




**ESTADO DO PARANÁ**



Folha 1

|                         |  |  |                     |
|-------------------------|--|--|---------------------|
| <b>Órgão Cadastro:</b>  | CIDADAO  |  | <b>Protocolo:</b>   |
| <b>Em:</b>              | 03/06/2022 13:59   |  | <b>19.051.494-3</b> |
| <b>CNPJ Interessado</b> | 33.000.167/0809-70   |  |                     |
| <b>Interessado 1:</b>   | REPAR - REFINARIA PRESIDENTE GETULIO VARGAS (PETROBRAS SA) |  |                     |
| <b>Interessado 2:</b>   | -  |  |                     |
| <b>Assunto:</b>         | MEIO AMBIENTE  | <b>Cidade:</b> ARAUCARIA / PR  |                     |
| <b>Palavras-chave:</b>  | CIDADAO  |  |                     |
| <b>Nº/Ano</b>           | -  |  |                     |
| <b>Detalhamento:</b>    | SOLICITAÇÃO  |  |                     |
| <b>Código TTD:</b>      | -  |  |                     |

Para informações acesse: <https://www.eprotocolo.pr.gov.br/spiweb/consultarProtocolo>



**Assunto:** MEIO AMBIENTE  
**Protocolo:** 19.051.494-3  
**Interessado:** REPAR - REFINARIA PRESIDENTE GETULIO VARGAS  
(PETROBRAS SA)

### **Solicitação**

A REPAR - REFINARIA PRESIDENTE GETÚLIO VARGAS (PETROBRAS SA) solicita o protocolo do arquivo em anexo referente à revisão do PAE da Barragem do Rio Verde, localizada em Araucária/PR.

Contato para dúvidas: Eng. Joao Vanz - 41-3641-9114 / 41-999625494

**PETROBRAS S.A**

**BARRAGEM DO RIO VERDE**

**PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA – PAE**

Coordenador do PAE: Eduardo Casagrande



*Entidade Fiscalizadora: Instituto das Águas do Paraná*

*Código DOTE: RL-295-FHQ-5100-3-006*

| PAE DA BARRAGEM DO RIO VERDE<br>CONTROLE DE ATUALIZAÇÕES DO PAE |            |  |           |           |
|---|------------|--|-----------|-----------|
| Atualiz   | Data       | Descrição  | Elaborado | Aprovado  |
| 0   | 28/01/2019 | EMISSÃO INICIAL  | FUGRO     | PETROBRAS |
| A   | 04/09/2020 | ADEQUAÇÃO DO FORMATO E INCLUSÃO DE NOVOS PIEZÔMETROS   | CPROJ     | PETROBRAS |
| B   | 02/06/2022 | Atualização das informações a respeito das rotas de fuga, dos pontos vulneráveis, dos recursos disponibilizados e alteração na coordenação do PAE. | PROJ      | PETROBRAS |

## SUMÁRIO

|   |    |
|---|----|
| SUMÁRIO.....  | 2  |
| ÍNDICE DE FIGURAS .....   | 3  |
| ÍNDICE DE QUADROS.....  | 3  |
| ÍNDICE DE TABELAS .....   | 3  |
| SEÇÃO I – INFORMAÇÕES GERAIS DO PAE E DA BARRAGEM.....  | 4  |
| I.1 APRESENTAÇÃO DO PAE .....   | 4  |
| I.2 OBJETIVO DO PAE.....  | 5  |
| I.3 IDENTIFICAÇÃO E CONTATOS DO EMPREENDEDOR, DO COORDENADOR DO PAE E DAS ENTIDADES CONSTANTES DO FLUXOGRAMA DE NOTIFICAÇÃO ..... | 6  |
| I.4 DESCRIÇÃO DA BARRAGEM E ESTRUTURAS ASSOCIADAS .....   | 8  |
| I.5 RECURSOS MATERIAIS E LOGÍSTICOS NA BARRAGEM .....   | 13 |
| SEÇÃO II – DETECÇÃO, AVALIAÇÃO, CLASSIFICAÇÃO E AÇÕES ESPERADAS PARA CADA NÍVEL DE RESPOSTA .....                                 | 15 |
| II.1 IDENTIFICAÇÃO DAS SITUAÇÕES .....  | 15 |
| II.2 CLASSIFICAÇÃO DAS SITUAÇÕES .....  | 16 |
| II.2 AÇÕES ESPERADAS .....  | 25 |
| SEÇÃO III – PROCEDIMENTOS DE NOTIFICAÇÃO E SISTEMA DE ALERTA .....  | 42 |
| III.1 OBJETIVO.....   | 42 |
| III.2 NOTIFICAÇÃO .....   | 42 |
| III.3 SISTEMA DE ALERTA.....  | 43 |
| III.4 FLUXOGRAMA DE NOTIFICAÇÃO.....  | 44 |
| SEÇÃO IV– RESPONSABILIDADES GERAIS NO PAE.....  | 48 |
| IV.1 RESPONSABILIDADES DO EMPREENDEDOR.....   | 48 |
| IV.2 RESPONSABILIDADES DO COORDENADOR DO PAE .....  | 49 |
| IV.3 RESPONSABILIDADES E ORGANIZAÇÃO DA EQUIPE TÉCNICA.....   | 50 |
| IV.4 RESPONSABILIDADES DO SISTEMA NACIONAL DE PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL (SINPDEC) .....   | 51 |
| SEÇÃO V – SÍNTESE DO ESTUDO DE RUPTURA DA BARRAGEM E MAPA DE INUNDAÇÃO .....  | 52 |
| V.1 MODELAGEM DA CHEIA DE RUPTURA.....  | 52 |
| V.2 CRITÉRIOS E CENÁRIOS DE MODELAGEM DA CHEIA DE RUPTURA.....  | 52 |
| V.3 VALE A JUSANTE E IDENTIFICAÇÃO DE PONTOS VULNERÁVEIS.....   | 53 |
| ANEXO 1 - PLANO DE TREINAMENTO DO PAE .....   | 58 |
| ANEXO 2 - MEIOS E RECURSOS DISPONÍVEIS PARA SEREM UTILIZADOS EM SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA .....                                     | 60 |
| ANEXO 3 - FORMULÁRIOS.....  | 61 |
| DECLARAÇÃO DE INÍCIO DE EMERGÊNCIA .....  | 61 |
| DECLARAÇÃO DE ENCERRAMENTO DE EMERGÊNCIA.....   | 62 |
| MENSAGEM DE NOTIFICAÇÃO .....   | 63 |
| ANEXO 4 - COORDENADAS DAS ESTRUTURAS E PONTOS VULNERÁVEIS NA ZAS .....  | 65 |

### ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Imagem de satélite da Barragem do Rio Verde (Google Earth, 2019) ..... 8

Figura 2 - Barragem do Rio verde – Estruturas Principais ..... 9

Figura 3 - Curva cota x volume do reservatório da Barragem do Rio Verde ..... 11

Figura 4 - Curva-chave do vertedouro da Barragem do Rio Verde ..... 12

Figura 5 - Acesso à Barragem do Rio Verde ..... 13

Figura 6 - Localização do Posto de Comando na REPAR ..... 14

Figura 7 - Fluxograma de notificações geral ..... 44

Figura 8 - Fluxograma de notificações para o nível de resposta 0 ..... 45

Figura 9 - Fluxograma de notificações para o Nível de resposta 1 ..... 45

Figura 10 - Fluxograma de notificação para o Nível de resposta 2 ..... 46

Figura 11 - Fluxograma de notificação para o nível de resposta Nível 3 – Emergência ..... 47

Figura 12 - Mapa de inundação ..... 56

Figura 13 - Identificação da ZAS ..... 57

### ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 - Lista de Contatos do PAE ..... 6

Quadro 2 - Relação das entidades que receberam cópia do PAE ..... 7

Quadro 3 - Principais características da barragem do Rio Verde ..... 10

Quadro 4 - Características da cheia de ruptura – Rio Verde ..... 54

Quadro 5 - Características da cheia de ruptura – Rio Iguaçu ..... 55

### ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Definição do nível de resposta em função do tipo de ocorrência excepcional ou de circunstância anômala na barragem do Rio Verde ..... 17

Tabela 2 - Classificação do nível de resposta. Indicadores qualitativos detectáveis pela inspeção visual na barragem do Rio Verde ..... 18

Tabela 3 - Classificação do nível de resposta. Indicadores qualitativos detectáveis pela análise dos dados do sistema monitoramento da Barragem do Rio Verde ..... 20

Tabela 4 - Indicadores quantitativos associados à instrumentação na barragem do Rio Verde ..... 22

Tabela 5 - Resumo dos Níveis Piezométricos Críticos ..... 22

Tabela 6 - Nível de resposta Normal – Ações de resposta a implementar pelo Coordenador do PAE ..... 26

Tabela 7 - Nível de resposta Amarelo. Ações de resposta a implementar pelo Coordenador do PAE ..... 27

Tabela 8 - Nível de resposta Laranja. Ações de resposta a implementar pelo Coordenador do PAE ..... 32

Tabela 9 - Nível de resposta Vermelho. Ações de resposta a implementar pelo Coordenador do PAE ..... 37

Tabela 10 - Sistema de alarme adotado para a zona afetada pela inundação. .... 43

## SEÇÃO I – INFORMAÇÕES GERAIS DO PAE E DA BARRAGEM

### I.1 APRESENTAÇÃO DO PAE

Este documento trata-se de um Plano de Ação de Emergência (PAE) desenvolvido para a Barragem do Rio Verde, de propriedade da PETROBRAS S.A., em atendimento à legislação brasileira definida pela Agência Nacional de Águas (ANA) e pelo Instituto das Águas do Paraná (ÁGUASPARANÁ).

A Barragem do Rio Verde foi classificada conforme Portaria ÁGUASPARANÁ nº 46, de 27 de novembro de 2018 quanto ao seu grau de risco e dano potencial associado.

Segundo esta avaliação, que considera características técnicas, estado de conservação e Plano de Segurança da Barragem, a barragem do Rio Verde foi considerada como uma estrutura de risco baixo e dano potencial associado alto. Dessa maneira, torna-se necessário e exigido o PAE para a Barragem do Rio Verde.

A estrutura do PAE apresentado neste documento é dividida em cinco capítulos, conforme designado a seguir:

---

Capítulo I: apresenta informações gerais sobre o PAE e a caracterização da barragem

---

Capítulo II: define critérios para identificação de anomalias ou de condições potenciais de ruptura da barragem, bem como os procedimentos preventivos e corretivos a serem adotados em situações de emergência

---

Capítulo III: apresenta os procedimentos de notificação e o sistema de alerta necessários para notificar as entidades intervenientes na gestão de emergências e desencadear o aviso às populações

---

Capítulo IV: inclui a definição da cadeia de decisão e a identificação dos principais intervenientes no processo de gestão da emergência

---

Capítulo V: caracteriza a cheia induzida pela ruptura da barragem, incluindo os mapas de inundação e o correspondente zoneamento de risco no vale a jusante.

O documento contém ainda os seguintes anexos:

- Anexo 1: Plano de treinamento do PAE;
- Anexo 2: Meios e recursos disponíveis para serem utilizados em situações de emergência;
- Anexo 3: Formulários-tipo;
- Anexo 4: Coordenadas das estruturas e pontos vulneráveis na ZAS;
- Anexo 5: Rotas de Fuga e Pontos de Refúgio
- Anexo 6: Estudo de ruptura da Barragem do Rio Verde.

## I.2 OBJETIVO DO PAE

O PAE da Barragem do Rio Verde contempla:

- i) identificação e análise das possíveis situações de emergência;
- ii) procedimentos para identificação e notificação de mau funcionamento ou de condições potenciais de ruptura da barragem;
- iii) procedimentos preventivos e corretivos a serem adotados em situações de emergência, com indicação do responsável pela ação;
- iv) estratégia e meio de divulgação e alerta para as comunidades potencialmente afetadas em situação de emergência.

No PAE, está definida a Zona de Autossalvamento (ZAS), ou seja, a região a jusante da barragem em que se considera não haver tempo suficiente para uma intervenção das autoridades competentes em caso de acidente.

O treinamento e divulgação do PAE da Barragem do Rio Verde processa-se através da realização de ensaios e exercícios de simulação, bem como de ações de sensibilização da população como descritos no Anexo 1.

### I.3 IDENTIFICAÇÃO E CONTATOS DO EMPREENDEDOR, DO COORDENADOR DO PAE E DAS ENTIDADES CONSTANTES DO FLUXOGRAMA DE NOTIFICAÇÃO

Os contatos para notificação de entidades com responsabilidades instituídas, em particular do Empreendedor, do Coordenador do PAE, do Sistema de Defesa Civil são apresentados no quadro abaixo:

Quadro 1 - Lista de Contatos do PAE

| PAE DA BARRAGEM DO RIO VERDE<br>Lista de contatos do PAE |  |   |
|--|--|---|
| EMPREENDEDOR:  | Nome: Felipe Leonardo Gomes<br>Fone: (41) 3641-2800  |   |
| COORDENADOR DO PAE:                                      | Nome: Eduardo Casagrande<br>Fone: 41 3641 2021<br>Celular: 41 99797 9770   |   |
| SUBSTITUTO DO COORDENADOR PAE:                           | Nome: Leonardo Bernardes Curi<br>Fone: (41)3641-2087<br>Celular: (41) 99286-0838   |   |
| ENCARREGADO:   | Nome: Márcio Palmquist<br>Fone: (41) 3641-2143<br>Celular: (41) 99176-4963   |   |
| ENTIDADE FISCALIZADORA:                                  | <b>Instituto das Águas do Paraná – AGUASPARANA</b>   | Fone: (41) 3213-4707                                    |
| AUTORIDADES E SISTEMA DE DEFESA CIVIL:                   | <b>Defesa Civil de Araucária</b><br>Contato: Dirlei Tokarski<br>Email: guardamunicipal@araucaria.pr.gov.br; smsp@araucaria.pr.gov.br; tokarskiborges@gmail.com | Celular: 41 99643-2260<br><b>DEFESA CIVIL 24h: 199</b>  |
|  | <b>Defesa Civil de Campo Largo</b><br>Contato: Maicon de Lima Soares<br>Email: defesacivil@campolargo.pr.gov.br  | Celular: 41 99540 -4067<br><b>DEFESA CIVIL 24h: 199</b> |
|  | <b>Defesa Civil de Balsa Nova</b><br>Contato: Samuel Ramos<br>Email: administracao@balsanova.pr.gov.br; samoelramos@balsanova.pr.gov.br                        | Fone: 41 99673-7089                                     |
|  | <b>CEPDEC - Coordenadoria Estadual de Proteção e Defesa Civil do Paraná</b>  | Fone: (41) 3281-2513                                    |
|  | <b>6ª CORPDEC - Coordenadoria Regionais de Proteção e Defesa Civil</b><br>Atende ARAUCÁRIA   | Fone: (41) 3299-8063                                    |
|  | <b>7ª CORPDEC - Coordenadoria Regionais de Proteção e Defesa Civil</b><br>Atende CAMPO LARGO E BALSA NOVA  | Fone: (41) 3901-1811                                    |
| OUTRAS AGÊNCIAS:   | <b>SIMEPAR - Sistema de Tecnologia e Monitoramento Ambiental do Paraná</b>   | Fone: (41) 3320-2000                                    |
|  | <b>CEMADEN - Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais</b>  | Fone: (12) 3205-0113                                    |
|  | <b>COPEL - Companhia Paranaense de Energia</b>   | Fone: (41) 3299-8063                                    |
|  | <b>SANEPAR - Companhia de Saneamento do Paraná</b>   | Fone: (41) 3330-3000                                    |



A implementação eficaz de um PAE exige que os documentos-base sejam controlados, com a distribuição de cópias às entidades com responsabilidades instituídas, garantindo o conhecimento e a utilização de planos sempre atualizados. No quadro abaixo, relacionam-se as entidades que deverão receber o PAE após a atualização a ser realizada posteriormente ao exercício simulado de junho/2022.

Quadro 2 - Relação das entidades que receberam cópia do PAE

| <b>PAE DA BARRAGEM DO RIO VERDE</b><br><b>Relação das autoridades que receberão cópia do PAE</b> |              |
|--|--------------|
| Entidade   | Nº de cópias |
| Instituto Águas e Terra – IAT (PR)   | 01           |
| ARAUCÁRIA - Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil                                   | 01           |
| CAMPO LARGO - Comissão Municipal de Defesa Civil - COMDEC  | 01           |
| BALSA NOVA - Secretaria Municipal de Administração (Departamento de Defesa Civil)                | 01           |
| CEPDEC - Coordenadoria Estadual de Proteção e Defesa Civil do Paraná                             | 01           |
| 6ª CORPDEC - Coordenadoria Regionais de Proteção e Defesa Civil                                  | 01           |
| 7ª CORPDEC - Coordenadoria Regionais de Proteção e Defesa Civil                                  | 01           |
| CEMADEN - Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais                       | 01           |
| COPEL - Companhia Paranaense de Energia  | 01           |
| SANEPAR - Companhia de Saneamento do Paraná  | 01           |

## I.4 DESCRIÇÃO DA BARRAGEM E ESTRUTURAS ASSOCIADAS

### I.4.1 IDENTIFICAÇÃO E LOCALIZAÇÃO DA BARRAGEM

A Barragem do Rio Verde pertence à PETROBRAS S.A. e está localizada entre os municípios de Araucária e Campo Largo, a 20 km de distância da Refinaria Presidente Getúlio Vargas – REPAR.

Suas coordenadas geográficas são 7.175.753 –N e 647.895-e, DATUM WGS-84.

Não existem barragens a montante da Barragem do Rio Verde. A jusante, a barragem mais próxima é a barragem de Foz do Areia, situada a aproximadamente 300 km.

Na Figura 1 é apresentada uma imagem de satélite identificando o local da Barragem do Rio Verde.



Figura 1 - Imagem de satélite da Barragem do Rio Verde (Google Earth, 2019)

## I.4.2 DESCRIÇÃO GERAL DA BARRAGEM

O barramento principal da Barragem do Rio Verde é composto de uma barragem de terra homogênea, fundada em solo residual (silte arenoso e areia siltosa) sobre rocha alterada. Possui tomada d'água central e vertedouro tipo soleira livre com canal lateral, próximo à ombreira direita da barragem. A estrutura teve sua construção concluída em 1976, e tem como objetivo a formação de reservatório para acumulação de água para fins de abastecimento humano e industrial.

A barragem tem cerca de 16 metros de altura, com crista variando entre as cotas El. 888,65m e El. 888,97m, com 6 metros de largura e 540 metros de comprimento. O volume de solo compactado do corpo da barragem é de cerca de 620.000 m<sup>3</sup>. A face de jusante da barragem é composta por duas bermas, com larguras médias de 63 e 45 metros, e três taludes inter-bermas com inclinação média de 2,7H:1V no talude superior, 4H:1V no talude intermediário e 5,7H:1V no talude inferior.

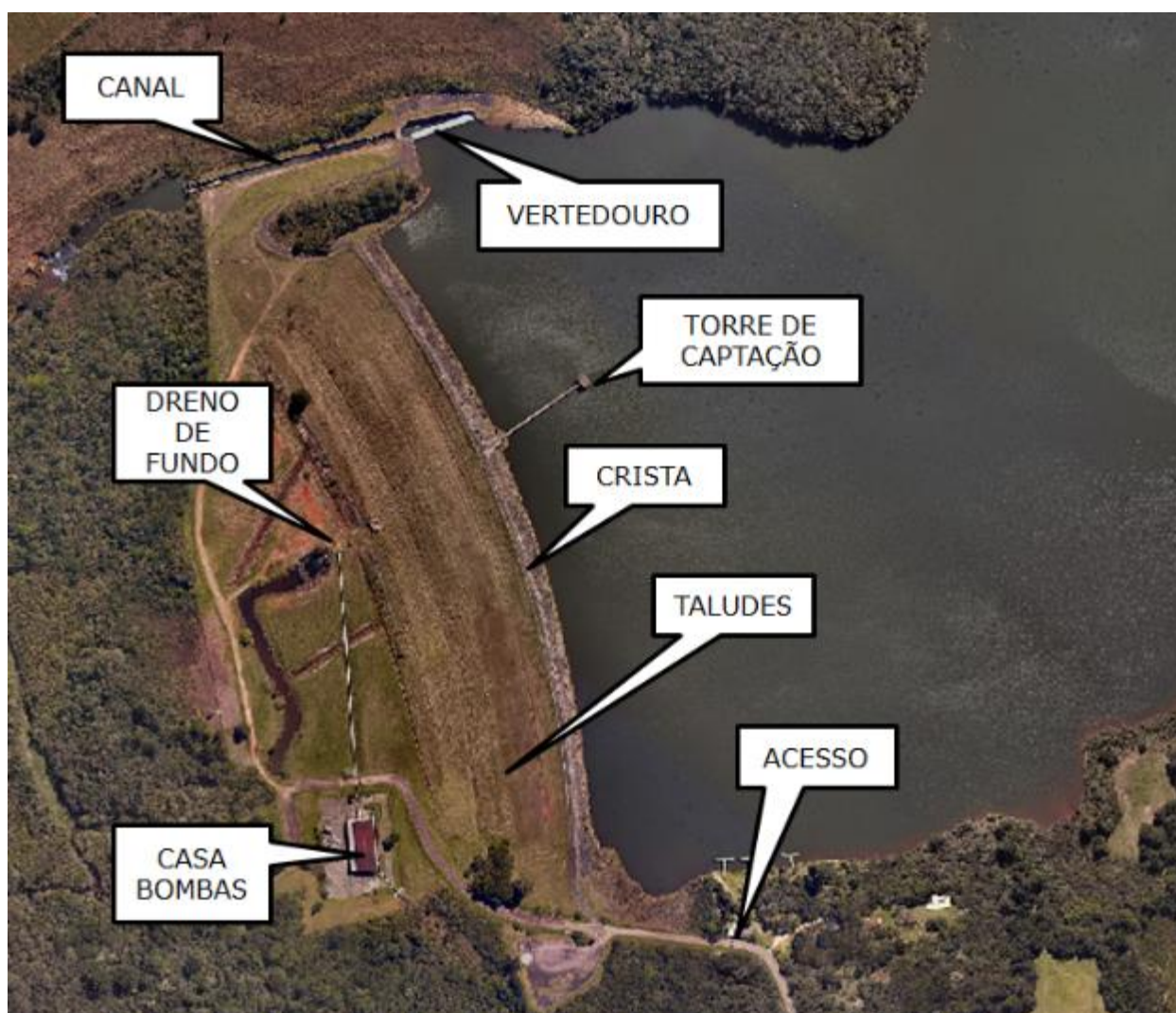


Figura 2 - Barragem do Rio verde – Estruturas Principais

Quadro 3 - Principais características da barragem do Rio Verde

| <b>IDENTIFICAÇÃO DA BARRAGEM</b>   |                                 |
|--|---------------------------------|
| Nome do barramento   | Barragem do Rio Verde           |
| Latitude   | 7175753m N                      |
| Longitude  | 647895m E                       |
| Datum  | WGS-84                          |
| Município  | Araucária / Campo Largo         |
| UF   | Paraná                          |
| Curso d'água barrado   | Rio Verde                       |
| Ano de conclusão da obra   | 1976                            |
| Construtor   | C.R. Almeida                    |
| Projetista   | Morrison - Knudsen              |
| <b>FINALIDADE DA BARRAGEM</b>  |                                 |
| Fornecimento de água para a Repar - Refinaria Presidente Getúlio Vargas - localizada a uma distância de aproximadamente 18 km da barragem. |                                 |
| <b>GEOMETRIA</b>   |                                 |
| Altura do maciço principal (m)   | 16,0                            |
| Largura da crista (m)  | 6,0                             |
| Largura da fundação (m)  | 220,0                           |
| Extensão da crista (m)   | 540,0                           |
| Cota da crista (m)   | 888,65 a 888,97 (cota variável) |
| Capacidade do reservatório (m <sup>3</sup> )   | 36.000.000,00                   |
| <b>TIPO DE BARRAGEM</b>  |                                 |
| Barragem de terra homogênea  |                                 |
| <b>CONDIÇÕES DA FUNDAÇÃO</b>   |                                 |
| Solo residual (silte arenoso e areia siltosa) sobre rocha alterada   |                                 |
| <b>ESTRUTURA EXTRAVASORA PRINCIPAL</b>   |                                 |
| Vertedouro (sangradouro) - Tipo  | Soleira livre com canal lateral |
| Largura total do vertedouro (sangradouro) (m)  | 51,75                           |
| Vazão de projeto do vertedouro (sangradouro) (m <sup>3</sup> /s)   | 310,02                          |

|  |                         |
|--|-------------------------|
| Tempo de retorno da vazão de projeto do vertedouro (sangradouro) (anos)  | Onda de retorno milenar |
| Cota do nível d'água máximo maximorum (m)  | 887,25                  |
| Cota da soleira do vertedouro (sangradouro) (m)  | 885,3                   |
| <b>DESCARGA DE FUNDO</b>   |                         |
| Descarregador de fundo (diâmetro)  | 60"                     |
| Acionamento  | Manual                  |
| <b>TOMADA D'ÁGUA</b>   |                         |
| Composta por torre vertical com 4 aberturas equipadas com comportas e uma tubulação horizontal de 1,20 metro de diâmetro.                            |                         |
| <b>SISTEMA DE DRENAGEM</b>   |                         |
| Composto por filtro vertical de areia e filtro horizontal tipo "sanduíche", constituído por duas camadas de areia intercaladas com pedrisco e brita. |                         |

### I.4.3 CARACTERÍSTICAS HIDROLÓGICAS, GEOLÓGICAS E SÍSMICAS

A bacia da Barragem do Rio Verde possui uma área de drenagem que atinge cerca de 167 km<sup>2</sup>. O reservatório, com capacidade de 36 hm<sup>3</sup> no nível de água normal, na cota El. 885,50 m, e área de 7,8 km<sup>2</sup>. O seu nível máximo maximorum (NMM) está na cota El. 887,25. Na Figura 3 é apresentada a curva cota x volume do reservatório da barragem.

### I.4.4 RESERVATÓRIO

O reservatório apresenta capacidade de 36 hm<sup>3</sup> no nível de água normal (cota El. 885,50 m) e área de 7,8 km<sup>2</sup>.

O seu nível máximo maximorum (NMM) está na cota El. 887,25. Na Figura 4 é apresentada a curva cota x volume do reservatório da barragem.

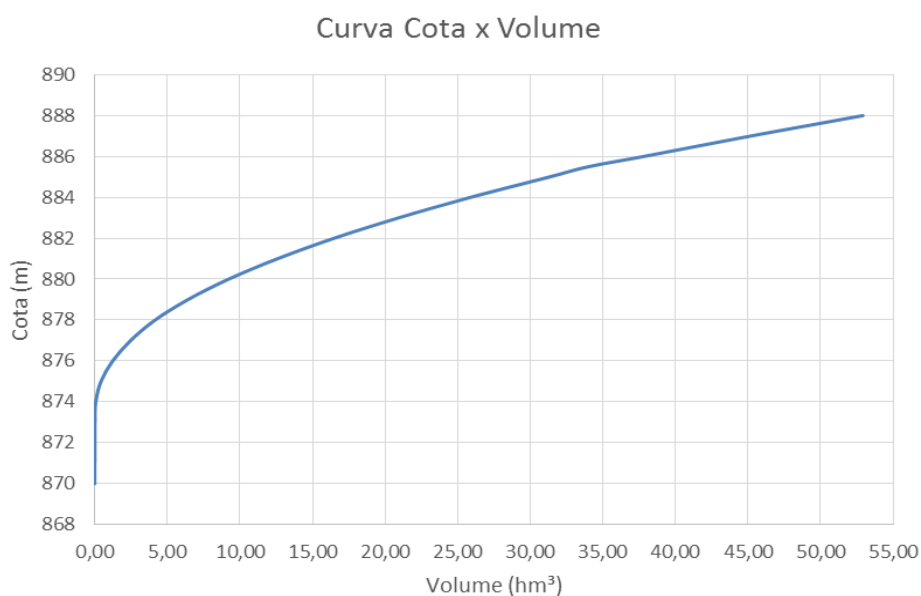


Figura 3 - Curva cota x volume do reservatório da Barragem do Rio Verde

#### I.4.5 ÓRGÃOS EXTRAVASORES

O vertedouro é do tipo soleira livre com largura de 51,75 m e soleira na cota EL. 885,30 m. Conforme retroanálise realizada para estimativa dos parâmetros hidráulico-hidrológicos da barragem, o vertedouro tem capacidade de descarga de 310,02 m<sup>3</sup>/s sob NMM, sendo projetado para cheia com período de retorno de 1.000 anos, na configuração original de projeto. A curva-chave do vertedouro é apresentada na Figura 4. Após obras de readequação, em que a crista da barragem foi alterada para a El. 888,63 m, a capacidade de descarga do vertedouro passou a ser de 461,3 m<sup>3</sup>/s, o que corresponde a cheia com período de retorno de 10.000 anos.

O empreendimento conta ainda com dispositivo de descarga de fundo, com diâmetro de 60" e acionamento manual. O objetivo deste dispositivo é manter um fluxo mínimo no leito original do rio, caso não haja vertimento, assim como favorecer a limpeza da galeria de tomada d'água e prover o esvaziamento do reservatório em situação emergencial

A tomada d'água é composta por torre vertical com quatro aberturas, acessada por meio de passarela posicionada aproximadamente entre o centro da barragem e a margem direita, com torre a 90 metros à montante da crista. Essa estrutura permite a retirada de água a qualquer nível o reservatório. A tubulação horizontal tem 1,20 m de diâmetro

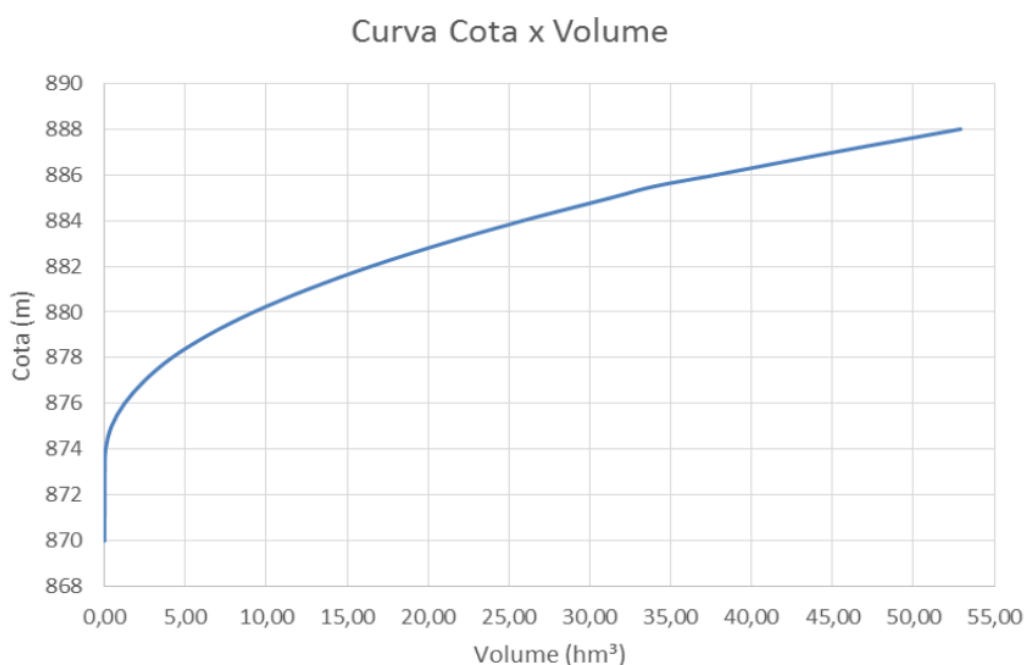


Figura 4 - Curva-chave do vertedouro da Barragem do Rio Verde

#### I.4.6 INSTRUMENTAÇÃO

A Barragem do Rio Verde possui 5 (cinco) seções principais de instrumentação, localizadas nas estações 1+12,00 (próximo à ombreira direita), 1+62,00, 2+10,00 (eixo da galeria), 3+22,00 e 3+92,00 (próximo à ombreira esquerda).

Nestas seções estão instalados marcos superficiais de alinhamento, piezômetros elétricos, piezômetros tipo Casagrande modificado (instalados no maciço e na fundação), medidores de recalque hidráulico, medidores de recalque telescópico tipo IPT, inclinômetros e medidores de nível d'água.

#### I.4.7 ACESSOS À BARRAGEM

O principal acesso à barragem é feito através da PR-423, sentido Araucária - Campo Largo, por volta do km 15, da qual, em direção ao empreendimento, percorre-se um trecho de aproximadamente 1km de estrada de chão em boas condições.



Figura 5 - Acesso à Barragem do Rio Verde

#### I.5 RECURSOS MATERIAIS E LOGÍSTICOS NA BARRAGEM

##### I.5.1 INTRODUÇÃO

Para fazer face a situações de emergência, devem existir recursos materiais fixos e mobilizáveis, com destaque para os meios de comunicação, de fornecimento de energia, de transporte e outros. Esses recursos são necessários para um atendimento imediato e provisório, para fazer frente às condições de emergência que estejam se iniciando, para que se possa ganhar tempo, até à chegada de equipe, equipamento e materiais, que realmente possam ter uma ação mais completa sobre o evento.

##### I.5.2 SISTEMAS DE ILUMINAÇÃO E ALIMENTAÇÃO DE ENERGIA

Em caso de emergência, a Petrobras possui disponibilidade de sistema de iluminação móvel composto por três torres de iluminação alimentadas por gerador de energia com motor diesel, com 4 lâmpadas de 1.000W, 404.000 lumens e a 9,15 metros de elevação, que, em caso de necessidade, poderão ser deslocadas até a barragem e distribuídas ao longo da crista e do paramento de jusante da barragem. As torres móveis ficam armazenadas na Repar.

### I.5.3 SALA DE EMERGÊNCIA

A Petrobras dispõe de local específico e dimensionado para estabelecimento do Posto de Comando de forma rápida e eficiente localizado Refinaria Presidente Getúlio Vargas – REPAR, na Sala de reuniões da Gerência Geral e salas adjacentes destinadas as seções, conforme Layout abaixo:

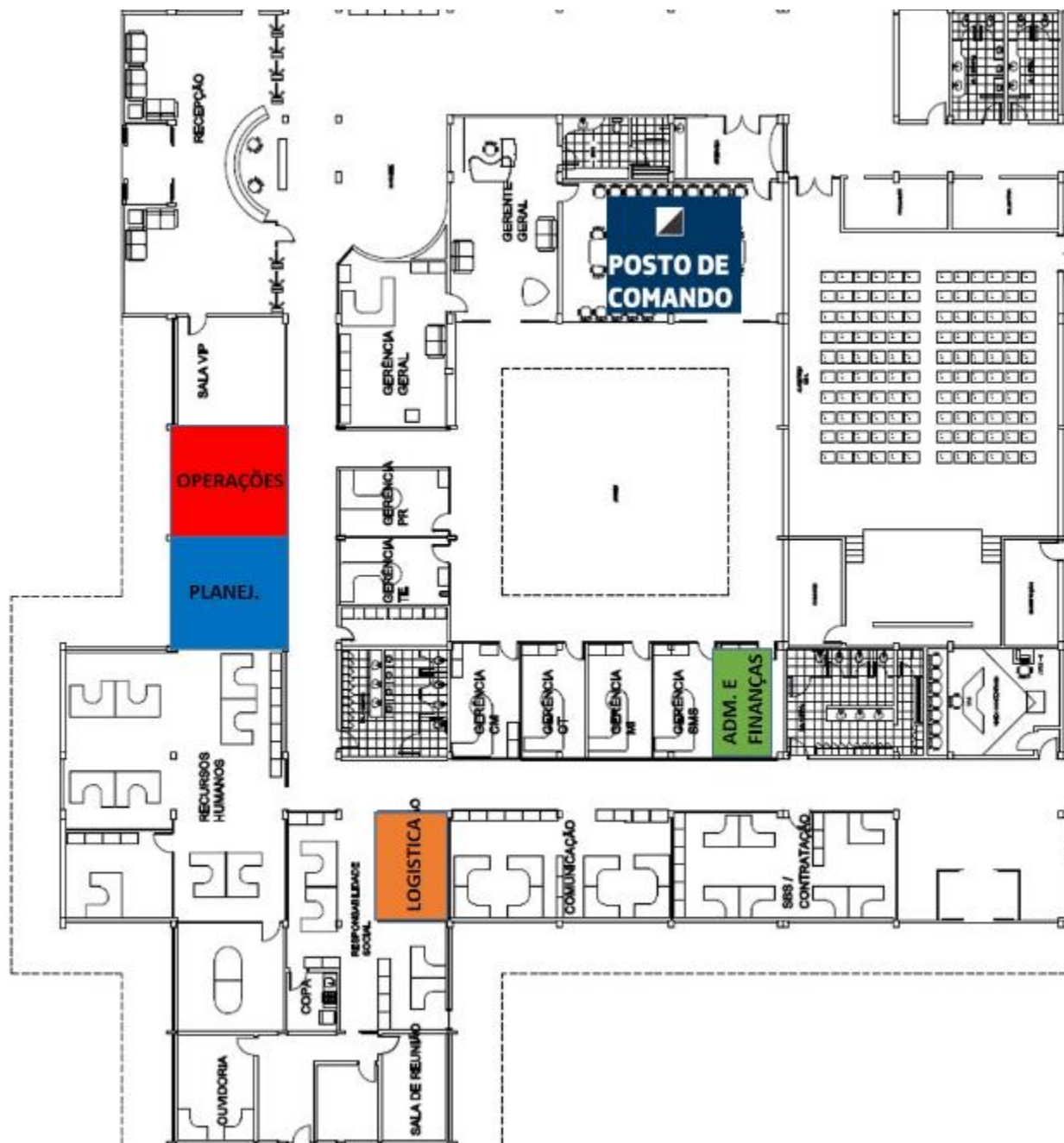


Figura 6 - Localização do Posto de Comando na REPAR

### I.5.4 RECURSOS MATERIAIS MOBILIZÁVEIS EM SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA

A unidade também dispõe de local específico (CRE - Centro de Resposta a Emergências), para a guarda de todo material de combate e controle a emergências, garantindo sua conservação e manutenção.



## SEÇÃO II – DETECÇÃO, AVALIAÇÃO, CLASSIFICAÇÃO E AÇÕES ESPERADAS PARA CADA NÍVEL DE RESPOSTA

### II.1 IDENTIFICAÇÃO DAS SITUAÇÕES

Após a detecção de qualquer anomalia ou ocorrência, a primeira ação a ser empreendida pelo Coordenador do PAE é a **classificação inicial do nível de resposta** conforme níveis de emergência descritos no item II.2. Posteriormente, consoante à classificação estabelecida, o Coordenador do PAE deverá seguir os **fluxogramas de ações pré-definidos para cada nível de resposta**, apresentados no item II.3.

As anomalias da barragem do Rio Verde podem ser identificadas através de:

**Reclamação externa:** Sempre que houver acionamento pelo público externo através do telefone verde da PETROBRAS 0800-728-9001 ou telefone interno (3641-2211), o setor de segurança patrimonial deverá comunicar imediatamente o Coordenador do PAE;

**Rotina Operacional:** durante as inspeções de rotina na barragem, sempre que for evidenciado alguma anormalidade, deverá ser notificado o Coordenador do PAE;

**Inspeções Regulares de Segurança de Barragem:** durante as inspeções regulares de segurança, sempre que for evidenciado alguma anormalidade, deverá ser notificado o Coordenador do PAE;

**Alerta de inundação pelo sistema de meteorologia:** sempre que o sistema meteorológico evidenciar precipitações críticas para a região através dos meios de comunicação ou contato direto, será deslocado equipe para monitoramento dos volumes da barragem.

## II.2 CLASSIFICAÇÃO DAS SITUAÇÕES

A classificação do nível de resposta deve ser feita em quatro níveis, de acordo com a descrição das características gerais de cada situação de emergência em potencial da barragem:

|                            |  |
|----------------------------|--|
| <b>Nível de resposta 0</b> | <b>Normal (verde):</b> quando as anomalias encontradas ou a ação de eventos externos à barragem não comprometam a segurança da barragem, mas devam ser controladas e monitoradas ao longo do tempo;  |
| <b>Nível de resposta 1</b> | <b>Atenção (amarelo):</b> quando as anomalias encontradas ou a ação de eventos externos à barragem não comprometam a segurança da barragem no curto prazo, mas devam ser controladas, monitoradas ou reparadas;  |
| <b>Nível de resposta 2</b> | <b>Alerta (laranja):</b> quando as anomalias encontradas ou a ação de eventos externos à barragem representem risco à segurança da barragem, no curto prazo, devendo ser tomadas providências para a eliminação do problema;   |
| <b>Nível de resposta 3</b> | <b>Emergência (vermelho):</b> quando as anomalias encontradas ou a ação de eventos externos à barragem representem risco de ruptura iminente, devendo ser tomadas medidas para prevenção e redução dos danos materiais e humanos decorrentes do colapso da barragem. |

A classificação do nível de resposta poderá ser realizada através de dois mecanismos, sendo eles:

- 1. Indicadores qualitativos:** detectados através da observação ou de inspeções visuais de diferentes componentes da obra, permitindo a detecção de “avisos ou sinais” de eventuais anomalias de comportamento.
- 2. Indicadores quantitativos:** consiste na análise dos resultados de instrumentação, onde se definiram faixas de variações para grandezas representativas do estado da estrutura, as quais são observadas pela auscultação.

As tabelas a seguir apresentam os indicadores qualitativos e quantitativos a serem avaliados, seguidos de seus respectivos níveis de resposta e medidas de intervenção específicas para cada caso, quando aplicável.

Tabela 1 - Definição do nível de resposta em função do tipo de ocorrência excepcional ou de circunstância anômala na barragem do Rio Verde

| Ocorrência excepcional ou circunstância anômala  | Cenários possíveis   | Nível de resposta  |
|--|--|--|
| Cheias   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento excessivo do nível de água no reservatório</li> <li>• Galgamento</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Deve ser estabelecido com base em indicadores quantitativos: níveis no reservatório e escoamento afluente</li> </ul>  |
| Sismos   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ruptura da barragem</li> <li>• Inoperacionalidade dos órgãos extravasores</li> <li>• Perda de borda livre</li> <li>• Deslizamento nos taludes da barragem</li> <li>• Deslizamento de encostas</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Deve ser estabelecido com base em indicadores quantitativos</li> </ul>  |
| Ruptura da barragem a montante   | • Sem galgamento da estrutura em análise   | • Nível 0 / Nível 1  |
|  | • Galgamento da estrutura em análise   | • Nível 2 / Nível 3  |
| Falha de elementos extravasores ou de equipamentos de operação   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Impossibilidade de manobra ou de esvaziamento do reservatório</li> <li>• Redução da capacidade de vazão</li> <li>• Galgamento</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nível 0 (fora da época de cheias)</li> <li>• Nível 1/Nível 2 (durante época de cheias ou bacias sujeitas a cheias repentinas)</li> <li>• Nível 3 (no caso de ocasionar galgamento da estrutura em análise)</li> </ul> |
| Falha nos sistemas de notificação e alerta   | • Impossibilidade de notificação   | • Nível 0 / Nível 1 (fora da época de cheias)  |
|  | • Impossibilidade de alerta  | • Nível 1/Nível 2 (durante a época de cheias)  |
| Falha da instrumentação  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de dados de observação</li> <li>• Dificuldade em avaliar a situação da barragem</li> </ul>  | • Nível 0 / Nível 1  |
| Anomalias relacionadas com o comportamento estrutural, a fundação e os materiais   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fendilhação, infiltrações no corpo da barragem e fundação e movimentos diferenciais</li> <li>• Fenômenos de deterioração no concreto</li> <li>• Instabilidade estrutural, risco de ruptura</li> <li>• Conjunto de grandezas que se traduzem em efeitos (variação de deslocamentos horizontais e verticais, movimentos de juntas, vazões e subpressões)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nível 0 / Nível 1 / Nível 2</li> <li>• Indicadores quantitativos</li> </ul>   |
| Ação criminosa:<br>Sabotagem<br>Ameaça de bomba<br>Atos de guerra  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Impossibilidade de manobra ou de esvaziamento do reservatório</li> <li>• Perda de borda livre e conseqüente galgamento</li> <li>• Instabilização de taludes</li> <li>• Perigo de instabilidade ou ruptura</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nível 1</li> <li>• Nível 2</li> <li>• Nível 3</li> </ul>  |
| Fatores de risco no Centro de Comando de Emergência e pontos nevrálgicos. Acidentes pessoais, incêndios, inundações e vandalismo | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Danos materiais</li> <li>• Eventual impossibilidade de operar à distância órgãos de manobra</li> <li>• Eventual impossibilidade de notificação e de alerta</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nível 0 (pode afetar a funcionalidade)</li> <li>• Nível 1 (pode afetar a segurança)</li> </ul>  |

Tabela 2 - Classificação do nível de resposta. Indicadores qualitativos detectáveis pela inspeção visual na barragem do Rio Verde

| Inspeção visual                               | Situação  | Cenários possíveis de incidentes ou acidentes   | Eventuais medidas de intervenção   | Nível de resposta                           |
|---|---|---|--|---|
| Reservatório                                  | Sedimentos afluentes  | Obstrução da entrada da descarga de fundo   | Operação da descarga de fundo;<br><br>Melhorias a nível de conservação do solo da bacia hidrográfica;<br><br>Abertura de valas perimetrais no reservatório.                                    | Nível 1                                     |
|   | Escorregamento de taludes   | Geração de ondas que conduzem a potenciais galgamentos da barragem.<br><br>Obstrução da descarga de fundo / tomada d'água         | Intervenções de estabilização dos taludes;<br><br>Rebaixamento do nível de água no reservatório;<br><br>Avaliação da possibilidade de novos escorregamentos.                                   | Nível 1 / Nível 2                           |
|   | Subida do nível de água acima do NMM devido à cheias superiores à cheia de projeto  | Potencial galgamento da obra  | Rebaixamento do nível de água no reservatório (operação da descarga de fundo);<br><br>Observação da situação;<br><br>Fichas de emergência nº 2, 6 e 10.  | Nível 1 / Nível 2 / Nível 3 (vide Tabela 4) |
| Corpo da barragem                             | Movimentos, fissuras e trincas.<br><br>Erosões<br><br>Zonas úmidas e/ou surgências no talude de jusante ou na inserção da barragem na fundação. | Perda de borda livre.<br><br>Erosão interna.<br><br>Instabilidade no corpo do aterro.<br><br>Instabilidade global aterro-fundação | Rebaixamento do nível de água no reservatório;<br><br>Obras de reabilitação a definir conforme Fichas de Emergência nº 3, 4, 7, 8, 11 e 12.  | Nível 0/ Nível 1/ Nível 2/ Nível 3          |
| Ombreiras da barragem                         | Surgências nas ombreiras  | Eventual arrastamento de materiais finos do trecho superficial da fundação, do aterro e/ou de fraturas                            | Obras de reabilitação a definir conforme Fichas de Emergência nº 1, 5 e 9.<br><br>Obras da situação.   | Nível 1/ Nível 2/ Nível 3                   |
| Galeria de tomada de água e descarga de fundo | Deterioração das paredes da galeria.<br><br>Deterioração do conduto.<br><br>Erosão, fissuras, fendas no concreto, passagens de água.            | Instabilidade estrutural da galeria.<br><br>Perda de estanqueidade da galeria.<br><br>Erosão interna no aterro                    | Intervenções de impermeabilização do concreto e/ou juntas da galeria;<br><br>Reforço estrutural da galeria;<br>Substituição dos trechos de conduto danificados;<br><br>Observação da situação. | Nível 0 / Nível 1                           |
| Vertedouro                                    | Movimentos, erosões, fissuras e fendas<br><br>Deposição de materiais/obstrução  | Alterações químicas no concreto.<br><br>Instabilidade estrutural.<br><br>Modificações das condições de escoamento.                | Intervenções de reabilitação e/ou substituição da instrumentação;<br><br>Reforço da atividade de inspeção de segurança.  | Nível 0 / Nível 1                           |
| Instrumentação                                | Inoperacionalidade e/ou funcionamento   | Ocorrência de funcionamentos anômalos do corpo da   | Intervenções de reabilitação e/ou substituição da instrumentação;  | Nível 0 / Nível 1                           |

| Inspeção visual                                  | Situação   | Cenários possíveis de incidentes ou acidentes  | Eventuais medidas de intervenção                                | Nível de resposta |
|--|--|--|---|-------------------|
|  | deficiente da instrumentação                     | barragem e/ou fundação, associados às grandezas em observação, sem possibilidade de detecção.                | Reforço da atividade de inspeção da barragem                    |                   |
| Equipamentos hidromecânicos da descarga de fundo | Inoperacionalidade e/ou funcionamento deficiente | Impossibilidade de acionar a descarga de fundo para rebaixamento do reservatório sem situação de emergência. | Intervenções de reabilitação e/ou substituição dos componentes. | Nível 1           |

Tabela 3 - Classificação do nível de resposta. Indicadores qualitativos detectáveis pela análise dos dados do sistema monitoramento da Barragem do Rio Verde

| Dispositivos   | Situação  | Cenários possíveis de incidentes ou acidentes   | Eventuais medidas de intervenção  | Nível de resposta                 |
|--|---|---|---|-----------------------------------|
| Piezômetros instalados na fundação e aterro (Níveis piezométricos) | Incremento /diminuição importante dos níveis piezométricos (comparar com os níveis detalhados nas Tabelas 4 e 5)  | Funcionamento deficiente dos elementos de impermeabilização da fundação.<br><br>Funcionamento deficiente dos elementos de impermeabilização do corpo da barragem.<br><br>Funcionamento deficiente dos filtros/drenos.<br><br>Erosão interna.<br><br>Instabilidade global aterro-fundação. | Rebaixamento do nível de água no reservatório;<br><br>Drenagem;<br><br>Tratamento da fundação;<br><br>Obras de reabilitação (aterros de estabilização, obras de drenagem a jusante e obras de impermeabilização a montante);<br><br>Intensificação da observação. | Nível 1 /Nível 2                  |
| Marcos superficiais (Movimentos superficiais)                      | Incremento importante dos recalques e deslocamentos horizontais (comparar com as faixas de valores detalhados na Tabela 4. Analisar os níveis piezométricos). | Erosão interna.<br><br>Instabilidade do corpo do aterro.<br><br>Instabilidade global aterro-fundação.<br><br>Recalques – perda de borda livre – galgamento – erosão externa.<br><br>Abatimentos – Perda de borda livre.<br><br>Galgamento – Erosão.                                       | Rebaixamento do nível do reservatório;<br><br>Obras de reabilitação a definir conforme Fichas de Emergência nº 3, 4, 7, 8, 11 e 12;<br><br>Intensificação da observação.  | Nível 1 /<br>Nível 2 /<br>Nível 3 |
| Inclinômetros (deslocamentos internos horizontais)                 | Incremento importante e inesperado dos deslocamentos horizontais internos (comparar com as faixas de valores detalhados na Tabela 4).                         | Deslocamentos horizontais excessivos.<br><br>Instabilidade do corpo do aterro.<br><br>Instabilidade global aterro-fundação.   | Rebaixamento do nível do reservatório;<br><br>Obras de reabilitação a definir conforme Fichas de Emergência nº 3, 4, 7, 8, 11 e 12;<br><br>Intensificação da observação.  | Nível 1 /<br>Nível 2 /<br>Nível 3 |
| Placas de recalque (deslocamentos internos verticais)              | Incremento importante e inesperado dos deslocamentos verticais internos (comparar com as faixas de valores detalhados na Tabela 4).                           | Deslocamentos verticais excessivos.<br><br>Instabilidade do corpo do aterro.<br><br>Instabilidade global aterro-fundação.   | Rebaixamento do nível do reservatório;<br><br>Obras de reabilitação a definir conforme Fichas de Emergência nº 3, 4, 7, 8, 11 e 12;<br><br>Intensificação da observação.  | Nível 1 /<br>Nível 2 /<br>Nível 3 |

A Tabela 4 apresenta os **indicadores quantitativos** para os níveis de resposta da Barragem do Rio Verde. A definição destes indicadores foi feita a partir dos seguintes critérios:

- Situação hidrológica:** De acordo com o relatório RL-295-FHQ-5100-3-002, o Bureau of Reclamation (2012) define que o reservatório deve ter uma borda livre de, no mínimo, 0,90 metros (3 pés) ou “Wave Runup + Wind Setup” (para o estudo realizado na Barragem do Rio Verde, representa uma borda livre de 1,41m), sendo adotado o maior dos resultados para critérios de projeto. Dessa forma, o nível do reservatório foi definido admitindo-se como condição normal, o limite indicado pela borda livre de 1,41 m e como condição de emergência, uma altura de lâmina d’água que resulte em uma borda livre inferior a 0,90 cm. Os níveis de atenção e alerta foram definidos em faixas situadas entre os níveis normais e de emergência. Obs.: as leituras deverão ser realizadas com o auxílio de réguas instaladas e aferidas a uma distância mínima de 25,9 m da soleira do vertedouro.
- Sismos:** As faixas de velocidades para os diferentes níveis de resposta na ocorrência de sismos foram determinadas através de análises de estabilidade pseudo-estáticas admitindo-se o perfeito funcionamento do sistema de drenagem interna da barragem e variando-se o coeficiente sísmico horizontal para a obtenção dos fatores de segurança. Como a barragem não está localizada em zona sísmica, não é necessário que se faça um estudo sísmico específico. Foram considerados os seguintes intervalos:  $FS \geq 1,45$  – Nível 0.  $1,45 < FS \geq 1,30$  – Nível 1.  $1,30 < FS \geq 1,15$  – Nível 2.  $FS < 1,15$  – Nível 3.
- Variação dos deslocamentos vertical e horizontal:** A variação dos deslocamentos vertical e horizontal foi definida com base na escala criada por Nascimento (1967) para velocidades para enquadramento de movimentos de massa e na definição de rastejo de Terzaghi (1950). As velocidades de movimentação de massa consideradas de nível “Nível 0”, “Nível 1” e “Nível 2” basearam-se na escala de Nascimento apresentada abaixo. Para o “Nível 3”, adotou-se, conservadoramente, a velocidade de 300 mm/ano.

| Situação de segurança | Tipo de movimento de massa       | Velocidade do movimento (mm/ano)                       |
|-----------------------|----------------------------------|--|
| Nível 0               | Inferior à velocidade de rastejo | > 30 mm/ano  |
| Nível 1               | Superior a rastejo               | 30 mm/ano  |
| Nível 2               | Fluimento extremamente lento     | 60 mm/ano  |
| Nível 3               | Fluimento muito lento            | 1500 mm/ano (Nascimento, 1967)<br>300 mm/ano (adotado) |

- Leituras piezométricas:** Foram considerados os seguintes intervalos:  $FS \geq 1,45$  – Nível 0.  $1,45 < FS \geq 1,30$  – Nível 1.  $1,30 < FS \geq 1,15$  – Nível 2.  $FS < 1,15$  – Nível 3. Na Tabela 5 é apresentado um resumo dos níveis piezométricos críticos.

Tabela 4 - Indicadores quantitativos associados à instrumentação na barragem do Rio Verde

| SITUAÇÃO HIDROLÓGICA   | INSTRUMENTAÇÃO   | NÍVEL DE RESPOSTA |
|--|--|-------------------|
| Lâmina d'água acima da soleira do vertedouro inferior a 1,95 m | Sismos que originam no local da barragem acelerações < 0,015g.<br>Variação do deslocamento vertical inferior a 10 mm/ano<br>Variação do deslocamento horizontal inferior a 30 mm/ano<br>Leituras piezométricas de acordo com o estabelecido na Tabela 5.   | Nível 0           |
| Lâmina d'água acima da soleira do vertedouro superior a 2,10 m | Sismos que originam no local da barragem acelerações > 0,015g.<br>Variação do deslocamento vertical superior a 10 mm/ano<br>Variação do deslocamento horizontal superior a 30 mm/ano<br>Leituras piezométricas de acordo com o estabelecido na Tabela 5.   | Nível 1           |
| Lâmina d'água acima da soleira do vertedouro superior a 2,20 m | Sismos que originam no local da barragem acelerações > 0,06g.<br>Variação do deslocamento vertical superior a 20 mm/ano<br>Variação do deslocamento horizontal superior a 60 mm/ano<br>Leituras piezométricas de acordo com o estabelecido na Tabela 5.    | Nível 2           |
| Lâmina d'água acima da soleira do vertedouro superior a 2,45 m | Sismos que originam no local da barragem acelerações > 0,115g.<br>Variação do deslocamento vertical superior a 100 mm/ano<br>Variação do deslocamento horizontal superior a 300 mm/ano<br>Leituras piezométricas de acordo com o estabelecido na Tabela 5. | Nível 3           |

Tabela 5 - Resumo dos Níveis Piezométricos Críticos

| Piezômetro              | Nível 0   | Nível 1                        | Nível 2 | Nível 3 |
|-------------------------|-----------|--------------------------------|---------|---------|
| PC-5<br>PC-6            | < 883,43m | 883,43m                        | 883,88m | 884,45m |
| PC-7<br>PC-8<br>PT-7/8  | < 880,41m | 880,41m                        | 880,73m | 881,12m |
| PC-9<br>PC-10           | < 879,19m | 879,19m                        | 879,46m | 879,79m |
| PC-11<br>PC-12          | < 878,00m | 878,00m <sup>876</sup><br>,42m | 878,00m | 878,00m |
| PC-17<br>PC-18          | < 883,43m | 883,43m                        | 883,88m | 884,45m |
| PC-19<br>PC-20          | < 880,41m | 880,41m                        | 880,73m | 881,12m |
| PC-21<br>PC-22          | < 879,19m | 879,19m                        | 879,46m | 879,79m |
| PC-23<br>PC-24          | < 878,00m | 878,00m                        | 878,00m | 878,00m |
| PC-53                   | < 883,62m | 883,62m                        | 884,08m | 884,66m |
| PC-54                   | < 882,65m | 882,65m                        | 883,07m | 883,58m |
| PC-55                   | < 880,59m | 880,59m                        | 880,91m | 881,31m |
| PC-56                   | < 880,11m | 880,11m                        | 880,41m | 880,79m |
| PC-29<br>PT-29<br>PC-30 | < 883,43m | 883,43m                        | 883,88m | 884,45m |
| PC-31                   | < 882,65m | 882,65m                        | 883,07m | 883,58m |



| Piezômetro  | Nível 0   | Nível 1 | Nível 2 | Nível 3 |
|---|-----------|---------|---------|---------|
| PC-32<br>PR-32<br>PC-33   | < 880,41m | 880,41m | 880,73m | 881,12m |
| PC-34   | < 879,19m | 879,19m | 879,46m | 879,79m |
| PC-36<br>PC-37  | < 878,00m | 878,00m | 878,00m | 878,00m |
| PC-42<br>PC-43  | < 883,43m | 883,43m | 883,88m | 884,45m |
| PC-44<br>PT-44<br>PC-45   | < 880,41m | 880,41m | 880,73m | 881,12m |
| PC-93<br>PR-93  | < 879,69m | 879,69m | 879,98m | 880,34m |
| PC-46<br>PC-47  | < 879,19m | 879,19m | 879,46m | 879,79m |
| PC-48<br>PC-49  | < 878,00m | 878,00m | 878,00m | 878,00m |
| PC-92   | < 879,69m | 879,69m | 879,98m | 880,34m |
| PC-77<br>PC-78<br>PT-78<br>PC-85<br>PC-86<br>PC-87<br>PT-88<br>PT-88A<br>PC-89<br>PC-90<br>PC-91A | < 878,00m | 878,00m | 878,00m | 878,00m |

| Piezômetro | Nível 0 | Nível 1 | Nível 2 | Nível 3 |
|------------|---------|---------|---------|---------|
| PC-101     | <880.8  | 880,8   | 881     | 881,2   |
| PC-102     | <880.8  | 880,8   | 881     | 881,2   |
| PC-103     | <879.7  | 879,7   | 880,2   | 880,6   |
| PC-104     | <879.7  | 879,7   | 880,2   | 880,6   |
| PC-105     | <878    | 878     | 878     | 878     |
| PC-106     | <875.8  | 875,8   | 876,4   | 877,2   |
| PC-107     | <880.8  | 880,8   | 881     | 881,2   |
| PC-108     | <880.8  | 880,8   | 881     | 881,2   |
| PC-109     | <879.7  | 879,7   | 880,2   | 880,6   |

| Piezômetro | Nível 0 | Nível 1 | Nível 2 | Nível 3 |
|------------|---------|---------|---------|---------|
| PC-110     | <879.7  | 879,7   | 880,2   | 880,6   |
| PC-111     | <878    | 878     | 878     | 878     |
| PC-112     | <875.8  | 875,8   | 876,4   | 877,2   |
| PC-113     | <880.8  | 880,8   | 881     | 881,2   |
| PC-114     | <880.8  | 880,8   | 881     | 881,2   |
| PC-115     | <879.7  | 879,7   | 880,2   | 880,6   |
| PC-116     | <879.7  | 879,7   | 880,2   | 880,6   |
| PC-117     | <878    | 878     | 878     | 878     |
| PC-118     | <878    | 878     | 878     | 878     |
| PC-119     | <880.8  | 880,8   | 881     | 881,2   |
| PC-120     | <880.8  | 880,8   | 881     | 881,2   |
| PC-121     | <879.7  | 879,7   | 880,2   | 880,6   |
| PC-122     | <879.7  | 879,7   | 880,2   | 880,6   |
| PC-123     | <878    | 878     | 878     | 878     |
| PC-124     | <878    | 878     | 878     | 878     |
| PC-125     | <880.8  | 880,8   | 881     | 881,2   |
| PC-126     | <880.8  | 880,8   | 881     | 881,2   |
| PC-127     | <879.7  | 879,7   | 880,2   | 880,6   |
| PC-128     | <879.7  | 879,7   | 880,2   | 880,6   |
| PC-129     | <878    | 878     | 878     | 878     |
| PC-130     | <877    | 877     | 877     | 877,2   |
| PC-131     | <880.8  | 880,8   | 881     | 881,2   |
| PC-132     | <880.8  | 880,8   | 881     | 881,2   |
| PC-133     | <879.7  | 879,7   | 880,2   | 880,6   |
| PC-134     | <879.7  | 879,7   | 880,2   | 880,6   |
| PC-135     | <877    | 877     | 877     | 877     |
| PC-136     | <876    | 876     | 876     | 876     |

## II.2 AÇÕES ESPERADAS

De modo geral, em função das características da Barragem do Rio Verde, destacam-se quatro mecanismos de falha que podem ser considerados de maior importância na barragem e, portanto, passíveis de ações específicas para cada nível de resposta.

Os principais mecanismos de falha são:

- **Piping** (percolação não controlada de água no maciço ou na fundação)
- **Overtopping** (galgamento em decorrência de chuvas de grande intensidade e obstrução do extravasor)
- **Deformações e recalques**
- **Deterioração dos taludes/paramentos**

A seguir são apresentadas as ações esperadas para cada nível de resposta, com ações específicas para os quatro mecanismos de falha listados anteriormente (FICHAS DE EMERGÊNCIA). Para auxiliar nos trabalhos, a Ficha de Emergência correspondente à situação de emergência identificada poderá ser destacada e levada a campo, pois nela constam as principais ações corretivas que podem ser seguidas.

Nas tabelas 1 a 3, apresentadas anteriormente, são apresentadas eventuais medidas de intervenção para os demais indicadores qualitativos e quantitativos detectáveis na barragem. Para estes, cabe ao Coordenador do PAE, em conjunto com a Equipe de Segurança da Barragem e o projetista/consultor, a definição e implementação das medidas preventivas e corretivas adequadas a cada caso.

## II.2.1 Ações para eventos classificados como NÍVEL 0 (Normal)

Tabela 6 - Nível de resposta 0 (Normal) – Ações de resposta a implementar pelo Coordenador do PAE

| AÇÃO   | QUANDO                                    | TIPO DE AÇÃO                         |
|--|---|--------------------------------------|
| Promove a avaliação da natureza e extensão do incidente ou ocorrência.<br>Consulta o projetista e/ou consultor.<br>Declara manutenção do nível de resposta Normal. | Após a detecção da anomalia ou ocorrência | Classificação do nível de resposta   |
| Notifica os recursos internos no sentido de manterem a normal operação, mantendo o monitoramento e observação da barragem.<br>Notifica o empreendedor.             | Após identificar o nível de resposta      | Notificação interna                  |
| Quando aplicável, implementa medidas preventivas e corretivas para a manutenção do nível de resposta Normal.   | Durante a situação Normal                 | Manutenção do nível Normal.          |
| Verifica:<br>1) Se as medidas implementadas garantiram a manutenção do nível de resposta Normal.<br>2) Se a situação evoluiu para o Nível de Resposta 1.           | Após a aplicação das medidas              | Reclassificação do nível de resposta |

### 3.3.2 Ações esperadas para o Nível de Resposta 1

Tabela 7 - Nível de Resposta 1. Ações de resposta a implementar pelo Coordenador do PAE

| AÇÃO   | QUANDO  | TIPO DE AÇÃO  |
|--|---|---|
| Promove a avaliação da natureza e extensão do incidente ou ocorrência.<br>Consulta o projetista e/ou consultor<br>Declara manutenção do Nível de resposta 1  | Após a detecção da anomalia ou ocorrência                                     | Classificação do nível de resposta                              |
| Notifica os recursos internos: <ul style="list-style-type: none"> <li>No caso de cheias ou deslizamento iminente de encostas: notificação de estado de vigilância permanente - 24h/dia;</li> <li>Nos casos restantes, notificação no sentido de "intensificarem o monitoramento ou a observação"</li> </ul> Notifica o empreendedor<br>Promove contato com as entidades externas: <ul style="list-style-type: none"> <li>Com responsabilidades instituídas: SIMEPAR e CEMADEN.</li> <li>Com a entidade fiscalizadora: AGUASPARANÁ</li> </ul> | Após identificar o nível de resposta  | Notificação interna e externa para apoio à gestão da emergência |
| Implementa o monitoramento contínuo das aflúncias ou a observação mais intensa da barragem<br>Monitora as descargas para jusante da barragem e consulta o mapa de inundação do vale a jusante<br>Registra todas as observações e ações<br>Verifica a operacionalidade dos meios de emergência: sistemas de comunicação e sistemas de notificação e alerta.   | Após identificar o nível de resposta e ao longo de toda a situação de Nível 1 | Monitoramento da situação                                       |
| Promove o deslocamento de técnicos especialistas à barragem, para avaliar a natureza e extensão do acidente.<br>Implementa medidas preventivas e corretivas de acordo com a Ficha de Emergência ou de acordo com o recomendado pelo Projetista/Consultor.  | Durante a situação de Nível 1   | Implementação de medidas preventivas e corretivas               |
| Verifica: <ol style="list-style-type: none"> <li>Se as medidas implementadas garantiram resultam (ou se a ocorrência deixa de constituir ameaça) e se a situação retrocede para o nível de resposta 0 (Normal) - (elaborando o formulário de encerramento de emergência)</li> <li>Se a situação evoluiu para o nível de resposta 2</li> </ol>  | Após a aplicação das medidas  | Reclassificação do nível de resposta                            |

## FICHA DE EMERGÊNCIA 1 - PIPING - Nível 1

Surgência e água nas áreas a jusante

### CONSEQUÊNCIA

Percolação não controlada de água no maciço ou na fundação

### PROCEDIMENTOS

#### COMUNICAÇÃO IMEDIATA:

- Coordenação de ações de resposta;
- Coordenação de planejamento;
- Projetista / Consultor.
- Entidades de interesse: AGUAS PARANÁ, CEMADEN e SIMEPAR.

#### ATIVIDADES MITIGADORAS:

1. Inspeccionar cuidadosamente a área e tentar verificar a causa da surgência;
2. Confirmar se a água percolada possui sinais de carreamento de solo;
3. Caso seja possível, medir e monitorar a quantidade de fluxo e verificar se há aumento e/ou redução da vazão percolada (utilizando balde graduado e cronômetro);
4. Se o aumento de vazão e/ou carreamento de solo for verificado, deve-se executar imediatamente um dreno invertido, de acordo com a seguinte sequência de ações:
  - a. Isolar a área do vazamento e remover a vegetação;
  - b. Lançar camada de manta geotêxtil (bidim) e de areia sobre a área do vazamento com folga lateral de aproximadamente 2,0 m;
  - c. Lançar camada de brita 1 sobre a camada de manta geotêxtil e de areia;
  - d. Lançar camada de brita 3 sobre a camada de brita 1;
5. Monitorar as ações corretivas de modo a avaliar sua eficiência.

#### LISTA DE EQUIPAMENTOS E MATERIAIS NECESSÁRIOS

**Equipamentos:** Retroescavadeira e compactador manual.

**Materiais:** Cronômetro, balde graduado, manta geotêxtil, areia, brita 1, brita 3.

## FICHA DE EMERGÊNCIA 2 - OVERTOPPING - Nível 1

Aumento excessivo do nível d'água na barragem

### CONSEQUÊNCIA

Galgamento (overtopping) do corpo do aterro.

### PROCEDIMENTOS

#### COMUNICAÇÃO IMEDIATA:

- Coordenação de ações de resposta;
- Coordenação de planejamento;
- Projetista / Consultor.
- Entidades de interesse: ÁGUAS PARANÁ, CEMADEN e SIMEPAR.

#### ATIVIDADES MITIGADORAS:

1. Realizar a abertura da descarga de fundo;
2. Avaliar a viabilidade de rebaixamento do nível do reservatório (instalar bombas e/ou derivar parte da água para outro local);
3. Disponibilizar equipamentos suficientes para, se necessário, dar início à escavação de um canal extravasor lateral de emergência, próximo ao vertedouro da barragem.

#### LISTA DE EQUIPAMENTOS E MATERIAIS NECESSÁRIOS

**Equipamentos:** Retroescavadeira, bomba submersível.

**Materiais:** -

## FICHA DE EMERGÊNCIA 3 – DEFORMAÇÕES E RECALQUES – Nível 1

**Existência de trincas, abatimentos ou escorregamentos, com potencial de comprometimento da segurança da estrutura (deformações e recalques)**

### CONSEQUÊNCIA

Deformações e recalques

### PROCEDIMENTOS

#### COMUNICAÇÃO IMEDIATA:

- Coordenação de ações de resposta;
- Coordenação de planejamento;
- Projetista / Consultor.
- Entidades de interesse: AGUAS PARANÁ, CEMADEN e SIMEPAR.

#### ATIVIDADES MITIGADORAS:

1. Inspeccionar o local onde se encontram as trincas, abatimentos ou escorregamentos e registrar sua localização, extensão, profundidade e demarcar seus limites. Avaliar a causa provável, o grau de comprometimento da estrutura e a possibilidade de evolução da situação;
2. Para identificação da profundidade da trinca:
  - i) injetar mistura de cal e água na proporção 1:3 (cal: água) (para cada saco de 25 kg de cal, utilizar 75 litros de água); e/ou
  - ii) escavar o local afetado até ultrapassar o fundo da trinca, reaterrar e recompactar com solo argiloso, preferencialmente da área de empréstimo ou bentonita, em camadas de 20 cm.
3. Para o caso de preenchimento da trinca com bentonita e cimento:
  - Utilizar calda de cimento com 10% de bentonita – Traço 7:10:1 (água: cimento: bentonita).
 Dependendo da situação in loco pode ser adotada outra solução para tratar a trinca, tal como a escavação de uma trincheira na região do incidente;
4. Recompôr o maciço no local dos abatimentos ou escorregamentos. Caso o problema tenha afetado também a inclinação do talude, deve-se restabelecer sua inclinação de projeto e recuperar o sistema de drenagem superficial;
5. A depender das condições observadas, implantar reforço do maciço a partir de lançamentos de blocos no pé do maciço;
6. Continuar monitorando rotineiramente o local, e o barramento como um todo, para verificar indícios de novos focos de problema;
7. Monitorar as ações implantadas de modo a avaliar sua eficiência.

#### LISTA DE EQUIPAMENTOS E MATERIAIS NECESSÁRIOS

**Equipamentos:** Rolo compactador ou compactador manual, retroescavadeira, caminhão basculante.

**Materiais:** Equipamento de medição simples (trena, régua), cal, cimento, bentonita, solo argiloso (empréstimo), enrocamento.



## FICHA DE EMERGÊNCIA 4 - DETERIORAÇÃO DOS TALUDES /PARAMENTOS - Nível 1

Depressões acentuadas nos taludes, escorregamentos, sulcos profundos de erosão, com potencial de comprometimento da segurança da estrutura (deterioração dos taludes/paramentos)

### CONSEQUÊNCIA

Deterioração dos Taludes/ Paramentos

### PROCEDIMENTOS

#### COMUNICAÇÃO IMEDIATA:

- Coordenação de ações de resposta;
- Coordenação de planejamento;
- Projetista / Consultor.
- Entidades de interesse: AGUAS PARANÁ, CEMADEN e SIMEPAR.

#### ATIVIDADES MITIGADORAS:

1. Inspeccionar o local onde se encontram as depressões, escorregamentos e sulcos profundos de erosão e registrar sua localização, extensão, profundidade e demarcar seus limites. Avaliar a causa provável, o grau de comprometimento da estrutura e a possibilidade de evolução da situação;
2. Recompôr o maciço no local dos abatimentos ou escorregamentos. Caso o problema tenha afetado também a inclinação do talude, deve-se restabelecer sua inclinação de projeto e recuperar o sistema de drenagem superficial;
3. A depender das condições observadas, implantar reforço do maciço a partir de lançamentos de blocos no pé do maciço;
4. Avaliar a viabilidade de rebaixamento do nível do reservatório (instalar bombas e/ou derivar parte da água para outro local);
5. Continuar monitorando rotineiramente o local, e o barramento como um todo, para verificar indícios de novos focos de problema;
6. Monitorar as ações implantadas de modo a avaliar sua eficiência.

#### LISTA DE EQUIPAMENTOS E MATERIAIS NECESSÁRIOS

**Equipamentos:** Rolo compactador ou compactador manual, retroescavadeira, caminhão basculante.

**Materiais:** Equipamento de medição simples (trena), solo argiloso (empréstimo), enrocamento.

### 3.6.3 Ações para emergências de nível 2

Tabela 8 - Nível de resposta 2. Ações de resposta a implementar pelo Coordenador do PAE

| AÇÃO   | QUANDO  | TIPO DE AÇÃO  |
|--|---|---|
| Promove a avaliação da natureza e extensão do incidente ou ocorrência.<br>Consulta o projetista e/ou consultor<br>Declara manutenção do nível de resposta  | Após a detecção da anomalia ou ocorrência                                     | Classificação do nível de resposta                              |
| Notifica os recursos internos no sentido de ficarem em estado de vigilância permanente – 24 h/dia<br>Notifica o empreendedor<br>Promove contato com as entidades externas: <ul style="list-style-type: none"> <li>Com responsabilidades instituídas: SIMEPAR, CEDEC, CEMADEN e COPEL</li> <li>Com a entidade fiscalizadora: AGUAS PARANÁ</li> </ul>  | Após identificar o nível de resposta  | Notificação interna e externa para apoio à gestão da emergência |
| Procede à evacuação de todo o pessoal na área da barragem não necessário para a gestão da emergência.<br>Condiciona o acesso à zona da barragem.<br>Implementa o monitoramento contínuo das aflúncias ou a observação mais intensa da barragem.<br>Monitora as descargas para jusante da barragem e consulta o mapa de inundação.<br>Registra todas as observações e ações<br>Verifica a operacionalidade dos meios de emergência: sistemas de comunicação e sistemas de notificação e alerta, descarga de fundo e grupos de emergência.<br>Mobiliza os meios de apoio humanos, materiais e logísticos considerados necessários.   | Após identificar o nível de resposta e ao longo de toda a situação de Nível 2 | Monitoramento da situação                                       |
| Promove o deslocamento de técnicos especialistas à barragem, para avaliar a natureza e extensão do acidente.<br>Implementa medidas preventivas e corretivas de acordo com a Ficha de Emergência ou de acordo com o recomendado pelo Projetista/Consultor.  | Durante a situação de Nível 2   | Implementação de medidas preventivas e corretivas               |
| Notificação entre as entidades: <ul style="list-style-type: none"> <li>Entidade fiscalizadora AGUAS PARANÁ e Barragem de Foz do Areia (COPEL);</li> <li>Em âmbito municipal, as COMDEC de Araucária, Campo Largo e Balsa Nova, as quais acionarão diversos órgãos de administração pública (secretarias da saúde e serviços de água e esgoto, por exemplo);</li> <li>Em âmbito estadual, a CEDEC, órgão ligado ao gabinete do Governador, o qual acionará os meios associados aos órgãos estaduais (polícia militar e corpo de bombeiros, por exemplo)</li> <li>SIMEPAR</li> </ul> Mantém contato durante a ocorrência com informações regulares sobre a situação.<br>Organiza reuniões periódicas com estas entidades para avaliação e discussão, participa dos briefings promovidos pelos serviços de Defesa Civil com estas coordena estratégia para disseminação de informação para a Comunicação Social e para o Público.<br><br>Alerta:<br>Aciona o sinal de aviso para entrar em estado de “prontidão” para eventual evacuação da população da ZAS. | Durante a situação de Nível 2   | Alerta e aviso (ver contatos nos Quadros 1 e 2)                 |
| Verifica:<br>3) Se as medidas implementadas surtiram resultado (ou se a ocorrência deixa de constituir ameaça) e se a situação retrocede para o Nível de resposta 1 (elaborando o formulário de encerramento de emergência)<br>4) Se a situação evoluiu para o nível de resposta 3   | Após a aplicação das medidas  | Reclassificação do nível de resposta                            |

## FICHA DE EMERGÊNCIA 5 - PIPING – Nível 2

As ações adotadas no Nível 1 não foram efetivas e, portanto, a anomalia não foi extinta ou controlada.

### PROCEDIMENTOS

#### COMUNICAÇÃO IMEDIATA:

- Coordenação de ações de resposta;
- Coordenação de planejamento;
- Coordenação de logística;
- Projetista / Consultor;
- Entidades de interesse: AGUAS PARANÁ, CEMADEN, COPEL e SIMEPAR
- Defesa Civil (Municipal e Estadual);

#### ATIVIDADES MITIGADORAS:

1. Verificar a possibilidade de ir até o local da surgência para avaliar a gravidade da situação;
2. Inspeccionar novamente a área e avaliar a possibilidade de continuidade das ações de mitigação;
3. Avaliar a viabilidade de rebaixamento do nível do reservatório (instalar bombas e/ou derivar parte da água para outro local);
5. Em último caso, verificar a possibilidade de rebaixamento da cota do vertedor (através de escavação do talude), para esvaziar mais rapidamente o reservatório;
6. Monitorar a ocorrência;
7. Restabelecer as condições operacionais de desempenho da estrutura.

(Para o Nível 2 a priori, não é mais possível confiar que as ações de mitigação serão eficientes)

#### LISTA DE EQUIPAMENTOS E MATERIAIS NECESSÁRIOS

Equipamentos: Retroescavadeira, rolo compactador, bomba submersível.

Materiais: Cronômetro, balde graduado, manta geotêxtil, areia, brita 1, brita 3.

## FICHA DE EMERGÊNCIA 6 - OVERTOPPING - Nível 2

As ações adotadas no Nível 1 não foram efetivas e, portanto, a anomalia não foi extinta ou controlada.

### PROCEDIMENTOS

#### COMUNICAÇÃO IMEDIATA:

- Coordenação de ações de resposta;
- Coordenação de planejamento;
- Coordenação de logística;
- Projetista / Consultor;
- Entidades de interesse: AGUAS PARANÁ, CEMADEN, COPEL e SIMEPAR
- Defesa Civil (Municipal e Estadual);

#### ATIVIDADES MITIGADORAS:

1. Manter aberta a descarga de fundo;
2. Maximizar a atividade de rebaixamento do nível do reservatório (através de bombas e/ou derivação de parte da água para outro local);
3. Dar início à escavação de um canal extravasor lateral de emergência, próximo ao vertedouro da barragem.

#### LISTA DE EQUIPAMENTOS E MATERIAIS NECESSÁRIOS

Equipamentos: Retroescavadeira, bomba submersível.  
Materiais: -

## FICHA DE EMERGÊNCIA 7 – DEFORMAÇÕES E RECALQUES - Nível 2

As ações adotadas no Nível 1 não foram efetivas e, portanto, a anomalia não foi extinta ou controlada.

### PROCEDIMENTOS

#### COMUNICAÇÃO IMEDIATA:

- Coordenação de ações de resposta;
- Coordenação de planejamento;
- Coordenação de logística;
- Projetista / Consultor;
- Entidades de interesse: AGUAS PARANÁ, CEMADEN, COPEL e SIMEPAR
- Defesa Civil (Municipal e Estadual);

#### ATIVIDADES MITIGADORAS:

1. Verificar a possibilidade de ir até o local da ocorrência para avaliar a extensão dos danos e a gravidade da situação.
2. Inspecionar novamente a área e avaliar a possibilidade de continuidade das ações de mitigação;
3. Avaliar a viabilidade de rebaixamento do nível do reservatório (instalar bombas e/ou derivar parte da água para outro local);
4. Em último caso, verificar a possibilidade de rebaixamento da cota do vertedor (através de escavação do talude), para esvaziar mais rapidamente o reservatório;
5. Monitorar a ocorrência;
6. Restabelecer as condições operacionais de desempenho da estrutura.  
(Para o Nível 2, a priori, não é mais possível confiar que as ações de mitigação serão eficientes)

#### LISTA DE EQUIPAMENTOS E MATERIAIS NECESSÁRIOS

Equipamentos: Rolo compactador, retroescavadeira, caminhão basculante, bomba submersível.  
Materiais: Equipamento de medição simples (trena), cal, cimento, bentonita, solo argiloso (empréstimo), enrocamento.

## FICHA DE EMERGÊNCIA 8 – DETERIORAÇÃO DOS TALUDES/PARAMENTO – Nível 2

As ações adotadas no Nível 1 não foram efetivas e, portanto, a anomalia não foi extinta ou controlada.

### PROCEDIMENTOS

#### COMUNICAÇÃO IMEDIATA:

- Coordenação de ações de resposta;
- Coordenação de planejamento;
- Coordenação de logística;
- Projetista / Consultor;
- Entidades de interesse: AGUAS PARANÁ, CEMADEN, COPEL e SIMEPAR
- Defesa Civil (Municipal e Estadual);

#### ATIVIDADES MITIGADORAS:

1. Executar novamente as ações corretivas apresentadas para o Nível 1;
2. Inspeccionar novamente a área e avaliar a possibilidade de continuidade das ações de mitigação;
3. Maximizar o bombeamento de água na barragem;
4. Em último caso, verificar a possibilidade de rebaixamento da cota do vertedor (através de escavação do talude), para esvaziar mais rapidamente o reservatório;
5. Monitorar a ocorrência;
6. Restabelecer as condições operacionais de desempenho da estrutura.

#### LISTA DE EQUIPAMENTOS E MATERIAIS NECESSÁRIOS

Equipamentos: Rolo compactador, retroescavadeira, caminhão basculante, bomba submersível.  
Materiais: Equipamento de medição simples (trena), solo argiloso (empréstimo), enrocamento.

### 3.3.4 Ações esperadas para o Nível de Resposta 3

Tabela 9 - Nível de resposta 3. Ações de resposta a implementar pelo Coordenador do PAE

| AÇÃO   | QUANDO  | TIPO DE AÇÃO  |
|--|---|---|
| Promove a avaliação da natureza e extensão do incidente ou ocorrência.<br>Consulta o projetista e/ou consultor<br>Declara manutenção do nível de resposta 3  | Após a detecção da anomalia ou ocorrência                                     | Classificação do nível de resposta                              |
| Notifica os recursos internos no sentido que se retirem para o Centro de Comando de Emergência.<br>Notifica o empreendedor<br>Promove contato com as entidades externas: <ul style="list-style-type: none"> <li>Com responsabilidades instituídas: SIMEPAR, CEDEC, CEMADEN e COPEL.</li> <li>Com a entidade fiscalizadora: AGUAS PARANÁ</li> </ul>   | Após identificar o nível de resposta  | Notificação interna e externa para apoio à gestão da emergência |
| Procede à evacuação de todo o pessoal na área da barragem, mantendo apenas o estritamente fundamental para a gestão da emergência.<br>Veda o acesso à zona da barragem.<br>Implementa o monitoramento contínuo das afluições ou a observação mais intensa da barragem.<br>Monitora as descargas para jusante da barragem e consulta o mapa de inundação do vale a jusante.<br>Registra todas as observações e ações<br>Verifica a operacionalidade dos meios de emergência: sistemas de comunicação e sistemas de notificação e alerta, descarga de fundo e grupos de emergência.<br>Mobiliza os meios de apoio humanos (apenas os estritamente fundamentais), materiais e logísticos considerados necessários.  | Após identificar o nível de resposta e ao longo de toda a situação de Nível 3 | Monitoramento da situação                                       |
| Implementa medidas preventivas e corretivas de acordo com a Ficha de Emergência ou de acordo com o recomendado pelo Projetista/Consultor.  | Durante a situação de Nível 3   | Implementação de medidas preventivas e corretivas               |
| Notificação entre as entidades: <ul style="list-style-type: none"> <li>Entidade fiscalizadora AGUAS PARANÁ e Barragem de Foz do Areia (COPEL);</li> <li>Em âmbito municipal, as COMDEC de Araucária, Campo Largo e Balsa Nova, as quais acionarão diversos órgãos de administração pública (secretarias da saúde e serviços de água e esgoto, por exemplo);</li> <li>Em âmbito estadual, a CEDEC, órgão ligado ao gabinete do Governador, o qual acionará os meios associados aos órgãos estaduais (polícia militar e corpo de bombeiros, por exemplo).</li> <li>SIMEPAR</li> </ul> Mantém contato durante a ocorrência com informações regulares sobre a situação.<br>Organiza reuniões periódicas com estas entidades para avaliação e discussão, participa dos briefings promovidos pelos serviços de Defesa Civil com estas coordena estratégia para disseminação de informação para a Comunicação Social e para o Público.<br><br>Alerta:<br>Aciona o sinal de evacuação da população na ZAS. | Durante a situação de Nível 3   | Alerta e aviso (ver contatos nos Quadros 1 e 2)                 |
| Verifica: <ul style="list-style-type: none"> <li>Se as medidas implementadas garantiram resultam (ou se a ocorrência deixa de constituir ameaça) e se a situação retrocede para o nível de resposta 2;</li> <li>Se ocorre a ruptura e elabora o relatório de encerramento de evento de emergência</li> </ul>   | Após a aplicação das medidas  | Reclassificação do nível de resposta                            |

## FICHA DE EMERGÊNCIA 9 – PIPING – Nível 3

**Erosão regressiva (piping) com evolução e desenvolvimento da brecha de ruptura. Ruptura iminente ou está ocorrendo**

### PROCEDIMENTOS

#### COMUNICAÇÃO IMEDIATA:

- Coordenação de ações de resposta;
- Coordenação de planejamento;
- Coordenação de logística;
- Coordenação de finanças;
- Projetista / Consultor;
- Entidades de interesse: AGUAS PARANÁ, SIMEPAR, CEMADEN e COPEL.
- Defesa Civil (Municipal e Estadual);

#### ATIVIDADES MITIGADORAS:

1. Avaliar a possibilidade de continuidade das ações de mitigação em andamento e/ou construção de pequenos diques a jusante do barramento.
2. Maximizar a descarga de fundo;
3. Maximizar o bombeamento de água na barragem.

#### LISTA DE EQUIPAMENTOS E MATERIAIS NECESSÁRIOS

Equipamentos: Retroescavadeira, Bomba submersível, rolo compactador.  
Materiais: Manta geotêxtil, areia, brita 1, brita 3.



## FICHA DE EMERGÊNCIA 10 - OVERTOPPING - Nível 3

O nível d'água na barragem atingiu a cota máxima para segurança. O galgamento está acontecendo ou próximo de acontecer.

### PROCEDIMENTOS

#### COMUNICAÇÃO IMEDIATA:

- Coordenação de ações de resposta;
- Coordenação de planejamento;
- Coordenação de logística;
- Coordenação de finanças;
- Projetista / Consultor;
- Entidades de interesse: AGUAS PARANÁ, SIMEPAR, CEMADEN e COPEL.
- Defesa Civil (Municipal e Estadual);

#### ATIVIDADES MITIGADORAS:

1. Avaliar a possibilidade de continuidade das ações de mitigação em andamento e/ou construção de pequenos diques a jusante do barramento.
2. Maximizar a descarga de fundo;
3. Maximizar o bombeamento de água na barragem.
4. Inspeccionar novamente a área e avaliar a possibilidade de continuidade das ações de mitigação;

#### LISTA DE EQUIPAMENTOS E MATERIAIS NECESSÁRIOS

Equipamentos: Retroscavadeira, bomba submersível.  
Materiais: -.

## FICHA DE EMERGÊNCIA 11 – DEFORMAÇÕES E RECALQUES – Nível 3

**Instabilização em evolução e desenvolvimento da brecha de ruptura. A ruptura é iminente ou está ocorrendo**

### PROCEDIMENTOS

#### COMUNICAÇÃO IMEDIATA:

- Coordenação de ações de resposta;
- Coordenação de planejamento;
- Coordenação de logística;
- Coordenação de finanças;
- Projetista / Consultor;
- Entidades de interesse: AGUAS PARANÁ, SIMEPAR, CEMADEN e COPEL.
- Defesa Civil (Municipal e Estadual);

#### ATIVIDADES MITIGADORAS:

1. Verificar a possibilidade de ir até o local da ocorrência para avaliar a extensão dos danos e a gravidade da situação.
2. Inspeccionar novamente a área e avaliar a possibilidade de continuidade das ações de mitigação;
3. Maximizar a descarga de fundo;
4. Maximizar o bombeamento de água na barragem;
5. Em último caso, verificar a possibilidade de rebaixamento da cota do vertedor (através de escavação do talude), para esvaziar mais rapidamente o reservatório;
6. Monitorar a ocorrência;
7. Restabelecer as condições operacionais de desempenho da estrutura.

#### LISTA DE EQUIPAMENTOS E MATERIAIS NECESSÁRIOS

Equipamentos: Rolo compactador, retroescavadeira, caminhão basculante, bomba submersível.

Materiais: cal, cimento, bentonita, solo argiloso (empréstimo), enrocamento.

## FICHA DE EMERGÊNCIA 12 – DETERIORAÇÃO DOS TALUDES/PARAMENTOS – Nível 3

**Instabilização em evolução e desenvolvimento da brecha de ruptura. A ruptura é iminente ou está ocorrendo**

### PROCEDIMENTOS

#### COMUNICAÇÃO IMEDIATA:

- Coordenação de ações de resposta;
- Coordenação de planejamento;
- Coordenação de logística;
- Coordenação de finanças;
- Projetista / Consultor;
- Entidades de interesse: AGUAS PARANÁ, SIMEPAR, CEMADEN e COPEL.
- Defesa Civil (Municipal e Estadual);

#### ATIVIDADES MITIGADORAS:

1. Avaliar a possibilidade de continuidade das ações de mitigação em andamento e/ou construção de pequenos diques a jusante do barramento.
2. Maximizar a descarga de fundo;
3. Maximizar o bombeamento de água na barragem.

#### LISTA DE EQUIPAMENTOS E MATERIAIS NECESSÁRIOS

Equipamentos: Rolo compactador, retroescavadeira, caminhão basculante, bomba submersível.  
Materiais: Solo argiloso (empréstimo), enrocamento.

## SEÇÃO III – PROCEDIMENTOS DE NOTIFICAÇÃO E SISTEMA DE ALERTA

### III.1 OBJETIVO

Os sistemas de notificação e alerta tem como objetivo avisar os intervenientes e os decisores principais das ações de emergência previstas neste PAE e, quando se visualizar necessário, alertar a população em risco na ZAS (Zona de Autossalvamento). A notificação através do PAE, diretamente relacionada aos níveis de alerta mais elevados, poderá acionar o planejamento de emergência do Sistema de Defesa Civil.

### III.2 NOTIFICAÇÃO

Quanto à notificação deverão ser tomadas as seguintes ações:

- Afixar o Fluxograma de Notificação em locais apropriados e visíveis nas instalações da PETROBRAS S.A. e/ou no Centro de Comando de Emergências para facilitar a consulta na eventualidade de uma emergência;
- Prover meio de alerta ou aviso para ser acionado em situações de ruptura da barragem;
- Estabelecer procedimento interno para gerenciamento da comunicação, o qual consiste em orientação aos funcionários de que é proibida toda e qualquer comunicação externa durante uma situação de emergência a não ser pela Assessoria de Comunicação da PETROBRAS S.A. e/ou Empreendedor e/ou Coordenador da emergência;
- Disponibilizar serviço telefônico fixo (tráfego de voz), redes de comunicação GSM (tráfego de voz e mensagens), e acesso à internet;
- Prever formas alternativas de comunicação, tais como rádios e telefone via satélite, para serem utilizadas durante a ocorrência de situações de emergência em que haja interrupção de outros meios de comunicação.
- Notificar o órgão público com função de defesa civil e demais órgãos externos preferencialmente por telefone, em função da urgência, e posteriormente para formalização obrigatória, por via escrita;
- Verificar e ajustar previamente com os órgãos públicos com função de defesa civil quais são os meios de comunicação alternativos que poderão ser utilizados durante uma situação de emergência. Todos os sistemas alternativos de comunicação deverão ser mantidos pela PETROBRAS S.A. sempre em condições adequadas de operação, o que deverá ser checado periodicamente pela mesma.
- Treinar a Equipe de Segurança da Barragem de maneira a conscientizá-la para que nenhuma informação seja repassada externamente de forma prematura e/ou inexata, pois qualquer informação nesse sentido poderá gerar uma situação indevida de pânico;
- Repassar somente mensagens claras, diretas, de rápida compreensão e com texto/forma padronizada. As mensagens devem ser periódicas, de forma a manter os agentes externos atualizados quanto à evolução da ocorrência.

O Anexo 3 apresenta os formulários direcionados para o PAE, sendo eles: Formulário de Declaração de Início de Emergência; Formulário de Encerramento de Emergência e Formulário de Notificação.

### III.3 SISTEMA DE ALERTA

O Sistema de Alerta é o mecanismo utilizado para comunicação entre os agentes responsáveis pela operação e segurança da barragem e a população na Zona de Autossalvamento.

A zona de autossalvamento adotada neste estudo foi definida considerando a distância que corresponde a um tempo de chegada do pico da onda de inundação igual a 30 minutos após a ocorrência da vazão máxima da brecha.

A tabela a seguir apresenta as características das áreas afetadas e as justificativas para a escolha dos sistemas adotados. Em caso de ocorrência de situação de **Nível 3**, a população de todas as áreas deverá ser comunicada imediatamente sobre o fato.

Tabela 10 - Sistema de alarme adotado para a zona afetada pela inundação.

| Zona afetada            | Características da área   | Meios de alarme                                    |
|-------------------------|---|--|
| Zona de Autossalvamento | Área rural – distante até 30 minutos após a vazão máxima da brecha        | Contatos diretos através de telefonia fixa e móvel |
| Zona Principal          | Área urbana de Balsa Nova e área rural distante 12,5 horas após a ruptura | Defesa Civil                                       |
| Zona Secundária         | Área rural – a partir de 12,5 horas após a ruptura                        | Defesa Civil                                       |

#### Observações:

O projeto do sistema de alarme por sirenes está em processo de elaboração e implantação. Para mais detalhes, consultar o Coordenador do PAE.

### III.4 FLUXOGRAMA DE NOTIFICAÇÃO

Os fluxos de notificação variam conforme o nível de resposta para os eventos ocorridos na barragem. A seguir são apresentados os fluxogramas de notificações para cada nível de resposta contemplado por este PAE. O documento DE-295-FHQ-5100-3-014 apresenta o fluxograma de notificações completo, o qual deverá ser plotado em formato A1 e fixado no Centro de Comando de Emergências da Barragem do Rio Verde.

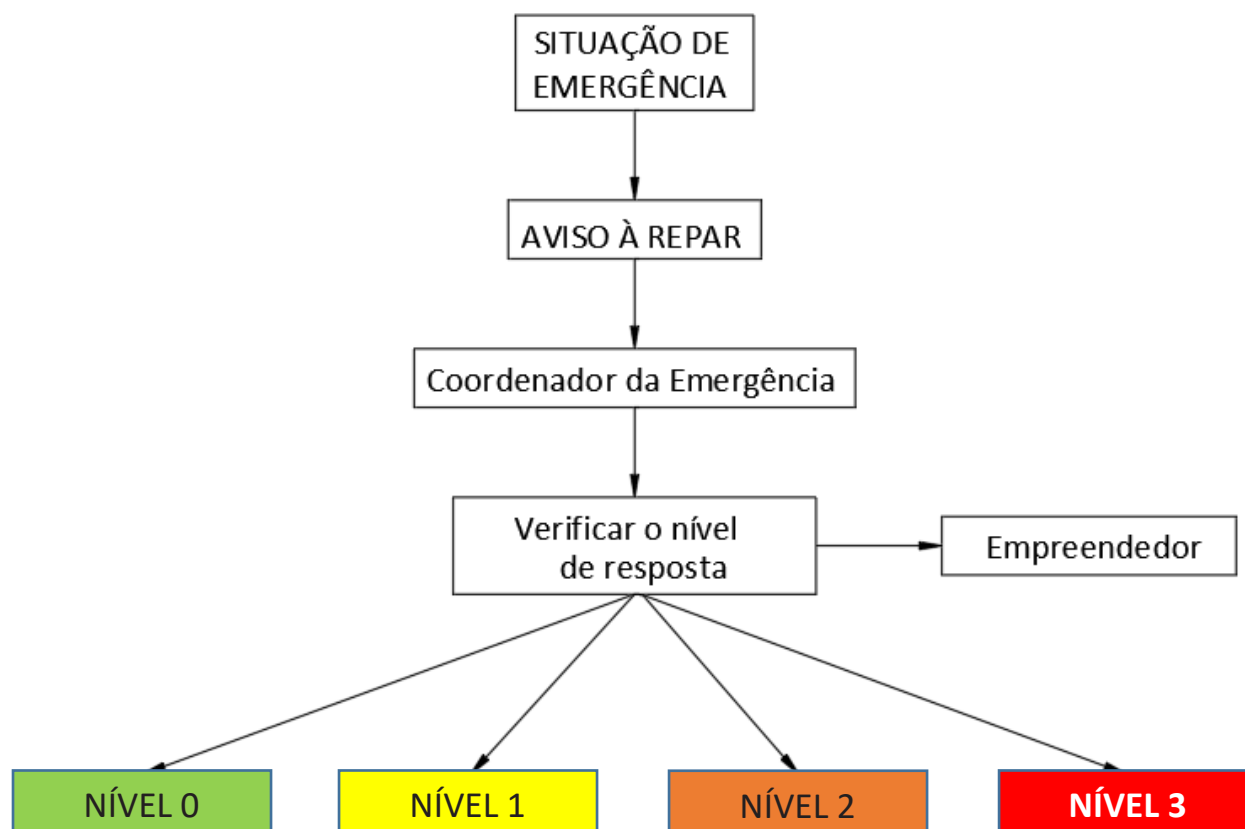


Figura 7 - Fluxograma de notificações geral

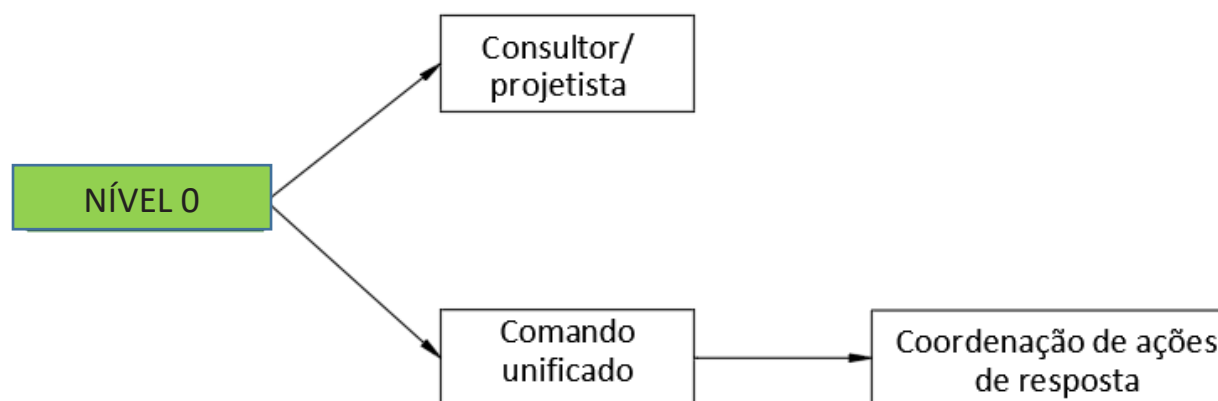


Figura 8 - Fluxograma de notificações para o nível de resposta 0

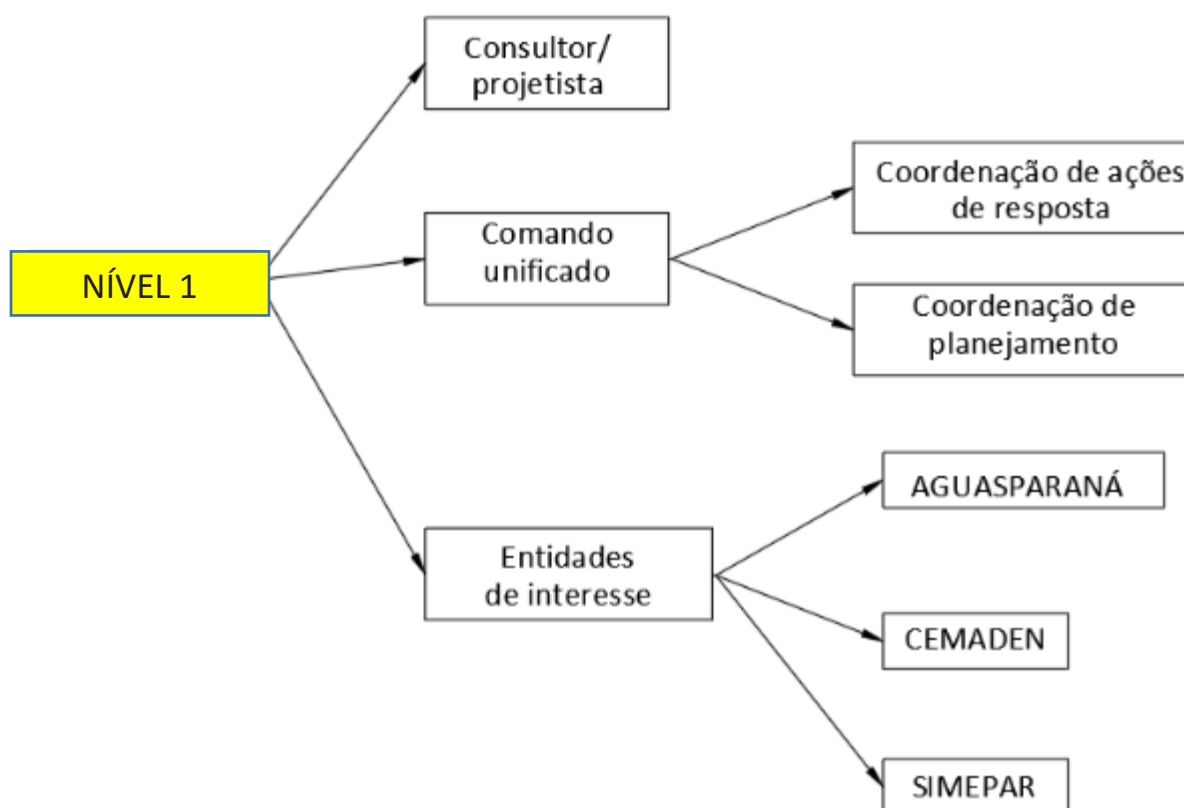


Figura 9 - Fluxograma de notificações para o Nível de resposta 1

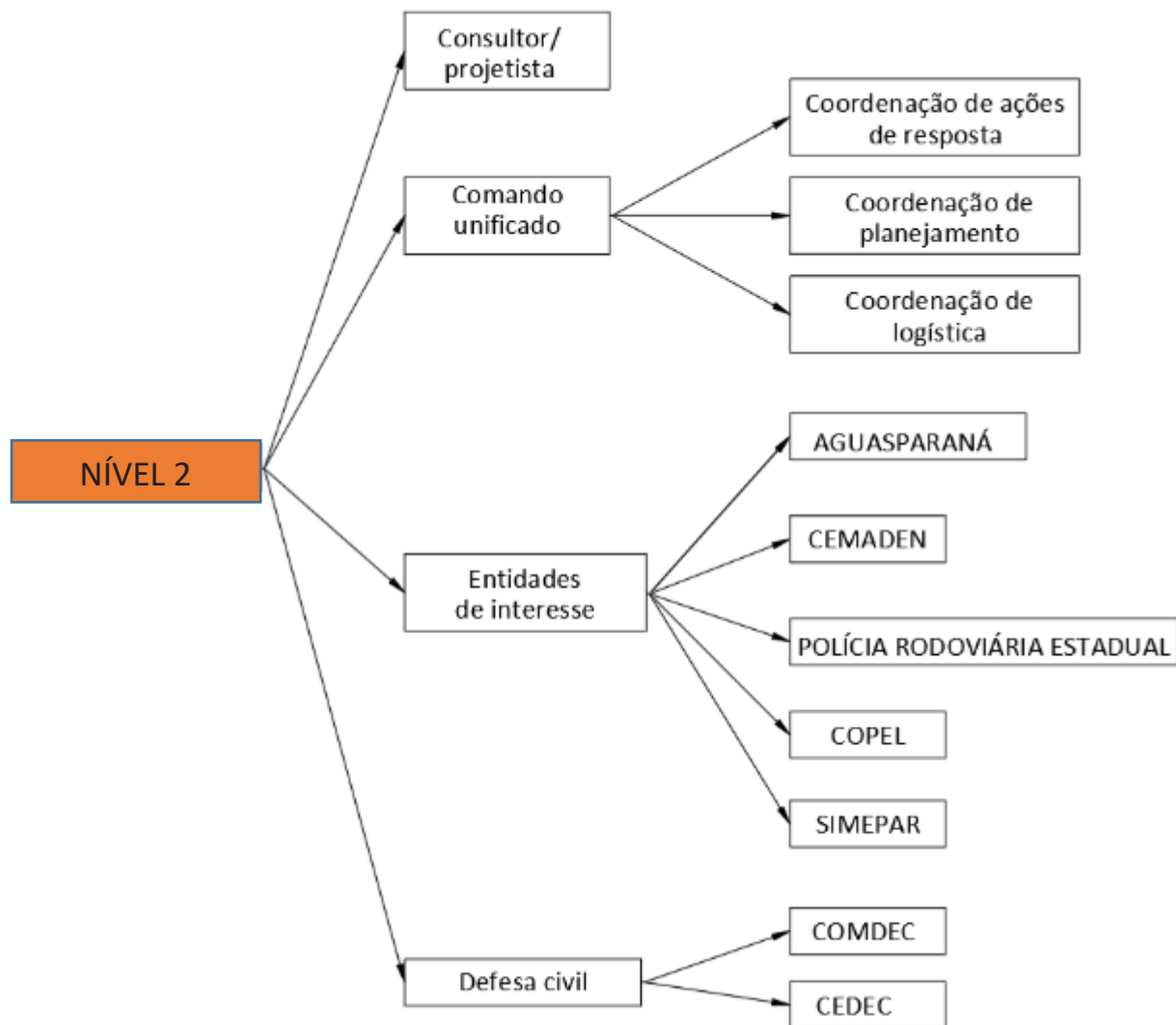


Figura 10 - Fluxograma de notificação para o Nível de resposta 2.



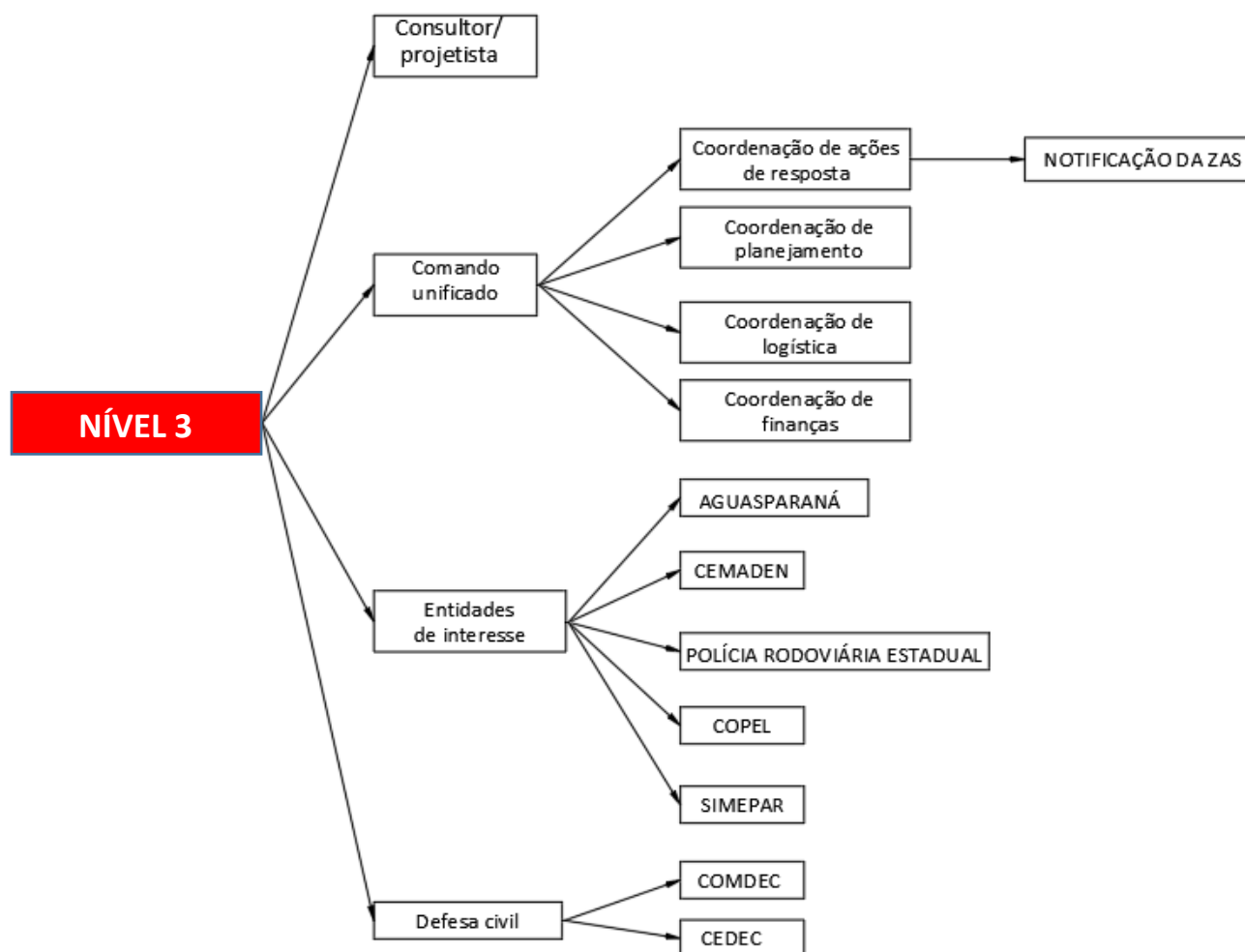


Figura 11 - Fluxograma de notificação para o nível de resposta Nível 3 – Emergência.

## SEÇÃO IV– RESPONSABILIDADES GERAIS NO PAE

### IV.1 RESPONSABILIDADES DO EMPREENDEDOR

- A PETROBRÁS S.A. é a responsável pelas ações em Segurança de Barragens de suas estruturas, descritas a seguir:
- Providenciar a elaboração do PAE da barragem, incluindo estudos de cenários e os respectivos mapas de cenários;
- Disponibilizar informações, de ordem técnica, necessárias para que a Defesa Civil promova treinamentos e simulações de situações de emergência, em conjunto com as prefeituras e demais instituições indicadas pelo governo municipal, devendo manter registros destas atividades no PAE, além de estar disponível para eventual atuação em conjunto com os órgãos citados, quando solicitado formalmente;
- Promover treinamentos internos acerca do PAE, envolvendo a equipe de segurança da barragem e os demais empregados do empreendimento, mantendo o registro das respectivas atividades;
- Designar formalmente um coordenador da emergência e seu substituto para coordenar as ações descritas no PAE;
- Possuir equipe de segurança da barragem capaz de detectar, avaliar e classificar as situações de emergência em potencial, de acordo com os níveis de emergência;
- Executar as ações previstas no fluxograma de notificação;
- Disponibilizar recursos (quando a necessidade de recursos for além da autonomia do Coordenador da emergência);
- Manter contatos em nível institucional com o órgão público com função de Defesa Civil Municipal e, se necessário, com outros órgãos públicos e empresas de serviços essenciais (tais como empresa de fornecimento de água e de fornecimento de energia elétrica);
- Gerir assuntos jurídicos;
- Prover informações para a comunicação oficial com a imprensa e demais partes interessadas.

## IV.2 RESPONSABILIDADES DO COORDENADOR DO PAE

O Coordenador Responsável designado por Felipe Leonardo Gomes, conforme definido e registrado nos documentos deste PAE é **Eduardo Casagrande** – (41) 3641 2021 – (41) 99797 9770

Também está registrado o nome do substituto: **Leonardo Bernardes Curi** - (41) 3641-2087 / (41) 99286-0838.

Suas atribuições principais são:

- Ter pleno conhecimento do conteúdo do PAE, nomeadamente do fluxo de notificações;
- Assegurar a divulgação do PAE e o seu conhecimento por parte de todos os participantes;
- Orientar, acompanhar e dar suporte no desenvolvimento dos procedimentos operacionais do PAE;
- Declarar o início de uma situação de emergência e executar as ações descritas no PAE;
- Avaliar, em conjunto com a equipe técnica de segurança da barragem, a gravidade das situações de emergência identificada e classificá-las de acordo com os níveis de emergência;
- Notificar a Defesa Civil Estadual e Municipal, a(s) Prefeitura(s) e a ÁGUAS PARANÁ em caso de situação de emergência;
- Alertar a população potencialmente afetada na Zona de Autossalvamento (ZAS);
- Autorizar bloqueio das vias e saídas de veículos do empreendimento;
- Oficializar a emergência tanto no âmbito da empresa como no âmbito externo;
- Deflagrar evasão interna, quando necessário (ressalta-se que a evasão externa é de responsabilidade do órgão público com a função de Defesa Civil);
- Acompanhar o andamento das ações realizadas, frente à situação de emergência, e verificar se os procedimentos necessários foram seguidos;
- Executar as notificações previstas no fluxograma de notificação;
- Acionar o Empreendedor e a Equipe de Segurança de Barragem em caso de um evento extremo que possa resultar na ruptura da barragem;
- Garantir a disponibilidade dos recursos necessários ao atendimento da situação de emergência, inclusive aqueles para realização de primeiros socorros às eventuais vítimas;
- Relacionar-se com o Empreendedor a fim de tomar as decisões pertinentes;
- Manter o Empreendedor informado da evolução da emergência e das ações adotadas;
- Manter contato com a Equipe de Segurança da Barragem, sendo informado das medidas tomadas e checando se os procedimentos necessários foram seguidos;
- Intervir, quando necessário, nas medidas tomadas para controle e mitigação da emergência;
- Elaborar, junto com a equipe de segurança da barragem, a declaração de encerramento da emergência;
- Emitir declaração de encerramento da emergência;
- Programar as reuniões de avaliação depois dos eventos de emergência;
- Coordenar a elaboração do relatório de encerramento de eventos de emergência;
- Assegurar a atualização e divulgação do PAE e seu conhecimento por parte de todos os participantes, de forma permanente;
- Participar da investigação e análise quando da ocorrência de um acidente;
- 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 (respeitando o nível de acesso à informação).
- Providenciar a elaboração do relatório de encerramento de eventos de emergência, com a ciência do responsável legal da barragem, da(s) Prefeitura(s) e da Defesa Civil Nacional e dos Estados e Municípios afetados.

### IV.3 RESPONSABILIDADES E ORGANIZAÇÃO DA EQUIPE TÉCNICA

#### IV.3.2 Encarregado : *Márcio Palmquist – (41) 3641-2143 / (41) 99176-4963*

Responsável local pela barragem. Em caráter excepcional, poderá decretar os níveis verde e amarelo, além de manter informado o Coordenador do PAE das diversas situações que ocorram na barragem.

#### IV.3.3 Responsável da operação e logística : *Fernando Rocha de Bastos – (41) 3641-2159*

Responsável pela equipe operacional da barragem, que deve executar as operações hidráulico-operacionais e providenciar os recursos para dar apoio às operações de emergência.

#### IV.3.4 Responsável da manutenção e observação: *João Gabriel Vanz – (41) 3641-9114 / (41) 99962-5494*

Responsável pela assistência nos aspectos técnicos da barragem, incluindo a documentação técnica e auxílio na classificação do nível de resposta.

#### IV.3.5 Responsável pelas relações públicas: *Setor de Responsabilidade Social*

Responsável pela coordenação das relações com a comunicação social e com os serviços de relações públicas de outras instituições.

#### **IV.4 RESPONSABILIDADES DO SISTEMA NACIONAL DE PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL (SINPDEC)**

O Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil (SINPDEC) é o responsável pelo alerta da população fora da zona de autossalvamento e pela evacuação da mesma no vale a jusante, na ocorrência de situação de emergência na Barragem do Rio Verde. A seguir são definidos os responsáveis pelas ações de evacuação, continuidade e encerramento de emergências, conforme segue:

##### **IV.4.1 Responsabilidades na evacuação**

Os procedimentos desse PAE consideram que, em uma situação de emergência, a coordenação das ações junto à população será de responsabilidade dos órgãos públicos, envolvidos no enfrentamento de uma situação, a partir da comunicação de situação de emergência realizada pelo Empreendedor.

A PETROBRAS S.A. é responsável por alertar a população potencialmente afetada na ZAS (zona de autossalvamento), o que a priori consiste em informar/avisar sobre a necessidade de saída daquela área, sem, entretanto, retirar/evacuar a população.

O Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil (SINPDEC), entidade que atua na redução de desastres em todo o território nacional, é o responsável pelo alerta da população fora da ZAS e pela evacuação da mesma no vale a jusante. No caso da Barragem do Rio Verde, os COMDEC dos Municípios de Araucária, Campo Largo e Balsa Nova (MUNICIPIOS A JUSANTE) devem alertar as populações a jusante da ZAS.

A CEPDEC do Estado do Paraná deve mobilizar os seus meios e recursos (corpos de bombeiros, policia etc.) já que tem responsabilidade na evacuação da população. Na ZAS, as populações devem conhecer os pontos de refúgio e para eles se dirigirem de forma autônoma, pois se considera que não há tempo para a atuação eficaz do Sistema de Proteção e Defesa Civil.

##### **IV.4.2 Responsabilidades no encerramento e continuidade**

O ciclo de vida de uma emergência poderá ser determinado com base no tempo necessário ao restabelecimento das condições de plena operação e/ou na avaliação técnica da integridade da estrutura remanescente (medição/laudo técnico).

Recomenda-se que o término de uma situação de emergência seja determinado pelo Empreendedor junto com a Defesa Civil, devendo ser comunicados os demais agentes externos que tenham sido informados da mesma, mediante a utilização da Declaração de Encerramento da Emergência (Anexo 3 – Formulários tipo).

Uma vez terminada a situação de emergência, o Empreendedor deverá providenciar e o Coordenador da emergência deverá realizar a emissão do Formulário de Encerramento de Emergência.

## SEÇÃO V – SÍNTESE DO ESTUDO DE RUPTURA DA BARRAGEM E MAPA DE INUNDAÇÃO

### V.1 MODELAGEM DA CHEIA DE RUPTURA

Este capítulo visa apresentar uma síntese dos principais pontos do estudo de ruptura da Barragem do Rio Verde, apresentado em sua totalidade no Anexo 6.

O estudo de ruptura hipotética da barragem teve como principal objetivo a caracterização da hipótese de ruptura da Barragem do Rio Verde e os efeitos desta ruptura para a área situada à jusante do barramento, considerando a inundação resultante deste evento.

Para o estudo de ruptura hipotética da Barragem do Rio Verde, foi empregado um modelo hidráulico com código baseado em diferenças finitas (software HEC-RAS), simulando a propagação de cheias advindas do rompimento das barragens, utilizando-se também o módulo de geração de hidrogramas de rompimento, do mesmo software.

A modelagem hidrodinâmica unidimensional do escoamento hidráulico foi baseada nas equações de Saint-Venant. Também foram considerados os estudos práticos de MacDonald e Langridge-Monopolis (1984).

Para as análises hidrodinâmicas do escoamento, proveniente da Barragem do Rio Verde, e para as análises das prováveis ondas de cheias oriundas de uma possível ruptura desta barragem, o software HEC-RAS foi utilizado no módulo de escoamento não permanente.

### V.2 CRITÉRIOS E CENÁRIOS DE MODELAGEM DA CHEIA DE RUPTURA

Para a modelagem do estudo de ruptura da Barragem do Rio Verde, considerou-se uma brecha com as seguintes características:

- Ruptura ocorrendo na seção central da barragem (trata-se da seção de maior altura da barragem).
- A brecha atinge a superfície do terreno natural, na El. 872m;
- A brecha foi simulada com altura total de 16,7 m e largura média de 120 m;
- Nas condições atuais de armazenamento do reservatório, ao nível da cota de coroamento da barragem na El. 888,65 estimou-se que o processo de ruptura teria uma duração de 3,00 horas e com brecha de forma trapezoidal.

No cenário de acidente simulado foram consideradas as seguintes premissas:

- Ruptura por overtopping, ou galgamento.
- Reservatório com volume máximo de água, igual a 58,2 hm<sup>3</sup>, e N.A. na elevação 888,65m.
- Realização da simulação considerando o nível do reservatório igual à cota da crista da barragem, como forma de simplificar o estudo e evitar a necessidade de geração de hidrogramas fictícios.
- Consideração de forma simultânea, de vazões de ruptura e vazões para diferentes períodos de retorno avaliados no estudo hidrológico, resultando no somatório das vazões de ruptura com as vazões resultantes dos maiores hidrogramas do Rio Verde;
- Nas simulações do Rio Iguaçu, foi considerado o hidrograma resultante do rompimento da barragem, como um sendo um hidrograma de entrada lateral no Rio Iguaçu.
- Após o início do processo de abertura da brecha, percebeu-se que a abertura máxima da brecha ocorre na primeira hora e até a décima hora após o início da abertura, o reservatório praticamente será esvaziado.

A extensão do cálculo foi determinada pela hidrografia à jusante da Barragem do Rio Verde. Uma vez observado que o Rio Verde tem sua foz no Rio Iguaçu, a uma distância de aproximadamente 12 km do reservatório da barragem e que, aproximadamente 2 km à jusante do encontro dos rios Verde e Iguaçu, o Município de Balsa Nova margeia o Rio Iguaçu, se fez necessário à avaliação hidrodinâmica de ambos os rios, sendo que no Rio Iguaçu as avaliações foram feitas para os trechos à montante e à jusante do ponto de confluência com o Rio Verde. A fronteira de jusante foi considerada como sendo o ponto onde a modelagem deixou de apresentar variações significativas em função da ruptura da barragem.

### **V.3 VALE A JUSANTE E IDENTIFICAÇÃO DE PONTOS VULNERÁVEIS**

#### **V.3.1 Resultados e mapa de inundação**

A seguir são apresentados os principais resultados obtidos com o estudo de ruptura da Barragem do Rio Verde. Os quadros a seguir apresentam as características da cheia de ruptura nos trechos avaliados do Rio Verde e do Rio Iguaçu, respectivamente. A Figura 12 apresenta o Mapa de Inundação resultante do estudo de ruptura. O Mapa de inundação é também apresentado nos documentos DE-295-FHQ-5100-3-009 e DE-295-FHQ-5100-3-010. O arquivo DE-295-FHQ-5100-3-009 traz um detalhe do Município de Balsa Nova.

Quadro 4 - Características da cheia de ruptura – Rio Verde.

| Distância até a Foz (m) | Perfil    | Velocidade máxima (m/s) | NA antes da ruptura (m) | NA após a ruptura (m) |
|-------------------------|-----------|-------------------------|-------------------------|-----------------------|
| 500                     | NA máximo | 3,144                   | 877,578                 | 882,948               |
| 1000                    | NA máximo | 3,064                   | 875,000                 | 882,811               |
| 1500                    | NA máximo | 0,544                   | 876,966                 | 882,788               |
| 2000                    | NA máximo | 2,514                   | 874,000                 | 882,745               |
| 2500                    | NA máximo | 1,460                   | 874,839                 | 882,721               |
| 3000                    | NA máximo | 2,149                   | 878,809                 | 882,659               |
| 3500                    | NA máximo | 4,913                   | 876,330                 | 882,241               |
| 4000                    | NA máximo | 5,401                   | 878,203                 | 881,643               |
| 4500                    | NA máximo | 10,296                  | 872,640                 | 879,047               |
| 5000                    | NA máximo | 4,681                   | 874,258                 | 878,434               |
| 5500                    | NA máximo | 4,557                   | 872,208                 | 877,286               |
| 6000                    | NA máximo | 3,615                   | 868,830                 | 877,218               |
| 6500                    | NA máximo | 2,947                   | 875,193                 | 877,077               |
| 7000                    | NA máximo | 3,551                   | 872,399                 | 876,850               |
| 7500                    | NA máximo | 2,234                   | 870,000                 | 876,721               |
| 8000                    | NA máximo | 3,269                   | 868,937                 | 876,284               |
| 8500                    | NA máximo | 3,655                   | 871,529                 | 874,681               |
| 9000                    | NA máximo | 3,262                   | 867,442                 | 874,066               |
| 9500                    | NA máximo | 3,857                   | 871,375                 | 871,932               |
| 10000                   | NA máximo | 4,014                   | 867,213                 | 870,111               |
| 10500                   | NA máximo | 3,376                   | 864,029                 | 869,954               |
| 11000                   | NA máximo | 4,905                   | 865,398                 | 869,148               |
| 11500                   | NA máximo | 4,171                   | 862,214                 | 866,573               |
| 12000                   | NA máximo | 2,505                   | 861,174                 | 866,541               |



Quadro 5 - Características da cheia de ruptura – Rio Iguaçu.

| Distância até a Foz (m) | Perfil    | Velocidade máxima (m/s) | NA antes da ruptura (m) | NA após a ruptura (m) |
|-------------------------|-----------|-------------------------|-------------------------|-----------------------|
| 6500                    | NA máximo | 0,618                   | 863,804                 | 866,111               |
| 6000                    | NA máximo | 1,025                   | 862,681                 | 866,112               |
| 5500                    | NA máximo | 1,075                   | 860,212                 | 866,112               |
| 5000                    | NA máximo | 1,952                   | 863,490                 | 866,115               |
| 4500                    | NA máximo | 3,074                   | 860,697                 | 866,505               |
| 4000                    | NA máximo | 2,573                   | 863,535                 | 866,510               |
| 3500                    | NA máximo | 1,217                   | 862,929                 | 866,515               |
| 3000                    | NA máximo | 3,534                   | 863,222                 | 866,516               |
| 2500                    | NA máximo | 0,986                   | 859,318                 | 866,519               |
| 2000                    | NA máximo | 2,751                   | 862,722                 | 866,522               |
| 1500                    | NA máximo | 5,477                   | 859,110                 | 866,536               |
| 1000                    | NA máximo | 2,583                   | 860,539                 | 866,536               |
| 500                     | NA máximo | 3,720                   | 857,786                 | 866,538               |
| Entrada Rio Verde       | NA máximo | 2,802                   | 859,733                 | 866,540               |
| 500                     | NA máximo | 1,260                   | 863,005                 | 866,532               |
| 1000                    | NA máximo | 1,199                   | 863,812                 | 866,524               |
| 1500                    | NA máximo | 2,817                   | 862,530                 | 864,679               |
| 2000                    | NA máximo | 1,901                   | 859,552                 | 863,407               |
| 2500                    | NA máximo | 0,963                   | 857,713                 | 863,323               |
| 3000                    | NA máximo | 1,369                   | 860,253                 | 863,109               |
| 3500                    | NA máximo | 1,300                   | 860,299                 | 863,092               |
| 4000                    | NA máximo | 1,482                   | 859,554                 | 863,084               |
| 4500                    | NA máximo | 0,823                   | 862,717                 | 863,076               |
| 5000                    | NA máximo | 0,622                   | 861,431                 | 863,041               |
| 5500                    | NA máximo | 0,446                   | 860,553                 | 863,021               |
| 6000                    | NA máximo | 0,792                   | 859,608                 | 863,017               |
| 6500                    | NA máximo | 0,792                   | 859,608                 | 863,017               |
| 7000                    | NA máximo | 0,792                   | 859,608                 | 863,017               |

|       |           |       |         |         |
|-------|-----------|-------|---------|---------|
| 7500  | NA máximo | 0,792 | 859,608 | 863,017 |
| 8000  | NA máximo | 0,792 | 859,608 | 863,017 |
| 8500  | NA máximo | 0,792 | 859,608 | 863,017 |
| 9000  | NA máximo | 0,792 | 859,608 | 863,017 |
| 9500  | NA máximo | 0,792 | 859,608 | 863,017 |
| 10000 | NA máximo | 0,792 | 859,608 | 863,017 |
| 10500 | NA máximo | 0,792 | 859,608 | 863,017 |
| 11000 | NA máximo | 0,792 | 859,608 | 863,017 |
| 11500 | NA máximo | 0,792 | 859,608 | 863,017 |
| 12000 | NA máximo | 0,792 | 859,608 | 863,017 |

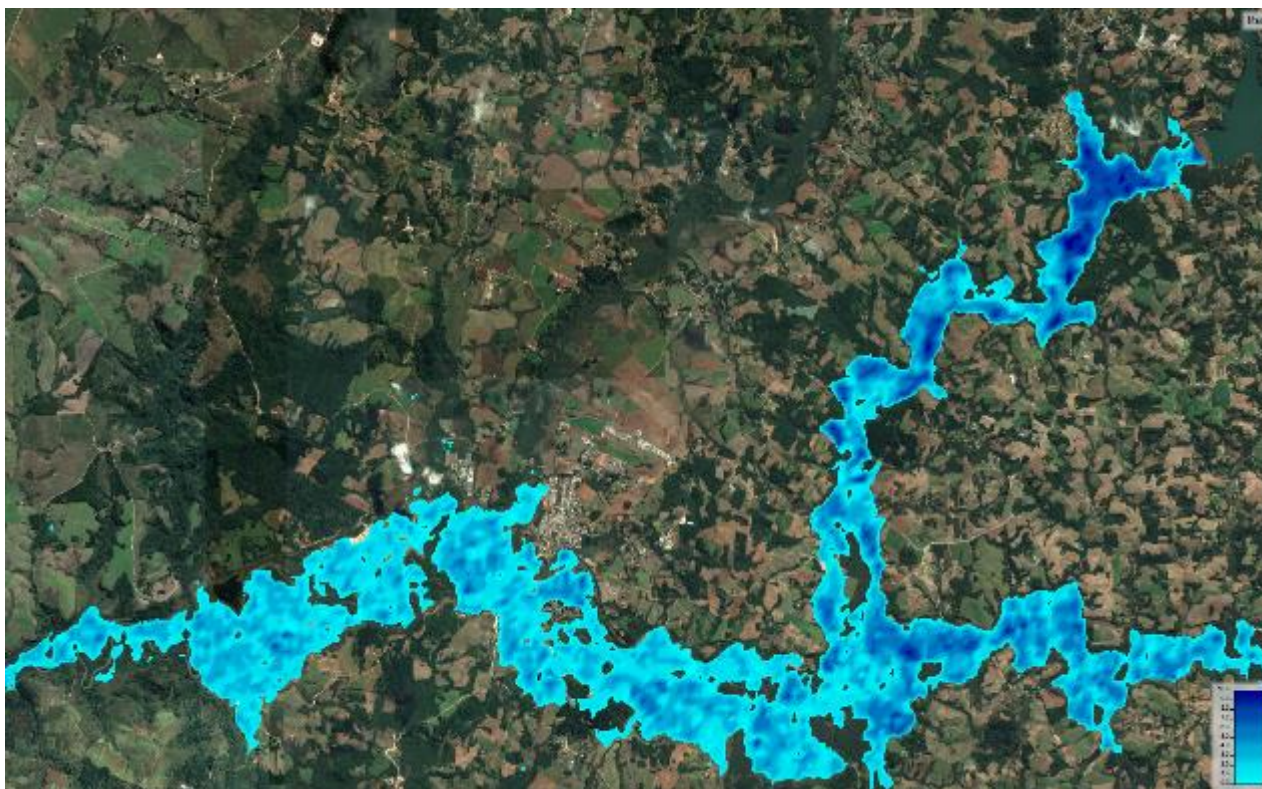


Figura 12 - Mapa de inundação.

### V.3.2 Caraterização do vale a jusante

Com base nas linhas máximas de água obtidas nas simulações, estima-se um volume escoado da ordem de 58.200.000m<sup>3</sup>, totalizando uma área afetada nas primeiras 48 horas de 3203 ha.

O vale a jusante da barragem é composto, em seus primeiros 15 km, de zona rural com a presença de algumas moradias de produtores rurais próximo ao Rio Verde. Ao longo de todo o trecho do Rio Verde e do Rio Iguazu há a existência de áreas de preservação ambiental, em função da mata ciliar.

O trecho contemplado pela mancha da ruptura é cortado pela rodovia estadual PR-423 e por uma estrada de ferro para transporte de insumos e produção agrícola.

Já no vale formado pelo Rio Iguazu, a presença do Município de Balsa Nova junto à margem direita do Rio Iguazu faz desta uma zona com alto risco de perdas de vidas humanas, caso as entidades acionadas pelo Plano de Ações Emergenciais não tenham tempo para realizar o aviso e evacuação da área.

### V.3.3 Zona de autossalvamento e identificação de pontos vulneráveis

A seguir é apresentado o mapa das zonas de risco da Barragem do Rio Verde, incluindo a Zona de Autossalvamento. Este mapa é apresentado também no documento DE-295-FHQ-5100-3-012.

A Zona de Autossalvamento e as Zonas Primária e Secundária foram definidas em função do tempo de chegada da onda de cheia, conforme já citado no Capítulo 3 – Procedimentos de Notificação e Sistemas de Alerta. No desenho (Mapeamento das Zonas de Risco) é apresentada a identificação da Zona de Autossalvamento, e também das Zonas Primária e Secundária, com um levantamento das infraestruturas e edificações afetadas dentro da ZAS.

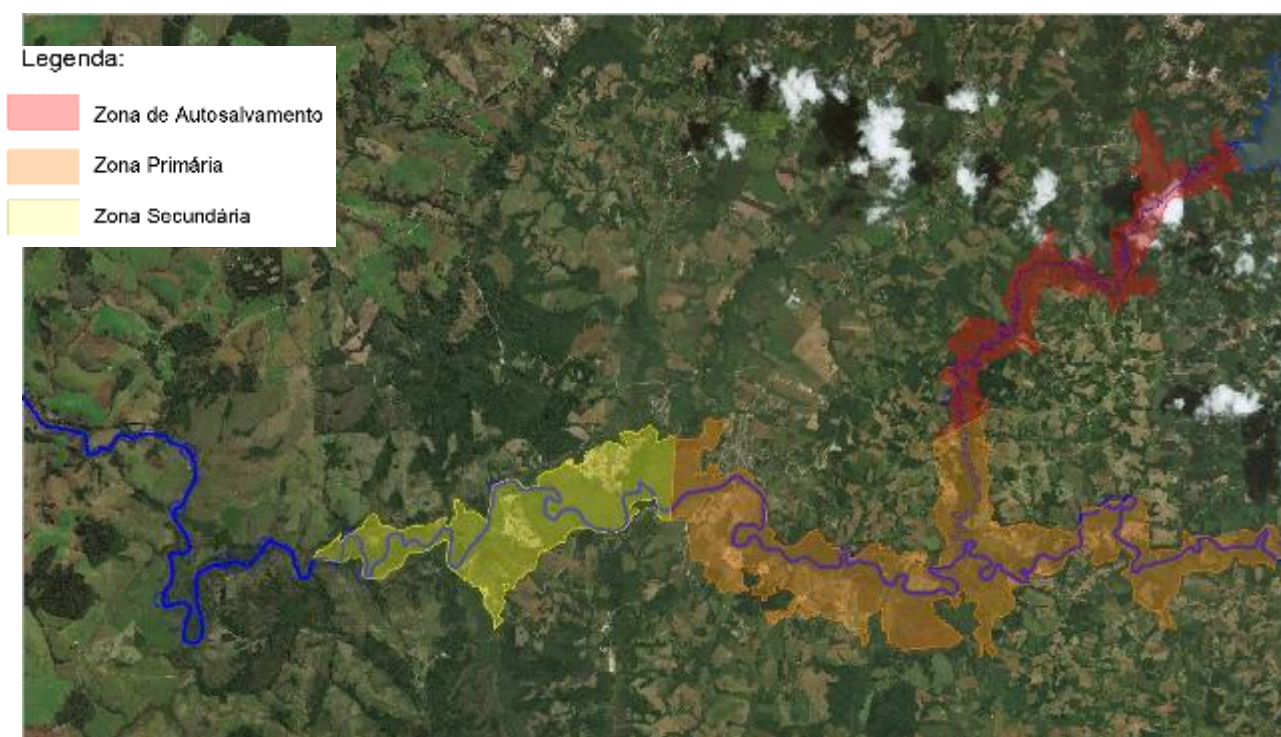


Figura 13 - Identificação da ZAS.

## ANEXO 1 - PLANO DE TREINAMENTO DO PAE

A avaliação da credibilidade dos planos de emergência, na ausência de situações reais de crise, é conseguida através de um sistema de avaliação, constituído por teste dos sistemas de notificação e de alerta; exercício de nível interno (tabletop) e exercício de simulação (nível externo).

Segue abaixo sugestão para Plano de Treinamento, que será apresentada ao **CEPDEC (Coordenadoria Estadual de Proteção e Defesa Civil do Paraná)** para definição conjunta elementos – os quais serão incluídos, em sua versão final, em revisão futura deste PAE.

### **Teste dos sistemas de notificação e alerta:**

O objetivo do teste dos sistemas de notificação e alerta é confirmar os números de telefone e verificar as condições de operação dos meios de comunicação, bem como a funcionalidade do fluxograma de notificação previsto no PAE.

É objetivo do teste:

- Testar e validar os números de telefone;
- Determinar a capacidade de estabelecer e manter as comunicações durante a emergência;
- Verificar a capacidade do Coordenador da emergência de mobilizar e ativar a equipe operacional e os meios de resposta à emergência;
- Testar o funcionamento dos meios de alerta e verificar a capacidade de notificar rapidamente a população na ZAS.

### **Exercício de nível interno (tabletop):**

#### ***Periodicidade: ANUAL***

O objetivo de um exercício de nível interno é testar o sistema de resposta no nível da barragem e avaliar a eficácia dos procedimentos de resposta definidos no PAE. Outra função consiste na verificação e correção da capacidade operacional de resposta e coordenação de ações de acordo com o estabelecido nos planos, verificando a adequabilidade das comunicações e a identificação de competências e de capacidade de mobilização.

Poderão ser convidados órgãos externos para realização do exercício.

O exercício deve consistir nos seguintes objetivos:

- Avaliar o nível de conhecimento da equipe operacional em relação ao PAE;
- Testar a funcionalidade dos órgãos extravasores da barragem;
- Determinar a funcionalidade dos procedimentos internos e das medidas operativas e corretivas que constam do PAE;
- Avaliar a adequação das instalações, equipamento e outros materiais para suportar o cenário de emergência em exercício;
- Vislumbrar o nível de cooperação e coordenação entre o Empreendedor e a Entidade Fiscalizadora na resposta à emergência;
- Determinar a capacidade para estabelecer e manter as comunicações durante a emergência;
- Verificar a eficácia do sistema de informação ao público e de disseminação de mensagens;

## **Exercício de simulação com envolvimento da população da ZAS:**

### ***Periodicidade: TRIENAL***

O objetivo deste tipo de exercício é simular um evento real, com participação da população da ZAS, avaliando a efetividade deste PAE.

Para sua execução deve haver a ciência de todas as entidades Municipais, Estaduais e de Defesa Civil listadas no Quadro 1 deste Plano de Emergência.

O planejamento e execução do exercício devem envolver os órgãos de Defesa Civil listados no Quadro 1 des.

Na conclusão do exercício, deve-se redigir um relatório de avaliação do exercício, que deve servir de insumo para revisão e adequação do PAE.

### **Ações de sensibilização da população**

Serão realizadas, de forma periódica, ações de sensibilização da população residente à jusante da Barragem do Rio Verde, com ênfase na ZAS, através de dois mecanismos principais:

- Divulgação de informação relativa ao risco de habitar em vales a jusante de barragens e à existência de planos de emergência, sob a forma de folhetos, cartazes, brochuras, distribuídos aos órgãos municipais e de Defesa Civil, para sensibilização da população residente na ZAS, Zona Principal e Zona Secundária;
- Treinamento específico para a população residente na ZAS, para fazer face à eventualidade de uma cheia induzida, com o objetivo de explicar o conceito de ZAS, quais são as formas de alerta e quais são as regras de evacuação.

## ANEXO 2 - MEIOS E RECURSOS DISPONÍVEIS PARA SEREM UTILIZADOS EM SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA

A seguir é apresentada uma lista de inventário com os recursos materiais mobilizáveis e renováveis necessários para efetuar a gestão de emergências na barragem do Rio Verde. **Estes materiais estarão disponíveis no CRE - Centro de Resposta a Emergências.**

### Informações de contato:

Responsável: Leonardo Bernardes Curi

Celular: 41 99286 0838

Telefone Fixo: 41 3641 2217

Contato fora do horário administrativo: 3641 2331 (Supervisão de SMS-Turno)

| RECURSO                        | QUANTIDADE | UNIDADE |
|--------------------------------|------------|---------|
| Ambulância                     | 1          | unid.   |
| Malas de assistência médica    | 1          | unid.   |
| Caminhonetes                   | 2          | unid.   |
| Barco                          | 2          | unid.   |
| Cones                          | 50         | unid.   |
| Cavaletes                      | 20         | unid.   |
| Meios de comunicação portáteis | 5          | unid.   |
| Ferramentas diversas           | 1          | kit     |
| Lona                           | 1          | unid.   |
| Cronômetro                     | 1          | unid.   |
| Sacos de ráfia                 | 50         | unid.   |
| Gerador a gasolina             | 1          | unid.   |
| Holofotes e Lanternas          | 5          | unid.   |
| Bomba submersível              | 1          | unid.   |
| Combustíveis e lubrificantes   | 20         | litros  |
| Fita sinalizadora              | 10         | unid.   |







### MENSAGEM DE NOTIFICAÇÃO

Mensagem resultante da aplicação do Plano de Ação de Emergência - PAE da Barragem do Rio Verde em \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_.

Município: \_\_\_\_\_ - Rio Verde, localizado na Bacia Hidrográfica do Rio Verde.

A partir das \_\_\_: \_\_\_ h de \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_, está sendo ativado o nível de resposta:

Verde     
  Amarelo     
  Laranja     
  Vermelho

Esta mensagem mensagem está sendo enviada simultaneamente para :

|   |  |
|---|--|
| Instituto das Águas do Paraná – AGUASPARANA                                       |  |
| ARAUCÁRIA - Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil                    |  |
| CAMPO LARGO - Comissão Municipal de Defesa Civil - COMDEC                         |  |
| BALSA NOVA - Secretaria Municipal de Administração (Departamento de Defesa Civil) |  |
| CEPDEC - Coordenadoria Estadual de Proteção e Defesa Civil do Paraná              |  |
| 6ª CORPDEC - Coordenadoria Regionais de Proteção e Defesa Civil                   |  |
| 7ª CORPDEC - Coordenadoria Regionais de Proteção e Defesa Civil                   |  |
| CEMADEN - Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais        |  |
| COPEL - Companhia Paranaense de Energia   |  |
| SANEPAR - Companhia de Saneamento do Paraná                                       |  |

**Descrição da situação** (descrição mínima da situação, identificação da condição anormal, possíveis danos, risco de ruptura potencial ou real, etc):

|  |
|--|
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |

**Medidas adotadas:**

|  |
|--|
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |



As circunstâncias ocorridas fazem com que devam se precaver e pôr em ação as recomendações e atividades delineadas em sua cópia do Plano de Ação de Emergência - PAE da Barragem do Rio Verde e os respectivos Mapas de Inundação.

Esta é uma mensagem de (Declaração/Alteração) do Nível de Segurança, feita por \_\_\_\_\_,  
**Coordenador do PAE da Barragem do Rio Verde.**

Favor confirmar o recebimento desta comunicação ao Sr(a). \_\_\_\_\_  
pelo telefone número \_\_\_\_\_, e fax número \_\_\_\_\_ e/ou e-mail \_\_\_\_\_

**Nós os manteremos atualizados da situação em caso de mudança do Nível de Segurança, caso ela se resolva ou se torne pior. Nova Comunicação será emitida novamente, dentro de \_\_\_\_\_ horas ou de hora em hora, para sua atualização.**

Para outras informações, entre em contato com o(a) Sr(a). \_\_\_\_\_  
pelo telefone número \_\_\_\_\_, e fax número \_\_\_\_\_ e/ou e-mail \_\_\_\_\_

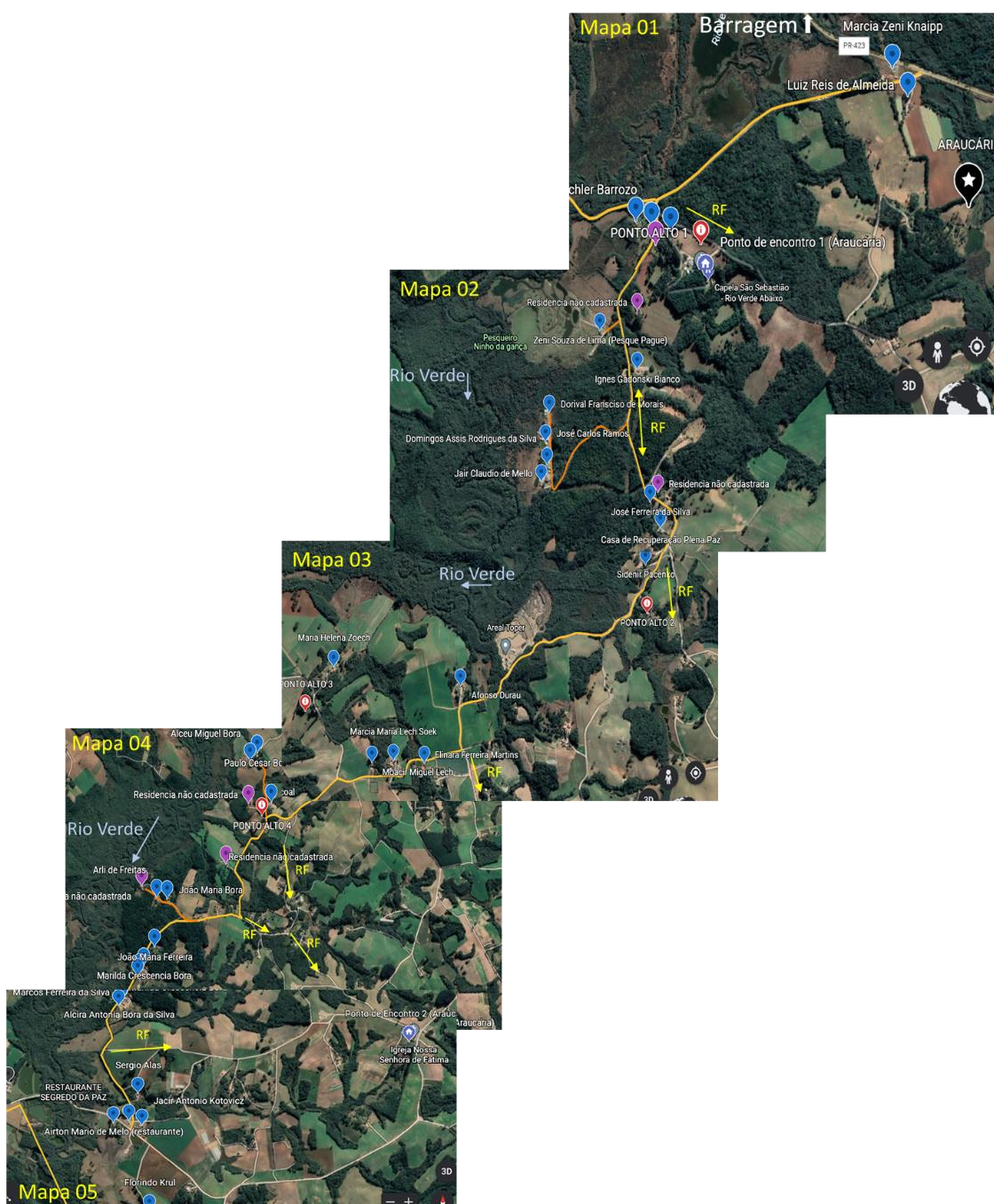
**FIM DA MENSAGEM**

## ANEXO 4 - COORDENADAS DAS ESTRUTURAS E PONTOS VULNERÁVEIS NA ZAS

A imagem a seguir apresenta a localização das residências e pontos vulneráveis localizados na ZAS da barragem, incluindo os pontos altos e pontos de encontro.

Foram identificadas 44 residências, com uma população afetável de 96 pessoas. Além disso, existem 03 obras de arte e 02 indústrias (Pesqueiro Ninho da Gança e Areal Toper).

Não foram identificadas escolas, hospitais, asilos ou prédios públicos.



## ANEXO 5 – ROTAS DE FUGA E PONTOS DE REFÚGIO

A definição das rotas de fuga é uma responsabilidade dos órgãos de Defesa Civil dos 3 municípios atingidos pela ZAS: Araucária, Campo Largo e Balsa Nova.

A Petrobras está em contato permanente com estes órgãos para auxiliar nessa definição, através dos representantes das Defesas Civis listados no Quadro 01 deste PAE.

No momento desta última revisão (junho/2022), está em planejamento o 1º exercício simulado envolvendo a população da ZAS, organizado pelas Defesas Civis, Petrobras, Municípios e Corpo de Bombeiros. A previsão de realização do exercício simulado é junho/2022.

**Para o exercício, foram definidas, pelas Defesas Civis, rotas de fuga e pontos de refúgio preliminares, que serão avaliados e validados no decorrer do simulado.**

**Após o exercício, este PAE será revisado para inclusão das rotas de fuga definitivas e demais pontos de melhoria identificados no exercício.**