

TÍTULO:  
PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA – UHE AMADOR AGUIAR I

# Plano de Ação de Emergência (PAE) UHE Amador Aguiar I

Coordenador(a) do PAE: Walter Luiz Alves Jr.



AGENTE FISCALIZADOR: Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL

CONTROLE DE REVISÕES							
Revisão	Data	Descrição	Consolidado	Verificado	Aprovado	Aprovado	Aprovado
00	13/12/2017	Emissão Inicial	GM	GM	SH	GLB	FTN
01	20/11/2020	Fluxo de Comunicação, Nível de Segurança, Responsabilidades	GM	RVB	SH	GLB	FTN
02	09/03/2021	Alteração do procedimento de identificação de mau funcionamento ou condições potenciais de ruptura / Atualização das Responsabilidades do Empreendedor / Alteração no Sistema de Alerta / Atualização da	RVB	GM	SH	GLB	FTN



CÓDIGO:  
CCBE- POP- 02 11004-PE-SB06-00000\_A

REVISÃO:07

PÁGINA: 2 / 62

TÍTULO:  
PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA – UHE AMADOR AGUIAR I

		lista de contatos / Inserção do GT e do Plano de Comunicação					
03	10/08/2021	Atualização da lista de contatos	RVB	GM	SH	GLB	FTN
04	18/04/2022	Atualização da lista de contatos	RVB	GM	SH	GLB	FTN
05	13/12/2022	Alteração do Coordenador do PAE Definição do local da Sala para Encaminhamento de Ações de Emergência Inclusão de unidades hospitalares mais próximas e das demais entidades envolvidas	WLA	GM	SH	GLB	FTN
06	03/07/2023	Atualização de informações ER's Inclusão da sala de emergência Atualização da lista de contatos Inserção da lista de recursos	WLA	GM	SH	GLB	FTN
07	28/10/2024	Atualização do Estudo Dam Break e cenários de rupturas hipotéticas da barragem. Atualização do Fluxograma de Comunicação e Lista de Contatos	WLA	GM	SH	GLB	FTN

**DADOS DA VERSÃO ATUAL**

<b>Consolidado por:</b> Walter Luiz Alves Junior	<b>Ass.:</b>
<b>Verificado por:</b> Guilherme Melazo	<b>Ass.:</b>
<b>Aprovado por:</b> Sandro Magno Horta	<b>Ass.:</b>
<b>Aprovado por:</b> Guilherme Lima Bretas	<b>Ass.:</b>
<b>Aprovado por:</b> Frederick Teixeira Nunes	<b>Ass.:</b>

TÍTULO:  
PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA – UHE AMADOR AGUIAR I

## Sumário

INFORMAÇÕES GERAIS DA BARRAGEM .....	5
Apresentação.....	5
Objetivo do PAE.....	5
Descrição da barragem.....	6
Localização e acesso .....	8
DETECÇÃO, AVALIAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DAS SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA .....	10
Caracterização dos níveis de segurança e risco de ruptura .....	10
Procedimento de identificação de mau funcionamento ou condições potenciais de ruptura.....	11
Ações esperadas para cada nível de segurança .....	14
FLUXOGRAMA DE NOTIFICAÇÃO .....	16
RESPONSABILIDADES GERAIS NO PAE.....	17
Responsabilidades do empreendedor.....	17
Responsabilidades do coordenador do PAE.....	18
Responsabilidades do Coordenador de O&M da UHE Amador Aguiar I.....	18
Responsabilidade na notificação.....	19
Grupo de Trabalho (GT).....	19
Plano de Comunicação PAE.....	19
As ações de comunicação, são propostas de acordo com o perfil de cada comunidade e podem ser: .....	20
Sistemas de Alerta.....	20
Responsabilidade na evacuação.....	21
Sala para Encaminhamento de Ações de Emergência .....	22
RESULTADOS DO ESTUDO DE ROMPIMENTO DA BARRAGEM E DOS RESPECTIVOS MAPAS DE INUNDAÇÃO .	23
HIPÓTESE E PROVÁVEIS MODOS DE RUPTURA .....	24
RESULTADOS.....	27
PARÂMETROS DA BRECHA .....	27
PROPAGAÇÃO DA ONDA .....	28
Modo de Ruptura Determinístico 1 – RDC 1 (Vertedouro – <i>Sunny Day</i> ) .....	28
Modo de Ruptura Determinístico 2 – RDC 2 (Vertedouro – Decamilenar).....	30
Modo de Ruptura Determinístico 3 – RDC 3 (Dique – <i>Sunny Day</i> ).....	32
Modo de Ruptura Determinístico 4 – RDC 4 (Barragem principal – CMP).....	34
Efeito sinérgico e amortecimento .....	36
RESTRIÇÕES LOCAIS.....	38
REGIÃO DE AMORTECIMENTO .....	42
CARTAS DE INUNDAÇÃO.....	42



TÍTULO:  
PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA – UHE AMADOR AGUIAR I

ZONA DE AUTOSSALVAMENTO (ZAS).....	44
ZONA SECUNDÁRIA DE SALVAMENTO (ZSS).....	45
QUANTIFICAÇÃO DOS ATINGIDOS.....	45
ANEXOS.....	47
Formulário de controle de revisões .....	47
Plano de treinamento do PAE .....	48
Formulário de declaração de início da emergência .....	49
Relatório de declaração de encerramento de emergência.....	49
Relação de pessoas para distribuição do documento.....	53
Lista de Contatos .....	54
Lista de recursos .....	57
Oliver Locação - 34 99644-2174 .....	57
Locatudo - 34 3211-1733.....	58
Glossário .....	58
LISTA DE FIGURAS.....	59
LISTA DE TABELAS.....	60
Tabela 04: Ações esperadas para NÍVEL DE RESPOSTA 3 .....	60
LISTA DE QUADROS .....	61
Mapa de inundação: resultado da simulação hidráulica da propagação da cheia natural do rio Araguari e ruptura hipotética do barramento da UHE Amador Aguiar I para o cenário mais crítico .....	61
REFERÊNCIAS .....	62

	<b>CÓDIGO:</b> CCBE- POP- 02 11004-PE-SB06-00000_A	<b>REVISÃO:07</b>
		PÁGINA: 5 / 62
<b>TÍTULO:</b> PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA – UHE AMADOR AGUIAR I		

## INFORMAÇÕES GERAIS DA BARRAGEM

### Apresentação

O Consórcio Capim Branco Energia (CCBE), constituído pelas empresas Aliança Geração de Energia S.A. (87,3684%) e L.D.O.S.P.E (12,6316%), administra as usinas hidrelétricas Amador Aguiar I e Amador Aguiar II. Com potência instalada total de 450 MW (240 MW e 210 MW, respectivamente), ambas estão localizadas no Rio Araguari, entre os municípios de Uberlândia, Araguari e Indianópolis, na mesorregião do Triângulo Mineiro, em Minas Gerais.

Apresentamos o Plano de Ação de Emergência da UHE Amador Aguiar I, após atualização do estudo de Dam Break concluído em março de 2024.

Este empreendimento entrou em operação no ano de 2006. Seu reservatório ocupa uma área de 18,66 Km<sup>2</sup>, com um volume de 241 milhões de metros cúbicos de água (nível máximo normal) operando com uma potência instalada total de 240 MW.

O CCBE adota como princípio, a segurança de suas estruturas físicas, tendo em vista a preservação de vidas, a mitigação/compensação de impactos ambientais e conservação de bens materiais. Por isso, desde o início de sua operação, o Consórcio realiza o monitoramento de suas barragens e diques, além de realizar ações que possibilitem a manutenção de sua estabilidade.

Desta forma, este Plano de Ação de Emergência (PAE), tem como foco alinhar o valor de Segurança da empresa ao estabelecido na Lei Federal nº 12.334, de 20 de setembro de 2010 substituída pela lei federal 14.066/2020, que preconiza a Política Nacional de Segurança de Barragens – PNSB onde se estabeleceu a Política Nacional de Segurança de Barragens e à Resolução Aneel nº 1.064/2023; que substituiu a Resolução nº 696, de 15 de dezembro de 2015 da ANEEL, que define os critérios para classificação, formulação do Plano de Segurança de Barragens (PSB) e a realização da Revisão Periódica de Segurança em barragens fiscalizadas pela agência.

Com aspectos que envolvem o público externo, este documento contempla as ações referentes ao vale a jusante das Usinas Hidrelétricas Amador Aguiar I, estabelecido de acordo com a Resolução Normativa nº 696/2015, contendo, os mapas de inundação e o fluxo de comunicação junto aos órgãos de proteção e defesa civil. As ações realizadas internamente para mitigar possíveis ocorrência no barramento são descritas no Plano de Ação de Emergência da Central (PAEC).

Através de um modelo próprio, o PAE das usinas do Consórcio Capim Branco Energia - CCBE, tem como base a Resolução Normativa nº 236/2015 da Agência Nacional de Águas (ANA), a Metodologia de Elaboração do Plano de Emergência da ANA e o guia de orientação para elaboração do PAE da Associação Brasileira de Grandes Barragens (ABRAGE), além de boas práticas já executadas pela empresa.

### Objetivo do PAE

O PAE da UHE Amador Aguiar I tem como objetivo disponibilizar um conjunto de informações e procedimentos capazes de suportar uma resposta eficaz a emergências que podem colocar em risco a segurança da ocupação antrópica localizada no vale à jusante.

	<b>CÓDIGO:</b> CCBE- POP- 02 11004-PE-SB06-00000_A	<b>REVISÃO:07</b>
		PÁGINA: 6 / 62
<b>TÍTULO:</b> PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA – UHE AMADOR AGUIAR I		

## Descrição da barragem

A UHE Amador Aguiar I, apresenta um arranjo singular e harmonioso. A casa de força, tipo abrigada, está localizada a 9 km a jusante da barragem, formando o Trecho de Vazão Reduzida (TVR). Esse trecho é alimentado por uma descarga residual de 7,0 m<sup>3</sup>/s, liberada a partir de um órgão extravasor implantado na estrutura do vertedouro. Como medida adicional, no sentido de minimizar os impactos advindos da redução da vazão nesse trecho, foram construídas cinco (05) soleiras vertentes transversais ao leito fluvial.

A usina explora uma queda bruta de 57,40 m e uma vazão de 508,50 m<sup>3</sup>/s, para gerar com uma potência instalada final de 240 MW. A energia assegurada é de 1.357.800 MWh/ano, nível de garantia do Sistema Interligado Nacional – SIN (subsistema Sudeste/Centro-Oeste).

As estruturas compreendem uma barragem e um dique, além do vertedouro. A barragem tem seção mista de enrocamento com núcleo e, parte homogênea de terra, com altura máxima de 55 m e extensão do coroamento de 610 m, na El. 627,00 m. O dique, de seção homogênea de terra, foi construído na margem esquerda, com altura máxima de 16 m, cerca de 1300 m de extensão de crista, também na El. 627,00 m. Isso possibilitou a formação de um reservatório com aproximadamente 19 km<sup>2</sup> de área inundada, que armazena aproximadamente 240 milhões de m<sup>3</sup> para o N.A. máximo normal na El. 624,00 m.

O vertedouro de superfície contíguo à barragem, na ombreira direita, é constituído, pelo canal de aproximação, uma estrutura de controle do tipo perfil *Creager* com crista na EL 603,50 m, com três comportas do tipo segmento, de dimensões 14,0 m x 21,89 m. O vertedouro foi projetado para descarregar cheias afluentes de até 9.000 m<sup>3</sup>/s (Cheia Máxima Provável - CMP), com sobrelevação de 1,5 m com relação ao nível de água máximo normal; a calha, em rocha e com 73 m de comprimento, é revestida em concreto e a dissipação é em salto-de-esqui em fossa de erosão pré-escavada.

Para a construção da barragem, o leito do rio foi desviado através de um túnel com aproximadamente 182 m de comprimento, escavado com seção arco-retângulo (9,0 m x 9,0 m), na margem direita.

O circuito de adução/geração, pela margem direita, é constituído por um canal de adução, escavado na margem direita, com comprimento aproximado de 402 m, por um túnel adutor com seção arco-retângulo (14,0 m x 14,0 m) e aproximadamente 1.195 m de comprimento, por uma câmara de carga escavada em rocha, dimensionada para oscilações da tomada d'água e com três entradas independentes para os três condutos forçados revestidos (um trecho inicial em concreto e na parte final de maior pressão com revestimento blindado - aço), com diâmetro interno de 6,30 m e cerca de 125 m de extensão cada.

A casa de força possui três unidades geradoras do tipo Francis, com 80 MW e capacidade total instalada de 240 MW. É uma estrutura do tipo convencional, coberta. As dimensões principais do bloco das unidades são 18,50 m x 33,0 m e a área de montagem fica na El. 573,00 m, possuindo dimensões de 15,50 m x 30,0 m. O acesso principal à casa de força é pela lateral esquerda.

A usina está conectada ao Sistema Interligado Nacional – SIN (subsistema Sudeste/Centro-Oeste) por meio de duas linhas de transmissão em 138 kV, circuitos simples, que a interliga à subestação de Emborcação. Portanto, o ponto de conexão da usina é na subestação de Emborcação, onde foi instalado o Sistema de Medição de Faturamento, em conformidade com os Procedimentos de Rede do Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS). É dotada de uma subestação de manobra em 138 kV, configuração barra dupla. O sistema de telecomunicações é integrado ao sistema de SHF da CEMIG (operadora da usina) e dispõe de todos os serviços de telecomunicações em conformidade com o preconizado nos Procedimentos de Rede do ONS.

A usina possui um sistema de controle na tecnologia digital do tipo distribuído, com níveis de redundância compatíveis com os requisitos de confiabilidade pertinentes e com funções que possibilitem controle e

TÍTULO:  
PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA – UHE AMADOR AGUIAR I

supervisão remotos a partir do Centro de Operação do Sistema da CEMIG. Além da possibilidade de controle remoto, a Usina pode ser controlada a partir de uma sala de controle, localizada no edifício de controle da casa de força.

Os serviços auxiliares são dotados de fontes internas e fonte externa para permitir “black start” e, como fonte de emergência, grupos geradores Diesel. O sistema de proteção foi concebido com aplicação de relés microprocessados, com redundâncias para cada equipamento principal, ou seja, gerador, transformador elevador, linhas de transmissão e barras de 138 kV. A Figura 01, demonstra o arranjo físico da UHE Amador Aguiar I.



Figura 01– Arranjo Geral da UHE Amador Aguiar I

As Figuras 02, 03, 04 e 05 apresentam vistas aéreas das principais estruturas da usina: barragem/vertedouro, canal de adução, câmara de carga e a casa de força.

**TÍTULO:**  
PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA – UHE AMADOR AGUIAR I

Figura 02 – Vista da barragem e vertedouro com válvula dispersora acoplada na estrutura do vertedouro.



Figura 03 – Vista do canal de adução que conduz água para câmara de carga através do túnel de adução escavado em rocha.



Figura 04 – Vista da câmara de carga (tomada d'água) da UHE Amador Aguiar I



Figura 05 - Vista da casa de força e canal de fuga da UHE Amador Aguiar I

### Localização e acesso

A UHE Amador Aguiar I está instalada no rio Araguari, afluente do Paranaíba, a aproximadamente 150 km da sua foz. O barramento está posicionado junto as coordenadas geográficas 18°47'25"S e 48°08'50"O, na divisa dos municípios de Araguari e Uberlândia, no Estado de Minas Gerais.

A montante da UHE Amador Aguiar I, encontram-se as barragens das usinas hidrelétricas de Miranda e Nova Ponte situadas a aproximadamente 33,7 Km e 112,8 Km respectivamente da barragem da UHE Amador Aguiar I. Já a jusante da barragem da UHE Amador Aguiar I, destacam-se as barragens da UHE Amador Aguiar II, situada a 76,6 km e a barragem de Itumbiara (Furnas) implantada no rio Paranaíba, situada a 211,6 km de distância da barragem da UHE Amador I.

O acesso rodoviário até a UHE Amador Aguiar I, a partir de Belo Horizonte, é feito pela BR-362 até Araxá (360 km) e pela BR-452 até Uberlândia (190 km). Da cidade de Uberlândia, bairro Morumbi até a usina, percorre-se cerca de 19 km pela Rodovia Municipal – RM030 (Estrada do Pau Furado), em leito asfaltado até à portaria da usina, conforme figura abaixo.

TÍTULO:  
PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA – UHE AMADOR AGUIAR I



## MAPA DE ACESSO UHE AMADOR AGUIAR I

### Legenda

- UHE Amador Aguiar I
- ▭ Limites Municipais - MG
- Acesso rodoviário

### Informações adicionais:

- Fontes:
- Limites Geográficos: IBGE (2022)
- Aproveitamentos Hidrelétricos: ANEEL/SIGEL (2023)
- Mapa base: OSM Standard
- Datum Horizontal: SIRGAS 2000, Zone 22S
- Executado por Fractal Engenharia: 2023

Figura 6 – Acesso a UHE Amador Aguiar I

TÍTULO:  
PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA – UHE AMADOR AGUIAR I

## DETECÇÃO, AVALIAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DAS SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA

### Caracterização dos níveis de segurança e risco de ruptura

As ações deste plano são definidas tendo como base o nível necessário de resposta para cada possível ocorrência. Desta forma, a Tabela 1, descreve os níveis de segurança e risco de ruptura da barragem da UHE Amador Aguiar I. A classificação quanto ao nível de segurança se baseia em uma análise de possíveis ocorrências, não implicando em uma ocorrência sequencial, podendo níveis de segurança serem acionados sem a passagem pelos níveis inferiores.

Deve ser destacado que neste plano, apenas os níveis resposta 2 e 3 serão inseridos, tendo em vista que os níveis 0 e 1 requerem o acionamento apenas de medidas internas e fazem parte do PAEC.

Tabela 01: Níveis de resposta

Nível de resposta	Condições/Situações	Plano
<b>NÍVEL 0</b>	Neste nível são descritas as condições e situações as quais ele deverá ser acionado o PAEC, levando em consideração que a situação encontrada ou a ação de eventos externos à barragem não compromete a sua segurança, havendo, de toda forma, controle e monitoramento das estruturas ao longo tempo.	Plano de Aço de Emergência da Central - PAEC
<b>NÍVEL 1</b> <b>Situação Potencial de Ruptura está se desenvolvendo</b>	Neste nível de resposta são descritas as condições e situações para acionamento, quando a situação encontrada ou a ação de eventos externos a barragens não compromete a sua segurança a curto prazo, mas, devendo, de toda forma ser controlada, monitorada ou reparada. Entende-se que esta situação pode ser controlada internamente pelos próprios empregados que atuam na operação e manutenção da Usina, ou seja, a situação afeta a estrutura da empresa, mas é possível de remediação.	
<b>NÍVEL 2</b> <b>Situação Potencial de Ruptura está piorando</b>	Este nível se caracteriza pela situação diversa da que foi identificada no Nível 1, que não tenha sido extinta e/ou controlada, e que afete a segurança estrutural da barragem. Desta forma deve-se acionar este nível quando a situação encontrada ou ação de eventos externos à barragem represente ameaça à segurança da barragem no curto prazo, devendo ser tomadas providências para a eliminação do problema. Entende-se que neste cenário ainda é passível de mitigação, podendo ser controlada pelos empregados responsáveis pela operação e manutenção da Usina, com ou sem o auxílio de especialistas em estruturas ou até mesmo do consultor / projetista.  Neste nível é decretado o <b>ESTADO DE ALERTA</b> na Usina, na Zona de Auto Salvamento e em possíveis áreas impactadas a jusante, por meio da comunicação com a Defesa Civil.	Plano de Ação de Emergência da Central (PAEC) /
<b>NÍVEL 3</b> <b>Situação de Ruptura Iminente</b>	O Nível 3 se caracteriza por uma situação diversa que afeta a estrutura de maneira severa e a ruptura passa a ser iminente. Um acidente pode acontecer a qualquer momento. Sendo assim, pelo fato de a situação encontrada ou ação de eventos externos a barragens representar alta probabilidade de ruptura no curto prazo, o PAE deve ser acionado, devendo ser tomadas medidas para prevenção e redução dos danos decorrentes do colapso da barragem.	Plano de Ação de Emergência (PAE).

TÍTULO:  
PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA – UHE AMADOR AGUIAR I

	Neste nível deve ser decretado <b>ESTADO DE EMERGÊNCIA</b> na Usina, na Zona de Auto Salvamento e em possíveis áreas impactadas a jusante.	
--	--	--

### Procedimento de identificação de mau funcionamento ou condições potenciais de ruptura

Neste capítulo de forma esquemática e objetiva (Tabela 2), são descritas as possíveis ocorrências que podem acontecer com os barramentos e que possuem nível de resposta 2 e 3, sendo detalhadas as consequências geradas por cada ocorrência e destacando o nível de resposta, de acordo com as descrições do capítulo anterior.

**Tabela 02: Procedimento de identificação de mau funcionamento ou condições potenciais de ruptura**

Modo de Falha	Descrição	Nível de Resposta
Galgamento	Estruturas extravasoras com problemas identificados. <b>Baixo risco de ruptura.</b>	0
	As ações adotadas no NE-0 não foram efetivas e a anomalia persiste durante o período chuvoso e/ou Reservatório no NA máximo com previsão de aumento de vazão significativo. <b>A situação potencial de ruptura está piorando.</b>	1
	Situação descrita no Nível 1 e Nível do reservatório próximo ao da cota da crista. <b>O galgamento ocorrerá em curto prazo com potencial de evolução para o desenvolvimento de brecha.</b>	2
	Desenvolvimento de brecha de ruptura. <b>A ruptura é iminente.</b>	3
Galgamento	Barramento a montante com PAEC acionado no NR-1. <b>Baixo risco de comprometimento das estruturas civis.</b>	0
	Barramento a montante com PAEC acionado no NR-2. <b>Barramento a jusante com anomalia desenvolvendo, aumentando a possibilidade de ruptura.</b>	1
	Barramento a montante com PAEC acionado no NR-2 e situação ocorrida no período chuvoso e/ou previsão de aumento considerável na vazão.	2

TÍTULO:  
PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA – UHE AMADOR AGUIAR I

	<p><b>Barramento a jusante com anomalia desenvolvendo, com redução da capacidade de resposta rápida, aumentando de comprometimento das estruturas civis.</b></p>	
	<p>Acionamento do NR-3 do Plano de Ação de Emergência barragem a montante da estrutura.</p> <p><b>Ruptura de barramento a montante iminente o que resultará no galgamento do barramento da UHE.</b></p>	3
Instabilização da Estrutura	<p>Existência de trincas, deformações ou escorregamentos de pequeno porte.</p> <p><b>Remoto risco de ruptura em médio e longo prazo.</b></p>	0
	<p>As ações adotadas no NR-0 não foram efetivas e as trincas e deformações aumentam, com potencial de comprometimento da segurança da estrutura.</p> <p>ou</p> <p>Surgem pontos escorregamento de média monta ou trincas de média abertura que podem</p> <p><b>Risco médio de ruptura em médio e longo prazo.</b></p>	1
	<p>As ações adotadas no NR-01 não foram efetivas e a anomalia não foi extinta ou controlada, as trincas continuam em deformação e a segurança da estrutura está cada vez mais comprometida (deformações e recalques)</p> <p>ou</p> <p>Surgem trincas e escorregamentos de grande porte.</p> <p><b>Risco de ruptura em curto prazo.</b></p>	2
	<p>Instabilização em evolução constante e apresenta o desenvolvimento de brecha de ruptura.</p> <p><b>Risco de ruptura em curto prazo ou iminente.</b></p>	3
Instabilização da Estrutura	<p>Ocorrência de sismo levando à instabilização da estrutura.</p> <p><b>Remoto risco de ruptura.</b></p>	0
	<p>Ações adotadas no N-0 não foram efetivas, a segurança da estrutura continua comprometida apresentando novos pontos de instabilidade.</p> <p>ou</p> <p>Ocorrência de sismo de maior intensidade afetando a segurança da estrutura.</p> <p><b>Médio risco de ruptura</b></p>	1
	<p>As ações no N-1 não foram efetivas, como consequência a estabilidade da estrutura está afetada de modo severo, apresentando deformações e trincas.</p> <p><b>Ruptura ocorrerá em curto prazo.</b></p>	2

TÍTULO:  
PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA – UHE AMADOR AGUIAR I

	<p>As ações de N-2 também não foram efetivas, a estabilidade da estrutura está à beira do colapso com grandes deformações estruturais.</p> <p>ou</p> <p>Desenvolvimento de brecha consequente de abalo sísmico de maior gravidade.</p> <p><b>A ruptura é iminente.</b></p>	3
Instabilização da Estrutura	<p>Carregamento extraordinários que favorecem o tombamento da estrutura ou elevação do nível NA do reservatório acima do NA máximo maxmorum.</p> <p><b>Remoto risco de ruptura.</b></p>	0
	<p>As tentativas em N-0 para controle a vazão extraordinária no reservatório não foram efetivas, a situação potencial de ruptura está piorando.</p> <p><b>Risco médio de ruptura.</b></p>	1
	<p>Estabilidade da estrutura foi afetada de modo severo, a vazão extraordinária não está sendo controlada.</p> <p><b>Risco de ruptura em curto prazo.</b></p>	2
	<p>Brecha desenvolvida, as ações anteriores de NR-2 não foram efetivas e a vazão está acima do controlável</p> <p><b>A ruptura é iminente.</b></p>	3

**TÍTULO:**  
PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA – UHE AMADOR AGUIAR I

### Ações esperadas para cada nível de segurança

Neste capítulo, as tabelas 03 e 04, estabelecem as ações a serem realizadas para cada nível de resposta, assim como os responsáveis, quando e como devem ser realizadas.

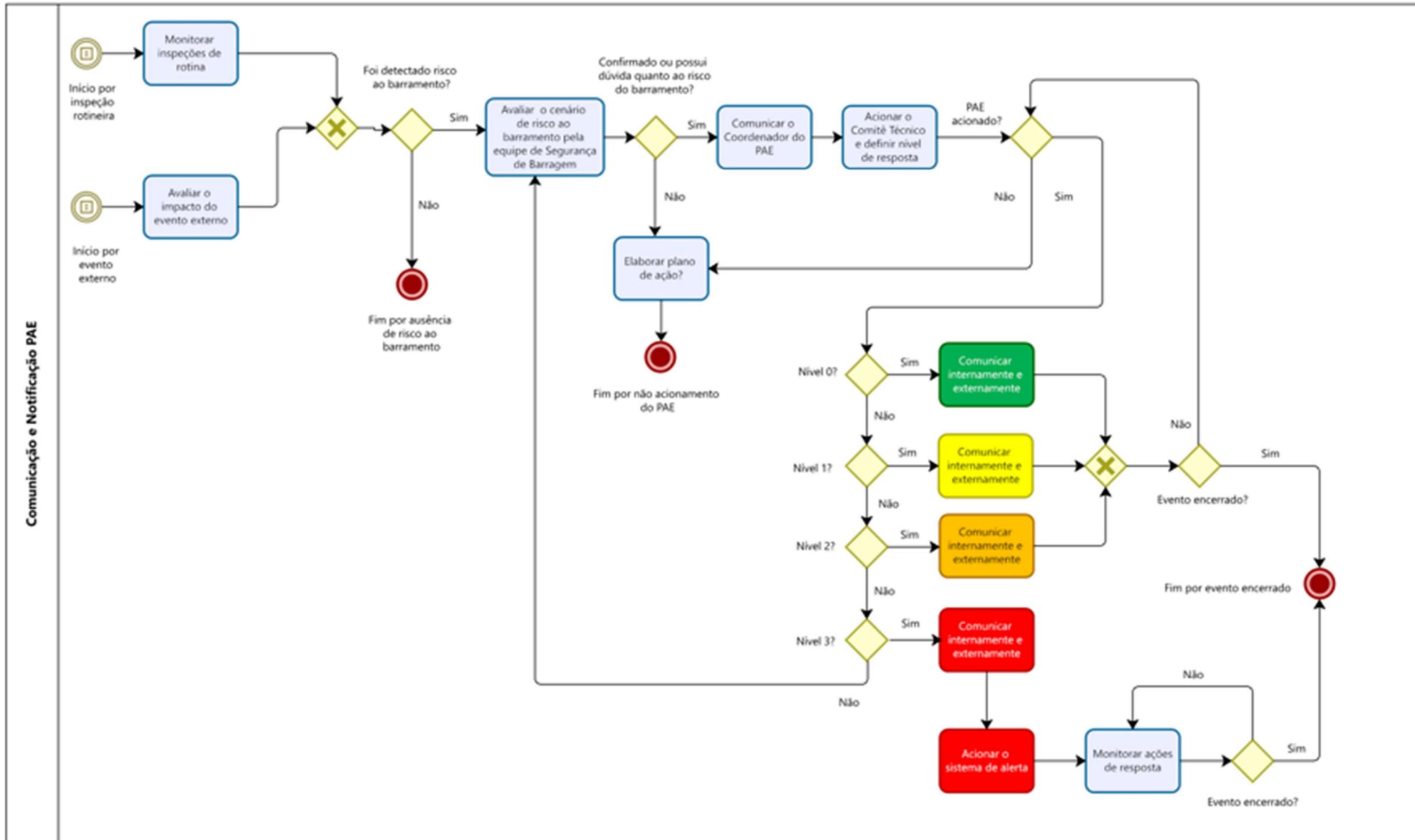
**Tabela 03: Ações esperadas para NÍVEL DE RESPOSTA 2**

O que fazer	Quem	Quando	Como
Declarar o início da emergência	Coordenador do PAE	Ao confirmar a ocorrência	Preenchimento formulário de início da ocorrência.
Comunicar ao Comitê de Crise	Coordenador do PAE	Ao confirmar a ocorrência	Telefone, e-mail.
Comunicar ao Comitê técnico e Gerência de Engenharia.	Coordenador de PAE	Após declarado o início da ocorrência	Telefone, SMS, e-mail.
Comunicar os Órgãos fiscalizadores.	Líder local	Após declarado o início da ocorrência	Telefone, e-mail e/ou ofício.
Comunicar os órgãos ambientais	Gerencia de Meio Ambiente	Após declarado o início da ocorrência	Telefone, e-mail e/ou ofício.
Comunicar a COMPDEC	Coordenador do PAE	Após declarado o início da ocorrência	Telefone, e-mail e/ou ofício.
Comunicar a CEDEC	Coordenador do PAE	Após declarado o início da ocorrência	Telefone, e-mail e/ou ofício.
Realizar evacuação da Casa de Força, Subestação, Guarita e Galpão.	Líder Local	Após declarado o início da ocorrência	Acionar sistema de evacuação interna.
Realizar inspeção, avaliar situação.	Comitê técnico / Gerencia de Engenharia.	Após acionamento do Coordenador do PAE	Inspeção local.
Definir ações	Coordenação PAE, Comitê técnico, Gerencia de Engenharia.	Após realizar inspeção e avaliar situação.	Reunião técnica, emissão de relatório técnica e planejamento de executivo.
Implantar ações preventivas e corretivas	Grupo local, Gerencia de Engenharia.	Após aprovado o planejamento executivo	Seguir planejamento executivo.
Realizar registro das ações	Equipe local	Durante toda a ocorrência	Relatório técnico e fotográfico.
Avaliar progresso da situação e definir novas ações.	Coordenador PAE / Comitê técnico / Gerencia de Engenharia/ Líder local	Ao verificar o progresso do evento e resultado de medidas já adotadas	Adotar procedimentos operacionais
Avaliar se processo de situação se reduz, mantém ou evolui de nível de resposta.	Coordenado do PAE / Comitê técnico	Ao verificar o progresso do evento e resultado de medidas.	Declarar novo nível de alerta.

TÍTULO:  
PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA – UHE AMADOR AGUIAR ITabela 04: Ações esperadas para **NÍVEL DE RESPOSTA 3**

O que fazer	Quem	Quando	Como
Declarar o início da emergência.	Coordenador do PAE	Ao confirmar a ocorrência	Preenchimento formulário de início da ocorrência.
Acionar o sistema de alerta da população a jusante.	Coordenador do PAE	Ao confirmar a ocorrência	Contato com as COMPDEC's.
Comunicar ao Comitê de Crise.	Coordenador do PAE	Ao confirmar a ocorrência	Telefone, e-mail.
Comunicar ao Comitê técnico e Gerencia de Engenharia.	Coordenador de PAE	Após declarado o início da ocorrência	Telefone, SMS, e-mail.
Comunicar os Órgãos fiscalizadores.	Líder local	Após declarado o início da ocorrência	Telefone, e-mail e/ou ofício.
Comunicar os órgãos ambientais.	Gerencia de Meio Ambiente	Após declarado o início da ocorrência	Telefone, e-mail e/ou ofício.
Comunicar as COMPDEC's	Coordenador do PAE	Após declarado o início da ocorrência	Telefone, e-mail e/ou ofício.
Comunicar a CEDEC.	Coordenador do PAE	Após declarado o início da ocorrência	Telefone, e-mail e/ou ofício.
Comunicar a SENAD.	Coordenador do PAE	Após declarado o início da ocorrência	Telefone, e-mail e/ou ofício.
Realizar inspeção, avaliar situação.	Comitê técnico / Gerencia de Engenharia.	Após acionamento do Coordenador do PAE	Inspeção local.
Definir ações.	Coordenação PAE, Comitê técnico, Gerencia de Engenharia.	Após realizar inspeção e avaliar situação.	Reunião técnica, emissão de relatório técnica e planejamento de executivo.
Implantar ações preventivas e corretivas.	Grupo local, Gerencia de Engenharia.	Após aprovado o planejamento executivo	Seguir planejamento executivo.
Realizar registro das ações.	Equipe local	Durante toda a ocorrência	Relatório técnico e fotográfico.
Avaliar progresso da situação e definir novas ações.	Coordenador PAE / Comitê técnico / Gerencia de Engenharia/ Líder Local	Ao verificar o progresso do evento e resultado de medidas já adotadas	Adotar procedimentos operacionais.
Avaliar se processo de situação retrocede outro nível de resposta	Coordenador do PAE / Comitê técnico	Ao verificar o progresso do evento e resultado de medidas.	Declarar novo nível de alerta.

## FLUXOGRAMA DE NOTIFICAÇÃO



## TÍTULO:

PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA – UHE AMADOR AGUIAR I

## RESPONSABILIDADES GERAIS NO PAE

### Responsabilidades do empreendedor

Segundo a Lei 14.066/2020, que preconiza a Política Nacional de Segurança de Barragens – PNSB o **Empreendedor** é definido como o agente privado ou governamental com direito real sobre as terras onde se localizam a barragem e o reservatório ou que explore a barragem para benefício próprio ou da coletividade. Assim, é possível ser extraído da lei citada, bem como das boas práticas adotadas pelo CCBE que, cabe ao **Empreendedor** da barragem:

- Providenciar a elaboração do PAE;
- Promover treinamentos e simulações de situação de emergência, em conjunto com as prefeituras, organismos de Defesa Civil e demais instituições indicadas pelo governo municipal, caso seja demandado pela COMPDEC, devendo comunicar à ANEEL com antecedência de pelo menos um mês e manter registros destas atividades no próprio PAE;
- Organizar e manter em bom estado de conservação as informações e a documentação referentes ao projeto, à construção, à operação, à manutenção, à segurança e, quando couber, à desativação da barragem;
- Manter serviço especializado em segurança de barragem, conforme estabelecido no Plano de Segurança da Barragem;
- Realizar treinamentos internos;
- Informar ao respectivo órgão fiscalizador qualquer alteração que possa acarretar redução da capacidade de descarga da barragem ou que possa comprometer a sua segurança;
- Manter registros dos níveis dos reservatórios, com a respectiva correspondência em volume armazenado,
- Elaborar as revisões periódicas de segurança;
- Designar formalmente um coordenador e seu substituto para executar as ações descritas no PAE;
- Detectar, avaliar e classificar as situações de emergência em potencial, de acordo com os níveis de alerta e código de cores padrão;
- Analisar os relatórios de auscultação da barragem;
- Declarar situação de emergência e executar as ações descritas no PAE;
- Executar as ações previstas no fluxograma de notificação;
- Alertar a população potencialmente afetada na Zona de Autossalvamento;
- Notificar as autoridades públicas em caso de situação de emergência;
- Emitir declaração de encerramento de emergência;
- Programar as reuniões de avaliação depois dos eventos de emergência;
- Providenciar a elaboração do relatório de encerramento de eventos de emergência com a ciência do responsável legal da barragem e da Defesa Civil estadual e/ou municipal;
- Assegurar a divulgação do Plano e seu conhecimento por parte de todos os participantes;
- Prover os recursos necessários à garantia da segurança da barragem (quando a necessidade de recursos for além da autonomia do coordenador deste PAE);
- Oficializar a emergência no âmbito interno da empresa;
- Iniciar evasão interna, quando necessário (ressalta-se que a evasão externa, é de responsabilidade da Defesa Civil);
- Autorizar bloqueio das vias de acesso de veículos do empreendimento;
- Gerir assuntos jurídicos;
- Coordenar a comunicação oficial com os sócios (acionistas) da empresa, com a imprensa e demais partes interessadas.

**TÍTULO:**  
PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA – UHE AMADOR AGUIAR I

### **Responsabilidades do coordenador do PAE**

Fica nomeado pelo Consórcio Capim Branco Energia, a Sr. Walter Luiz Alves Junior como Coordenador do Plano de Ação de Emergência da UHE Amador Aguiar I, sendo seu substituto o(a) Sr. Guilherme Coelho Melazo, devendo este ter o seguinte papel:

- Ter pleno conhecimento do conteúdo do PAE, nomeadamente do fluxo de notificação.
- Assegurar a atualização constante dos nomes e números de telefones dos participantes internos e externos do PAE.
- Repassar aos envolvidos todas as emendas e atualizações do PAE.
- Orientar, acompanhar e dar suporte no desenvolvimento dos procedimentos operacionais do PAE.
- Avaliar e classificar as situações de emergência em potencial, de acordo com os níveis e do código de cores padrão, com o apoio do comitê técnico.
- Quando detectada a emergência, avaliar em conjunto com o comitê técnico, a sua gravidade e classificá-la de acordo com os níveis de resposta.
- Executar o fluxo de comunicação de acordo com o nível de resposta previsto no fluxo de comunicação.
- Acompanhar e apoiar as ações realizadas frente à situação de emergência e verificar se os procedimentos necessários foram seguidos.
- Intervir, quando cabível, nas medidas tomadas para controle e eliminação / mitigação da emergência.
- Participar da investigação e análise quando da ocorrência de um acidente.
- Declarar situação de emergência e executar as ações descritas no PAE.
- Executar as ações previstas no fluxograma de notificação.
- Alertar a população potencialmente afetada na Zona de Autossalvamento (ZAS) e diretamente afetada.
- Notificar as Coordenadorias Municipais de Proteção e Defesa Civil em caso de situação de emergência.
- Emitir declaração de encerramento da emergência.
- Providenciar a elaboração do relatório de fechamento de eventos de emergência.
- Programar as reuniões de avaliação depois dos eventos de emergência.

### **Responsabilidades do Coordenador de O&M da UHE Amador Aguiar I**

- Participar dos treinamentos internos.
- Realizar a operação e manutenção da Usina, levando em consideração o estado de emergência e as ações necessárias para cada nível de resposta.
- Atuar junto à Gerência administrativa na disponibilidade de recursos para as ações preventivas e de mitigação.
- Identificar evidências de condições potenciais de situação de emergência.
- Informar ao Coordenador do PAEC sobre as situações de emergência.
- Na ocorrência de incidente/acidente na barragem, em conjunto com o comitê técnico, repassar as informações sobre a condição do mesmo ao Coordenador do PAEC, identificando e avaliando a situação de risco.
- Realizar a implantação das ações realizadas, frente a situação de emergência, e verificar se os procedimentos necessários estão sendo seguidos.
- Realizar a evacuação da Casa de Força e do Centro de Educação Ambiental.
- Autorizar o bloqueio das vias de acesso de veículos da Usina.
- Garantir a disponibilidade de recursos necessários ao atendimento da situação de emergência, inclusive aqueles para realização de primeiros socorros às eventuais vítimas.
- Relacionar-se com as demais partes de atuação no PAE a fim de tomar as decisões pertinentes.

## TÍTULO:

PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA – UHE AMADOR AGUIAR I

- Participar da investigação e análise quando da ocorrência de um acidente.
- Contribuir com a elaboração do relatório e declaração de encerramento da emergência.

### Responsabilidade na notificação

A responsabilidade na notificação está exposta no Fluxograma de Notificação, de acordo com os níveis de resposta, apresentados no fluxo de notificação, página 16.

De acordo com a Resolução Aneel nº 1.064/2023; e a Lei Federal nº 14.066/2020, o CCBE é responsável por **ALERTAR** a população potencialmente afetada na ZAS, o que a priori é informar/avisar sobre a necessidade de saída daquela área. A obrigação do empreendedor na ZAS é de apenas alertar, não lhe cabendo a responsabilidade de remoção da população cujo papel, a princípio, é da autoridade pública local.

Para o alerta da população localizada na ZAS, o CCBE, seguindo o fluxo de comunicação proposto irá comunicar as Coordenadorias de Proteção e Defesa Civil (COMPDEC), permitindo que ela atue junto as comunidades, além do sistema de auto salvamento composto por placas de rotas de fuga, pontos de encontro e estações remotas com sirenes, que orientam a população ao longo da ZAS.

Para a Zona de Salvamento Secundária (ZSS), as Defesas Civas Municipais pretendem capacitar líderes comunitários para constituição de NUPDECS - Núcleos de Proteção e Defesa Civil, que através do trabalho voluntário e solidário, deverão contribuir nas ações preventivas da ZSS da usina, além de orientar e prestar atendimento em situações de emergência.

### Grupo de Trabalho (GT)

O Grupo de Trabalho (GT), composto pelas Defesas Civas Municipais e Estadual, Corpo de Bombeiros, Polícia Militar, Consórcio Capim Branco Energia, Parque Estadual do Pau Furado, representantes da comunidade rural e instituições diretamente envolvidas no Plano de Ação de Emergência (PAE) no cenário local, foi formado com o objetivo de estabelecer as diretrizes e estratégias de sensibilização e mobilização das populações localizadas à jusante dos barramentos hidrelétricos, também denominadas Zonas de Autossalvamento (ZAS) e Zona de Salvamento Secundário (ZSS).

O GT tem por premissa uma atuação preventiva, sendo responsável por estabelecer em apoio a Defesa Civil Municipal as ações capazes de orientar a população sobre como proceder em caso de emergência com o barramento. Entre as ações desenvolvidas pelo grupo estão: definição sobre a instalação do Sistema de Alerta, composto por placas de sinalização de rota de fuga e ponto de encontro e estações remotas, ou sirenes. O Grupo tem uma agenda de reuniões periódicas para definir como e quando atuar ao longo do ano. As decisões definidas em conjunto aproximam a população das ZAS e ZSS, do tema e permite a definição da melhor estratégia de atuação levando em conta as particularidades de cada comunidade, objetivando maior assertividade nas ações de comunicação, testes dos sistemas de alerta, manutenção de placas e demais assuntos relacionados ao PAE.

### Plano de Comunicação PAE

A Comunicação do PAE tem por objetivo sensibilizar, informar e mobilizar os diversos públicos envolvidos, sobretudo a população residente na chamada Zona de Autossalvamento (ZAS).

As estratégias propostas no Plano de Comunicação reforçam o protagonismo das partes envolvidas, Grupo de Trabalho e população, esclarecendo papéis e ampliando o conhecimento sobre o Plano de Ação de Emergência

**TÍTULO:**  
PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA – UHE AMADOR AGUIAR I

(PAE) com foco na prevenção e segurança. As ações de sensibilização, sempre alinhadas às diretrizes do empreendedor e Grupo de Trabalho, via de regra reforçam o conceito de prevenção considerando um mix de meios que ampliam o alcance da informação. As mensagens e abordagem são, em geral, de caráter informativo e instrutivo para que as pessoas saibam como proceder em caso de emergência, se orientando pela sinalização do Sistema de Alerta instalado nas comunidades.

As ações de comunicação, são propostas de acordo com o perfil de cada comunidade e podem ser:

- Reuniões presenciais;
- Cartilhas informativas;
- Folder e faixas;
- Abordagem junto aos voluntários e parceiros convidando-os a apoiar e multiplicar as mensagens e as ações que envolvem o PAE;
- Conteúdos disponibilizados no site do empreendedor com mensagens explicativas sobre o PAE, segurança de barragens e notícias;
- Vídeos e mensagens através das mídias digitais reforçando as mensagens de prevenção e segurança;
- Inserção ou participação em programas de rádios locais, abordando temas relacionados ao PAE;
- Marketing digital através da estruturação da base de dados do público, impulsionamento digital através de anúncios das informações relacionadas ao PAE;
- Conteúdos disponibilizados via aplicativo de mensagens direcionados a população cadastrada na ZAS;
- Assessoria de imprensa, acionada para o caso de ocorrência de fato relevante que mobilize a opinião pública, seja para informação ou esclarecimentos como simulados e testes do sistema de alerta;
- Aplicação de pesquisas para apuração da percepção da população em relação as informações do PAE.

### Sistemas de Alerta

O Sistema de Alerta da UHE Amador Aguiar I é composta por 05 (cinco) Estações Remotas (ERs) (Figura 7) e Tabela 05, localizadas a jusante do barramento da Usina, nos municípios de Uberlândia e Araguari, as ERs são posicionadas de maneira a serem audíveis nos locais habitados na Zona de Autossalvamento - ZAS.



Figura 07 – Estação Remota.

TÍTULO:  
PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA – UHE AMADOR AGUIAR I

**Tabela 5: Estações Remotas e suas coordenadas**

Estações Remotas – UHE Amador Aguiar I		
Estação Remota	Município	Coordenadas Geográficas
ER 01	Araguari	X: 800317 / Y: 7918380
ER 02	Araguari	X: 799113 / Y: 7919040
ER 03	Araguari	X: 799148 / Y: 7921520
ER 04	Uberlândia	X: 796558 / Y: 7919610
ER 05	Uberlândia	X: 794547 / Y: 7920020

Realizada por meio de placas de sinalização que indicam as rotas de fuga e os pontos de encontro (Figuras 8 e 9), também conhecidos como locais seguros, a sinalização da ZAS é distribuída de forma a permitir que a população se oriente e desloque de forma segura.



Figuras 08 e 09 – Placas de Ponto de Encontro e Rota de Fuga na ZAS da UHE AAI

### Responsabilidade na evacuação

De acordo com o estabelecido na Lei Federal nº 12.608/2012, que estabelece a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil, define o papel do município em relação a Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil, estabelecendo as ações que devem estar contidas no Plano de Contingência Municipal:

- Identificação das responsabilidades de cada órgão na gestão de desastres, especialmente quanto às ações de preparação, resposta e recuperação.
- Definição dos sistemas de alerta a desastre, a serem realizados com a participação da população.
- Organização dos exercícios simulados, a serem realizados com a participação da população.
- Organização do sistema de atendimento emergencial à população, incluindo-se a localização das rotas de deslocamento e dos pontos seguros no momento de desastre, bem como dos pontos de abrigo após a ocorrência de desastre.
- Definição das ações de atendimento médico-hospitalar e de psicólogo aos atingidos por desastre.
- Cadastramento das equipes técnicas e de voluntários para atuarem em circunstância de desastre.

**TÍTULO:**  
PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA – UHE AMADOR AGUIAR I

- Localização dos centros de recebimento e organização das estratégias de distribuição de doações e suprimentos.

Desta forma os procedimentos desse PAE consideram que, em uma situação de emergência, a coordenação das ações junto à população será de responsabilidade dos órgãos de proteção e defesa civil dos municípios, a partir do processo de comunicação da emergência pelo CCBE e devem estar contidas nos Planos de Contingências Municipais.

### **Sala para Encaminhamento de Ações de Emergência**

Em caso de uma evolução no cenário de emergência que resulte em um rompimento será disponibilizada a sala de emergência localizada na Escola Municipal do Moreno, em Uberlândia/MG, fora da mancha de inundação, onde serão definidos os encaminhamentos e decisões referentes as ações de emergência, bem como as comunicações necessárias junto à comunidade.

Essa sala de encaminhamentos contará com a participação do empreendedor, representantes dos órgãos de proteção e defesa civil, agentes da ANEEL, órgãos fiscalizadores e representantes das comunidades dos municípios afetados.



Figura 10 – Sala de Encaminhamento de Emergências (X: 801.034 Y: 7.912.748)

TÍTULO:  
PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA – UHE AMADOR AGUIAR I

## RESULTADOS DO ESTUDO DE ROMPIMENTO DA BARRAGEM E DOS RESPECTIVOS MAPAS DE INUNDAÇÃO

O Consórcio Capim Branco Energia contratou empresa especializada para atualização do Estudo Hidráulico de Propagação de Vazões da UHE Amador Aguiar I, com intuito de subsidiar uma análise mais precisa do Dano Potencial Associado da barragem, mediante análise da ruptura hipotética da UHE Amador Aguiar I, desenvolvida considerando o Modelo Digital do Terreno (MDT) da área de interesse, em atendimento à Resolução Normativa ANEEL nº 1.064/2023 e a Lei Federal 12.334/2010, atualizada pela Lei Federal 14.066/2020, que preconiza a Política Nacional de Segurança de Barragens – PNSB.

O modelo hidrodinâmico 2-D foi desenvolvido no *software* HEC-RAS 6.4.1 e contemplou aproximadamente 76 km do vale do rio Araguari. Esse trecho foi caracterizado por meio de uma malha retangular com 10 m de resolução na calha e margens do rio no Trecho de Vazão Reduzida (TVR). Ao longo do restante do rio Araguari utilizou-se uma malha com resolução de 20 m na calha do rio e uma resolução de 60 m no restante do domínio computacional, para otimização do tempo de cálculo. No total, a grade conta com 113.200 células. A Figura 11 ilustra a geometria concebida para a propagação dos hidrogramas.

Os parâmetros de formação da brecha, definidos através de características da Barragem Eloy Chaves, são: Cota da geratriz inferior da brecha; Largura média da brecha ( $B_m$ ); Coeficiente de vazão da brecha ( $C_d$ ); Tempo de formação ( $T_f$ ); e Cota do reservatório no momento da ruptura.

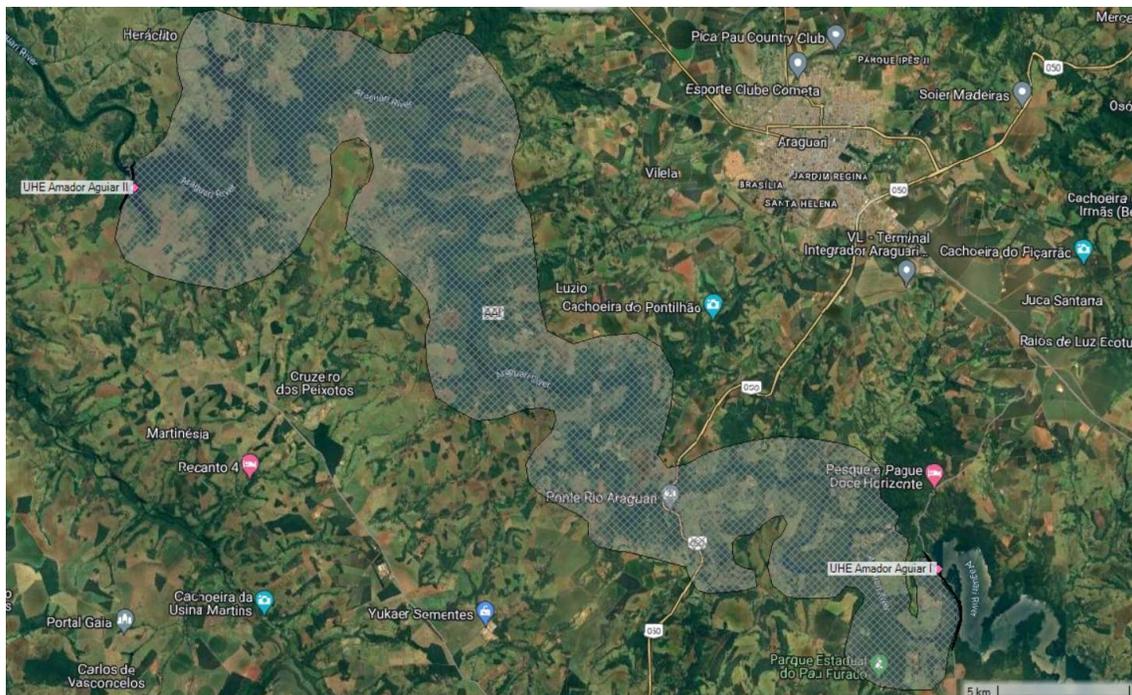


Figura 11- Modelo HEC-RAS.

TÍTULO:  
PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA – UHE AMADOR AGUIAR I

A Figura 12 mostra o fluxo de atividades para gerar as cartas de inundação e quantificar os potenciais atingidos.

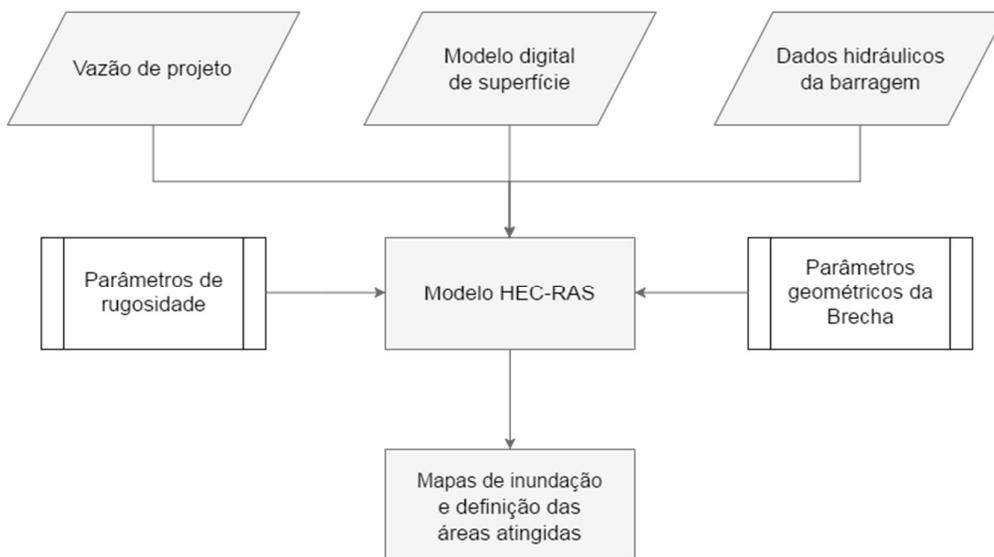


Figura 12. Representação esquemática de entrada e saída de dados no modelo HEC-RAS.

## HIPÓTESE E PROVÁVEIS MODOS DE RUPTURA

Pelo desenvolvimento da APMR foi identificado o arranjo das estruturas da UHE Amador Aguiar I, mais susceptíveis a ruptura. Essas estruturas são listadas a seguir e ilustradas nas Figura 3 e 14.

- Barragem principal,
- Dique,
- Vertedouro.

TÍTULO:  
PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA – UHE AMADOR AGUIAR I



Figura 12 Locais susceptíveis a falha – Barragem principal e vertedouro. Fonte: Ortofotos (CF Engenharia, 2023).



Figura 13. Locais susceptíveis a falha – Dique. Fonte: Ortofotos (CF Engenharia, 2023).

**TÍTULO:**  
 PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA – UHE AMADOR AGUIAR I

Além da geometria da estrutura, os prováveis modos de ruptura devem levar em consideração outras informações, tais como: revisões de estabilidade, instrumentação, detalhamentos de projeto, facilidade de identificação e manutenção de anomalias em desenvolvimento nas estruturas, entre outros fatores relevantes para o tema de segurança de barragens.

Visto que a finalidade deste modelo de ruptura consiste na formação de insumos para a elaboração de ações a serem tomadas pelo empreendedor e pelas autoridades durante uma possível situação de alerta ou emergência, optou-se por modos de ruptura mais conservadores, obtendo vazões de ruptura mais elevadas e inundações dificilmente extrapoladas para cada cenário hidrológico.

Os prováveis cenários de ruptura da UHE Amador Aguiar I foram definidos com base na APMR e estão descritos a seguir:

Tabela 06 – Modos de Ruptura

Modo de ruptura	Causa	Evidência/Consequência	Justificativa
<b>RDC 1:</b> Ruptura por colapso estrutural de blocos do vertedouro, com passagem de vazão Média de Longo Termo (MLT) e reservatório na El. 624,00 m em Condição de Carregamento Normal (CCN);	<ul style="list-style-type: none"> <li>Falha do sistema de drenagem interna;</li> <li>Fluxo concentrado no contato/interface do vertedouro e barragem;</li> <li>Fluxo concentrado nas juntas da estrutura de concreto;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Infiltração na galeria de drenagem;</li> <li>Trincas e fissuras na estrutura de concreto;</li> <li>Recalques diferenciais;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Falha no sistema de drenagem interna pode aumentar muito a subpressão na estrutura que, aliada com outras patologias como fissuras e recalque diferencial já observados no histórico da barragem, podem levar ao rompimento.</li> </ul>
<b>RDC 2:</b> Ruptura por colapso estrutural de blocos do vertedouro, com passagem da vazão decamilenar e reservatório na El. 625,50 m em Condição de Carregamento Excepcional (CCE) com drenagem inoperante;	<ul style="list-style-type: none"> <li>Falha do sistema de drenagem interna;</li> <li>Fluxo concentrado no contato/interface do vertedouro e barragem;</li> <li>Fluxo concentrado nas juntas da estrutura de concreto;</li> <li>Carga hidráulica elevada;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Infiltração na galeria de drenagem;</li> <li>Trincas e fissuras na estrutura de concreto;</li> <li>Recalques diferenciais;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>A estrutura do vertedouro não atende aos fatores de segurança mínimos para o deslizamento em condições de drenos inoperantes;</li> </ul>
<b>RDC 3:</b> Ruptura por erosão interna no dique, com passagem de vazão Média de Longo Termo (MLT) e reservatório na El. 624,00 m em Condição de Carregamento Normal (CCN);	<ul style="list-style-type: none"> <li>Falha no sistema de drenagem interna;</li> <li>Fluxo preferencial criado por vegetação e/ou animais;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Surgência de água;</li> <li>Carreamento de partículas;</li> <li>Aumento de poropressão (leitura dos piezômetros);</li> <li>Vazão descontrolada e ruptura do barramento;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Historicamente, o fenômeno de erosão interna é o maior causador de ruptura de barragens de terra. Sendo portanto, um cenário passível de ocorrência na estrutura do dique;</li> </ul>
<b>RDC 4:</b> Ruptura por galgamento da barragem principal devido a inoperabilidade de uma das comportas do vertedouro, com passagem da CMP e reservatório em Condição de Carregamento Excepcional (CCE);	<ul style="list-style-type: none"> <li>Carga hidráulica elevada;</li> <li>Falha no sistema hidráulico da comporta;</li> <li>Falha no sistema elétrico da comporta;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inoperabilidade da comporta;</li> <li>Elevação dos níveis de água no reservatório além do NA Máximo Maximorum;</li> <li>Galgamento da barragem;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ainda que o vertedouro possua capacidade para extravasar uma CMP com segurança, na ocasião da inoperância de uma das comportas pode haver o galgamento da estrutura;</li> </ul>

O fluxo de atividades do estudo hidráulico está representado na Figura 144.

**TÍTULO:**  
PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA – UHE AMADOR AGUIAR I

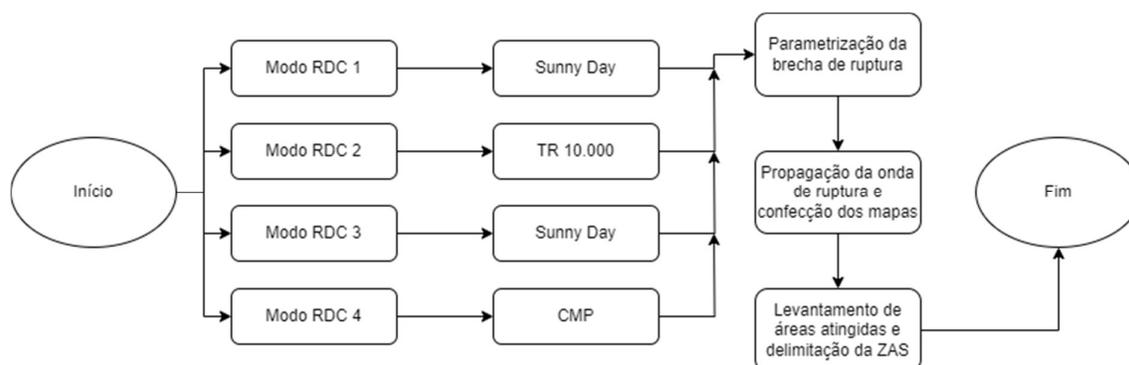


Figura14 Cenários de ruptura da UHE Amador Aguiar I.

Ressalta-se que para todos os cenários de ruptura da UHE Amador Aguiar I, avaliou-se se as respectivas ondas de ruptura possuíam potencial de causar uma ruptura em cascata da UHE Amador Aguiar II a jusante.

## RESULTADOS

Os seguintes resultados são apresentados e discutidos no presente documento referente ao estudo de ruptura hipotética da UHE Amador Aguiar I:

- Parâmetros da brecha;
- Propagação da onda induzida pela ruptura;
- Perfis hidráulicos dos modos de ruptura; e,
- Apêndice detalhado de configurações dos modelos HEC-RAS e resultados por seção transversal de controle mostradas nas cartas de inundação.

## PARÂMETROS DA BRECHA

Após os estudos de parametrização, os parâmetros da brecha da UHE Amador Aguiar I foram definidos para os modos **RDC 1**, **RDC 2**, **RDC 3** e **RDC 4**. Destaca-se que para os modos **RDC 3** e **RDC 4** adotou-se os parâmetros propostos por Froehlich (1995), o qual indicou as maiores brechas. A seguir são apresentados os parâmetros de brecha, estando todos os valores em conformidade com a referência de Schaeffer (1992) e USACE (2014).

Tabela 08. Parametrização das brechas dos modos de ruptura da UHE Amador Aguiar I.

Parâmetros	Prováveis Modos de Ruptura			
	RDC 1	RDC 2	RDC 3	RDC 4
Mecanismo de ruptura	Colapso	Colapso	Piping	Galgamento
Cota geratriz inferior [m-IBGE]	593,65	593,65	610,00	585,20
Largura de base [m]	72,00	72,00	141,30	216,10
Largura de topo [m]	72,00	72,00	164,30	302,60
Coefficiente de vazão da brecha	1,75	1,75	1,44	1,44
Declividade lateral esquerda [H:V]	Vertical	Vertical	0,90	1,40
Declividade lateral direita [H:V]	Vertical	Vertical	0,90	1,40
Tempo de formação – Tf [h]	0,10	0,10	5,99	2,95
Coefficiente de descarga do piping	-	-	0,50	-
Cota de início do piping [m-IBGE]	-	-	618,50	-
Q <sub>p</sub> – Vazão de pico [m³/s]	14.554,99	18.003,95	6.800,45	51.163,32

TÍTULO:  
PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA – UHE AMADOR AGUIAR I

O tempo de formação da brecha é contado a partir do momento em que se classifica a ruptura como um evento iminente. Para o modo em condição decamilar (RDC 2) e CMP (RDC 4), a ruptura tem início no pico de vazão defluente pela barragem, momento mais crítico para a ruptura. Para os modos em condição *Sunny Day* (RDC 1 e RDC 3), a ruptura tem início no momento de uma falha estrutural ou de fundação, da estrutura ou do elemento mecânico.

Cabe ressaltar que os cenários de ruptura selecionados neste estudo determinam condições conservadoras de ruptura e adequadas ao planejamento das ações de resposta em caso de situações de emergência.

## PROPAGAÇÃO DA ONDA

Com os parâmetros da brecha calculados, o modelo HEC-RAS 6.4.1 foi usado para simular o rompimento e propagar a onda de cheia no vale a jusante da UHE Amador Aguiar I. Os resultados hidráulicos são analisados mediante 38 seções transversais.

### Modo de Ruptura Determinístico 1 – RDC 1 (Vertedouro – *Sunny Day*)

A Figura 16 e Figura 17 ilustram o comportamento das ondas de ruptura ao longo do vale a jusante da UHE Amador Aguiar I para o modo RDC 1 (Vertedouro – *Sunny Day*), onde são apresentados um hidrograma e uma curva da altura incremental da onda de ruptura para cada seção de interesse.

Neste caso, a ruptura inicia durante o carregamento gerado pela sobrelevação máxima no barramento durante o evento de vazão Média de Longo Termo (MLT), com reservatório na El. 624,00 m.

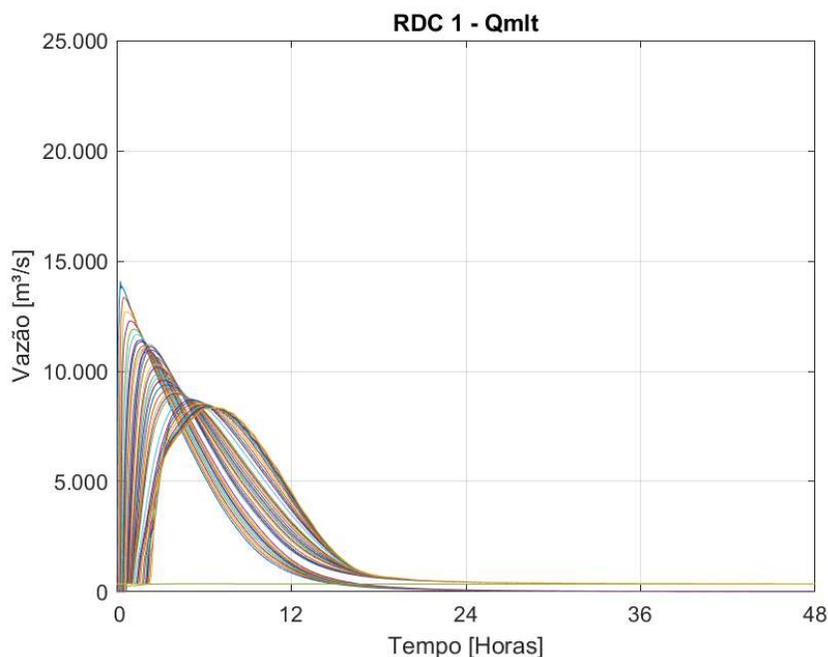


Figura 16. Propagação de hidrogramas nas seções de controle. RDC 1.

**TÍTULO:**  
PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA – UHE AMADOR AGUIAR I

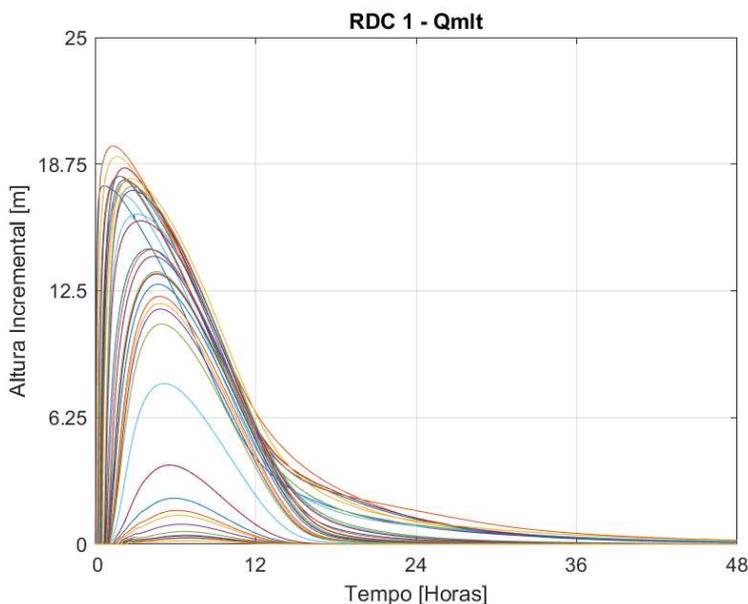


Figura 17. Altura incremental da onda propagada nas seções de controle. RDC 1.

- A altura incremental da onda de cheia chega a 17,70 m nas seções mais próximas ao barramento.
- Na Fazenda Ipoeira, localiza a 2,00 km a jusante do barramento, a altura incremental chega a 19,64 m e a onda de ruptura chega em 06 min.
- No trecho do Rancho do Karlim, a 6,70 km a jusante do barramento, a altura incremental chega a 18,56 m e a onda de ruptura chega em 26 min.
- Na Casa de Força, a 10 km a jusante do barramento, a altura incremental chega a 17,65 m e a onda de ruptura chega em 42 min.
- Na Chácara Santa Rosa, a 15 km a jusante do barramento, a altura incremental chega a 14,20 m e a onda de ruptura chega em 59 min.
- No Campus Uberlândia da IFTM, a 33,50 km a jusante do barramento, a altura incremental chega a 2,28 m e a onda de ruptura chega em 02h10min.
- No Rancho Três Irmãs, a 38 km a jusante do barramento, a altura incremental chega a 1,67 m e a onda de ruptura chega em 02h29min. Ressalta-se que esse trecho marca a entrada do reservatório da UHE Amador Aguiar II, em que se percebe influência de seus níveis operacionais.
- No Rancho João de Barro, a 72,50 km a jusante do barramento, a altura incremental chega a 0,17 m e, portanto, pode-se considerar a onda de ruptura como amortecida segundo o critério da FEMA (2003).
- Na UHE Amador Aguiar II, a 76 km a jusante do barramento, a onda de ruptura é amortecida e se mantém o Nível Normal Máximo (El. 565,00 m). Não há risco de galgamento do barramento.

O quadro a seguir resume os resultados expostos.

**TÍTULO:**  
PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA – UHE AMADOR AGUIAR I

Quadro 02. Resumo de resultados do modo de ruptura RDC 1.

Local	Coordenadas UTM (Lat. / Lon.)	Distância em relação à UHE Amador Aguiar I [km]	Altura incremental da onda [m]	Tempo de chegada
Fazenda Ipoeira	800726,41 / 7918675,33	2,00	19,64	06min
Rancho do Karlim	798987,85 / 7918663,21	6,70	18,56	26min
Casa de Força	799086,5 / 7921482,4	10,00	17,65	42min
Chácara Santa Rosa	794873,8 / 7920000,1	15,00	14,20	59min
Campus Uberlândia	786099,4 / 7923280,0	33,50	2,28	02h10min
Rancho Três Irmãs	789655,7 / 7927085,2	38,00	1,67	02h29min
Rancho João de Barro	773138,2 / 7932380,9	72,50	0,17	Amortecimento
UHE Amador Aguiar II	770487,1 / 7934815,4	76,00	0,00	Amortecimento

### Modo de Ruptura Determinístico 2 – RDC 2 (Vertedouro – Decamilenar)

A Figura 18 e Figura 19 ilustram o comportamento das ondas de ruptura ao longo do vale a jusante da UHE Amador Aguiar I para o modo RDC 2 (Vertedouro – Decamilenar), onde são apresentados um hidrograma e uma curva da altura da onda de ruptura para cada seção de interesse.

Neste caso, a ruptura inicia durante o carregamento gerado pela sobrelevação máxima no barramento durante para evento de cheia decamilenar, com reservatório na El. 625,50 m.

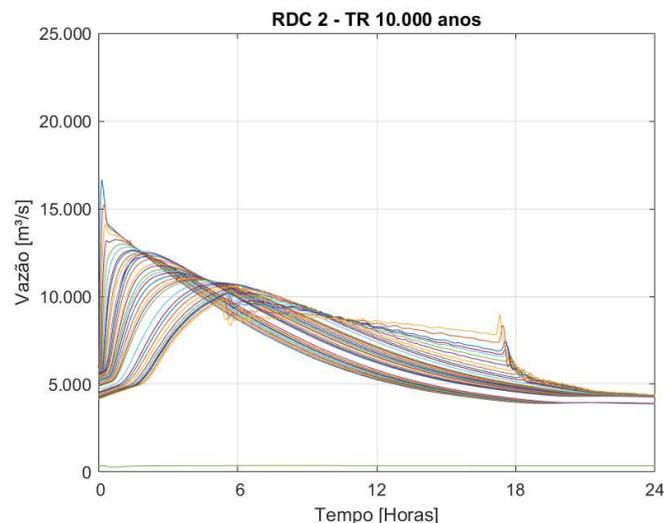


Figura 18. Propagação de hidrogramas nas seções de controle. RDC 2.

**TÍTULO:**  
PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA – UHE AMADOR AGUIAR I

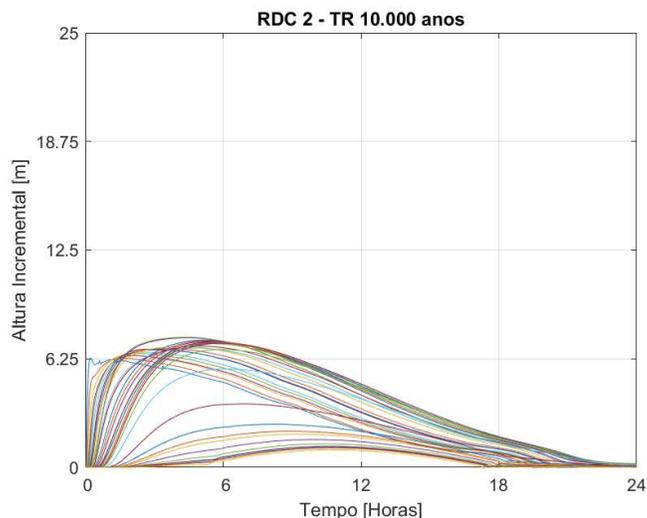


Figura 19 Altura da onda propagada nas seções de controle. RDC 2.

- A altura incremental da onda de cheia chega a 6,28 m nas seções mais próximas ao barramento.
- Na Fazenda Ipoeira, localiza a 2,00 km a jusante do barramento, a altura incremental chega a 6,30 m e a onda de ruptura chega em 05 min.
- No trecho do Rancho do Karlim, a 6,70 km a jusante do barramento, a altura incremental chega a 6,80 m e a onda de ruptura chega em 17 min.
- Na Casa de Força, a 10 km a jusante do barramento, a altura incremental chega a 7,49 m e a onda de ruptura chega em 26 min.
- Na Chácara Santa Rosa, a 15 km a jusante do barramento, a altura incremental chega a 7,26 m e a onda de ruptura chega em 44 min.
- No Campus Uberlândia da IFTM, a 33,50 km a jusante do barramento, a altura incremental chega a 2,49 m e a onda de ruptura chega em 02h17min.
- No Rancho Três Irmãs, a 38 km a jusante do barramento, a altura incremental chega a 2,08 m e a onda de ruptura chega em 02h44min. Ressalta-se que esse trecho marca a entrada do reservatório da UHE Amador Aguiar II, em que se percebe influência de seus níveis operacionais.
- No Rancho João de Barro, a 72,50 km a jusante do barramento, a altura incremental chega a 1,01 m e a onda de ruptura chega em 07h02min.
- Na UHE Amador Aguiar II, a 76 km a jusante do barramento, a altura incremental chega a 0,86 m (El. 565,86 m) e a onda de ruptura chega em 07h02min. Nesse cenário de ruptura, não ocorre o galgamento da UHE Amador Aguiar II.

O quadro a seguir resume os resultados expostos.

TÍTULO:  
PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA – UHE AMADOR AGUIAR I

Quadro 03. Resumo de resultados do modo de ruptura RDC 2.

Local	Coordenadas UTM (Lat. / Lon.)	Distância em relação à UHE Amador Aguiar I [km]	Altura incremental da onda [m]	Tempo de chegada
Fazenda Ipoeira	800726,41 / 7918675,33	2,00	6,30	05min
Rancho do Karlim	798987,85 / 7918663,21	6,70	6,80	17min
Casa de Força	799086,5 / 7921482,4	10,00	7,49	26min
Chácara Santa Rosa	794873,8 / 7920000,1	15,00	7,26	44min
Campus Uberlândia	786099,4 / 7923280,0	33,50	2,49	02h17min
Rancho Três Irmãs	789655,7 / 7927085,2	38,00	2,08	02h44min
Rancho João de Barro	773138,2 / 7932380,9	72,50	1,01	07h02min
UHE Amador Aguiar II	770487,1 / 7934815,4	76,00	0,86	07h02min

### Modo de Ruptura Determinístico 3 – RDC 3 (Dique – Sunny Day)

A Figura 20e Figura 21 ilustram o comportamento das ondas de ruptura ao longo do vale a jusante da UHE Amador Aguiar I para o modo RDC 1 (Dique – Sunny Day), onde são apresentados um hidrograma e uma curva da altura incremental da onda de ruptura para cada seção de interesse.

Neste caso, a ruptura inicia durante o carregamento gerado pela sobrelevação máxima no dique durante o evento de vazão Média de Longo Termo (MLT), com reservatório na El. 624,00 m.

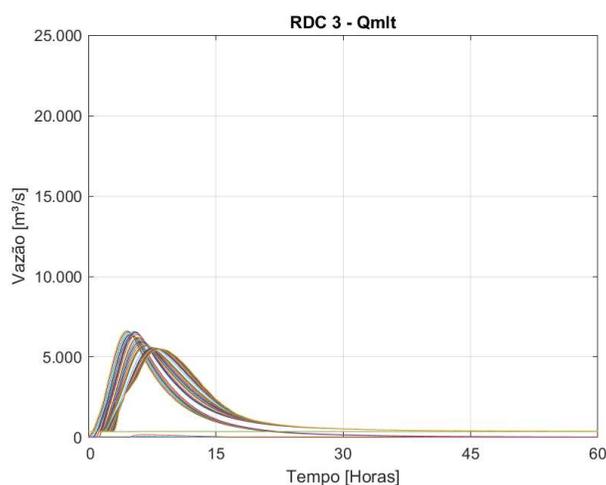


Figura 20. Propagação de hidrogramas nas seções de controle. RDC 3.

**TÍTULO:**  
PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA – UHE AMADOR AGUIAR I

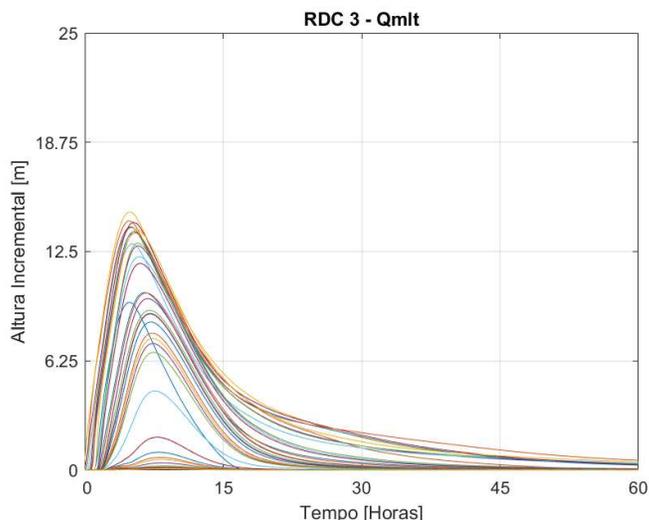


Figura 21. Altura incremental da onda propagada nas seções de controle. RDC 3.

A altura incremental da onda de cheia chega a 9,60 m nas seções mais próximas ao barramento.

- Na Fazenda Ipoeira, localiza a 2,00 km a jusante do barramento, a altura incremental chega a 14,25 m e a onda de ruptura chega em 12 min. Destaca-se que nesse trecho há o remanso pela onda de ruptura, uma vez que o dique está a jusante.
- No trecho do Rancho do Karlim, a 6,70 km a jusante do barramento, a altura incremental chega a 14,17 m e a onda de ruptura chega em 45 min.
- Na Casa de Força, a 10 km a jusante do barramento, a altura incremental chega a 12,99 m e a onda de ruptura chega em 01h30min.
- Na Chácara Santa Rosa, a 15 km a jusante do barramento, a altura incremental chega a 9,81 m e a onda de ruptura chega em 02h06min.
- No Campus Uberlândia da IFTM, a 33,50 km a jusante do barramento, a altura incremental chega a 1,02 m e a onda de ruptura chega em 05h37min.
- No Rancho Três Irmãs, a 38 km a jusante do barramento, a altura incremental chega a 0,73 m e a onda de ruptura chega em 06h43min. Ressalta-se que esse trecho marca a entrada do reservatório da UHE Amador Aguiar II, em que se percebe influência de seus níveis operacionais.
- No Rancho João de Barro, a 72,50 km a jusante do barramento, a altura incremental chega a 0,07 m e, portanto, pode-se considerar a onda de ruptura como amortecida segundo o critério da FEMA (2003).
- Na UHE Amador Aguiar II, a 76 km a jusante do barramento, a onda de ruptura é amortecida e se mantém o Nível Normal Máximo (El. 565,00 m). Não há risco de galgamento do barramento.

O quadro a seguir resume os resultados expostos.

**TÍTULO:**  
PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA – UHE AMADOR AGUIAR I

Quadro 04. Resumo de resultados do modo de ruptura RDC 3.

Local	Coordenadas UTM (Lat. / Lon.)	Distância em relação à UHE Amador Aguiar I [km]	Altura incremental da onda [m]	Tempo de chegada
Fazenda Ipoeira	800726,41 / 7918675,33	2,00	14,25	12min
Rancho do Karlim	798987,85 / 7918663,21	6,70	14,17	45min
Casa de Força	799086,5 / 7921482,4	10,00	12,99	01h30min
Chácara Santa Rosa	794873,8 / 7920000,1	15,00	9,81	02h06min
Campus Uberlândia	786099,4 / 7923280,0	33,50	1,02	05h37min
Rancho Três Irmãs	789655,7 / 7927085,2	38,00	0,73	06h43min
Rancho João de Barro	773138,2 / 7932380,9	72,50	0,07	Amortecimento
UHE Amador Aguiar II	770487,1 / 7934815,4	76,00	0,00	Amortecimento

### Modo de Ruptura Determinístico 4 – RDC 4 (Barragem principal – CMP)

A Figura 22e Figura 19 ilustram o comportamento das ondas de ruptura ao longo do vale a jusante da UHE Amador Aguiar I para o modo RDC 4 (Barragem principal – CMP), onde são apresentados um hidrograma e uma curva da altura da onda de ruptura para cada seção de interesse.

Neste caso, a ruptura inicia durante o carregamento gerado pela sobrelevação máxima no barramento durante para evento de cheia CMP, com uma das comportas do vertedouro inoperantes, com reservatório na El. 626,68 m.

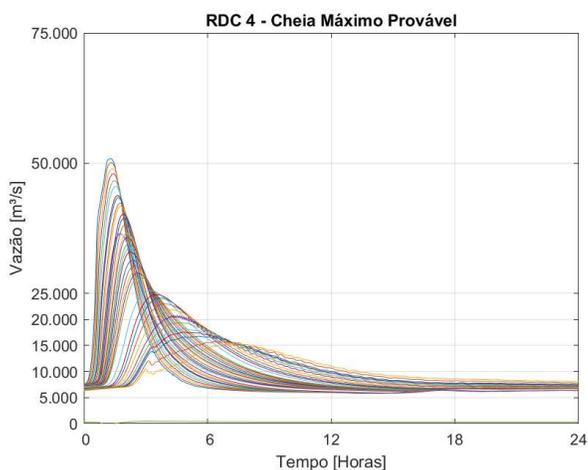


Figura 22 Propagação de hidrogramas nas seções de controle. RDC 4.

**TÍTULO:**  
PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA – UHE AMADOR AGUIAR I

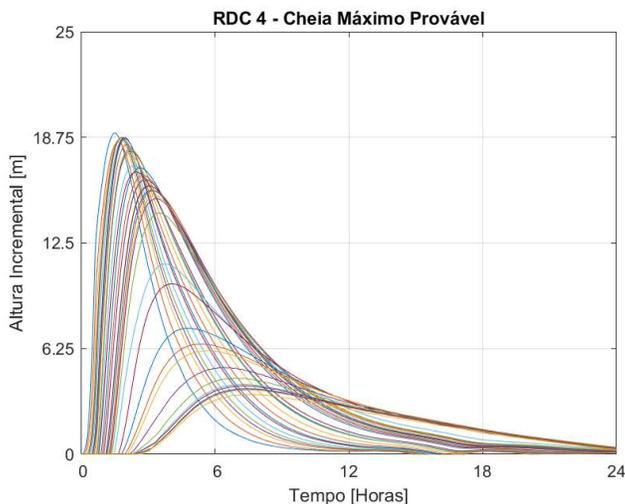


Figura 23. Altura da onda propagada nas seções de controle. RDC 4.

- A altura incremental da onda de cheia chega a 19,02 m nas seções mais próximas ao barramento.
- Na Fazenda Ipoeira, localiza a 2,00 km a jusante do barramento, a altura incremental chega a 18,46 m e a onda de ruptura chega em 19 min.
- No trecho do Rancho do Karlim, a 6,70 km a jusante do barramento, a altura incremental chega a 18,73 m e a onda de ruptura chega em 36 min.
- Na Casa de Força, a 10 km a jusante do barramento, a altura incremental chega a 18,05 m e a onda de ruptura chega em 47 min.
- Na Chácara Santa Rosa, a 15 km a jusante do barramento, a altura incremental chega a 16,24 m e a onda de ruptura chega em 01h06min.
- No Campus Uberlândia da IFTM, a 33,50 km a jusante do barramento, a altura incremental chega a 7,46 m e a onda de ruptura chega em 02h03min.
- No Rancho Três Irmãs, a 38 km a jusante do barramento, a altura incremental chega a 6,52 m e a onda de ruptura chega em 02h15min. Ressalta-se que esse trecho marca a entrada do reservatório da UHE Amador Aguiar II, em que se percebe influência de seus níveis operacionais.
- No Rancho João de Barro, a 72,50 km a jusante do barramento, a altura incremental chega a 3,53 m e a onda de ruptura chega em 03h31min.
- Na UHE Amador Aguiar II, a 76 km a jusante do barramento, a altura incremental chega a 3,32 m (El. 568,30 m) e a onda de ruptura chega em 03h43min. Nesse cenário de ruptura, ocorre o galgamento da UHE Amador Aguiar II.

O quadro a seguir resume os resultados expostos.

**TÍTULO:**  
 PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA – UHE AMADOR AGUIAR I

Quadro 05 . Resumo de resultados do modo de ruptura RDC 4.

Local	Coordenadas UTM (Lat. / Lon.)	Distância em relação à UHE Amador Aguiar I [km]	Altura incremental da onda [m]	Tempo de chegada
Fazenda Ipoeira	800726,41 / 7918675,33	2,00	18,46	19min
Rancho do Karlim	798987,85 / 7918663,21	6,70	18,73	36min
Casa de Força	799086,5 / 7921482,4	10,00	18,05	47min
Chácara Santa Rosa	794873,8 / 7920000,1	15,00	16,24	01h06min
Campus Uberlândia	786099,4 / 7923280,0	33,50	7,46	02h03min
Rancho Três Irmãs	789655,7 / 7927085,2	38,00	6,52	02h15min
Rancho João de Barro	773138,2 / 7932380,9	72,50	3,53	03h31min
UHE Amador Aguiar II	770487,1 / 7934815,4	76,00	3,32 (galgamento)	03h43min

### Efeito sinérgico e amortecimento

No Quadro 06 consta o resumo dos resultados das simulações hidráulicas da ruptura hipotética da UHE Amador Aguiar I para os modos elencados na APMR, levando em conta o efeito sinérgico da cascata do rio Araguari, composta pela UHE Amador Aguiar II a jusante.

Quadro 06. Resumo do efeito sinérgico da cascata do rio Araguari.

Modo	UHE Amador Aguiar II
RDC 1	Potencial de amortecimento
RDC 2	Potencial de amortecimento
RDC 3	Potencial de amortecimento
RDC 4	Potencial de galgamento

Com base nos resultados aqui apresentados, a UHE Amador Aguiar II não possui capacidade de amortecimento suficiente para o cenário de ruptura por galgamento da UHE Amador Aguiar I durante a passagem da CMP. Assim, é esperada a ruptura sinérgica por uma onda de ruptura com altura incremental de 3,32 m e sobrelevação de 1,20 m em relação a crista da UHE Amador Aguiar II, com o reservatório atingindo a El. 568,30 m. A figura a seguir indica a passagem da onda de ruptura pela UHE Amador Aguiar II.

**TÍTULO:**  
PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA – UHE AMADOR AGUIAR I

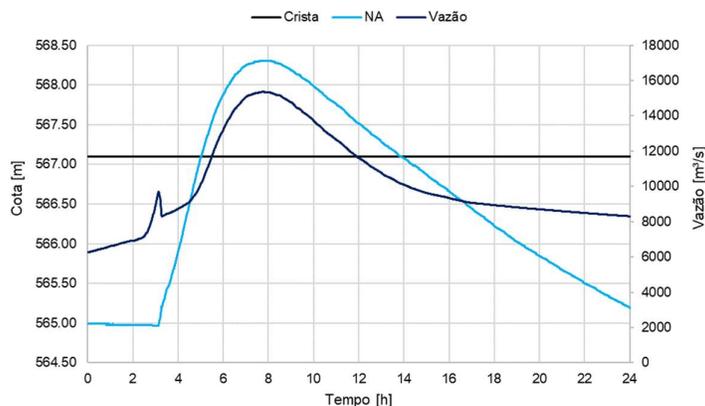


Figura 24. Hidrograma e cotograma da onda de ruptura na UHE Amador Aguiar II (RDC 4).

Para que a UHE Amador Aguiar II possa amortecer a onda de ruptura do cenário RDC 4, é necessário que o reservatório seja deplecionado em 10,48 m até a El. 554,52 m. Para criar um volume de espera que absorva os efeitos da ruptura de montante. Para tanto, é necessário no mínimo 18 h de antecedência ao início do evento de cheia CMP. Dessa forma, o reservatório atingirá a El. 566,68 m com uma borda livre de 0,42 m em relação a crista da UHE Amador Aguiar II (El. 567,10 m). A figura a seguir ilustra a operação do vertedouro para acomodar a onda de ruptura.

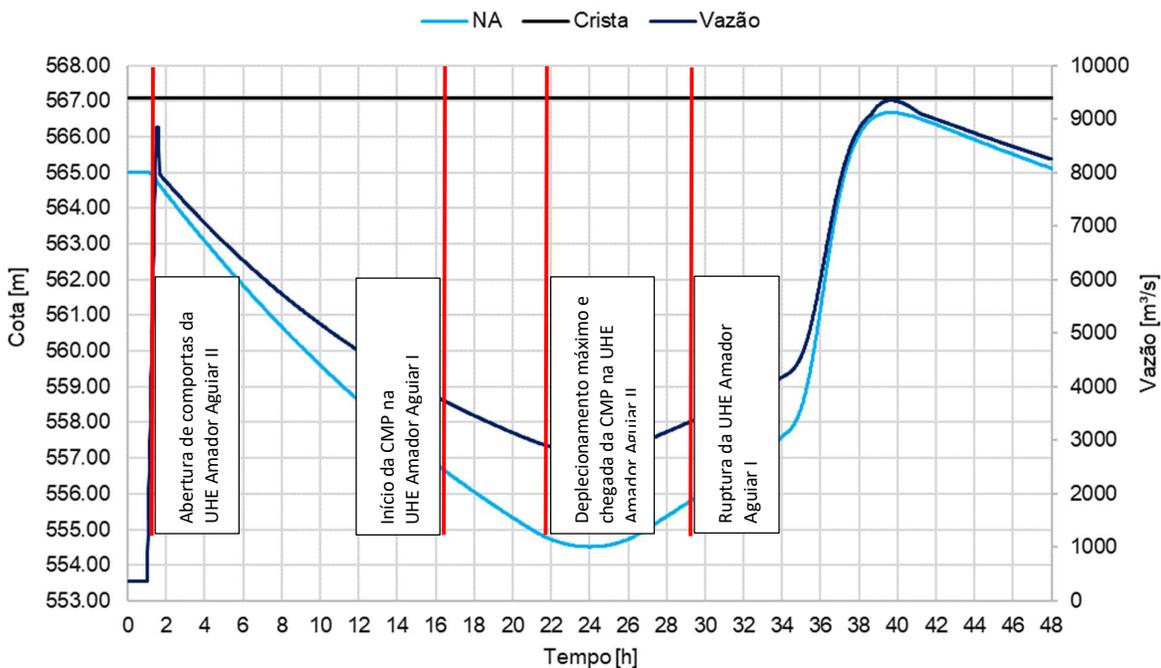


Figura 25. Operação para amortecimento da onda de ruptura do cenário RDC 4 na UHE Amador Aguiar II.

Ressalta-se que as regras de operação dos reservatórios a jusante, bem como os procedimentos de comunicação entre os empreendedores, devem ser determinadas em forma de manual de operação para essas condições específicas.

**TÍTULO:**  
PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA – UHE AMADOR AGUIAR I

## RESTRIÇÕES LOCAIS

Dentre as possíveis restrições de acesso em situação de ruptura da UHE Amador Aguiar I, destaca-se 2 (duas) pontes ao longo do rio Araguari. A primeira ponte está localizada na rodovia BR-050, a 25 km do barramento. A segunda ponte está a 31 km do barramento, na ferrovia Pontilhão do “A”.

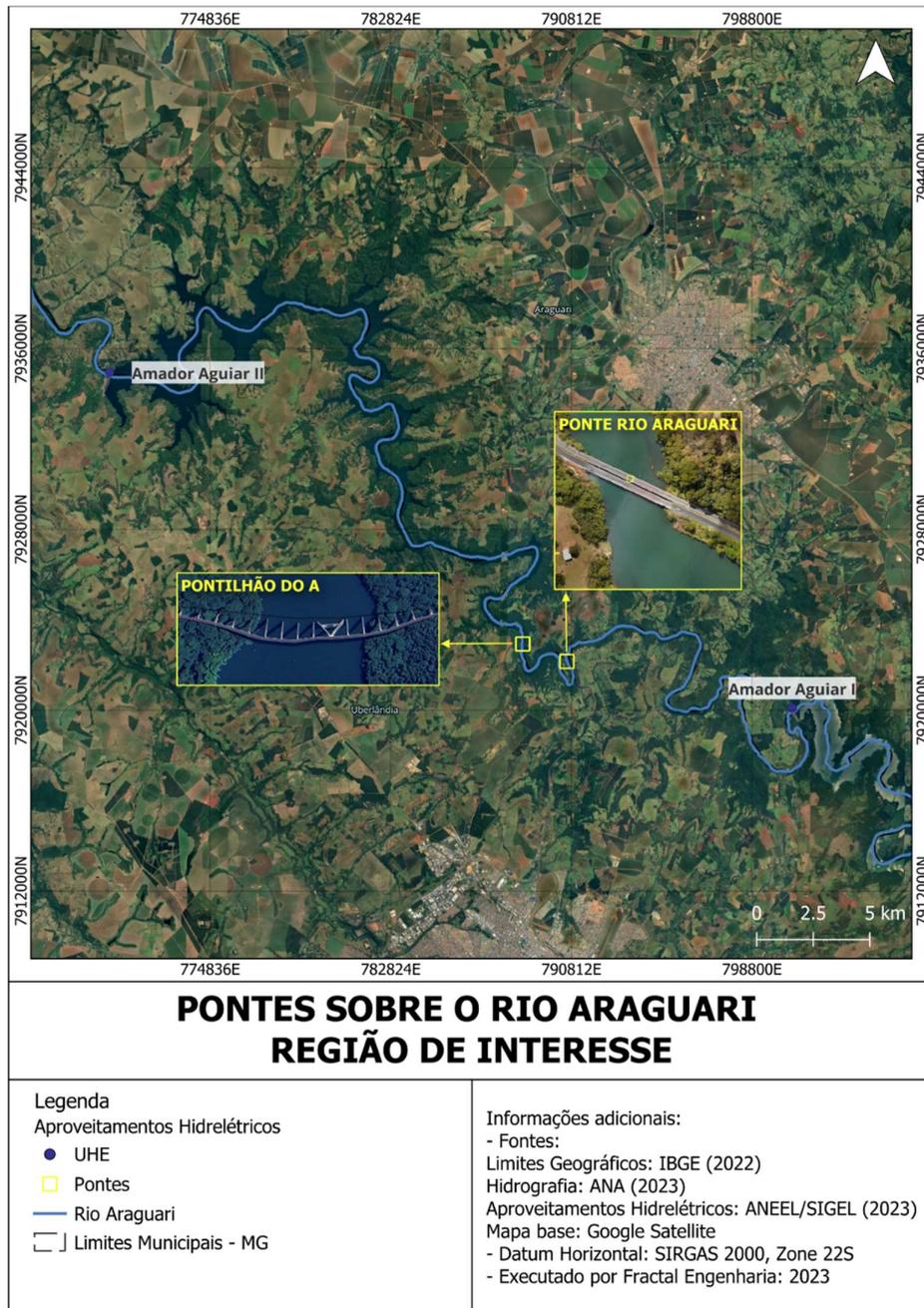


Figura 26. Pontes sobre o rio Araguari.

**TÍTULO:**  
PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA – UHE AMADOR AGUIAR I

Abaixo apresenta-se um resumo dos resultados hidráulicos referentes às pontes identificadas. As figuras a seguir indicam os cotogramas em cada ponte para todos os cenários de ruptura hipotética avaliados. Ressalta-se que a cota do tabuleiro das pontes deve ser validada em campo para confirmar a possibilidade de galgamento.

Tabela 09. Resumo hidráulico – Ponte rodovia BR-050.

Cenário	Cota do tabuleiro [m]	Cota de pico [m]	Profundidade [m]	Altura incremental [m]	Tempo de chegada	Borda livre [m]
RDC 1	572,36	572,77	7,39	7,39	01h30min	Galgamento
RDC 2	572,36	574,77	9,39	5,43	01h23min	Galgamento
RDC 3	572,36	569,52	4,14	4,14	03h56min	2,84
RDC 4	572,36	583,99	12,13	18,61	01h49min	Galgamento

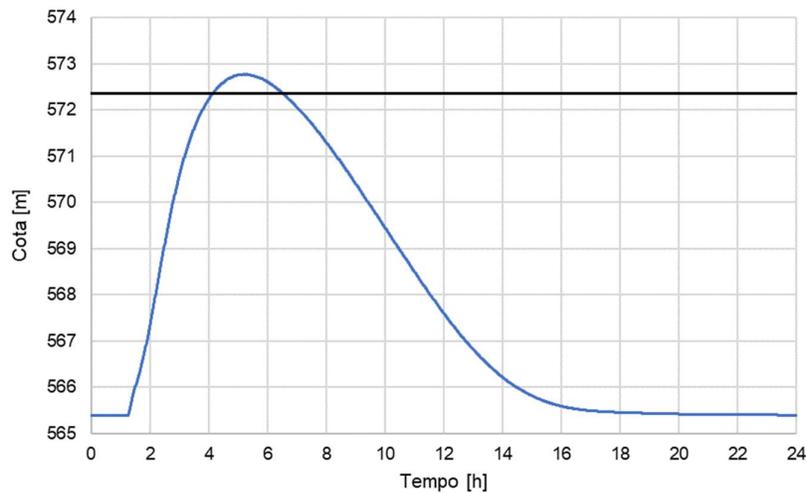


Figura 27 Cotagrama da ponte rodovia BR-050 - RDC 1.

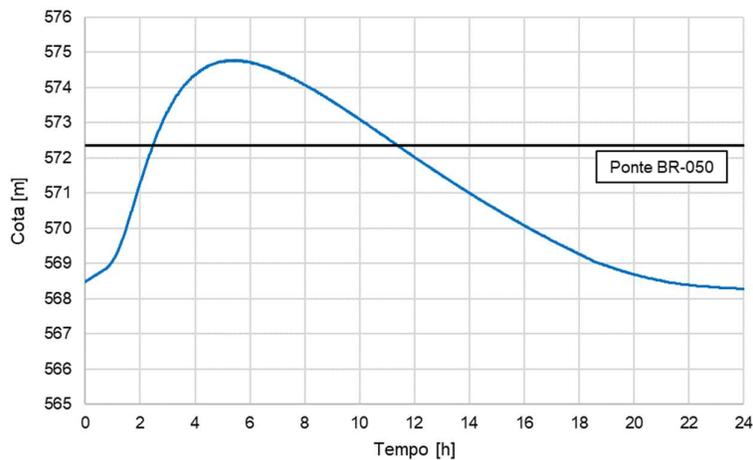


Figura 28. Cotagrama da ponte rodovia BR-050 - RDC 2.

**TÍTULO:**  
PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA – UHE AMADOR AGUIAR I

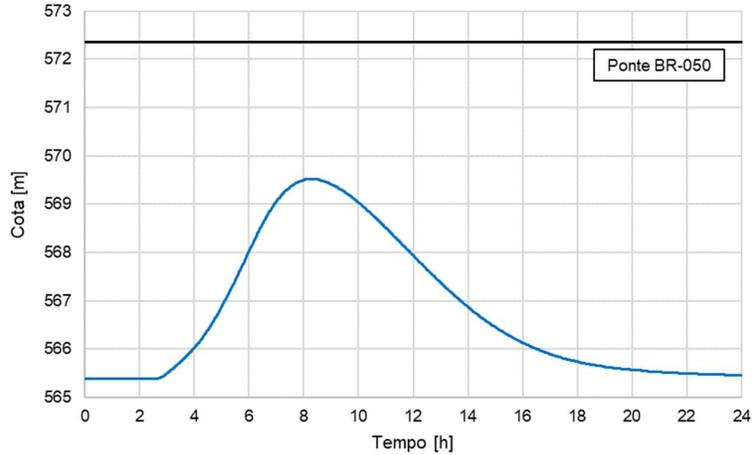


Figura29. Cotograma da ponte rodovia BR-050 - RDC 3.

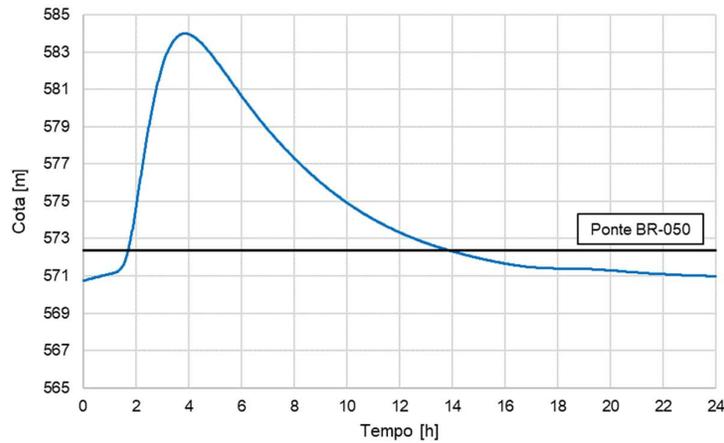


Figura 30 . Cotograma da ponte rodovia BR-050 - RDC 4.

Tabela 10. Resumo hidráulico - Ponte ferroviária Pontilhão do A.

Cenário	Cota do tabuleiro [m]	Cota de pico [m]	Profundidade [m]	Altura incremental [m]	Tempo de chegada	Borda livre [m]
RDC 1	634,24	568,34	2,98	2,98	02h00min	65,90
RDC 2	634,24	569,62	4,27	3,00	02h00min	64,62
RDC 3	634,24	566,74	1,38	1,38	05h39min	67,50
RDC 4	634,24	576,83	9,47	8,92	01h52min	57,41

TÍTULO:  
PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA – UHE AMADOR AGUIAR I

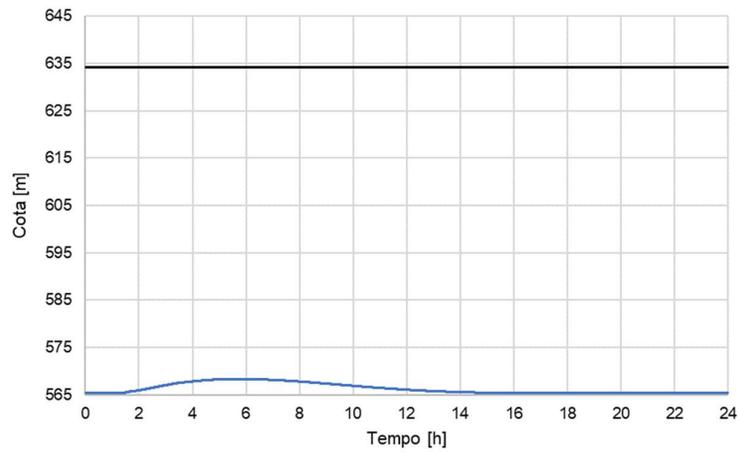


Figura 31 Cotagrama da ponte ferroviária Pontilhão do A - RDC 1.

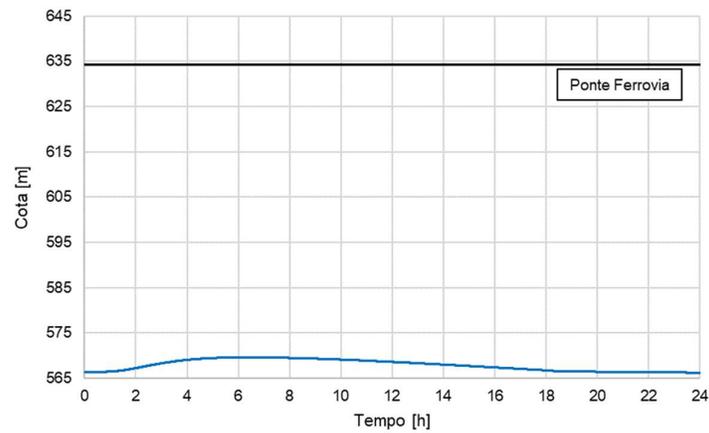


Figura 32. Cotagrama da ponte ferroviária Pontilhão do A - RDC 2.

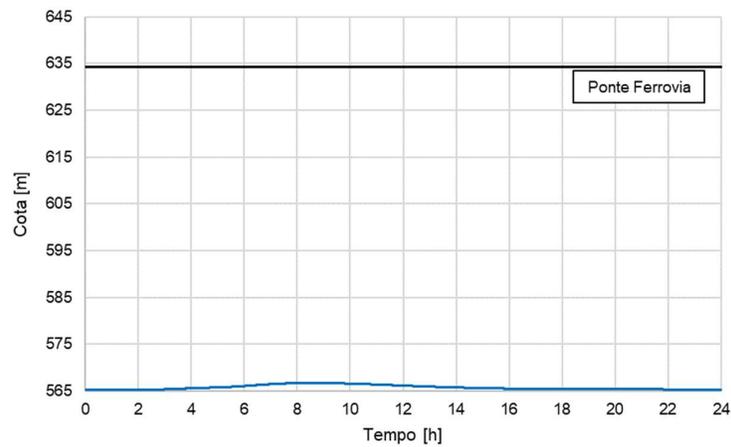


Figura 33. Cotagrama da ponte ferroviária Pontilhão do A - RDC 3.

TÍTULO:  
PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA – UHE AMADOR AGUIAR I

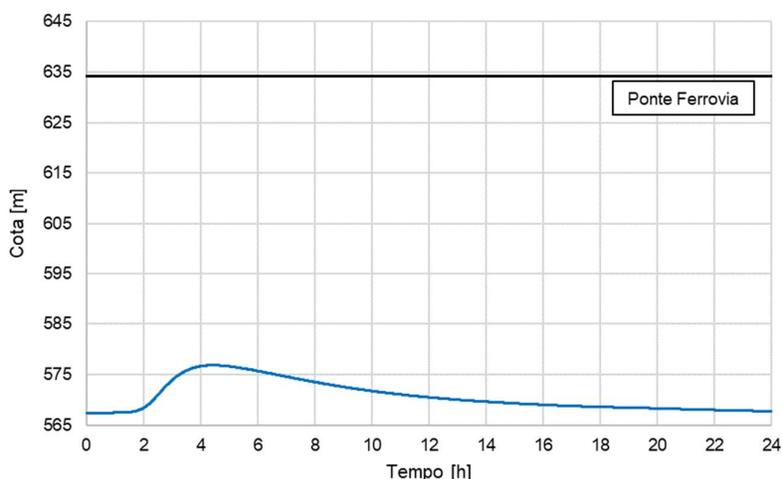


Figura 34. Cotagrama da ponte ferroviária Pontilhão do A - RDC 4.

## REGIÃO DE AMORTECIMENTO

O volume d'água represado pela UHE Amador Aguiar I é considerado de grande porte, sendo capaz de gerar, em um evento de ruptura, uma mudança significativa no regime fluviométrico do rio Araguari.

A 10 km do barramento, no final do TVR e na seção da Casa de Força, espera-se alturas incrementais de 7,04 m a 18,05 m. Destaca-se que a onda de ruptura tem potencial de alagar a Casa de Força e afetar demais estruturas civis, além das benfeitorias e ranchos localizados ao longo do TVR.

Ao longo do rio Araguari até a UHE Amador Aguiar II, em um trecho de 76 km, há benfeitorias e pequenos centros urbanos localizados próximos das margens do rio, além de diversas cabanas de pesca. Uma hipotética ruptura da UHE Amador Aguiar I tem potencial de afetar essas estruturas no vale a jusante.

No vale a jusante há duas pontes localizadas a 25 e 31 km do barramento. Dessas, apenas a primeira, a ponte da rodovia BR-050, tem potencial de galgamento em caso de ruptura.

Com relação a UHE Amador Aguiar II, há potencial de galgamento apenas no cenário de ruptura por galgamento da UHE Amador Aguiar I durante a passagem da CMP (RDC 4). Nesse cenário, a altura incremental da onda de ruptura chega a 3,32 m (El. 568,30 m), com sobrelevação de 1,20 m em relação a crista da UHE Amador Aguiar II.

## CARTAS DE INUNDAÇÃO

Mediante os resultados obtidos com os cenários de ruptura, fez-se a identificação da Zona de Autossalvamento (ZAS), bem como a fotointerpretação do trecho de, aproximadamente, 76 km a jusante do barramento. Os mapas de inundação, por estarem georreferenciados e plotados em pranchas padronizadas, segundo ABNT, são chamados de cartas de inundação.

As cartas de inundação elaboradas para a UHE Amador Aguiar I, resumem informações estratégicas do estudo de ruptura hipotética, auxiliando a realização das ações a serem tomadas em momentos de crise. Sendo assim, são apresentados os resultados hidráulicos de:

## TÍTULO:

PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA – UHE AMADOR AGUIAR I

- Cota de pico [m-IBGE];
- Cota TR 10.000 [m-IBGE];
- Cota CMP [m-IBGE];
- Cota  $Q_{MLT}$  [m-IBGE];
- Altura [m];
- Altura Incremental [m];
- Vazão de pico durante a passagem da onda [ $m^3/s$ ];
- Tempo de chegada do pico da onda [00H00M];
- Tempo inundado [00H00M];
- Tempo de chegada do início da onda [00H00M]; e,
- Velocidade média da onda [km/h].

As cotas são extraídas dos perfis hidráulicos da superfície da linha d'água ao longo do vale a jusante da área em estudo, dos resultados da modelagem numérica hidráulica em regime não permanente e não uniforme.

Por sua vez, a altura é calculada pela diferença entre as cotas do cenário de escoamento da vazão de referência  $Q_{MLT}$  e as ondas induzidas pelos modos de ruptura hipotética. Nesta linha, a altura incremental é a diferença entre as cotas do cenário de escoamento das vazões de referência e as ondas induzidas pelos modos de ruptura.

A vazão de pico é extraída dos hidrogramas da cheia em diferentes locais do vale a jusante, referentes às seções de controle indicadas nas cartas de inundação.

O tempo de pico é calculado pela diferença entre o instante de início da ruptura e o instante de pico do cotograma para cada local do vale a jusante determinado como estratégico, enquanto o tempo de inundação é calculado como o tempo de permanência do nível d'água superior a uma determinada cota de referência, determinada pelo erro altimétrico esperado do produto cartográfico usado na modelagem hidráulica numérica. Por sua vez, o tempo de chegada 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).

A velocidade média da onda é calculada com base no tempo de deslocamento dos picos dos hidrogramas ao longo do vale a jusante. A velocidade da onda é calculada em km/h em relação a toda a massa d'água em movimento. É uma informação estratégica para planejamento das áreas prioritárias para ações de prevenção e evacuação. O tempo de inundação, ou submersão, associado à informação de velocidade da onda é crucial para avaliar a capacidade e dificuldade de locomoção das populações atingidas.

São representadas em cartas de inundação, também, o perigo hidrodinâmico. Este é o produto direto entre a velocidade e a profundidade do escoamento, sendo uma variável importante de tomada de decisão, a qual ilustra espacialmente a capacidade destrutiva de uma onda induzida pela ruptura hipotética da UHE Amador Aguiar I.

Nesta linha, os Quadro 07e Quadro 08 apresentam as prováveis consequências esperadas da onda de ruptura baseada na variável “perigo hidrodinâmico” ou “inundação dinâmica”, empregados na graduação dessa variável nas cartas de inundação.

TÍTULO:  
PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA – UHE AMADOR AGUIAR I

Quadro 7. Curvas de Riscos Combinadas – Limites de Vulnerabilidade.

Classificação de Vulnerabilidade de Riscos	Descrição
H1	Geralmente seguro para veículos, pessoas e edifícios
H2	Inseguro para veículos pequenos
H3	Inseguro para veículos, crianças e idosos
H4	Inseguro para veículos e pessoas
H5	Inseguro para veículos e pessoas. Todos os edifícios vulneráveis a danos estruturais. Alguns edifícios menos robustos sujeitos à falha.
H6	Inseguro para veículos e pessoas. Todos os tipos de edifícios considerados vulneráveis à falha.

Fonte: Smith et al, 2014.

Quadro 08. Curvas de Riscos Combinadas – Limites de Classificação.

Classificação de Vulnerabilidade de Perigo	Limite de classificação (P e V em combinação)	Profundidade limite (P)	Velocidade limite (m/s)
H1	$P*V \leq 0,3$	0,3	2,0
H2	$P*V \leq 0,6$	0,5	2,0
H3	$P*V \leq 0,6$	1,2	2,0
H4	$P*V \leq 1,0$	2,0	2,0
H5	$P*V \leq 4,0$	4,0	4,0
H6	$P*V \leq 4,0$	-	-

Fonte: Smith et al, 2014.

## ZONA DE AUTOSSALVAMENTO (ZAS)

De acordo com recomendações de FEMA (2013) e FERC (2014), bem como de documentação da ANA (2017), da ANEEL (2023) e dos dispositivos aplicáveis da PNSB, 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. De acordo com o Art.13 parágrafo 4º da resolução ANEEL 1.064/2023, sua extensão deve contemplar, **no mínimo**, a distância que corresponde ao tempo de chegada da onda de ruptura em 30 minutos ou 10 km.

Para todos os cenários de ruptura hipotética foi avaliado o percurso da onda e a extensão dentro desses 30 min. A escolha do cenário de referência está condicionada ao maior DPA, portanto, o cenário que determina a maior extensão atingida em decorrência da ruptura da barragem.

TÍTULO:  
PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA – UHE AMADOR AGUIAR I

Quadro 09 Extensão 30 min - para cada cenário de ruptura.

Cenário de Ruptura	Extensão atingida em 30 min (km)
RDC 1	8,00*
RDC 2	11,00
RDC 3	5,50*
RDC 4	5,00*

\*De acordo com a resolução ANEEL 1.064/2023, deve-se considerar no mínimo 10 km para a ZAS.

**As simulações hidrodinâmicas indicaram que a maior extensão atingida pelas ondas de ruptura é da ordem de até 11 km, com base no cenário RDC 2.**

### ZONA SECUNDÁRIA DE SALVAMENTO (ZSS)

De acordo com a Lei 14.066/2020, mediante a atualização pela Lei 14.066/2020, a Resolução 236/2017 da ANA, atualizada pela Resolução 121/2022, e a Resolução 1.064/2023 da ANEEL a ZSS é entendida como todo o trecho não definido como ZAS.

Esse trecho varia com conforme o cenário de ruptura considerado, variando de 65 a 66 km até a UHE Amador Aguiar II. O fim da influência das ondas de inundação dos cenários de ruptura é determinado a partir do momento que a altura incremental é inferior a 0,61 m (2 pés).

A Tabela 11 apresenta as distâncias que delimitam o final da ZSS para cada cenário. Ressalta-se que estas distâncias são referentes ao trecho entre a ZAS e o final da influência da ruptura da UHE Amador Aguiar I.

Quadro 10 . Extensão ZSS - para cada cenário de ruptura.

Cenário de Ruptura	Extensão ZSS (km)
RDC 1	66,00
RDC 2	65,00
RDC 3	66,00
RDC 4	66,00

### QUANTIFICAÇÃO DOS ATINGIDOS

O levantamento das estruturas e pontos vulneráveis passíveis de serem afetados foi realizado por fotointerpretação, sendo identificadas benfeitorias e estruturas diversas ao longo da Zona de Autossalvamento (ZAS), da Zona Secundária de Salvamento (ZSS) e de todo vale a jusante.

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 através da realização do cadastramento de atingidos.

A verificação *in loco*, bem como o cadastramento de atingidos compete à Defesa Civil<sup>1</sup>, devendo conter as informações listadas abaixo.

- Coordenadas planialtimétricas das benfeitorias e/ou infraestruturas;

<sup>1</sup> Integrantes do Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil (SINPDEC)

TÍTULO:  
PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA – UHE AMADOR AGUIAR I

- Número de habitantes com características de idade, capacidade de locomoção e instrução escolar;
- Existência de pessoas com necessidades especiais, gênero, faixa etária e nível de instrução;
- Número de telefone fixo e/ou celular;
- Meios de locomoção dos moradores (carro, trator, cavalo, bicicleta, pedestre, etc.).

Nesta linha, a Quadro 11 seguir expõe o número de benfeitorias potencialmente afetadas pelos cenários de ruptura hipotética da UHE Amador Aguiar I.

Quadro 11. Número aproximado de atingidos (benfeitorias).

Cenário de Ruptura	Número Aproximado de Atingidos (benfeitorias)		
	Dentro da ZAS	Fora da ZAS	Total
RDC 1	66	68	134
RDC 2	66	83	149
RDC 3	46	47	93
RDC 4	74	233	307

Na Tabela 13 está apresentada o número de benfeitorias potencialmente afetadas pelas cheias naturais decamilenar e CMP do rio Araguari.

Quadro 12. Número aproximado de atingidos por TR (benfeitorias).

Tempos de Recorrência	Número Aproximado de Atingidos (benfeitorias)		
	Dentro da ZAS	Fora da ZAS	Total
TR 10.000 anos	42	46	88
CMP	60	67	127

O quantitativo de atingidos baliza na determinação do pior cenário. Para o modo RDC 4, da ruptura hipotética durante a passagem da CMP, há o maior número de atingidos na ZAS e ZSS. Logo, o modo RDC 4 é indicado para o desenvolvimento do Plano de Ação de Emergência - PAE.

Ressalta-se que para os fins deste estudo, optou-se por **combinar o pior cenário RDC 4 (maior mancha) com o trecho de maior avanço em 30 minutos (cenário RDC 2 – 11 km) para a delimitação da ZAS**. Desta forma, as medidas de autoproteção serão implantadas contemplando os piores casos mapeados, não havendo cenário descoberto. Esta abordagem garante que toda a região estará salvaguardada pelos elementos de autoproteção, considerando os cenários de ruptura aqui avaliados.

Todos os resultados do presente estudo podem ser empregados para subsidiar 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. Os **Mapas 01, 02, 03 e 04** em anexo representam a ZAS e ZSS da UHE Amador Aguiar I.



CÓDIGO:  
CCBE- POP- 02 11004-PE-SB06-O0000\_A

REVISÃO: 07

PÁGINA: 47 / 62

TÍTULO:  
PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA – UHE AMADOR AGUIAR I

## ANEXOS

### Formulário de controle de revisões

CONTROLE DE REVISÕES		
Revisão	Vigência	Motivo da revisão
00	13/12/2017	Emissão Inicial
01	20/11/2020	Fluxo de Comunicação, Nível de Segurança, Responsabilidades
02	09/03/2021	Alteração do procedimento de identificação de mau funcionamento ou condições potenciais de ruptura / Atualização das Responsabilidades do Empreendedor / Alteração no Sistema de Alerta / Atualização da lista de contatos / Inserção do GT e do Plano de Comunicação
03	10/08/2021	Atualização da lista de contatos
04	18/04/2022	Atualização da lista de contatos
05	13/12/2022	Alteração do Coordenador do PAE / Definição do local da Sala para Encaminhamento de Ações de Emergência / Inclusão de unidades hospitalares mais próximas e das demais entidades envolvidas
06	07/04/2023	Atualização de informações ER's / Inclusão da sala de emergência / Atualização da lista de contatos / Inserção da lista de recursos
07	28/10/2024	Atualização do Estudo de Dam Break e cenários hipotéticos de rompimento da barragem Atualização do Cronograma e Lista de Contatos



**CÓDIGO:**

CCBE- POP- 02 11004-PE-SB06-O0000\_A

**REVISÃO: 07**

**PÁGINA: 48 / 62**

**TÍTULO:**

PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA – UHE AMADOR AGUIAR I

### **Plano de treinamento do PAE**

O plano de treinamento do público interno será realizado em fases, buscando garantir que todos os envolvidos em uma situação de emergência estejam prontos para atuação. Desta forma, o método abordará deste o processo inicial para conhecimento do plano existente, até a conferência de atuação de cada participante. Além das formações para que possam conhecer e executar o plano de emergência será realizado, em conjunto com a equipe de Saúde e Segurança, os simulados de evacuação de área.

Os treinamentos externos, de acordo com a Lei Federal nº 12.608/2012, que estabelece a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil, devem ser coordenados pela Defesa Civil e serão importantes para o sucesso do Plano de Ação de Emergência de responsabilidade do Empreendedor e do Plano de Contingência da Defesa Civil.

Os treinamentos externos deverão incluir representantes da comunidade, principalmente da Zona de Autossalvamento e, deverão ser realizados com periodicidade estabelecida pelo Grupo de Trabalho formado para manutenção do PAE junto à população a jusante. Os treinamentos devem ser planejados, registrados e avaliados em busca de melhorias.

Através do plano de comunicação, serão também repassadas as informações e orientações junto à comunidade acerca dos simulados de evacuação, treinamentos externos e os testes do sistema de alerta que são realizadas periodicamente.





**CÓDIGO:**  
CCBE- POP- 02 11004-PE-SB06-O0000\_A

**REVISÃO: 07**

**PÁGINA: 50 / 62**

**TÍTULO:**  
PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA – UHE AMADOR AGUIAR I

**EVENTOS DESCRITOS EM ORDEM CRONOLÓGICA:**

DATA	HORÁRIO	EVENTO
/ /	:	
/ /	:	
/ /	:	
/ /	:	
/ /	:	

**ATUAÇÃO DA EQUIPE DE RESPOSTA**

DATA	HORÁRIO	FATOS RELEVANTES
/ /	:	
/ /	:	
/ /	:	
/ /	:	
/ /	:	

**DESCRIÇÃO DOS IMPACTOS**

IMPACTOS	ANÁLISE QUALITATIVA	ANÁLISE QUALITATIVA

**RECURSOS E MATERIAIS UTILIZADOS**

**SERVIÇOS PÚBLICOS DE EMERGÊNCIA UTILIZADOS**



**CÓDIGO:**  
CCBE- POP- 02 11004-PE-SB06-O0000\_A

**REVISÃO: 07**

**PÁGINA: 51 / 62**

**TÍTULO:**  
PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA – UHE AMADOR AGUIAR I

**RELATÓRIO FOTOGRÁFICO**

FOTO	DESCRIÇÃO

**OUTRAS OBSERVAÇÕES**

**Mensagem de notificação**

Comunicado Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil

*Mensagem enviada por e-mail e SMS:*

**Nível alerta 2 – E-mail**

De acordo com os monitoramentos realizados pela UHE Amador Aguiar I, neste momento está sendo ativado o Nível de resposta \_\_\_\_\_, uma vez que foi identificada a ocorrência \_\_\_\_\_.

Neste nível de alerta, a ocorrência apresentada pode trazer riscos a estabilidade do barramento a curto prazo, no entanto, intervenções para mitigação do problema estão sendo realizadas. Caso o problema evolua, entraremos em contato novamente.

Em caso de esclarecimentos, entre em contato pelo telefone: (34) XXXX - XXXX

Araguari, XX de \_\_\_\_\_ de 20 \_\_\_\_.

**Nível Alerta 2 – SMS**

A UHE Amador Aguiar I declara ativado o Nível de Alerta 2 do seu Plano de Ação de Emergência, pela existência da ocorrência \_\_\_\_\_.



**CÓDIGO:**

CCBE- POP- 02 11004-PE-SB06-O0000\_A

**REVISÃO: 07**

PÁGINA: 52 / 62

**TÍTULO:**

PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA – UHE AMADOR AGUIAR I

### **Nível Alerta 3 – E-mail**

De acordo com os monitoramentos realizados pela UHE Amador Aguiar I, neste momento está sendo ativado o Nível de resposta \_\_\_\_\_, uma vez que foi identificada a ocorrência \_\_\_\_\_.

Neste nível de alerta, a ocorrência pode gerar a ruptura eminente. Desta forma faz-se necessária a evacuação da população localizada na área de inundação.

caso de esclarecimentos, entre em contato pelo telefone: (34) XXXX - XXXX

Araguari, XX de \_\_\_\_\_ de 20\_\_.

### **Nível Alerta 3 – SMS**

A UHE Amador Aguiar I declara ativado o Nível de Alerta 3 do seu Plano de Ação de Emergência, havendo possibilidade eminente de ruptura do barramento. A população localizada na área de inundação deverá ser evacuada.



**CÓDIGO:**  
CCBE- POP- 02 11004-PE-SB06-O0000\_A

**REVISÃO: 07**

**PÁGINA: 53 / 62**

**TÍTULO:**  
PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA – UHE AMADOR AGUIAR I

### Relação de pessoas para distribuição do documento

O Plano de Ação de Emergência será distribuído aos seguintes órgãos e autoridades:

Prefeitura	Instituição
Prefeitura Municipal de Uberlândia/MG	Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil de Uberlândia.
Prefeitura Municipal de Araguari /MG	Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil de Araguari.
Outras instituições	
Corpo de Bombeiros de Minas Gerais	Batalhão Uberlândia
Corpo de Bombeiros de Minas Gerais	Batalhão Araguari
Polícia Militar de Minas Gerais	Batalhão Uberlândia
Polícia Militar de Minas Gerais	Batalhão Araguari

Deve ser observado, que todas as localidades receberão uma cópia física do documento, e esta é controlada pelo CCBE. Desta forma, todas as vezes que se for necessária a atualização ou revisão deste documento, o CCBE realizará a entrega de uma nova cópia e a existente deverá ser devolvida, com intuito de se evitar duplicação de orientações.

Vale destacar também, que não está autorizada a realização e impressão do documento, sem a autorização do CCBE, permitindo assim a realização do controle de cópias, e gestão das revisões e atualizações necessárias.

**CÓDIGO:**

CCBE- POP- 02 11004-PE-SB06-00000\_A

**REVISÃO: 07**

PÁGINA: 57 / 62

**TÍTULO:**

PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA – UHE AMADOR AGUIAR I

**Lista de recursos**

Lista de recursos disponíveis		
Item	Descritivo	Local
1	Caminhão Pipa Toco - Capacidade 10.000 L Água Bruta	Oliver Locação - 34 99644-2174
2	Caminhão Pipa Truck Traçado - Capacidade 20.000 L Água Bruta	Oliver Locação - 34 99644-2174
3	Caminhão Pipa Toco - Capacidade 10.000 L Água Potável	Oliver Locação - 34 99644-2174
4	Caminhão Pipa Truck Traçado - Capacidade 20.000 L Água Potável	Oliver Locação - 34 99644-2174
5	Caminhão Caçamba Toco - Capacidade 07 m <sup>3</sup>	Kalós Retro Escavações Ltda - 34 - 99127-6609
6	Caminhão Caçamba Truck - Capacidade 15 m <sup>3</sup>	Kalós Retro Escavações Ltda - 34 - 99127-6609
7	Caminhão Caçamba Truck Traçado - Capacidade 15 m <sup>3</sup>	Kalós Retro Escavações Ltda - 34 - 99127-6609
8	Caminhão Carroceria Toco - Capacidade 7,5 toneladas	Kalós Retro Escavações Ltda - 34 - 99127-6609
9	Caminhão Carroceria Truck - Capacidade 15 toneladas	Kalós Retro Escavações Ltda - 34 - 99127-6609
10	Caminhão Prancha Truck - Área útil: 8,80 M	Auto Socorro e Guincho GF - 34 99166-4680
11	Caminhão Prancha Truck Traçado - Acionamento Hidráulico - Área útil: 8,50 M	Auto Socorro e Guincho GF - 34 99166-4680
12	Caminhão Munck - Capacidade 16 toneladas	Guindastes Triângulo - 34 3228 4000
13	Carreta Prancha - Área útil 12m <sup>2</sup>	Auto Socorro e Guincho GF - 34 99166-4680
14	Carreta Caçamba - Capacidade 25m <sup>3</sup>	Kalós Retro Escavações Ltda - 34 - 99127-6609
15	Carreta Carroceria - Capacidade 27 toneladas	Kalós Retro Escavações Ltda - 34 - 99127-6609

**TÍTULO:**  
PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA – UHE AMADOR AGUIAR I

16	Mini Escavadeira Hidráulica - Peso Operacional 8.650 kg - Potência 58 HP	Antoneli Locações - 34 99772-3797
17	Mini Escavadeira Hidráulica - Peso Operacional 1.300 kg	Retro Escavações Cardoso - 34 99688-2000
18	Mini Carregadeira - Peso Operacional 2.752 kg - Potência 47 HP	MaqBel Rental - (34) 99175-1748
19	Mini Carregadeira - Peso Operacional 1.176 kg - Potência 10,2 HP	MaqBel Rental - (34) 99175-1748
20	Motoniveladora - Peso Operacional 17.210kg	Antoneli Locações - 34 99772-3797
21	Retroescavadeira - Peso Operacional 8.580kg - Potência 90 HP	Retro Escavações Cardoso - 34 99688-2000
22	Pá Carregadeira - Peso Operacional 12.300 kg - Potência 155 HP	MaqBel Rental - (34) 99175-1748
23	Escavadeira Hidráulica - Peso Operacional 13.000 kg	Retro Escavações Cardoso - 34 99688-2000
24	Escavadeira Hidráulica - Peso Operacional 22.250 kg	Retro Escavações Cardoso - 34 99688-2000
25	Rolo Compactador Liso com Kit Pata	Antoneli Locações - 34 99772-3797
26	Embarcação de 5m com motorização de 25hp	CCBE
27	Escavadeira com rompedor hidráulico	Retro Escavações Cardoso - 34 99688-2000
28	Betoneira	Locatudo - 34 3211-1733
29	Compactador de solo tipo "Sapo"	Casa do Construtor - 34 98862-0472

## Glossário

**Extravassores:** Também conhecidos com vertedouros, se trata do local por onde a água que se encontra em excesso no reservatório da UHE será liberada.

**Dique:** é uma obra de engenharia hidráulica com a finalidade de manter determinadas porções de terra secas através do represamento de águas correntes. Sua estrutura pode ser de concreto, de terra ou de enrocamento;

## TÍTULO:

PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA – UHE AMADOR AGUIAR I

**Jusante:** O termo jusante vem do latim “*jusum*” que significa vazante, para o lado da foz, ou seja, toda água que desce para a foz do rio é a jusante. Este ponto referencial pode ser uma cidade às margens do rio, uma barragem, uma cachoeira etc.

**Montante:** O termo montante é o contrário de jusante. Sendo assim, quando falamos que a localização é a montante do barramento da UHE Amador Aguiar I, quer dizer que está em direção contrária ao fluxo de água.

**ANNEL:** Agência Nacional de Energia Elétrica

**ANA** – Agência Nacional das Águas

**PAE** – Plano de Ação de Emergência

**PAEC-** Plano de Ação de Emergência da Central

**Nível de resposta:** Graduação do nível das ações que deverão ser realizadas de acordo com o risco mapeado ao barramento.

**Ruptura da barragem:** Perda da integridade estrutural, podendo ocorrer uma liberação incontrolável do conteúdo de um reservatório, ocasionada pelo colapso da barragem ou alguma parte dela.

**Ruptura eminente:** Quando a ruptura da barragem ainda não aconteceu, mas está próxima.

## LISTA DE FIGURAS

**Figura 01** – Arranjo Geral da UHE Amador Aguiar I

**Figura 02** – Vista da barragem e vertedouro com válvula dispersora acoplada na estrutura do vertedouro.

**Figura 03** – Vista do canal de adução que conduz água para câmara de carga através do túnel de adução escavado em rocha

**Figura 04** – Vista da câmara de carga (tomada d’água) da UHE Amador Aguiar I

**Figura 05** - Vista da casa de força e canal de fuga da UHE Amador Aguiar I

**Figura 06** – Acesso a UHE Amador Aguiar I

**Figura 07** – Estação Remota (ER)

**Figura 08 e 09** - Placas de Ponto de Encontro e Rota de Fuga na ZAS da UHE AAI

**Figura 10** – Sala de Encaminhamento de Emergência

**Figura 11** – Modelo HEc-HAs

**Figura 12** - Locais susceptíveis a falha – Barragem principal e vertedouro.

**Figura 13** - Locais susceptíveis a falha – Dique

**Figura 14** - Cenários de ruptura da UHE Amador Aguiar I

**Figura 15** - Hidrogramas de cheia no eixo do barramento da UHE Amador Aguiar I

## TÍTULO:

PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA – UHE AMADOR AGUIAR I

- Figura 16** - Propagação de hidrogramas nas seções de controle. RDC 1
- Figura 17** - Altura incremental da onda propagada nas seções de controle. RDC 1.
- Figura 18** - Propagação de hidrogramas nas seções de controle. RDC 2
- Figura 19** - Altura da onda propagada nas seções de controle. RDC 2.
- Figura 20** - Propagação de hidrogramas nas seções de controle. RDC 3
- Figura 21** - Altura incremental da onda propagada nas seções de controle. RDC 3
- Figura 22** - Propagação de hidrogramas nas seções de controle. RDC 4.
- Figura 23** - Altura da onda propagada nas seções de controle. RDC 4.
- Figura 24** - Hidrograma e cotograma da onda de ruptura na UHE Amador Aguiar II (RDC 4).
- Figura 25** - Operação para amortecimento da onda de ruptura do cenário RDC 4 na UHE Amador Aguiar II
- Figura 26**- Pontes sobre o rio Araguari
- Figura 27** - Cotograma da ponte rodovia BR-050 - RDC 1
- Figura 28** - Cotograma da ponte rodovia BR-050 - RDC 2
- Figura 29** - Cotograma da ponte rodovia BR-050 - RDC 3
- Figura 30** - Cotograma da ponte rodovia BR-050 - RDC 4
- Figura 31** - Cotograma da ponte ferrovia Pontilhão do A - RDC 1
- Figura 32** - Cotograma da ponte ferrovia Pontilhão do A - RDC 2
- Figura 33** - Cotograma da ponte ferrovia Pontilhão do A - RDC 3
- Figura 34** - Cotograma da ponte ferrovia Pontilhão do A - RDC 4

**LISTA DE TABELAS**

- Tabela 01:** Níveis de resposta
- Tabela 02:** Procedimento de identificação de mau funcionamento ou condições potenciais de ruptura
- Tabela 03:** Ações esperadas para NÍVEL DE RESPOSTA 2
- Tabela 04: Ações esperadas para NÍVEL DE RESPOSTA 3
- Tabela 05:** Estações Remotas e suas coordenadas
- Tabela 06** – Modos de Ruptura
- Tabela 07** – Vazões do rio Araguari no eixo da UHE Amador Aguiar I
- Tabela 08** - Parametrização das brechas dos modos de ruptura da UHE Amador Aguiar I
- Tabela 09** - Resumo hidráulico – Ponte rodovia BR-050
- Tabela 10** - Resumo hidráulico - Ponte ferrovia Pontilhão do A

**TÍTULO:**  
PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA – UHE AMADOR AGUIAR I

## **LISTA DE QUADROS**

**Quadro 01**- Resumo de dados empregados no estudo de ruptura hipotética da UHE Amador Aguiar I.

**Quadro 02** - Resumo de resultados do modo de ruptura RDC 1

**Quadro 03** - Resumo de resultados do modo de ruptura RDC 2

**Quadro 04** - Resumo de resultados do modo de ruptura RDC 3.

**Quadro 05** - Resumo de resultados do modo de ruptura RDC 4.

**Quadro 06** Resumo do efeito sinérgico da cascata do rio Araguari

**Quadro 07** - Curvas de Riscos Combinadas – Limites de Vulnerabilidade

**Quadro 08** - Curvas de Riscos Combinadas – Limites de Classificação

**Quadro 09** - Extensão 30 min - para cada cenário de ruptura

**Quadro 10**- . Extensão ZSS - para cada cenário de ruptura

**Quadro 11** - Número aproximado de atingidos (benfeitorias)

**Quadro 12**- Número aproximado de atingidos por TR (benfeitorias).

## **Mapas de inundação: resultado da simulação hidráulica da propagação da cheia natural do rio Araguari e ruptura hipotética do barramento da UHE Amador Aguiar I para o cenário mais crítico**

**MAPA 01** - 1073-AAI-DES-ZAS-0001-0.

**MAPA 02** - 1073-AAI-DES-ZAS-0002-0.

**MAPA 03** - 1073-AAI-DES-ZAS-0003-0.

**MAPA 04** - 1073-AAI-DES-ZAS-0004-0.



**CÓDIGO:**  
CCBE- POP- 02 11004-PE-SB06-O0000\_A

**REVISÃO: 07**

**PÁGINA: 62 / 62**

**TÍTULO:**  
PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA – UHE AMADOR AGUIAR I

## **REFERÊNCIAS**

Presidência da República do Brasil, 2020 -Lei nº 14.066

Resolução Normativa nº 1.064/2023 da ANEEL

Resolução nº 236/2017 da ANA

Plano de Ação de Emergência da UHE Risoleta Neves – Versão 4 – Elaboração: Consórcio Candonga

Plano de Ação de Emergência da UHE Funil – Elaboração: Cemig

Plano de Ação de Emergência da PCH Glória – Elaboração: Pimenta de Ávila Consultoria

Agência Nacional das Águas, Metodologia de elaboração de Plano de Ação de Emergência.