



Operation & Maintenance

CODE
GRE.OEM.R.88.BR.H.68501.09.014.02

PAGE
1 of 27


TITLE: Plano de Ação de Emergência PCH CABEÇA DE BOI - RN1064-23 ANEEL

AVAILABLE LANGUAGE: PT

Plano de Ação de Emergência PCH CABEÇA DE BOI - RN1064-23 ANEEL

File: GRE.OEM.R.88.BR.H.68501.09.014.02.docx

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|----------------|-------------------------------------|-----------------------|---------------------|-------------------------|--|--------------|---------------|--------------------|-----------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 02 | 22.12.23 | <i>O & M Country</i> | BRUNA GOMIDES GOUVEIA | RAQUEL MARTINS | JULIANA MARTINS PEREIRA | JULIANA MARTINS PEREIRA | | | | | | | | | | | | | |
| 01 | 15.12.22 | <i>O & M Country</i> | BRUNA GOMIDES GOUVEIA | | JULIANA MARTINS PEREIRA | JULIANA MARTINS PEREIRA | | | | | | | | | | | | | |
| 00 | 15.12.21 | <i>O & M Country</i> | BRUNA GOMIDES GOUVEIA | | JULIANA MARTINS PEREIRA | JULIANA MARTINS PEREIRA | | | | | | | | | | | | | |
| <i>REV.</i> | <i>DATE</i> | <i>DESCRIPTION</i> | <i>PREPARED</i> | <i>CONTRIBUTION</i> | <i>VERIFIED</i> | <i>VALIDATED</i> | | | | | | | | | | | | | |
| EGP CODE | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PROGETTO / IMPIANTO PROJECT / PLANT PCH PRIMAVERA | <i>GROUP</i> | <i>FUNCION</i> | <i>TYPE</i> | <i>ISSUER</i> | <i>COUNTRY</i> | <i>TEC.</i> | <i>PLANT</i> | <i>SYSTEM</i> | <i>PROGRESSIVE</i> | <i>REVISION</i> | | | | | | | | | |
| | GRE | OEM | R | 8 | 8 | B | R | H | 6 | 8 | 5 | 0 | 1 | 0 | 9 | 0 | 1 | 4 | 0 |
| CLASSIFICATION | <i>PUBLIC</i> | <input checked="" type="checkbox"/> | <i>CONFIDENTIAL</i> | | | UTILIZATION SCOPE <i>Basic Design, Detailed Design, Issue for Construction, etc.</i> | | | | | | | | | | | | | |
| | <i>COMPANY</i> | <input type="checkbox"/> | <i>RESTRICTED</i> | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | | |
|---|-------------------------|---|
|  | Operation & Maintenance | CODE GRE.OEM.R.88.BR.H.68501.09.014.02 |
| | | PAGE 2 of 27 |

Controle de Distribuição do Plano de Ação de Emergência

Somente para Uso Oficial


| Cópia | Entidade | Recebimento | Identificação | Assinatura |
|-------|----------|-------------|---------------|------------|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

Controle de Revisão e Atualização dos Contatos dos Agentes Internos e Externos

| Revisão | Data | Preparado | Revisão / Atualização / Descrição |
|---------|------------|-----------------------|--|
| 00 | 15/12/2021 | Bruna Gomides Gouveia | Emissão Inicial |
| 01 | 15.12.2022 | Bruna Gomides Gouveia | Atualização de Equipe, contatos e Mapas de Mancha de Inundação. |
| 02 | 22.12.2023 | Bruna Gomides Gouveia | Atualização de Equipe, Relatório de Cadastramento ZAS, Relatório de Plano de Evacuação |
| | | | |

ÍNDICE

| | | |
|------|--|----|
| 1. | INTRODUÇÃO | 4 |
| 2. | RESPONSÁVEIS PELO DOCUMENTO | 4 |
| 2.1. | REFERÊNCIA | 5 |
| 3. | IDENTIFICAÇÃO DO REPRESENTANTE LEGAL DO EMPREENDEDOR | 5 |
| 4. | IDENTIFICAÇÃO DO RESPONSÁVEL TÉCNICO DO PSB E PAE | 5 |
| 4.1. | COORDENADOR RESPONSÁVEL PELO PAE | 5 |
| 5. | RESPONSABILIDADES GERAIS DO PAE | 5 |
| 5.1. | EMPREENDEDOR | 5 |
| 5.2. | COORDENADOR RESPONSÁVEL PELO PAE | 5 |
| 5.3. | COORDENAÇÃO TÉCNICA CIVIL - ENGENHEIRO RESPONSÁVEL PELO PLANO DE SEGURANÇA DA BARRAGEM | 6 |
| 5.4. | RESPONSÁVEL LOCAL NA BARRAGEM | 6 |
| 5.5. | ORGANIZAÇÃO DA EQUIPE TÉCNICA | 6 |
| 6. | FLUXOGRAMA DE NOTIFICAÇÕES E COMUNICAÇÃO | 11 |
| 6.1. | SISTEMA DE PROTEÇÃO, DEFESAS CIVIS E AGENTES INTERNOS E EXTERNOS | 12 |
| 7. | SIMULAÇÃO HIDRODINÂMICA DE RUPTURA DA BARRAGEM | 14 |
| 7.1. | PARÂMETROS E CRITÉRIOS ADOTADOS | 15 |
| 7.2. | RESULTADOS DOS MODELOS DE RUPTURA | 16 |
| 7.3. | VERIFICAÇÃO DAS VAZÕES MÁXIMAS POR MÉTODOS EMPÍRICOS | 18 |
| 7.4. | RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES | 20 |
| 7.5. | CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES | 24 |
| 8. | TREINAMENTOS - PAE | 24 |
| 9. | ASSINATURA DOS RESPONSÁVEIS | 26 |

| | | |
|---|-------------------------|---|
|  | Operation & Maintenance | CODE GRE.OEM.R.88.BR.H.68501.09.014.02 |
| | | PAGE 4 of 27 |

1. INTRODUÇÃO

O **Plano de Ação de Emergência (PAE)** é parte integrante do **Plano de Segurança da Barragem (PSB)** da UHE Salto Apicás tem por finalidade atender a Resolução Normativa da ANEEL nº 1064 de 2 de maio de 2023, que estabelece as ações a serem executadas pelo empreendedor.

Conforme apresentado no **PSB**, a PCH Cabeça de Boi foi **classificada como “C”**, avaliada na Categoria de Risco Baixa e Dano Potencial Associado Médio. O **PSB** é um documento formal em que estão estabelecidas as ações a serem executadas visando a manutenção da integridade física a barragem, bem como em caso de situação de emergência.

O PAE constitui peça obrigatória para barragens classificadas como A ou B segundo a matriz de classificação da barragem, ou conforme sua categoria de risco e dano potencial associado como médio ou alto.

Em conformidade com o Art. 11º da Lei 14.066, para a barragem PCH Cabeça de Boi classificada como de Dano Potencial Associado Médio, apresentado no item 2 deste relatório, o Plano de Ação de Emergência de Ruptura de Barragem foi elaborado, sujeitando-se a eventuais adequações após revisão da RN696/15.

O presente documento apresenta o **PAE de Ruptura de Barragem**, conforme determina o §3º do Artº13 da RN1024/2023 ANEEL, e considera o conteúdo mínimo previsto no Artº12 da Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010, conduzida pelo responsável técnico do **PSB**.

De acordo com RN1024/2023, o **PAE** deve estar disponível no site do empreendedor, no empreendimento e nas prefeituras envolvidas, bem como ser encaminhado aos organismos de defesa civil.

O PAE pode ser encontrado no site: <https://www.enel.com.br/pt/quemsomos/archive/d2018-comportamento-etico/plano-de-acao-de-emergencia.html#>


2. RESPONSÁVEIS PELO DOCUMENTO

Responsável pela elaboração do documento:

- Engenheira Bruna Gomides Gouveia

Responsável pela aprovação do documento:

- Engenheira Juliana Martins Pereira

| | | |
|---|-------------------------|---|
|  | Operation & Maintenance | CODE GRE.OEM.R.88.BR.H.68501.09.014.02 |
| | | PAGE 5 of 27 |

2.1. REFERÊNCIA

- Ref. [1]: H355812-00000-200-230-0004_0B_V3- PCH CABEÇA DE BOI

3. IDENTIFICAÇÃO DO REPRESENTANTE LEGAL DO EMPREENDEDOR

- Diretor Jayme Barg

4. IDENTIFICAÇÃO DO RESPONSÁVEL TÉCNICO DO PSB E PAE

- Engenheira Juliana Martins Pereira

4.1. COORDENADOR RESPONSÁVEL PELO PAE

- Celso Ivan Duarte Braga

5. RESPONSABILIDADES GERAIS DO PAE

5.1. EMPREENDEDOR

A gestão do **PAE** é atribuição da **ENEL** que, em conjunto com o **Engenheiro Responsável pela Barragem**, manterá a gestão operativa utilizando a estrutura presente na Empresa, incluindo os recursos de telecomunicação para transferência de dados e informações e, se necessário, para conectar-se a terceiros.

É atribuição do **Empreendedor**:


1. Providenciar a elaboração e atualização do PAE;
2. Promover treinamentos internos e manter os respectivos registros das atividades;
3. Participar de simulações de situações de emergência, em conjunto com os agentes externos.

Abaixo se encontram elencados os profissionais envolvidos, atribuições e responsabilidades para gerir os procedimentos em situação de emergência.

5.2. COORDENADOR RESPONSÁVEL PELO PAE

O coordenador do **PAE** é responsável, por delegação do Empreendedor pelas seguintes ações;

- Detectar, avaliar e classificar as situações de emergência em potencial;

| | | |
|---|-------------------------|---|
|  | Operation & Maintenance | CODE GRE.OEM.R.88.BR.H.68501.09.014.02 |
| | | PAGE 6 of 27 |

- Declarar situação de emergência e executar as ações descritas no PAE entre outras necessárias durante a emergência;
- Executar as ações previstas no fluxograma de notificação;
- Iniciar o processo de notificação para a zona de Autosalvamento (ZAS)
- Notificar os agentes externos e autoridades públicas em caso de situação de emergência;
- Emitir declaração de encerramento de emergência;
- Elaborar o relatório de fechamento de eventos de emergência.

O coordenador do PAE receberá treinamentos através da coordenação técnica civil.

5.3. COORDENAÇÃO TÉCNICA CIVIL - ENGENHEIRO RESPONSÁVEL PELO PLANO DE SEGURANÇA DA BARRAGEM


Profissional competente para dar o suporte técnico relativo ao comportamento e segurança da barragem e das estruturas hidráulicas. Responsável pela emissão de atestados de responsabilidade técnica junto ao **Conselho Regional de Engenharia e Agronomia – CREA** para os assuntos que se referem à segurança da barragem.

5.4. RESPONSÁVEL LOCAL NA BARRAGEM

Encarregado geral da barragem, indicado para execução das manobras e inspeções rotineiras de campo.

5.5. ORGANIZAÇÃO DA EQUIPE TÉCNICA

Será apresentada nesse item a organização da equipe técnica capacitada a realizar atividades relacionadas à segurança de barragens em situação de Emergência

| | | |
|---|-------------------------|---|
|  | Operation & Maintenance | CODE GRE.OEM.R.88.BR.H.68501.09.014.02 |
| | | PAGE 7 of 27 |

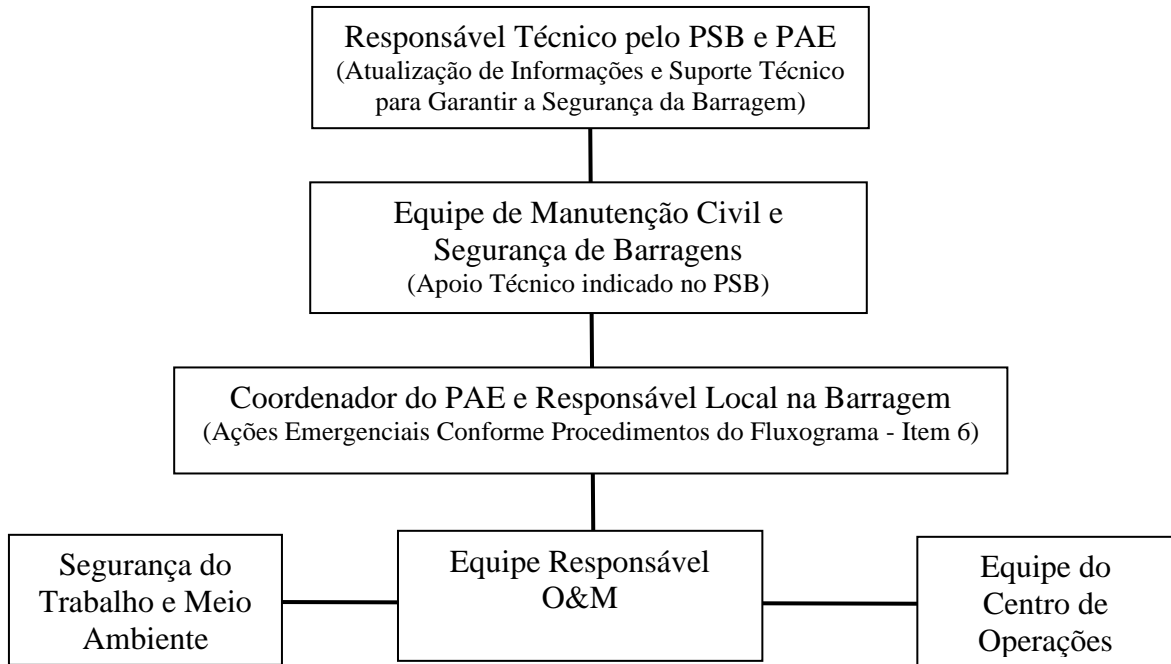


Figura 1 – Organização da Equipe Técnica

A tabela a seguir apresenta o número de profissionais e disponibilidade em operação normal e emergencial da barragem da PCH Cabeça de Boi, conforme diretriz organizacional nº 1271 de 21 de novembro de 2023 e diretriz organizacional nº 2146 de 13 de dezembro de 2023. A equipe disponível indicada no item 6 do PSB, com qualificação técnica de segurança de barragens


| | | |
|---|-------------------------|---|
|  | Operation & Maintenance | CODE GRE.OEM.R.88.BR.H.68501.09.014.02 |
| | | PAGE 8 of 27 |

Tabela 1 – Disponibilidades em Operação Normal e Emergência

| Responsável Técnico pelo PSB e PAE | | | | |
|---|---------|------------------------------------|-------------------------------|-------------------|
| Nº de pessoas | Função | Disponibilidade em operação normal | Disponibilidade em emergência | Localização |
| 1 | Gerente | Total | Total | Rio de Janeiro-RJ |

| Equipe de Manutenção Civil e Segurança de Barragem | | | | |
|---|---------------|------------------------------------|-------------------------------|-------------------|
| Nº de pessoas | Função | Disponibilidade em operação normal | Disponibilidade em emergência | Localização |
| 6 | Especialistas | Total | Total | Rio de Janeiro-RJ |
| 11 | Especialistas | Parcial | Total | Rio de Janeiro-RJ |


| Coordenador do PAE e Responsável Local na Barragem | | | | |
|---|-------------|------------------------------------|-------------------------------|-------------------|
| Nº de pessoas | Titulação | Disponibilidade em operação normal | Disponibilidade em emergência | Localização |
| 1 | Encarregado | Total | Total | Alta Floresta -MT |

| Equipe Responsável O&M | | | | |
|-----------------------------------|--------------|------------------------------------|-------------------------------|-------------------|
| Nº de pessoas | Titulação | Disponibilidade em operação normal | Disponibilidade em emergência | Localização |
| 1 | Gerente | Total | Total | Rio de Janeiro-RJ |
| 1 | Coordenador | Total | Total | Cuiabá-MT |
| 3 | Mantenedores | Total | Total | Alta Floresta -MT |
| 2 | Técnicos | Total | Total | Cuiabá-MT |

| Equipe de Segurança do Trabalho e Meio Ambiente | | | | |
|--|----------------------------------|------------------------------------|-------------------------------|-------------------|
| Nº de pessoas | Titulação | Disponibilidade em operação normal | Disponibilidade em emergência | Localização |
| 1 | Diretor de QSMS | Total | Total | Rio de Janeiro-RJ |
| 2 | Coordenadoras de QSMS | Parcial | Total | Rio de Janeiro-RJ |
| 1 | Especialista de Meio Ambiente | Total | Total | Cuiabá-MT |
| 1 | Técnico de Segurança do Trabalho | Total | Total | Cuiabá-MT |

| Equipe do Centro de Operações | | | | |
|--------------------------------------|------------|------------------------------------|-------------------------------|----------------------|
| Nº de pessoas | Titulação | Disponibilidade em operação normal | Disponibilidade em emergência | Localização |
| 1 | Gerente | Total | Total | Cachoeira Dourada-GO |
| 1 | Supervisor | Total | Total | Cachoeira Dourada-GO |
| 2 | Técnicos | Total | Total | Cachoeira Dourada-GO |

| Comunicação e Mídia | | | | |
|----------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------|-------------------|
| Nº de pessoas | Titulação | Disponibilidade em operação normal | Disponibilidade em emergência | Localização |
| 1 | Diretora de Comunicação com a Mídia | Total | Total | Rio de Janeiro-RJ |
| 1 | Responsável Relações com a Mídia | Total | Total | Rio de Janeiro-RJ |
| 1 | Diretor de Relações | Total | Total | Rio de Janeiro-RJ |

| | | |
|---|-------------------------|---|
|  | Operation & Maintenance | CODE GRE.OEM.R.88.BR.H.68501.09.014.02 |
| | | PAGE 9 of 27 |

| | | | | |
|---|--|-------|-------|-------------------|
| | Institucionais | | | |
| 1 | Responsável de Relações Institucionais | Total | Total | Rio de Janeiro-RJ |
| 1 | Diretora de Regulação | Total | Total | Rio de Janeiro-RJ |
| 1 | Responsável de Relações Institucionais | Total | Total | Rio de Janeiro-RJ |

6. CARACTERIZAÇÃO DOS NÍVEIS DE SEGURANA

As ações demandadas frente à identificação de uma anomalia na barragem da PCH Cabeça de Boi serão efetuadas em função do NÍVEL DE RESPOSTA frente à situação observada.

Os níveis de resposta **NORMAL (NR-0)** e **ATENÇÃO (NR-1)** se referem às situações anômalas que não comprometem, imediatamente, a segurança da barragem, mas que demandam ações ditas preventivas de modo a evitar a evolução. Os níveis de **ALERTA (NR-2)** e **EMERGÊNCIA (NR-3)**, por se referirem às situações de risco à segurança no curto prazo ou de ruptura iminente, ativam um processo de emergência na estrutura, exigindo o cumprimento do estabelecido neste PAE.

Os critérios para o enquadramento do NÍVEL DE RESPOSTA encontram-se indicados na Tabela 2.

Tabela 2 – Critérios para enquadramento do Nível de Resposta (NR) (Parte 1/2)

| | | |
|-------------------------|-----------------------|---|
| SITUAÇÃO ADVERSA | NORMAL (NR-0) | Quando as anomalias encontradas não comprometem a segurança da barragem, mas devem ser monitoradas e controladas ao longo do tempo. Configura ESTADO NORMAL . Segurança da estrutura não é afetada. |
| | ATENÇÃO (NR-1) | Quando as anomalias encontradas não comprometem a segurança da barragem no curto prazo, mas devem ser controladas, monitoradas ou reparadas. Configura ESTADO DE ATENÇÃO . Segurança da estrutura pode ser afetada em médio prazo. |


| | | |
|---|-------------------------|---|
|  | Operation & Maintenance | CODE GRE.OEM.R.88.BR.H.68501.09.014.02 |
| | | PAGE 10 of 27 |

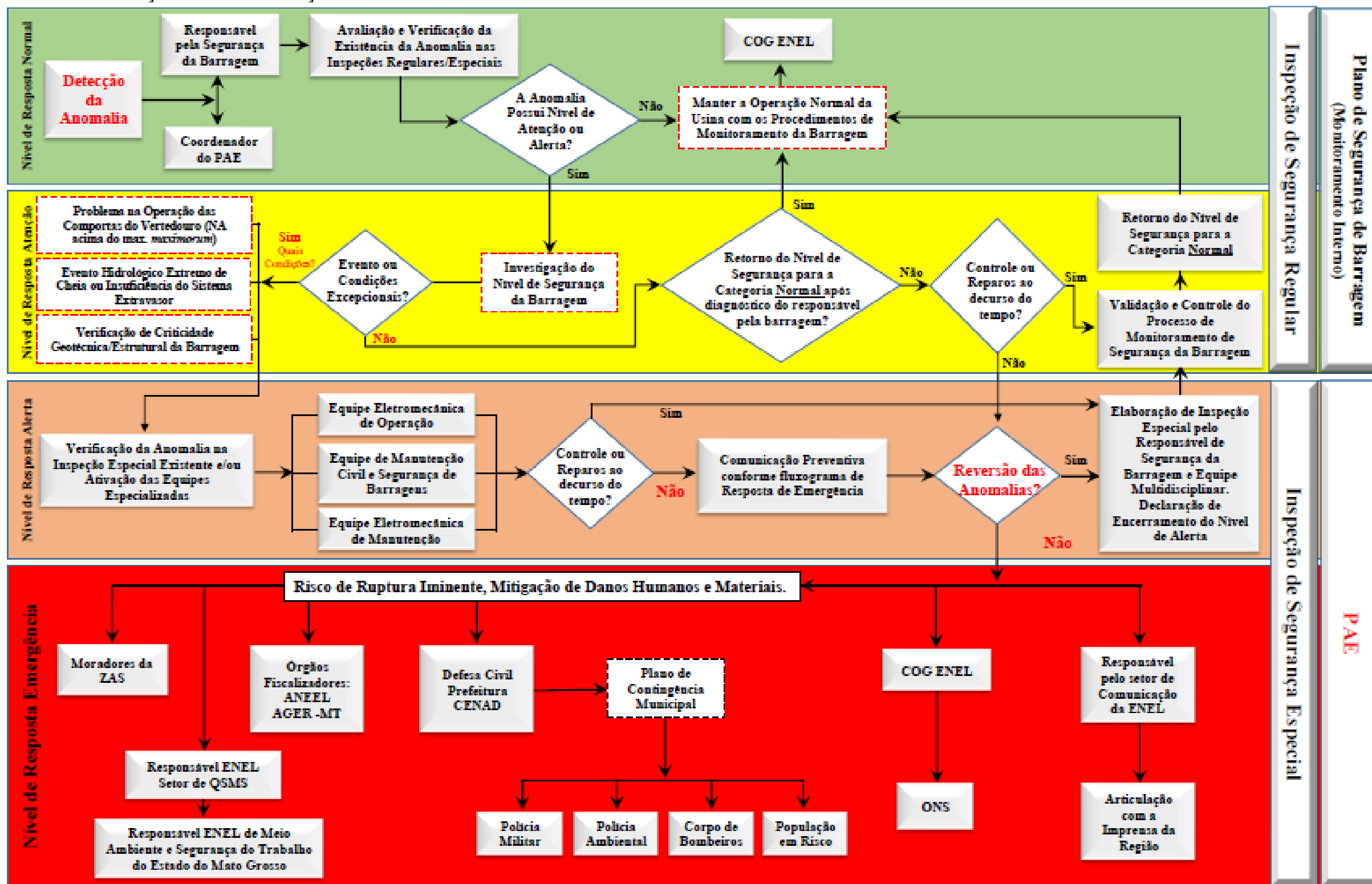
Tabela 2 – Critérios para enquadramento do Nível de Resposta (NR) (Parte 2/2)

| | | |
|-------------------------------|------------------------------|--|
| SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA | ALERTA (NR-2) | <p>Quando as anomalias encontradas representam risco à segurança da barragem no curto prazo, devendo ser tomadas providências para a eliminação do problema.</p> <p>Configura ESTADO DE ALERTA.</p> <p>Segurança da estrutura pode ser afetada em curto prazo, sendo a situação ainda passível de mitigação.</p> <p>Considera-se que não há certeza de que se consiga controlar a situação, requerendo total prioridade das ações mitigadoras.</p> <p>Requer a realização de atividade(s) de Inspeção de Segurança Especial.</p> |
| | EMERGÊNCIA (NR-3) | <p>Quando as anomalias encontradas representem risco de ruptura iminente ou em que a ruptura está ocorrendo, devendo ser tomadas medidas para prevenção e redução dos danos materiais e humanos decorrentes do colapso da barragem.</p> <p>Configura ESTADO DE EMERGÊNCIA.</p> <p>O alerta para a evacuação da Zona de Autossalvamento é obrigatório, assim como o acionamento de todos os agentes externos listados neste PAE.</p> <p>A Situação de Emergência encontra-se fora do controle e está afetando a segurança estrutural da barragem de maneira severa e irreversível. Um acidente é inevitável ou a estrutura já se encontra em colapso.</p> |

7. AÇÕES ESPERADAS PARA CADA NÍVEL DE RESPOSTA

As ações esperadas para cada situação envolvem a adoção de ações de controle/resposta e de notificação próprias para cada Nível de Resposta, conforme indicado a seguir no fluxograma de comunicação

8. FLUXOGRAMA DE NOTIFICAÇÕES E COMUNICAÇÃO



8.1. SISTEMA DE PROTEÇÃO, DEFESAS CIVIS E AGENTES INTERNOS E EXTERNOS

| CARGO | CONTATO | ENDEREÇO ELETRÔNICO | TELEFONE |
|---|------------------------------|---------------------|----------|
| Responsável Legal Diretor | Jayme Barg | | |
| Engenheiro Responsável pelo Plano de Segurança de Barragem e Gerente Segurança de Barragem e Infraestrutura Civil | Juliana Martins Pereira | | |
| Responsável pelas ações do PAE | Celso Ivan Duarte Braga | | |
| Coordenação Eletromecânico Operação | Ademar Borges da Silva | | |
| Coordenador Manutenção | Diego Rosa | | |
| Mantenedor | Marcos Pereira | | |
| Mantenedor | Joel Silva | | |
| Mantenedor | Nelson Correa | | |
| Diretor de Segurança do Trabalho e Meio Ambiente QSMS | Karla Maria de Carvalho | | |
| Coordenadora de Segurança do Trabalho | Alessandra Conceição | | |
| Coordenadora de Meio Ambiente | Soraya Cavalieri | | |
| Responsável pela Segurança do Trabalho em Mato Grosso | Valdivino Rosa | | |
| Responsável de Meio Ambiente em Mato Grosso | James Colodel | | |
| Gerente do Centro de Operações - COG | Ronaldo Ribeiro Filho | | |
| Tempo Real - COG | Tempo Real | | |
| Diretora de Comunicação | Janaina Vilella | | |
| Responsável Relações com a Mídia | Maria Fernanda de Freitas | | |
| Responsável de Relações Institucionais | Alexandra Valença | | |
| Diretora de Regulação | Anna Paula Pacheco | | |
| Responsável de Regulação | Diego Bittner | | |




Operation & Maintenance

CODE
GRE.OEM.R.88.BR.H.00120.09.004.01

PAGE
13 of 27

| ENTIDADE | ENDEREÇO ELETRÔNICO | TELEFONE | ENDEREÇO |
|---|--|--------------------------------|---|
| Prefeitura Municipal de Alta Floresta | gabineteprefeito@altafloresta.mt.gov.br | (66)3512-3100 \ (66) 3512-3150 | Travessa Álvaro Teixeira Costa, 50, Canteiro Central |
| Prefeitura Municipal de Juara | gabinete@juara.mt.gov.br | (66) 3556-9400 | Rua Niterói 81-N, Juara, MT CEP 78575-000 |
| Defesa Civil | defesacivil@defesacivil.mt.gov.br | (65) 3613-8406 | Rua: General Neves, 69, Duque de Caxias; 78043-256 Cuiabá - Mato Grosso |
| Companhia de Bombeiros Militar | 7cibm@cbm.mt.gov.br | (66) 3521-2467 / 4766 | Avenida Perimetral Rogério Silva, nº 3251, Setor B - Alta Floresta/MT |
| Polícia Militar de Alta Floresta | 8bpm@pm.mt.gov.br | (66) 3521-1716 | Rodovia MT 208, KM 145, Trevo São Cristóvão, CEP 78.580-000 |
| ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica | ouvidoriainstitucional@aneel.gov.br | (66) 2192-8600 | Setor de grandes áreas norte, 603, Asa Norte. Brasília DF – CEP: 70830030 |

| ENTIDADE | CARGO | CONTATO | ENDEREÇO ELETRÔNICO | TELEFONE |
|--|-----------------|-----------------------------|--|--|
| Centro Municipal De Saúde | Secretário | José Aparecido de Souza | - | (66)3903-1250 |
| Prefeitura Municipal De Alta Floresta | Prefeito | Valdemar Gamba | gabineteprefeito@altafloresta.mt.gov.br | (66) 3512-3150 |
| IBAMA | Superintendente | Gibson Almeida Costa Júnior | supes.mt@ibama.gov.br gabinete.mt@ibama.gov.br | (65) 3363-4663 (65) 3363-4640 (65) 3363-4641 (65) 3363-4643 |

| | | |
|---|------------------------------------|---|
|  | <p>Operation & Maintenance</p> | <p>CODE GRE.OEM.R.88.BR.H.00120.09.004.01</p> |
| | | <p>PAGE 14 of 27</p> |

9. SIMULAÇÃO HIDRODINÂMICA DE RUPTURA DA BARRAGEM

A seguir, serão apresentados os principais aspectos dos estudos de ruptura de barragem da PCH Cabeça de Boi, de acordo com a Ref. [01].

Foram analisados os cenários de ruptura mais desfavoráveis, considerando o comprometimento da segurança das populações de jusante ou suas infraestruturas. As simulações em condições hidrológicas “normais”. Os cenários de ruptura simulado para a PCH Cabeça de Boi, são caracterizados a seguir:

- **Cenário 2a.1 – Ruptura do trecho em enrocamento da Barragem da PCH Cabeça de Boi em Condições Normais**

Neste cenário considera-se a ruptura da barragem de enrocamento da PCH Cabeça de Boi durante condições hidrológicas “normais”, ou seja, a ruptura ocorre quando a vazão afluente é a Média de Longo Termo (MLT = 185 m³/s) e o reservatório se encontra em seu Nível Máximo Normal Operativo (NA normal = El. 271,50 m). O hidrograma de cheia gerado pela ruptura passa pelos reservatórios da UHE Salto Apiacás e da PCH da Fazenda, estando ambos operando em Nível Máximo Normal, igual a 247,50 m e 221,00 m, respectivamente.


- **Cenário 2a.2 – Ruptura do trecho em concreto da Barragem da PCH Cabeça de Boi em Condições Normais**

Neste cenário considera-se a ruptura do trecho em concreto da barragem da PCH Cabeça de Boi durante condições hidrológicas “normais”, ou seja, a ruptura ocorre quando a vazão afluente é a Média de Longo Termo (MLT = 185 m³/s) e o reservatório se encontra em seu Nível Máximo Normal Operativo (NA normal = El. 271,50 m). O hidrograma de cheia gerado pela ruptura passa pelos reservatórios da UHE Salto Apiacás e da PCH da Fazenda, estando ambos operando em Nível Máximo Normal, igual a 247,50 m e 221,00 m, respectivamente.

O Tabela 2 apresenta as principais características dos cenários de falha analisados para a PCH Cabeça de Boi.

Tabela 2 – Características dos Cenários Definidos

| Cenários | Condição Hidrológica (m ³ /s) | Tempo de Ruptura (min) | N.A. Reservatórios (m) | Tipo de Ruptura |
|----------|--|------------------------|------------------------|---|
| 2a.1 | 185 (Vazão MLT) | 15 | N.A. Máx.Normal | Ruptura em barragem de enrocamento da PCH Cabeça de Boi |
| 2a.2 | 185 (Vazão MLT) | 12 | N.A. Máx.Normal | Ruptura de 10 blocos de concreto na PCH Cabeça de Boi |

| | | |
|---|------------------------------------|---|
|  | <p>Operation & Maintenance</p> | <p>CODE GRE.OEM.R.88.BR.H.00120.09.004.01</p> |
| | | <p>PAGE 15 of 27</p> |

9.1. PARÂMETROS E CRITÉRIOS ADOTADOS

Os parâmetros de ruptura devem representar a modelagem dos mecanismos de falhas considerados, incluindo características geométricas da brecha que se forma e o tempo que levará para se desenvolver. Para estimativa desses parâmetros, optou-se por utilizar as recomendações dadas pelos manuais de projeto da ANA e do GTPEP, já referenciados, que consideram a forma, a largura, o talude e o tempo de formação da brecha. O Guia da ANA apresenta parâmetros baseados em estudo consolidados pela USBR, 1989.

A largura W do coroamento da barragem é de 836,54 m, sendo 287 m a largura do trecho de enrocamento. A largura da brecha formada é uma função da altura do maciço ($h - m$), adotada em 26 m (próxima do valor médio ao longo da seção de projeto) e do volume de água armazenado ($V - hm^3$). Com vistas a explorar as possibilidades de ruptura da barragem, foram definidos dois critérios de projetos distintos: um para o trecho em enrocamento e outro para o vertedouro de soleira livre, construído em concreto.

Assim, a partir dos critérios de projeto adotados, ANA e GTPEP, é possível calcular a largura média da brecha (BR), para uma análise de ruptura do trecho em enrocamento, como:

- GTPEP: $BR = 20 \times (V \times h)^{0,25} = 53 \text{ m}$
- ANA: $H_{barr} < BR < 5 \times H_{barr}$

O valor obtido através da formulação da GTPEP se situa dentro da faixa sugerida pela ANA, tendo sido adotado no presente estudo.

O talude da brecha (z) deverá ocorrer em inclinação 1:1 ($z = 1$), sendo este o valor limite dos critérios de projeto que produz maior área de brecha.

Em relação ao tempo de formação da brecha (TF), pelo critério exposto na GTPEP, é possível calculá-lo a partir do volume e da altura do barramento:

$$GTPEP: TF = 4,8 \times V^{0,5} / h = 15 \text{ minutos}$$

$$ANA: 30 < TF < 180 \text{ minutos}$$

Tabela 3 - Parâmetros de Ruptura de trecho em enrocamento da PCH Cabeça de Boi Critérios Recomendados e Valores Adotados

| Critério | Largura média da brecha (BR) | Talude da Brecha (z) | Tempo de Formação da Brecha (TF) |
|------------|---|----------------------|----------------------------------|
| FERC | Largura de 1 ou mais blocos ou $BR < 0.5 W$ | $z = 0$ | $6 < TF < 18$ minutos |
| GTPEP | Max ($W/3$, 3 blocos) | $z = 0$ | $10 < TF < 15$ minutos |
| ANEEL/USBR | Um múltiplo de vários blocos, sendo usualmente $BR < 0.5 W$ | $z = 0$ | $6 < TF < 18$ minutos |
| Adotado | BR = 12 x 15 = 180 m | z = 0 | TF = 12 minutos |

As Figuras 2 e 3, a seguir, apresentam a localização e dimensão das brechas de ruptura dos Cenários 2a.1 e 2a.2

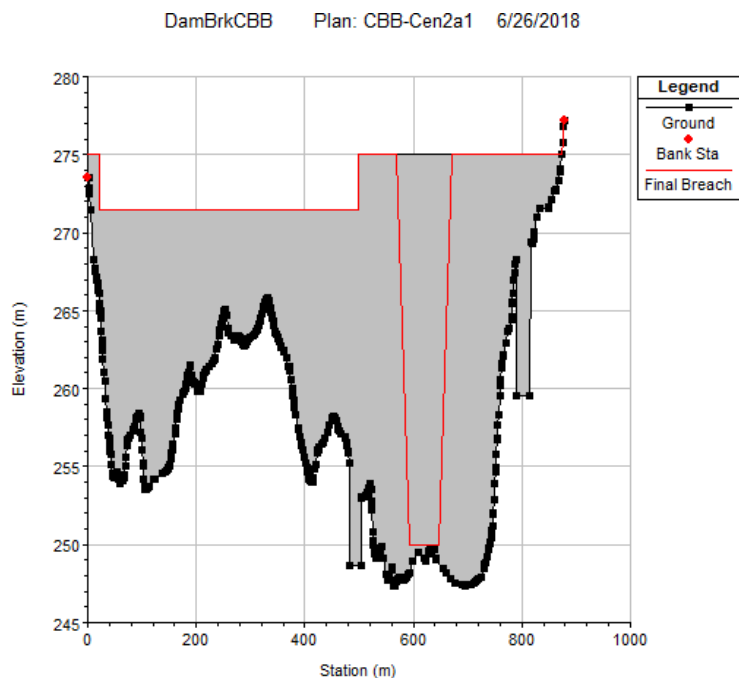


Figura 2 – Brecha de ruptura do trecho em enrocamento da PCH Cabeça de Boi, Cenário 2a.1

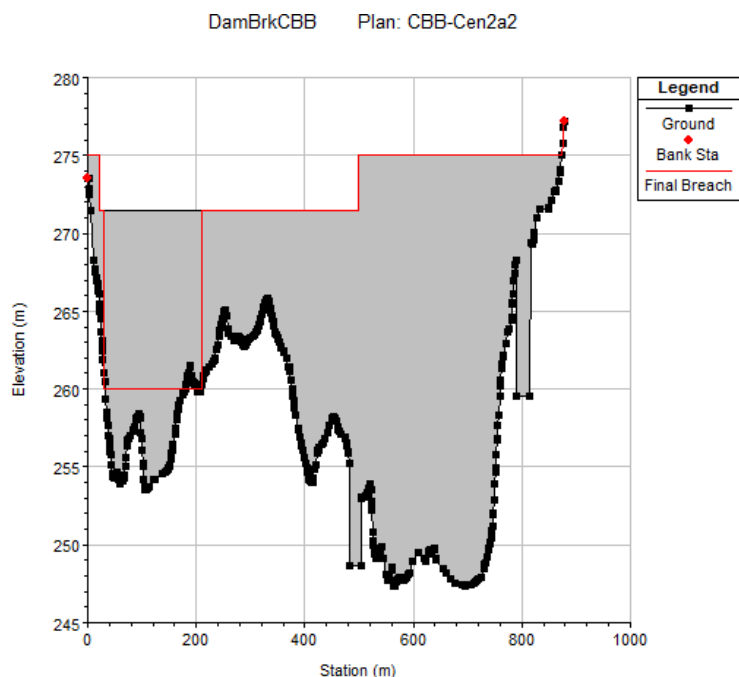


Figura 3 – Brecha de ruptura do trecho em concreto da PCH Cabeça de Boi, Cenário 2a.2

9.2. RESULTADOS DOS MODELOS DE RUPTURA

O produto dos modelos de ruptura são hidrograma de ruptura, um para cada cenário estudado, a

serem aplicados ao modelo de propagação para avaliar os efeitos a jusante.

A partir das simulações realizadas com os modelos de ruptura, adotando os parâmetros e critérios anteriormente descritos, foram obtidos os seguintes resultados, conforme apresentado a seguir.

- Cenário 2a.1 – Ruptura da Barragem de enrocamento da PCH Cabeça de Boi em Condições Normais

A Figura 4 apresenta os hidrogramas resultantes da simulação para ruptura da barragem de enrocamento da PCH Cabeça de Boi sob condições hidrológicas “normais”, para o qual se obteve uma vazão máxima de pico de 5.296 m³/s que, ao passar pelos reservatórios seguintes, foi atenuada para 1.616 m³/s, defluente à PCH da Fazenda.

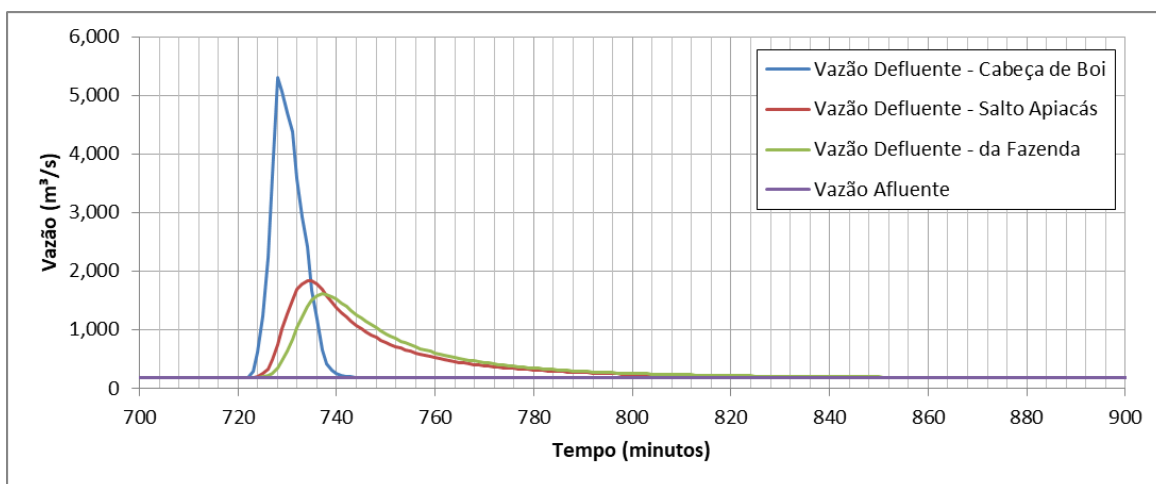


Figura 4 – Resultado dos Hidrogramas Defluentes – Cenário 2a.1

A Figura 5 apresenta os hidrogramas resultantes da simulação para ruptura do trecho de concreto da barragem da PCH Cabeça de Boi sob condições hidrológicas “normais”, para o qual se obteve uma vazão máxima de pico de 3.859 m³/s que, ao passar pelos reservatórios seguintes, foi atenuada para 1.357 m³/s, defluente à PCH da Fazenda.

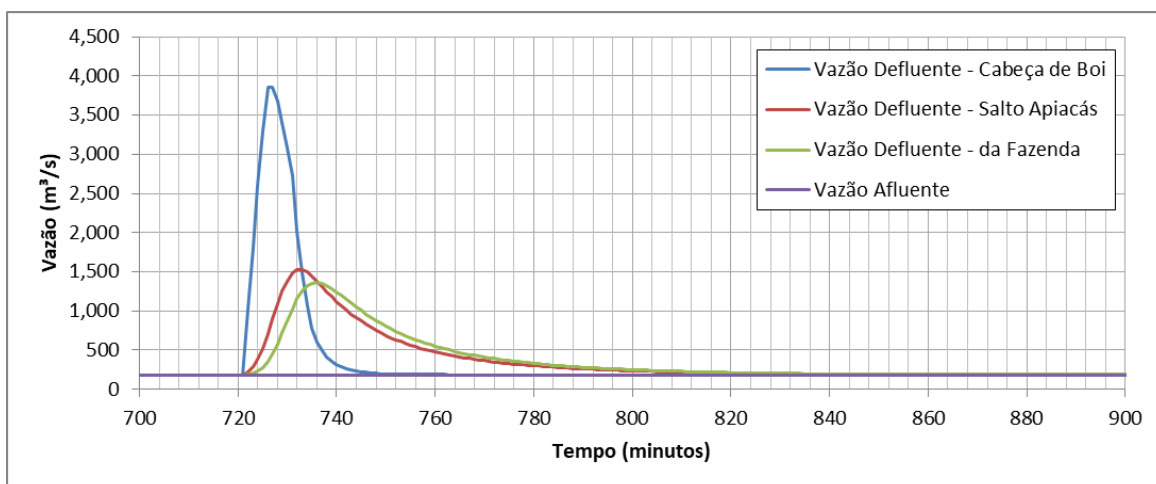



Figura 5 – Resultado dos Hidrogramas Defluentes – Cenário 2a.2

| | | |
|---|-------------------------|---|
|  | Operation & Maintenance | CODE GRE.OEM.R.88.BR.H.00120.09.004.01 |
| | | PAGE 18 of 27 |

A Tabela 4 a seguir apresenta um resumo com os resultados de vazão máxima para os diferentes cenários simulados. Observa-se que, embora com tempo de formação da brecha inferior, o Cenário 2a.2 apresentou vazão de pico inferior à verificada no Cenário 2a.1, justificada pela altura da brecha.

Tabela 4 – Vazões de pico simuladas a jusante

| Cenário | Vazão de pico (m ³ /s) |
|---------|-----------------------------------|
| 2a.1 | 1.616 |
| 2a.2 | 1.357 |

9.3. VERIFICAÇÃO DAS VAZÕES MÁXIMAS POR MÉTODOS EMPÍRICOS

Tendo por objetivo a verificação das vazões de pico dos hidrogramas a serem gerados pelo modelo hidráulico (HEC-RAS), procedeu-se o cálculo dessas vazões através de algumas equações empíricas. Observa-se uma grande dispersão nos resultados dessas formulações, indicando que o seu uso deve se limitar apenas à identificação de valores de referência e ordem de grandeza dos eventos.

Neste contexto, foram identificadas três metodologias, as quais são descritas matematicamente a seguir:

- **National Weather Service (NWS):**

$$Q_p = 0.2879 \cdot BR \left[\frac{C}{\frac{TF}{3600} + \frac{0.5521 \cdot C}{\sqrt{H}}} \right]^3, \quad C = \frac{1.762 \cdot 10^{-3} S_a}{BR}$$

Onde,

QP : Vazão máxima de ruptura (m³/s)

Sa : Área superficial do reservatório (m²)

H : Carga hidráulica (m)

BR : Comprimento da brecha (m)

TF : Tempo de formação da falha (s)

• **Webby:**

$$Q_p = 0.0443 \cdot g^{0.5} \cdot V^{0.367} \cdot h^{1.4}$$

Onde,

QP : Vazão máxima de ruptura (m³/s)

g : Aceleração da gravidade (m/s²)

V : Volume de água no reservatório (m³)

h : Carga hidráulica (m)

• **Froehlich:**

$$Q_p = 0.607 \cdot V^{0.295} \cdot h^{1.24}$$

Onde,

QP : Vazão máxima de ruptura (m³/s)

V : Volume de água no reservatório (m³)

h : Carga hidráulica (m)

O Quadro 4 resume os critérios e parâmetros utilizados em cada uma das formulações para estimativa da vazão máxima (de pico) do hidrograma resultante da ruptura da barragem da UHE Salto Apiacás.

Tabela 5 - Critérios e Parâmetros Utilizados no Cálculo da Vazão Máxima (de Pico) para cada Formulação e Cenário de Ruptura (NWS, Webby e Froehlich)

| Variáveis | Cenário 2a.1 | Cenário 2a.1 |
|---|--------------|--------------|
| S _a : Área superficial do reservatório (m ²) | 704.000 | 704.000 |
| V : Volume de água no reservatório (m ³) | 1.836.000 | 1.836.000 |
| NA do reservatório (m) | 271,50 | 271,50 |
| Cota do fundo da brecha (m) | 250,00 | 260,00 |
| H : Carga hidráulica (m) | 21,5 | 21,5 |
| BR : Comprimento da brecha (m) | 53 | 180 |
| TF : Tempo de formação da falha (s) | 900 | 720 |
| g : Aceleração da gravidade (m/s ²) | 9,81 | 9,81 |

A Tabela 6 apresenta os resultados de vazão máxima (de pico) dos hidrogramas encontrados com a aplicação de cada uma dessas formulações de ruptura, incluindo ainda os valores resultados da modelagem com o modelo matemático.

Observa-se que os valores calculados a partir da aplicação do modelo HEC-RAS são coerentes com os valores encontrados a partir da formulação proposta pelo NWS, divergindo significativamente para as outras duas formulações teóricas também aplicadas para cálculo da vazão máxima (de pico) originada a partir da falha das estruturas hidráulicas da barragem.

Tabela 6 - Resultados da Vazão Máxima (de Pico) de Ruptura (m³/s) Calculados a partir da Aplicação de Diferentes Metodologias Comparados aos Valores do Modelo Matemático HEC-RAS

| Metodologia Aplicada | Cenário 2a.1 | Cenário 2a.1 |
|----------------------|--------------|--------------|
| NWS | 6.985 | 6.985 |
| Webby | 2.025 | 2.025 |
| Froehlich | 1.698 | 1.698 |
| HEC-RAS | 5.296 | 3.859 |

9.4. RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES

- Cenário 2a.1 – Ruptura da Barragem da PCH Cabeça de Boi em Condições Normais

A Figura 6 apresenta os hidrogramas resultantes da simulação do Cenário 2a.1, onde ocorre a ruptura da barragem da PCH Cabeça de Boi sob condições hidrológicas “normais”. Observa-se que ocorre um abatimento considerável do pico do hidrograma ao longo da calha do rio Apiacás. Na legenda, os valores se referem às distâncias entre as seções transversais e o eixo do barramento da PCH Cabeça de Boi.

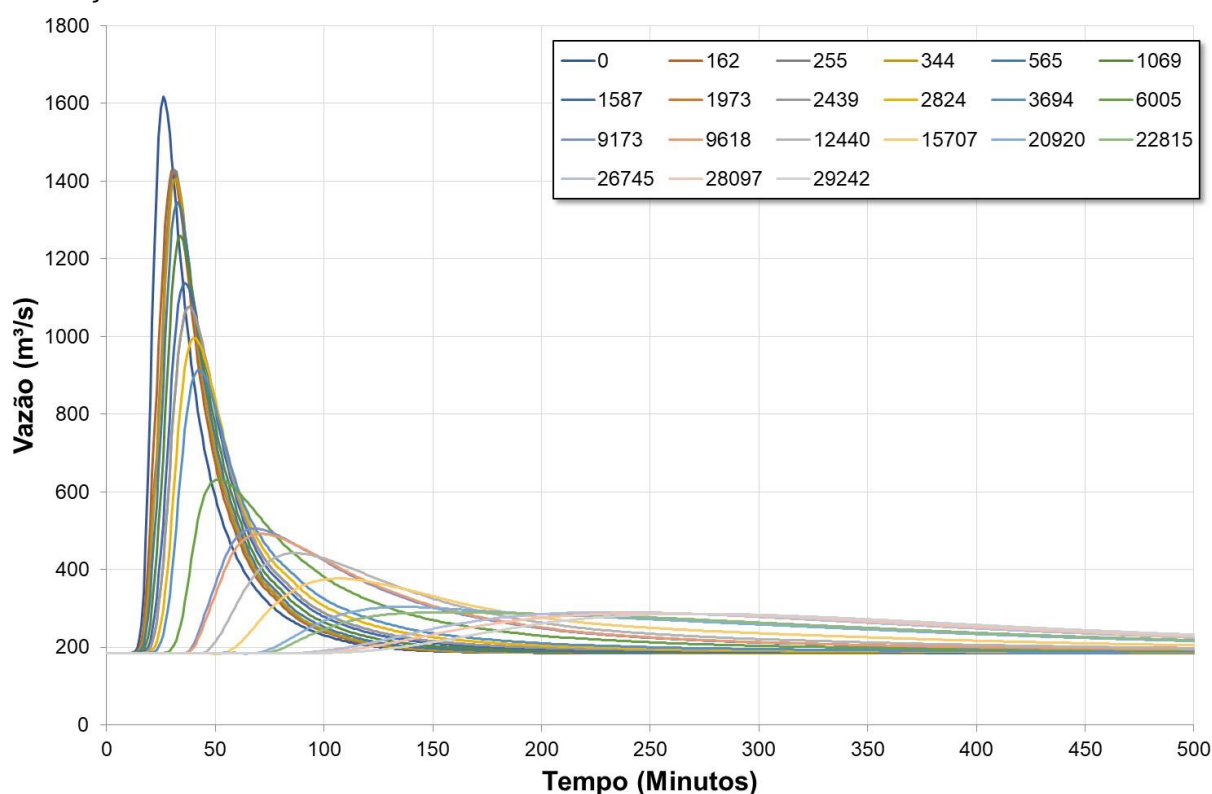


Figura 6 - Resultados (Vazão) da Propagação do Hidrograma de Ruptura – Cenário 2^a.1

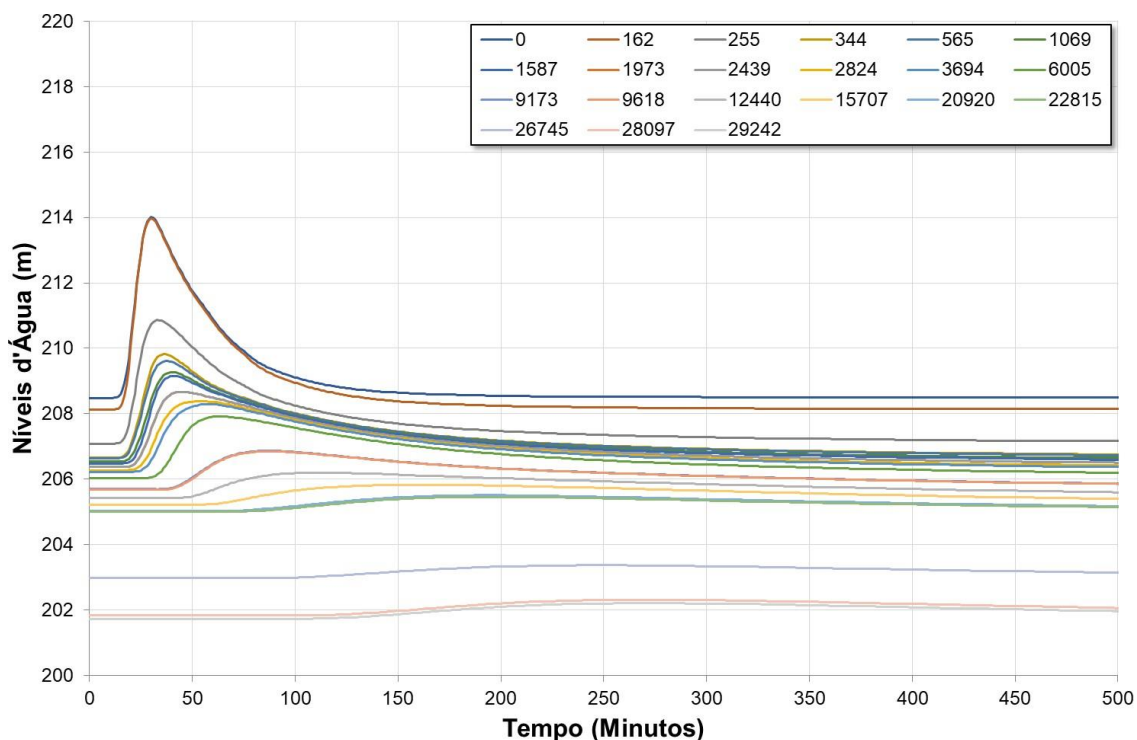


Figura 7 - Resultados (Nível d'Água) da Propagação do Hidrograma de Ruptura – Cenário 2a.1

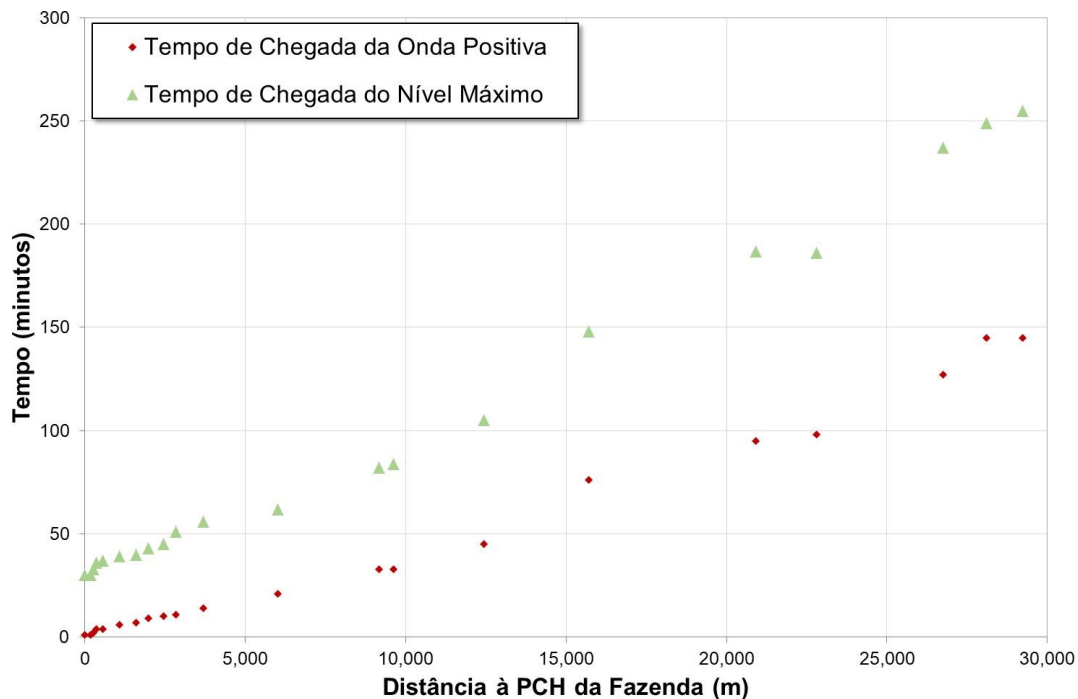


Figura 8 - Resultados (Nível d'Água) da Propagação do Hidrograma de Ruptura – Cenário 2a.1

Sendo a Zona de Auto Salvamento (ZAS) definida como a distância associada ao tempo de chegada da onda de inundação igual 30 minutos, neste cenário a ZAS estaria delimitada até a distância 9,1 km a jusante do eixo da PCH da Fazenda, barragem mais a jusante do Complexo hidrelétrico Apicacás.

Imediatamente a jusante da PCH Cabeça de Boi (início do reservatório da UHE Salto Apicás), o nível máximo simulado foi de 249,36 m, sendo atingido 13 minutos após o início da ruptura. O NA Max.

Maximorum (definido para TR = 1.000 anos) de jusante da PCH da Cabeça de Boi é de 249,53 m, superior, portanto ao NA máximo simulado.

- **Cenário 2a.2 – Ruptura do trecho em concreto da Barragem da PCH Cabeça de Boi em Condições Normais**

A Figura 9 apresenta os hidrogramas resultantes da simulação do Cenário 2a.2, onde ocorre a ruptura do trecho em concreto da barragem da PCH Cabeça de Boi sob condições hidrológicas “normais”.

Observa-se que ocorre um abatimento considerável do pico do hidrograma ao longo da calha do rio Apicás. Na legenda, os valores se referem às distâncias entre as seções transversais e o eixo do barramento da PCH Cabeça de Boi.

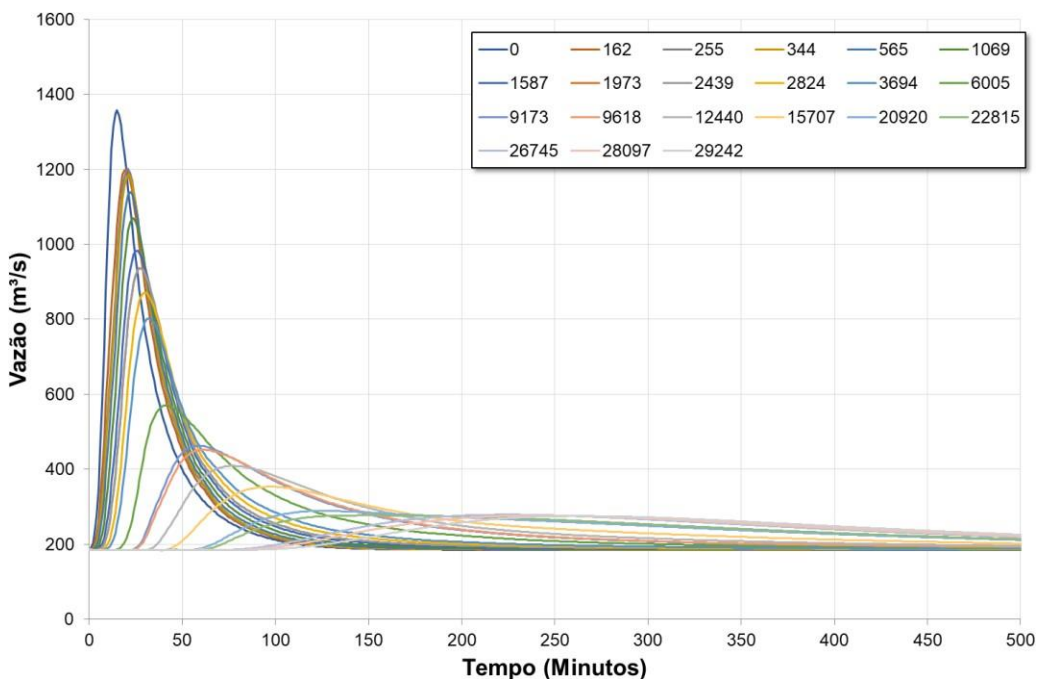


Figura 9 - Resultados (Vazão) da Propagação do Hidrograma de Ruptura – Cenário 2a.2

A Figura 10 apresenta os limnigramas resultantes da simulação do Cenário 2a.2.

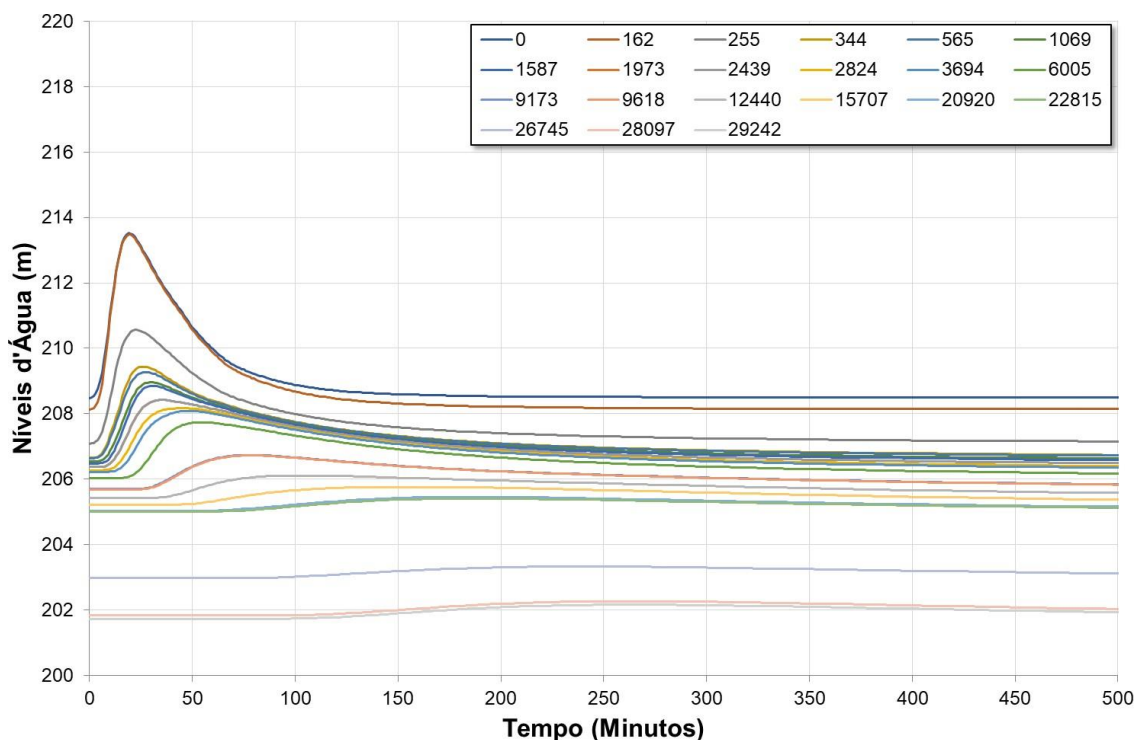


Figura 10 - Resultados (Nível d'Água) da Propagação do Hidrograma de Ruptura – Cenário 2a.2

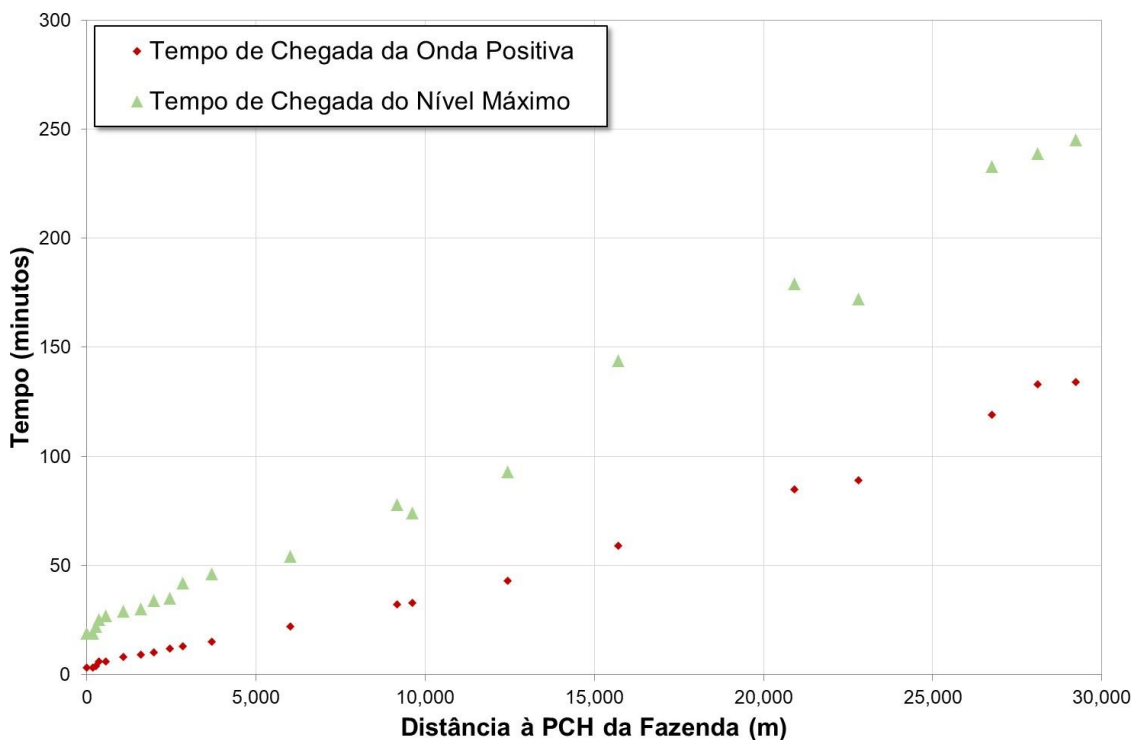



Figura 11 - Resultados do Tempo de Chegada da Onda Positiva e do Pico – Cenário 2a.2

Sendo a Zona de Auto Salvamento (ZAS) definida como a distância associada ao tempo de chegada da onda de inundação igual 30 minutos, neste cenário a ZAS estaria delimitada até a distância 9,1 km

| | | |
|---|------------------------------------|---|
|  | <p>Operation & Maintenance</p> | <p>CODE GRE.OEM.R.88.BR.H.00120.09.004.01</p> |
| | | <p>PAGE 24 of 27</p> |

a jusante do eixo da PCH da Fazenda, barragem mais a jusante do Complexo hidrelétrico Apiacás. Imediatamente a jusante da PCH Cabeça de Boi (início do reservatório da UHE Salto Apiacás), o nível máximo simulado foi de 249,16 m, sendo atingido 12 minutos após o início da ruptura. O NA Max.

Maximorum (definido para TR = 1.000 anos) de jusante da PCH da Cabeça de Boi é de 249,53 m, superior, portanto, ao NA máximo simulado.

9.5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Foram simulados cenários de ruptura da segunda barragem do Complexo Hidrelétrico Apiacás – UHE Salto Apiacás –, tendo sido verificado o efeito de amortecimento da onda cheia no reservatório seguinte.

Não se dispõe, no momento, de um modelo digital de terreno a jusante das barragens que permita a delimitação segura de manchas de inundação decorrente desses eventos simulados. Dessa forma, o resultado das simulações foi condensado em tabelas informando, para cada cenário simulado, os níveis d'água máximos alcançados pela onda de cheia propagada em cada seção existente, o que permitirá a confecção futura das manchas de inundação associadas.

Da mesma forma, estas tabelas apresentam também os máximos valores de vazão e velocidade média nessas seções, para cada cenário, e os tempos decorridos desde o início das rupturas até a chegada da onda propagada e até a chegada do pico propagado, para todas as seções existentes a jusante do complexo.

É recomendável que as simulações de propagação de ondas artificiais sejam reavaliadas depois da obtenção do modelo digital de terreno, pois o melhor conhecimento das características da planície de inundação poderá proporcionar resultados mais confiáveis para a delimitação de manchas.

Com o modelo digital de terreno a jusante será possível também empregar uma modelagem bidimensional para a propagação das cheias artificiais. Os resultados desse modelo podem fornecer avaliações de risco especializadas, com a determinação de profundidades e velocidades em qualquer ponto da área inundada, e não apenas valores médios por seção transversal.

10. TREINAMENTOS - PAE

Todos os participantes do Plano de Ação Emergencial deverão ser alvo de treinamento para conscientização e familiarização com as atividades que deverão exercer. O treinamento deverá dar ênfase à mobilização dos recursos internos envolvidos.

Anualmente os integrantes deverão participar dos cursos de reciclagem das atividades, que terão

como finalidade a preparação para a prontidão efetiva, e que serão ministrados após a atualização geral dos cadastros e antes do início da estação chuvosa.

Os treinamentos seguirão conforme resolução 1064/2023 :

§ 8º *O exercício prático de simulação de situação de emergência deve ser realizado com a população da ZAS com frequência e organização definida conjuntamente com os órgãos de proteção e defesa civil, no que couber.*

§ 9º *A frequência para realização do exercício prático de simulação de que trata o §8º não deverá exceder 3 anos, salvo manifestação dos órgãos de proteção e defesa civil competentes.*

11. FICHA TÉCNICA DA BARRAGEM

| Localização | |
|--|---|
| Curso de água | Rio Apiacás |
| Município | Alta Floresta Juara |
| Unidade de Federação | MT |
| Coordenadas Norte e Leste | 10° 21' 16,23" S / 56° 59' 06,63" |
| Existência de barragens a montante e a jusante | Duas à jusante – UHE Salto Apiacás e PCH da Fazenda |
| Barragem de Enrocamento | |
| Tipo | Enrocamento com núcleo em solo compacto |
| Altura máxima acima da fundação (m) | 25,00 |
| Cota do coroamento | 275,00 |
| Comprimento do coroamento | 287,00 |
| Largura do coroamento (m) | 6,00 |
| Inclinação do paramento de montante (V:H) | 1:1,5 |
| Inclinação do paramento de jusante (V:H) | 1:1,5 |
| Barragem da margem a direita | |
| Tipo | Concreto compacto a rolo |
| Altura máxima acima da fundação (m) | 13,00 |
| Cota do coroamento | 275,00 |
| Comprimento do coroamento | 44,00 |
| Largura do coroamento (m) | 6,00 |
| Inclinação do paramento de montante (V:H) | Vertical |
| Inclinação do paramento de jusante (V:H) | 1:0,55 |
| Bacia hidrográfica | |
| Área drenada (km²) | 7.211 |
| Precipitação média anual da bacia (mm) | 2.246 |
| Vazão máxima registrada (m³/s) | 1.373 |
| Reservatório | |
| Nível Mínimo Operacional (MNO) | 271,50 |
| Nível Máximo Normal (NMN) | 271,50 |
| Nível Máximo Maximorum (TR = 1000 anos) | 273,00 |
| Nível Máximo Excepcional (TR = 10.000 anos) | 273,15 |
| Volume do reservatório (10 ⁶ m³) | 1,84 |
| Área inundada do NMN (km²) | 0,70 |
| Extravasador de cheias | |
| Localização | Margem Esquerda |
| Tipo | Soleira livre |
| Vazão do projeto (TR = 1000 anos) (m³) | 1.860,00 |
| Cota da soleira | 271,50 |
| Largura útil do extravasador (m) | 483,00 |
| Tipo de dissipador de energia | Degraus |



Operation & Maintenance

CODE
GRE.OEM.R.88.BR.H.00120.09.004.01

PAGE
26 of 27


12. ASSINATURA DOS RESPONSÁVEIS

Jayme Barg

Responsável Legal
CREA: 1989105709

Eng. Juliana Martins Pereira

Responsável Técnico
CREA: 2605272010

| | | |
|---|------------------------------------|--|
|  | Operation & Maintenance | CODE GRE.OEM.R.88.BR.H.00120.09.004.01 |
| | | PAGE 27 of 27 |

13. ANEXOS

ANEXO 1: MAPAS ZONA DE AUTOSSALVAMENTO

| Item | Nº Enel Green Power | Título |
|------|-----------------------------------|--|
| 1 | GRE.OEM.R.88.BR.H.01PAP.08.007.00 | Relatório de Cadastramento ZAS |
| 2 | GRE.OEM.D.88.BR.H.01PAP.08.011 | MAPA ÍNDICE DAS PLANTAS DE ROTA DE FUGA, PONTOS DE ENCONTRO E PROJETO DE SINALIZAÇÃO |

ANEXO 2: PLANO DE EVACUAÇÃO

| Item | Nº Enel Green Power | Título |
|------|-----------------------------------|--------------------|
| 1 | GRE.OEM.R.88.BR.H.01PAP.08.009.00 | Plano de Evacuação |