; 2. Proceder com diminuição ou esvaziamento do reservatório, buscando evitar erosão interna, galgamento e/ou falha estrutural; 3. Recompôr, de forma emergencial, as áreas afetadas pelos escorregamentos, com execução de bermas de sustentação; 4. Acionar apoio de consultor ou projetista; 5. Avaliar a efetividade das medidas de controle; 6. Estabelecer contato permanente e atualização constante dos entes descritos no FLUXO DE NOTIFICAÇÃO ALERTA; 7. Avaliar a necessidade de acionar o sistema de Alerta, para prontidão de resposta na área denominada ZAS, com base na condição de balanço hídrico; 8. Continuar o monitoramento da ocorrência e documentá-la; 9. Mobilizar os recursos necessários à implementação das medidas corretivas.		
Caso as ações não sejam efetivas e a anomalia siga aumentando, deve-se estabelecer Estado de Emergência e adotar as ações descritas na Ficha de Ação nº19.		
MEDIDAS DE IDENTIFICAÇÃO		
1. Inspeções Visuais Regulares – Rotineira e/ou Periódica.		

⁵⁵ Adaptado do Manual de Segurança e Inspeção de Barragens. Ministério da Integração Nacional. Brasília, 2002.



**PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA – PAE
FICHA DE AÇÃO Nº 5**

Situação **ALERTA**

Nível de resposta 2 (Laranja)

Ocorrência: Movimentação Anormal Barragem de Concreto
 Situação: Deslizamento e/ou tombamento e/ou abertura e/ou afundamento, ultrapassando os limites de projeto. A estrutura apresenta aumento constante de movimentação.

POSSÍVEIS EVIDÊNCIAS

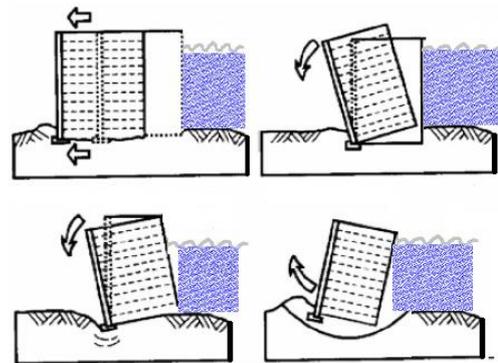
POSSÍVEIS IMPACTOS

- a) Aparecimento de trincas;
- b) Infiltração em áreas internas;
- c) Formação de carbonatação em juntas e/ou áreas internas;
- d) Aumento de leituras piezométricas;
- e) Aumento da leitura dos equipamentos de auscultação, referentes à movimentação da estrutura.

- a) Perda da estabilidade global do bloco ou estrutura;
- b) Lixiviação e diminuição da resistência da estrutura;
- c) Deslizamento e/ou tombamento do bloco ou estrutura;
- d) Expansão e trincamentos da estrutura por ferrugem na armação;
- e) Trancamento e/ou dificuldades de operação de componentes mecânicos, devido à movimentação.

PROCEDIMENTOS DE MITIGAÇÃO, MONITORAMENTO E REPARAÇÃO

1. Estabelecer ESTADO DE ALERTA na barragem e implementar FLUXO DE NOTIFICAÇÃO ALERTA;
2. Acionar consultor e/ou projetista para avaliar medidas de controle e corretivas;
3. Proceder com redução de cota ou esvaziamento do reservatório;
4. Aumentar a frequência de inspeção da área;
5. Registrar a área de abrangência e documentá-la;
6. Avaliar a efetividade das medidas de controle;
7. Estabelecer contato permanente e atualização constante dos entes descritos no FLUXO DE NOTIFICAÇÃO ALERTA;
8. Avaliar necessidade de acionar o sistema de Alerta, para prontidão de resposta na área denominada ZAS, com base nas condições medidas e avaliadas;
9. Continuar o monitoramento da ocorrência e documentá-la;
10. Mobilizar os recursos necessários à implementação das medidas corretivas.



Caso as ações não sejam efetivas e a anomalia siga aumentando, deve-se acionar Estado de Emergência e adotar as ações descritas na Ficha de Ação nº 7.

MEDIDAS DE IDENTIFICAÇÃO

3. Inspeções Visuais Regulares – Rotineira e/ou Periódica;
4. Análise dos dados da instrumentação de auscultação.

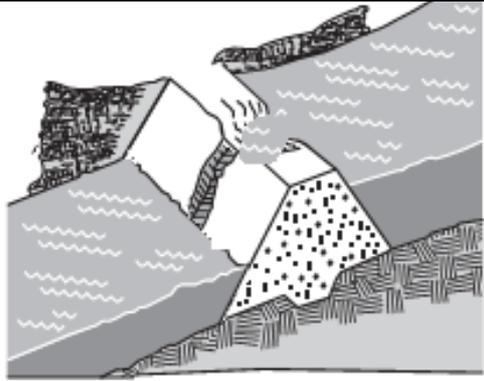


**PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA – PAE
FICHA DE AÇÃO Nº 6**

Situação ALERTA		Nível de resposta 2 (Laranja)	
Ocorrência:	Fissuras/ Trincas/ Rachaduras		
Situação:	Fissuras/ Trincas/ Rachaduras profundas que não se estabilizam, com percolação d'água com elevada pressão e/ou lixiviação de material. Expansão do concreto trazendo problemas a operação de equipamentos eletromecânicos.		
POSSÍVEIS EVIDÊNCIAS		POSSÍVEIS IMPACTOS	
a) Rede de fissuras/ trincas/ rachaduras nas paredes das áreas internas e/ou externas; b) Infiltração em áreas internas; c) Formação de carbonatação em juntas e/ou áreas internas; d) Travamento e/ou dificuldades de operação de componentes eletromecânicos, devido movimentação anormal; e) Aumento dos valores medidos nos piezômetros; f) Aumento dos valores medidos nos equipamentos de auscultação, referentes à movimentação da estrutura.		a) Perda da estabilidade global do bloco ou estrutura; b) Lixiviação e diminuição da resistência da estrutura; c) Deslizamento e/ou tombamento do bloco ou estrutura; d) Expansão e trincamentos da estrutura por ferrugem na armação; e) Travamento e/ou dificuldades de operação de componentes mecânicos, devido à movimentação anormal.	
PROCEDIMENTOS DE MITIGAÇÃO, MONITORAMENTO E REPARAÇÃO		CROQUIS TÍPICOS	
1. Estabelecer ESTADO DE ALERTA na barragem e implementar FLUXO DE NOTIFICAÇÃO ALERTA; 2. Acionar consultor e/ou projetista para avaliar medidas de controle e corretiva; 3. Avaliar a necessidade de redução de nível ou esvaziamento do reservatório, proceder com essas ações para garantir a segurança da estrutura; 4. Registrar a área de abrangência e documentá-la; 5. Avaliar a efetividade das medidas de controle; 6. Estabelecer contato permanente e atualização constante dos entes descritos no FLUXO DE NOTIFICAÇÃO ALERTA; 7. Avaliar a necessidade de acionar o Sistema de Alerta, para prontidão de resposta na área denominada ZAS, com base na condição medida e avaliada; 8. Continuar o monitoramento da ocorrência com sua documentação; 9. Mobilizar os recursos necessários à implementação das medidas corretivas.			
Caso as ações não sejam efetivas e a anomalia siga aumentando, deve-se estabelecer Estado de Emergência e adotar as ações descritas na Ficha de Ação nº7.			
MEDIDAS DE IDENTIFICAÇÃO			
5. Inspeções Visuais Regulares – Rotineira e/ou Periódica; 6. Análise dos dados da instrumentação de auscultação.			



**PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA – PAE
FICHA DE AÇÃO Nº 13**

Situação EMERGÊNCIA		Nível de resposta 3 (Vermelho)	
Ocorrência: Cheia/ Surgência/ Trincas/ Escorregamentos		Situação: O processo evoluiu causando formação da brecha de ruptura. A ruptura está em avanço ou já ocorreu.	
POSSÍVEIS EVIDÊNCIAS		POSSÍVEIS IMPACTOS	
<p>a) Aumento rápido de vazões, com turvamento das águas, pelas trincas e/ou surgências;</p> <p>b) Avanço rápido na abertura de trincas e escorregamento de talude;</p> <p>c) Desmoronamento e abertura de brecha no corpo da barragem.</p>		<p>a) Descarga de vazão excepcional a jusante;</p> <p>b) Inundação, destruição e possíveis danos ambientais, materiais e humanos;</p> <p>c) Prejuízos econômicos incalculáveis.</p>	
PROCEDIMENTOS DE MITIGAÇÃO, MONITORAMENTO E REPARAÇÃO		CROQUIS TÍPICOS ⁵⁶	
<p>1. Estabelecer ESTADO DE EMERGÊNCIA na barragem e implementar FLUXO DE NOTIFICAÇÃO EMERGÊNCIA;</p> <p>2. Comunicar as autoridades conforme FLUXO DE NOTIFICAÇÃO EMERGÊNCIA, para que sejam evacuadas as áreas atingidas dentro e fora da ZAS;</p> <p>3. Acionar todos os órgãos de defesa e resposta, para minimizar prejuízos econômicos, ambientais e humanos;</p> <p>4. Mobilizar os recursos necessários à implementação das medidas corretivas.</p>			
MEDIDAS DE IDENTIFICAÇÃO			
<p>1. Inspeções Visuais Regulares – Rotineira e/ou Periódica;</p> <p>2. Análise dos dados da instrumentação de auscultação.</p>			

⁵⁶ Adaptado do Manual de Segurança e Inspeção de Barragens. Ministério da Integração Nacional. Brasília, 2002.



**PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA – PAE
FICHA DE AÇÃO Nº 7**

Situação **EMERGÊNCIA**

Nível de resposta 3 (Vermelho)

Ocorrência: Movimentação e/ou Trincas

Situação: O processo evoluiu causando deslizamento e/ou tombamento e/ou ruptura de um ou mais blocos, ou de estruturas de extravasamento.

POSSÍVEIS EVIDÊNCIAS	POSSÍVEIS IMPACTOS
a) Deslizamento e/ou tombamento e/ou ruptura de um ou mais blocos; b) Ruptura de viga munhão; c) Ruptura dos equipamentos de acionamento da Comporta.	a) Descarga de vazão excepcional a jusante; b) Inundação, destruição e possíveis danos ambientais, materiais e humanos; c) Prejuízos econômicos incalculáveis.
PROCEDIMENTOS DE MITIGAÇÃO, MONITORAMENTO E REPARAÇÃO	CROQUIS TÍPICOS
1. Estabelecer ESTADO DE EMERGÊNCIA na barragem e implementar FLUXO DE NOTIFICAÇÃO EMERGÊNCIA; 2. Comunicar as autoridades, conforme FLUXO DE NOTIFICAÇÃO EMERGÊNCIA, para que sejam evacuadas as áreas atingidas dentro e fora da Zona de Autossalvamento (ZAS); 3. Acionar todos os órgãos de defesa e resposta para minimizar prejuízos econômicos, ambientais e humanos; 4. Mobilizar os recursos necessários à implementação das medidas corretivas.	
MEDIDAS DE IDENTIFICAÇÃO	
7. Inspeções Visuais Regulares – Rotineira e/ou Periódica; 8. Análise dos dados da instrumentação de auscultação.	

⁵⁷ Disponível em: http://www.owensvalleyhistory.com/ov_aqueduct1/st_francis_disaster.html

⁵⁸ http://www.ecy.wa.gov/programs/wr/dams/pp_TaiwanDamCollapse.html

APÊNDICE 5 – FORMULÁRIOS-TIPO

Quadro 23. Formulário de declaração de início de emergência.

DECLARAÇÃO DE INÍCIO DA EMERGÊNCIA

SITUAÇÃO E NÍVEL: _____

EMPREENDEDOR: _____

BARRAGEM: _____

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 EMERGÊNCIA, para a Situação de Nível
_____, para a barragem _____, a
partir das _____ (horas e minutos) do dia ___/___/_____, em
função da ocorrência de _____

_____ (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

Quadro 24. Formulário de declaração de encerramento de emergência.

DECLARAÇÃO DE ENCERRAMENTO DE SITUAÇÃO

SITUAÇÃO E NÍVEL: _____

EMPREENDEDOR: _____

BARRAGEM: _____

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
ENCERRAMENTO DE SITUAÇÃO**, voltando para a Situação de Nível
_____, a partir das _____ (horas e
minutos) do dia ___/___/_____, em função da ocorrência da recuperação das condições
adequadas de Segurança da Barragem e eliminação do Risco de Ruptura.

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

Quadro 25. Formulário de mensagem de notificação.**MODELO DE MENSAGEM DE NOTIFICAÇÃO URGENTE.**

Esta mensagem resulta da aplicação do Plano de Ações Emergenciais (PAE) da Barragem _____.

Estamos ativando o Nível de _____, referente ao Plano de Ação de Emergência (PAE) da Barragem _____.

Esta é uma mensagem de **DECLARAÇÃO DO NÍVEL DE** _____, feita por _____, Coordenador do Plano de Ação de Emergência da Barragem _____, às _____ (horário), do dia ___/___/____.

A causa da declaração é _____

(Descrição mínima da situação anormal, estragos, risco de ruptura potencial ou real, etc.).

Esta mensagem está sendo enviada simultaneamente à _____.

As ocorrências demandam que sejam aplicadas as ações constantes do Plano de Ação de Emergência da Barragem _____.

Favor acusar o recebimento desta comunicação à _____ pelo número de telefone (____) _____ - _____ e/ou por meio de fax (____) _____ - _____.

A _____ (nome da empresa) os manterá atualizados da situação em caso de mudança do Nível de Emergência, caso ela se resolva ou evolua de nível. Tentaremos chamá-lo novamente dentro de _____ horas para mantê-lo atualizado.

Para outras informações, contate _____ no telefone (____) _____ - _____.

Os responsáveis e os números de telefone estão disponíveis no Plano de Ação de Emergência da Barragem _____.

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

_____..

(Nome e Assinatura) (Cargo e RG)

FIM DA MENSAGEM

APÊNDICE 6 – ESTUDO DE RUPTURA DA BARRAGEM

O Memória de Cálculo do Estudo de Ruptura Hipotética da UHE Três Irmãos, realizado pela Fractal Engenharia e Sistemas e encontra-se disponível na Tabela 5.

Tabela 5. Estudo de Ruptura Hipotética.

Código	Arquivo
348-U3I-CD-PAE-001	 348-U3I-CD-PAE-001-REV_A.pdf

APÊNDICE 7 – ESTUDO DE TIPIFICAÇÃO DA ZAS

O estudo de tipificação da ZAS encontra-se disposto na Tabela 8.

Tabela 6. Caderno de Coordenadas.

Código	Arquivo
348-U3I-CD-PAE-005	 348-U3I-CD-PAE-005-REV_A.pdf

APÊNDICE 8 – MAPAS DE INUNDAÇÃO

Os mapas de inundação, produtos do estudo de ruptura hipotética da barragem da UHE Três Irmãos, encontram-se dispostos na Tabela 7.

Tabela 7. Mapas de Inundação.

Código	Arquivo
Mapas de Inundação (ZAS e ZSS)	811-U3I-PAE-MAPAS

APÊNDICE 9 – COORDENADAS ESTRUTURAS AFETADAS

As coordenadas das estruturas potencialmente afetadas, encontram-se dispostos na Tabela 8.

Tabela 8. Caderno de Coordenadas.

Código	Arquivo
348-U3I-RT-DB-001	 348-U3I-CD-PAE-004-REV_A.pdf

APÊNDICE 10 – MODELO DE PLACAS DE SINALIZAÇÃO

ÁREA DE RISCO

ESSA É UMA ÁREA SUJEITA A ALAGAMENTO

AO OUVIR O TOQUE DA SIRENE OU DE MAIS SISTEMAS DE ALERTA, SIGA AS ROTAS DE FUGA ATÉ O PONTO DE ENCONTRO MAIS PRÓXIMO.

AS ROTAS DE FUGA E PONTOS DE ENCONTRO ESTÃO SINALIZADOS POR PLACAS

Em caso de emergência ligue para:

Corpo de Bombeiros - 193
Polícia Militar - 190
Defesa Civil Estadual - (11) 2193-8888
Defesa Civil Regional de Araçatuba - (18) 3622-7010
Defesa Civil Municipal de Andradina - (18) 3702-1000
Defesa Civil Municipal de Pereira Barreto - (18) 3704-4804



ESTA ÁREA É ATENDIDA PELO PLANO DE ATENDIMENTO DE EMERGÊNCIAS DE BARRAGENS.

PONTO DE ENCONTRO



Em caso de emergência ligue para:

Corpo de Bombeiros - 193
Polícia Militar - 190
Defesa Civil Estadual - (11) 2193-8888
Defesa Civil Regional de Araçatuba - (18) 3622-7010
Defesa Civil Municipal de Andradina - (18) 3702-1000
Defesa Civil Municipal de Pereira Barreto - (18) 3704-4804



ESTA ÁREA É ATENDIDA PELO PLANO DE ATENDIMENTO DE EMERGÊNCIAS DE BARRAGENS.

ROTA DE FUGA



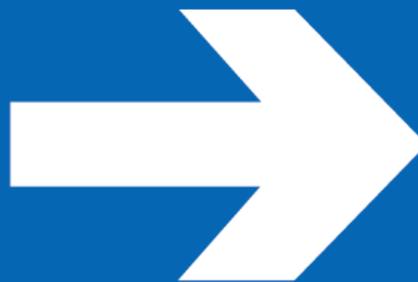
Em caso de emergência ligue para:

Corpo de Bombeiros - 193
Polícia Militar - 190
Defesa Civil Estadual - (11) 2193-8888
Defesa Civil Regional de Araçatuba - (18) 3622-7010
Defesa Civil Municipal de Andradina - (18) 3702-1000
Defesa Civil Municipal de Pereira Barreto - (18) 3704-4804



ESTA ÁREA É ATENDIDA PELO PLANO DE ATENDIMENTO DE EMERGÊNCIAS DE BARRAGENS.

ROTA DE FUGA



Em caso de emergência ligue para:

Corpo de Bombeiros - 193
Polícia Militar - 190
Defesa Civil Estadual - (11) 2193-8888
Defesa Civil Regional de Araçatuba - (18) 3622-7010
Defesa Civil Municipal de Andradina - (18) 3702-1000
Defesa Civil Municipal de Pereira Barreto - (18) 3704-4804



ESTA ÁREA É ATENDIDA PELO PLANO DE ATENDIMENTO DE EMERGÊNCIAS DE BARRAGENS.



APÊNDICE 11 – GLOSSÁRIO

GLOSSÁRIO⁵⁹

Acidente: Comprometimento da integridade estrutural com liberação incontrolável do conteúdo do reservatório, ocasionado pelo colapso parcial ou total da barragem ou de estrutura anexa.

Bacia de Contribuição: Área da superfície que é drenada para um ponto específico, tal como um reservatório, também conhecida como bacia hidrográfica ou área da bacia hidrológica.

Barragem: Qualquer estrutura construída dentro ou fora de um curso permanente ou temporário de água, em talvegue ou em cava exaurida com dique, para fins de contenção ou acumulação de substâncias líquidas ou de misturas de líquidos e sólidos, compreendendo o barramento e as estruturas associadas.

⁵⁹ Definições oriundas da Lei nº 14.066, de 30 de setembro de 2020 e do Manual de Segurança e Inspeção de Barragens – Brasília: Ministério da Integração Nacional, 2002. 148p.

A Fractal Engenharia fica isenta de qualquer responsabilidade em caso de alterações nas condições da barragem e/ou alterações de informações existentes nos relatórios, em detrimento dos arquivos disponibilizados nas versões finais, entregues em meio físico e/ou digital.

Borda Livre: Distância vertical entre a maior cota da superfície da água junto à barragem e a cota mais baixa do topo de uma barragem ou outra estrutura de contenção.

Capacidade do Reservatório: Capacidade bruta total do reservatório em seu nível máximo de armazenamento.

Categoria de risco: Classificação da barragem de acordo com os aspectos que possam influenciar na possibilidade de ocorrência de acidente ou desastre. Esta classificação será feita em função das características técnicas, dos métodos construtivos, do estado de conservação e da idade do empreendimento e do atendimento ao Plano de Segurança da Barragem, bem como de outros critérios definidos pelo órgão fiscalizador.

Crista da Barragem: Cota da superfície superior da barragem, não se levando em conta qualquer abaulamento, meio-fio, parapeitos, defensas ou outras estruturas que não sejam parte da estrutura principal do barramento de água.

Crista do Vertedouro: Parte superior da seção vertente do vertedouro.

Dano Potencial da Associado: Dano que pode ocorrer devido a rompimento, vazamento, infiltração no solo ou mau funcionamento de uma barragem, independentemente da sua probabilidade de ocorrência, a ser graduado de acordo com as perdas de vidas humanas e os impactos sociais, econômicos e ambientais. A classificação por categoria de dano potencial associado será feita em função do potencial de perdas de vidas humanas e dos impactos econômicos, sociais e ambientais decorrentes da ruptura da barragem.

Desastre: Resultado de evento adverso, de origem natural ou induzido pela ação humana, sobre ecossistemas e populações vulneráveis, que causa significativos danos humanos, materiais ou ambientais e prejuízos econômicos e sociais.

Emergência: Em termos de operação de barragens, qualquer condição que coloque em risco a integridade da barragem e de vidas ou propriedades a jusante, e requeira uma intervenção imediata.

Empreendedor: Pessoa física ou jurídica que detenha outorga, licença, registro, concessão, autorização ou outro ato que lhe confira direito de operação da barragem e do respectivo reservatório, ou, subsidiariamente, aquele com direito real sobre as terras onde a barragem se localize, se não houver quem os explore oficialmente.

Estruturas Associadas: Estruturas e equipamentos locais, que não façam parte da barragem propriamente dita. Incluem estruturas tais como torres de tomada d'água, a casa de força,

túneis, canais, condutos forçados, descargas de fundo, bacias de amortecimento, poços, galerias, mecanismos de acionamento de comportas etc.

Fundação: Maciço de rocha e/ou solo que forma a base de assentamento para uma barragem, dique e suas estruturas associadas.

Gestão de risco: Ações de caráter normativo, bem como aplicação de medidas para prevenção, controle e mitigação de riscos.

Incidente: Ocorrência que afeta o comportamento da barragem ou de estrutura anexa que, se não controlada, pode causar um acidente.

Mapa de Inundação: Produto do estudo de inundação que compreende a delimitação geográfica georreferenciada das áreas potencialmente afetadas por eventual vazamento ou ruptura da barragem e seus possíveis cenários associados e que objetiva facilitar a notificação eficiente e a evacuação de áreas afetadas por essa situação.

Ombreira: Parte da encosta contra a qual a barragem é construída.

Órgão fiscalizador: Autoridade do poder público responsável pelas ações de fiscalização da segurança da barragem de sua competência.

Pé da Barragem: Junção da face jusante (ou montante) da barragem, com a superfície de fundação.

Piping: Fenômeno de erosão interna que provoca a remoção de partículas do interior do solo, formando “tubos” vazios que provocam colapsos e escorregamentos laterais do terreno.

Plano de Ação de Emergência (PAE): Documento que contém os procedimentos para atuação em situações de emergência, bem como os meios de comunicação e os mapas de inundação que mostrem os níveis d’água de montante e jusante e os tempos de chegada das ondas de cheia, que poderiam resultar da ruptura da barragem ou de suas estruturas associadas.

Reservatório: Acumulação não natural de água, de substâncias líquidas ou de mistura de líquidos e sólidos.

Segurança de barragem: Condição que vise a manter a sua integridade estrutural e operacional e a preservação da vida, da saúde, da propriedade e do meio ambiente.

Zona de Autossalvamento (ZAS): Trecho do vale a jusante da barragem em que não haja tempo suficiente para intervenção da autoridade competente em situação de emergência, conforme mapa de inundação.

Zona de Segurança Secundária (ZSS): Trecho constante do mapa de inundação não definido como ZAS.

APÊNDICE 12 – CONTROLE DE REVISÕES

Quadro 26. Controle de Revisões do PAE.

CARACTERÍSTICAS DO DOCUMENTO																	
Título do documento: Relatório Técnico – Plano de Ação de Emergência																	
Código do documento: 811-U3I-RT-PAE																	
INSTRUÇÕES PARA PREENCHIMENTO DO QUADRO:																	
A Revisão A marca o número total de páginas do documento.																	
Revisão 0 e subsequentes:																	
- Sem repaginação: Marcar somente a folha que sofreu alteração de conteúdo.																	
- Com repaginação: Marcar a folha que sofreu alteração de conteúdo e todas posteriores a esta.																	
Rev. Pag.	0A	00	01	02	03	04	05	06	Rev. Pag.	0A	00	01	02	03	04	05	06
1	x								2	x	x						
3	x								4	x							
5	x								6	x							
7	x	x							8	x							
9	x								10	x							
11	x								12	x	x						
13	x								14	x	x						
15	x								16	x							
17	x	x							18	x	x						
19	x								20	x	x						
21	x	x							22	x	x						
23	x	x							24	x							
25	x								26	x							
27	x								28	x							
29	x								30	x							
31	x								32	x							
33	x								34	x							
35	x	x							36	x							
37	x								38	x	x						
39	x								40	x							
41	x								42	x	x						
43	x	x							44	x							
45	x								46	x	x						
47	x	x							48	x							
49	x	x							50	x							
51	x								52	x							
53	x								54	x							
55	x								56	x	x						
57	x								58	x							
59	x								60	x							
61	x								62	x							
63	x								64	x							
65	x								66	x							
67	x								68	x							
69	x	x							70	x	x						
71	x								72	x	x						
73	x								74	x							
75	x	x							76	x							
77	x								78	x							

Rev. Pag.	0A	00	01	02	03	04	05	06	Rev. Pag.	0A	00	01	02	03	04	05	06
79	x								80	x							
81	x								82	x							
83	x								84	x							
85	x	x							86	x							
87	x	x							88	x							
89	x								90	x							
91	x								92	x							
93	x								94	x							
95	x								96	x							
97	x								98	x							
99	x								100	x							
101	x								102	x							
103	x								104	x							
105	x								106	x							
107	x								108	x							
109	x								110	x							
111	x								112	x							
113	x								114	x							
115	x								116	x							
117	x								118	x							
119	x								120	x							
121									122								

APÊNDICE 13 – ENTIDADES COM CÓPIA DO PAE

Quadro 27. Entidades que receberam uma cópia do PAE.

001	Nome: Empresa/Instituição:DCSP Civil Protocolo:	Data: março/2019
002	Nome: Prefeitura Andradina Empresa/Instituição: Protocolo:	Data: novembro/2018
003	Nome: Prefeitura de Castilho Empresa/Instituição: Protocolo:	Data: novembro/2018
004	Nome: Prefeitura de Ilha Solteira Empresa/Instituição: Protocolo:	Data: novembro/2018
005	Nome: Prefeitura de Pereira Barreto Empresa/Instituição: Protocolo:	Data: novembro/2018
006	Nome: Empresa/Instituição: Protocolo:	Data:
007	Nome: Empresa/Instituição: Protocolo:	Data:
008	Nome: Empresa/Instituição: Protocolo:	Data:

APÊNDICE 14 – ART DOS RESPONSÁVEIS

Responsável	Arquivo
Pedro Guilherme de Lara Fractal Engenharia e Sistemas	
Felipe Pereira Diniz Fractal Engenharia e Sistemas	