

FG-2201-NHB-A-BA-RT29-02

À

NORSK HYDRO BRASIL

Av. Gentil Bittencourt, 549

Belém – PA

A/C

CAROLINA VARKALA

Departamento de Suprimentos de Bauxita & Alumina

Referência: Segurança e estabilidade dos depósitos de resíduos sólidos – DRS1 e DRS2**Local:** Barcarena – PA

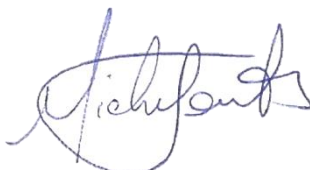
Prezada,

Apresentamos o relatório técnico de análise e adequação da suficiência do Plano de Ação Emergencial do DRS1, em atendimento à letra “P” do Termo de Compromisso de Ajustamento de Conduta, celebrado entre a HYDRO, ALUNORTE, o Ministério Público do Estado do Pará (MPPA), Ministério Público Federal (MPF), o Estado do Pará e a Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade do Estado do Pará. O DRS1 está localizado junto a produção da Alunorte, no município de Barcarena – PA.

À disposição para esclarecimentos julgados necessários,

Belo Horizonte, 03 de agosto de 2023

Atenciosamente,



Michel Fontes
DIRETOR
FONNTES GEOTÉCNICA



FONNTES
G E O T É C N I C A

FG-2201-NHB-A-BA-RT29-02

RELATÓRIO TÉCNICO DE ANÁLISE E ADEQUAÇÃO DA SUFICIÊNCIA DO PLANO DE AÇÃO EMERGENCIAL DO DRS1

CLIENTE:



PROJETO:

**AUDITORIA DE SEGURANÇA E
ESTABILIDADE DOS DEPÓSITOS DE
RESÍDUOS SÓLIDOS DRS1 E DRS2**

BARCARENA - PA



agosto/2023

ANÁLISE E ADEQUAÇÃO DA SUFICIÊNCIA DO PLANO DE AÇÃO EMERGENCIAL DO DRS1

REV.	DATA	POR	REVISÃO	APROV.	DESCRIÇÃO DE REVISÕES
0	07/07/22	BSC/RCM /RCJ	ACS/ BCN/ MVS	ACS	EMISSÃO INICIAL
1	31/03/23	BSC/RCM /RCJ	ACS/ BCN/ MVS	ACS	ATENDIMENTO A COMENTÁRIOS
2	03/08/23	BSC/RCM /RCJ	ACS	ACS	APROVADO

Esta é a folha de controle de revisões deste documento. Uma breve descrição de cada revisão do documento deverá constar nesta folha. O tipo de emissão está demarcado abaixo em negrito.

TE – TIPO DE EMISSÃO

(A) PRELIMINAR	(E) PARA CONSTRUÇÃO
(B) PARA APROVAÇÃO	(F) CONFORME COMPRADO
(C) PARA CONHECIMENTO	(G) CONFORME CONSTRUÍDO
(D) PARA COTAÇÃO	(H) CANCELADO

SUMÁRIO

GLOSSÁRIO	1
1. INTRODUÇÃO	3
2. OBJETIVO.....	6
3. DADOS UTILIZADOS	8
4. ORGANIZAÇÃO DO DOCUMENTO	9
5. APRESENTAÇÃO DA ESTRUTURA	9
5.1 LOCALIZAÇÃO	12
5.2 ASPECTOS GEOLÓGICOS	18
5.2.1 <i>Histórico de Investigações</i>	20
5.2.2 <i>Geologia Local</i>	21
5.3 DRENAGEM INTERNA	22
5.4 SISTEMA EXTRAVASOR E DRENAGEM SUPERFICIAL	22
5.5 INSTRUMENTAÇÃO	23
5.6 FECHAMENTO DO DEPÓSITO DRS1	23
6. METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO	26
7. DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO.....	28
7.1 ANÁLISE CRÍTICA DA SUFICIÊNCIA E QUALIDADE DOS DADOS PARA GERAÇÃO DOS CENÁRIOS DE STACK BREAK E DAM BREAK 28	
7.2 STACK BREAK E DAM BREAK.....	29
7.2.1 <i>Parecer da FONNTES</i>	36
7.3 ANÁLISE DA INSTRUÇÃO NORMATIVA 02/2018 E 12/2019 SEMAS/PA	37
7.3.1 <i>Apresentação e objetivo do PAE</i>	38
7.3.2 <i>Identificação e contatos do Empreendedor, do Coordenador do PAE e das entidades constantes do Fluxograma de Notificação</i>	39
7.3.3 <i>Descrição geral da barragem e estruturas associadas, incluindo altura, comprimento, material utilizado na construção, vias de acesso, características geológicas, geotécnicas, hidrológicas e sísmicas</i>	40
7.3.4 <i>Classificação das situações de emergência em potencial, conforme Nível de Resposta e descrição detalhada das ações para cada nível de emergência</i>	40

ANÁLISE E ADEQUAÇÃO DA SUFICIÊNCIA DO PLANO DE AÇÃO EMERGENCIAL DO DRS1

7.3.5	<i>Procedimentos de notificação (incluindo o Fluxograma de Notificação interno e externo) acerca de anormalidades no funcionamento ou condições potenciais de ruptura da barragem e sistema de alerta, condizente com o nível de resposta e condições locais</i>	<i>41</i>
7.3.6	<i>Descrição dos procedimentos preventivos e corretivos</i>	<i>44</i>
7.3.7	<i>Responsabilidades no PAE (empreendedor, coordenador do PAE, equipe técnica e Defesa Civil)</i>	<i>54</i>
7.3.8	<i>Síntese do estudo de inundação com os respectivos mapas, indicação da ZAS e pontos vulneráveis potencialmente afetados.</i>	<i>57</i>
7.3.9	<i>Plano de Treinamento do PAE e suas periodicidades</i>	<i>60</i>
7.3.10	<i>Informações sobre todos os recursos humanos, materiais e logísticos disponíveis a serem utilizados nas situações de emergência</i>	<i>61</i>
7.3.11	<i>Formulários de declaração de início da emergência, de declaração de encerramento da emergência e de mensagem de notificação;</i>	<i>64</i>
7.3.12	<i>Estratégias de evacuação da Zona de Autossalvamento</i>	<i>66</i>
7.3.13	<i>Relação das entidades públicas e privadas que receberam cópia do PAE com os respectivos protocolos de recebimento.</i>	<i>70</i>
8.	CONCLUSÕES	70
9.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	72

GLOSSÁRIO

- “*As Built*” – “Como Construído” – expressão para definir o projeto que descreve o estado imediatamente após a implantação de uma estrutura.
- “*As Is*” – “Como está” – expressão para definir o projeto que descreve o estado atual de uma estrutura
- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
- Alunorte – Alumina do Norte do Brasil S.A. – empresa brasileira formada a partir de acordo bilateral pelos governos do Brasil e do Japão em 1976. Empresa produtora de alumina, responsável pela operação e manutenção do DRS 1 e DRS 2, signatária do TAC 3.1 e subsidiária da Hydro.
- ANA – Agência Nacional das Águas e Saneamento Básico
- BC – Bacias de Controle (As bacias operacionais são BC1, BC 2, BC 3, BC 5 e BC 6; e as bacias descaracterizadas são BC4 e BC7)
- CL – Célula Leste
- CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais / Serviço Geológico do Brasil
- DOE – Diário Oficial do Estado
- DRS 1 – Depósito de Resíduos Sólidos nº 1 de propriedade da ALUNORTE
- DRS 2 - Depósito de Resíduos Sólidos nº 2 de propriedade da ALUNORTE
- ETEI – Estação de Tratamento de Efluentes Industriais
- FONNTES – Fonntes geotécnica Ltda – Empresa vencedora do edital para contratação de auditoria independente para atendimento ao item 3.1, do TAC 3.1.
- Hydro – Norsk Hydro ASA – Empresa Norueguesa, que tem na produção de alumínio o seu principal negócio e signatária do TAC 3.1.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
- MPF – Ministério Público Federal
- MPPA – Ministério Público do Estado do Pará
- MPSA – Mineração Paragominas

ANÁLISE E ADEQUAÇÃO DA SUFICIÊNCIA DO PLANO DE AÇÃO EMERGENCIAL DO DRS1

- MRN – Mineração Rio Norte
- NBR – Norma Brasileira
- NSPT – Número de golpes necessários para à cravação de amostrador de sondagem à percussão (spt), considerando apenas os 30 cm finais
- PA – Estado do Pará
- PEAD – Polietileno de alta densidade
- SEMAS – Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade do Pará
- SPT - Ensaio de penetração padrão conforme a norma ABNT NBR 6484:2020.
- TAC 3.1 – item do Termo de Ajustamento de Conduta relativo à “Auditoria de segurança e estabilidade dos depósitos de resíduos sólidos”, assinado pela HYDRO, ALUNORTE, Ministério Público do Pará, Ministério Público Federal e Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Sustentabilidade do Pará.
- UTM – Universal Transversa de Mercator (Sistema de projeção cartográfica)

1. INTRODUÇÃO

A Norsk Hydro ASA (HYDRO) fundada em 1905 é uma empresa norueguesa com atuação em 40 países nos setores da mineração, industrial e de energia. O Brasil é a principal fonte de matéria-prima do alumínio da HYDRO, a bauxita, extraída em Paragominas e Trombetas (PA). A bauxita é refinada e convertida em alumina (óxido de alumínio) na Alunorte, localizada no município de Barcarena (PA), que é a maior refinaria de alumina do mundo fora da China. Este processo gera um resíduo que é lavado, filtrado e armazenado em depósitos de resíduos sólidos (DRS1 e DRS2), apresentados na Figura 1.1

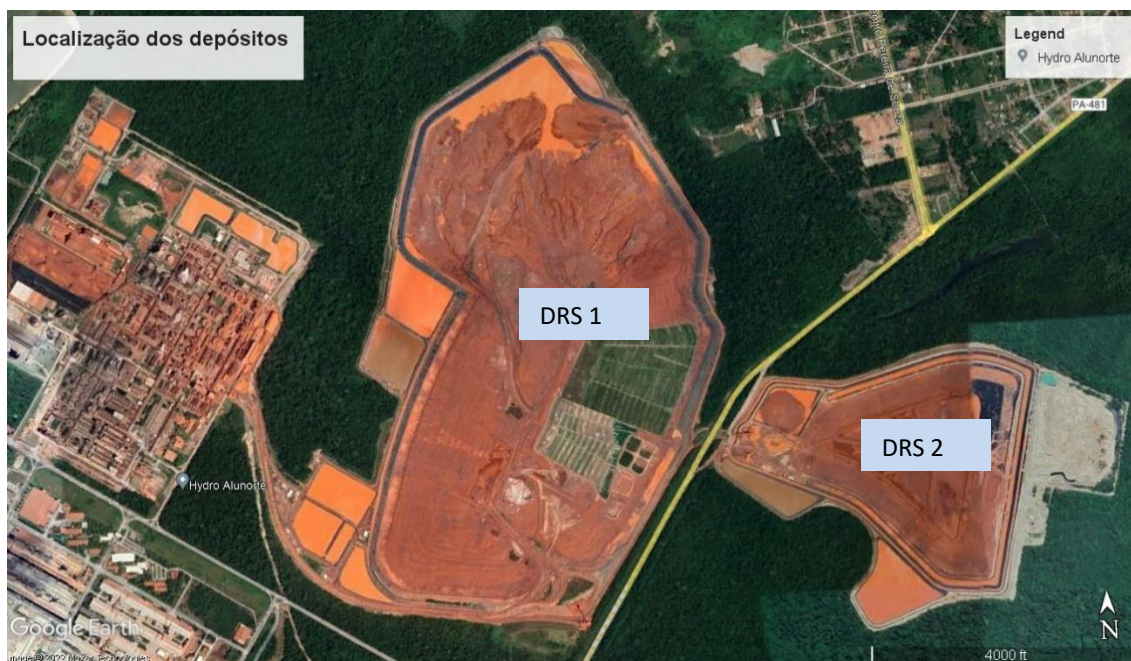


Figura 1.1 – Localização do empreendimento

Neste contexto, a Fonntes Geotécnica (FONNTES) foi contratada por meio do Edital de Contratação de Serviços de Auditoria de Segurança e Estabilidade dos Depósitos de Resíduos Sólidos DRS1 e DRS2. O objeto do contrato se trata da prestação do serviço de elaboração de auditoria da segurança e estabilidade dos depósitos de resíduos sólidos - DRS1 e DRS2, do termo de compromisso de ajustamento de conduta, Inquérito Civil -

ANÁLISE E ADEQUAÇÃO DA SUFICIÊNCIA DO PLANO DE AÇÃO EMERGENCIAL DO DRS1

IC n° 001/2018 - MP (SIMP n°000654 -710/2018) MPPA, Inquérito Civil n° 000980 - 040/2018 (Portaria no 12/2018) MPPA, Inquérito Civil no 1.23.000.000498/2018 - 98 MPF.

Os relatórios a serem elaborados pela FONNTES atenderão plenamente aos requisitos do Termo de Compromisso de Ajustamento de Conduta, celebrado entre a HYDRO, ALUNORTE, o Ministério Público do Estado do Pará (MPPA), Ministério Público Federal (MPF), o Estado do Pará e a Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade do Estado do Pará, incluindo:

- a) Compatibilidade do projeto executivo dos depósitos (DRS1 e DRS2) com a sua efetiva execução;
- b) Compatibilidade dos Depósitos de Resíduos Sólidos (DRS1 e DRS2) com a Lei Nacional de Segurança de Barragens (Lei n.º 12.334/2010);
- c) Aspectos estruturais Depósitos de Resíduos Sólidos (DRS1 e DRS2), a concepção geral do projeto, o arranjo e dimensionamento das estruturas, além de suas funcionalidades;
- d) Análise qualitativa de instrumentação com vistas a determinação da densidade de drenagem, a fim de aferir o comprometimento das águas superficiais e subterrâneas;
- e) Avaliação da compatibilidade da localização dos DRS com o projeto, obedecendo à legislação aplicável, às normas ambientais e aos critérios econômicos, geotécnicos, estruturais, sociais e de segurança e risco, mediante necessidade de segurança estrutural, bem como considerando a possibilidade de existência de drenagens naturais possivelmente afetadas, tais como mananciais e olhos d'água;
- f) Análise da viabilidade da concepção proposta, em termos operacionais e manutencionais, ou seja, se os processos de controle necessários à disposição dos rejeitos da forma concebida são compatíveis com a estrutura existente e

ANÁLISE E ADEQUAÇÃO DA SUFICIÊNCIA DO PLANO DE AÇÃO EMERGENCIAL DO DRS1

- consequente produção dos rejeitos, levando em consideração as condições ambientais locais;
- g) Verificação da densidade e teor de umidade ótimo (período chuvoso e período seco) e suas variações, envolvendo valor médio e desvio padrão durante a fase de testes;
 - h) Revisão dos parâmetros geotécnicos de coesão e ângulo de atrito efetivo, a partir de ensaios de laboratório e de campo, e suas variações envolvendo valor médio e desvio padrão durante a fase de testes;
 - i) Análise de estabilidade, através de parâmetros geotécnicos (programas-slope/W1 e ensaios – Laboratórios de Geotecnia), e estanqueidade. Determinação do Fator de segurança, seu valor médio e seu grau de confiabilidade, após o período de testes;
 - j) Análise de estabilidade dos depósitos, utilizando-se como referência os fatores de segurança mínimos descritos na Norma ABNT NBR 13.028/2017, e Norma ABNT NBR 13029/2017
 - k) Revisão do projeto e disposição de drenos, filtros, medidores de vazão e seus processos executivos.
 - l) Revisão do Projeto de revestimento e monitoramento dos taludes;
 - m) Verificação do teor de umidade do material que condicionará a decisão de lançá-lo na área úmida ou aplicá-lo na área seca e suas variações ao longo do período de testes;
 - n) Interpretação dos resultados dos testes relativos à aplicação do material sobre as geomembranas;
 - o) Interpretação dos ensaios destrutivos e não destrutivos para verificação da estanqueidade da Geomembrana;
 - p) Análise e adequação da suficiência do Plano de Ação Emergencial, o qual deverá contemplar a identificação e análise das possíveis/situações de emergência; os procedimentos para identificação e notificação de mau funcionamento ou de condições potenciais de ruptura dos depósitos; os**

procedimentos preventivos e corretivos a serem adotados em situações de emergência, com indicação do responsável pela ação; a estratégia e meio de divulgação e alerta para as comunidades potencialmente afetadas em situação de emergência, utilizando-se como referência a Instrução Normativa nº02/2018, publicada no DOE nº 33.554, de 07 de fevereiro de 2018 e conforme estabelecido no Art. 12 da Lei nº 12.334 de 20 de setembro de 2010.

Nesse contexto, o presente relatório apresenta os estudos realizados para atendimento do item **P)**, referido à análise e adequação da suficiência do plano de ação emergencial.

2. OBJETIVO

Em atendimento ao termo de compromisso de ajustamento de conduta, Inquérito Civil - IC nº 001/2018 - MP (SIMP nº000654 -710/2018) MPPA, Inquérito Civil nº 000980 - 040/2018 (Portaria no 12/2018) MPPA, Inquérito Civil no 1.23.000.000498/2018 - 98 MPF, o presente documento abordará o item “**p) Analise e adequação da suficiência do Plano de Ação Emergencial, o qual deverá contemplar a identificação e análise das possíveis/situações de emergência; os procedimentos para identificação e notificação de mau funcionamento ou de condições potenciais de ruptura dos depósitos; os procedimentos preventivos e corretivos a serem adotados em situações de emergência, com indicação do responsável pela ação; a estratégia e meio de divulgação e alerta para as comunidades potencialmente afetadas em situação de emergência, utilizando-se como referência a Instrução Normativa nº02/2018, publicada no DOE nº 33.554, de 07 de fevereiro de 2018 e conforme estabelecido no Art. 12 da Lei nº 12.334 de 20 de setembro de 2010**”, para o depósito de de resíduos DRS1.

Ao se iniciar os serviços foram realizadas reuniões com o MPPA para alinhamento do escopo das letras do TAC 3.1. Essas reuniões ensejaram no envio de um ofício elaborado

ANÁLISE E ADEQUAÇÃO DA SUFICIÊNCIA DO PLANO DE AÇÃO EMERGENCIAL DO DRS1

pela FONNTES com esclarecimentos do entendimento técnico das perguntas para adequado encadeamento das atividades. Posteriormente foi recebido o “de acordo” do MPPA para elaboração dos serviços seguindo o raciocínio apresentado no ofício, que passou a ser utilizado como referência para elaboração de todos os relatórios. Vale destacar que esse esclarecimento foi muito importante para o direcionamento dos serviços, porque em alguns casos havia perguntas com temas que teriam melhor abordagem em outras letras do TAC 3.1 ou ainda em outras cláusulas que não eram escopo do presente trabalho. Abaixo é reproduzido o extrato do ofício com a explicação do entendimento para resposta da pergunta **letra P)**, objeto desse relatório.

Será realizada uma avaliação do Plano de Ações em Emergência e do estudo de ruptura hipotética, sendo esse último utilizado como referência para todas as definições.

Inicialmente será verificado se o cenário adotado no estudo de ruptura hipotética, quanto sua pertinência e aplicação, considerando que o Plano de Emergência deve ser elaborado em preparação sempre para o pior cenário possível em termos técnicos.

Será avaliado o fluxo de comunicação de situação de emergência e sua validação através de treinamentos de bancada, treinamento internos, treinamentos externos e simulados de emergência com envolvimento da comunidade e dos órgãos competentes (Polícia Militar, Corpo de Bombeiros, Defesas Civas, etc.).

A estratégia de comunicação da situação de emergência para comunidade será avaliada quanto a sua aplicabilidade e eficiência em atingir objetivo do plano, qual seja, evitar a perda de vidas humanas. Consequentemente, será verificada se a efetividade do plano foi testada em simulados com a comunidade e/ou outras estratégias e informação/divulgação.

Por fim, será verificado se o Plano de Emergência atende em plenitude o que está recomentados na Instrução Normativa nº02/2018, publicada no DOE nº 33.554, de 07 de fevereiro de 2018 e conforme estabelecido no Art. 12 da Lei nº 12.334 de 20 de setembro de 2010. Para essa resposta serão listados todos dos artigos da legislação citada com o parecer “Atende” ou “não atende” com a devida justificativa.

3. DADOS UTILIZADOS

Os documentos utilizados como referência para obtenção de dados e informações necessárias à elaboração deste documento são apresentados na Tabela 3.1. Ressalta-se que apenas dados de 2021 e 2022 foram utilizados uma vez que o PAE é atualizado periodicamente, sendo os documentos mais recentes válidos para a análise do TAC 3.1.

Tabela 3.1 – Documentos recebidos e utilizados na elaboração deste estudo

CÓDIGO	TÍTULO DO DOCUMENTO	ELABORADO POR	DATA
RT-3540-54-G-1014 R02	Relatório Técnico do Projeto “As Is” – Relatório e Desenhos	PIMENTA DE ÁVILA	29/07/2021
RT-3540-54-G-584	Plano de Ações Emergenciais do DRS1	PIMENTA DE ÁVILA	29/04/2022
RT-3540-54-G-576	Estudo de ruptura hipotética (DAM BREAK) do DRS1	PIMENTA DE ÁVILA	25/01/2022
RT-3540-54-G-1002	Plano de Ações Emergenciais do DRS1 – Relatório Técnico (antigo)	PIMENTA DE ÁVILA	20/05/2021
RT-4610009-54-G-0001	Relatório de Conformidade e Operacionalidade do PAE Relatório Técnico	H&P	15/06/2022

4. ORGANIZAÇÃO DO DOCUMENTO

Durante a definição da estrutura dos documentos a serem produzidos para a auditoria foi estabelecido que todos os relatórios apresentariam capítulos básicos introdutórios, que pudessem contextualizar qualquer leitor, independentemente do acesso a outros relatórios dessa auditoria. Por isso, optou-se por reproduzir em todos os documentos um conteúdo introdutório que permita ao leitor o entendimento básico da localização, geologia e fisiografia do projeto da estrutura em avaliação. Este conteúdo introdutório comum a todos os relatórios de cada letra específica do Termo de Ajustamento de Conduta (TAC) 3.1 contempla os itens 1 a 5.

Nestes termos, o presente relatório foi organizado da seguinte forma:

- Introdução, contendo apresentação do documento e do TAC 3.1 que resultou no contrato para auditoria documental;
- Objetivos do presente documento, indicando a letra específica da TAC 3.1 que será atendida;
- Dados utilizados/consultados para o atendimento à letra específica da TAC 3.1;
- Explicações sobre a organização do documento;
- Apresentação da estrutura em estudo, nivelando o conhecimento básico do leitor sobre o tema;
- Metodologia de avaliação da letra relativa ao presente relatório;
- Desenvolvimento dos estudos relativos à letra do presente relatório;
- Considerações finais;
- Referências bibliográficas.

5. APRESENTAÇÃO DA ESTRUTURA

Conforme indicado no Relatório Técnico do Projeto “As Is”, elaborado pela PIMENTA DE AVILA em 2021, doc. RT-3540-54-G-570-R01, o depósito DRS1 foi projetado para

ANÁLISE E ADEQUAÇÃO DA SUFICIÊNCIA DO PLANO DE AÇÃO EMERGENCIAL DO DRS1

armazenar os resíduos industriais advindos do beneficiamento da bauxita. Até o ano de 2005, os resíduos industriais eram provenientes exclusivamente do beneficiamento da bauxita da Mineração Rio do Norte (MRN) e, posteriormente a esta data, iniciou-se o beneficiamento da bauxita proveniente da Mineração Bauxita Paragominas (MBP).

O relatório acrescenta que, até novembro de 2018, o sistema utilizado pela ALUNORTE para desagüamento dos resíduos era por filtro tambor, obtendo-se um resíduo com cerca de 60% de teor de sólido. A partir de novembro de 2018, passou-se a utilizar o sistema de filtragem do resíduo por filtro prensa, obtendo-se um teor de sólidos de aproximadamente 78%.

No doc. RT-3540-54-G-570-R01, a PIMENTA DE AVILA (2021) informa que o início da construção do DRS1 ocorreu em 1994. A Figura 5.1 indica os elementos existentes no DRS1 e, a seguir, apresenta-se a sequência construtiva do DRS1:

- 1994/1995 – Implantação da Célula Inicial em etapa única;
- 1997 – Implantação das Células 1 e 2 em etapa única;
- 1998 – Implantação das Célula 3 em etapa única;
- 1999 – Implantação das Células 4 e 5 em etapa única;
- 2000 – Implantação das Célula 6 em etapa única;
- 2003 – Implantação das Célula 7 em etapa única;
- 2004-2006 – Alçamento a jusante dos diques periféricos das células existentes;
- 2006/2007 – Implantação das Célula Sul em etapa única;
- 2009/2010 – Implantação da Célula Leste 1 (CL1) em etapa única;
- 2009/2010 – Implantação das Bacias de Controle BC3 e BC4;
- 2010 – Implantação da Célula Leste 2 (CL2) em etapa única;
- 2011/2012 – Implantação da Célula Leste 3 (CL3) em etapa única;
- 2012 – Implantação das Bacias de Controle BC5 e BC6;
- 2019 – Implantação do Acesso Externo à Célula Leste 3 (CL3).

ANÁLISE E ADEQUAÇÃO DA SUFICIÊNCIA DO PLANO DE AÇÃO EMERGENCIAL DO DRS1



Figura 5.1 – Identificação das células e bacias de contribuição do DRS1 (Pimenta de Avila, 2021).

A partir de 2003, com o projeto de implantação da célula 7, a PIMENTA DE AVILA assumiu a função de projetista do DRS1, responsabilizando-se pela elaboração dos projetos posteriores a esta data. Acrescenta-se que a nomenclatura “DRS1” passou a ser

utilizada após a implantação da Célula Sul. Anteriormente, o depósito era referido como “DRS – Área 54A”.

5.1 LOCALIZAÇÃO

Localizados no município de Barcarena, no estado do Pará, o sistema de disposição de resíduos pertencente à ALUNORTE é composto pelos Depósitos de Resíduos Sólidos DRS1 e DRS2 e situa-se em torno das coordenadas UTM/DATUM SIRGAS 2000 754.812 E 9.828.482 S.

Os depósitos se encontram a uma distância de aproximadamente 120 km da capital Belém e o acesso se dá pela rodovia estadual PA-481. A planta industrial da ALUNORTE em Barcarena apresenta influência mundial na produção de alumina, colaborando para o desenvolvimento da região.

Logo a jusante dos depósitos DRS1 e DRS2 estão localizadas a bacia hidrográfica do rio Murucupi e diversas comunidades que direta ou indiretamente possuem influência do empreendimento.

A Figura 5.2 apresenta o mapa de localização do sistema de disposição de resíduos, indicando os Depósitos DRS1 e DRS2.

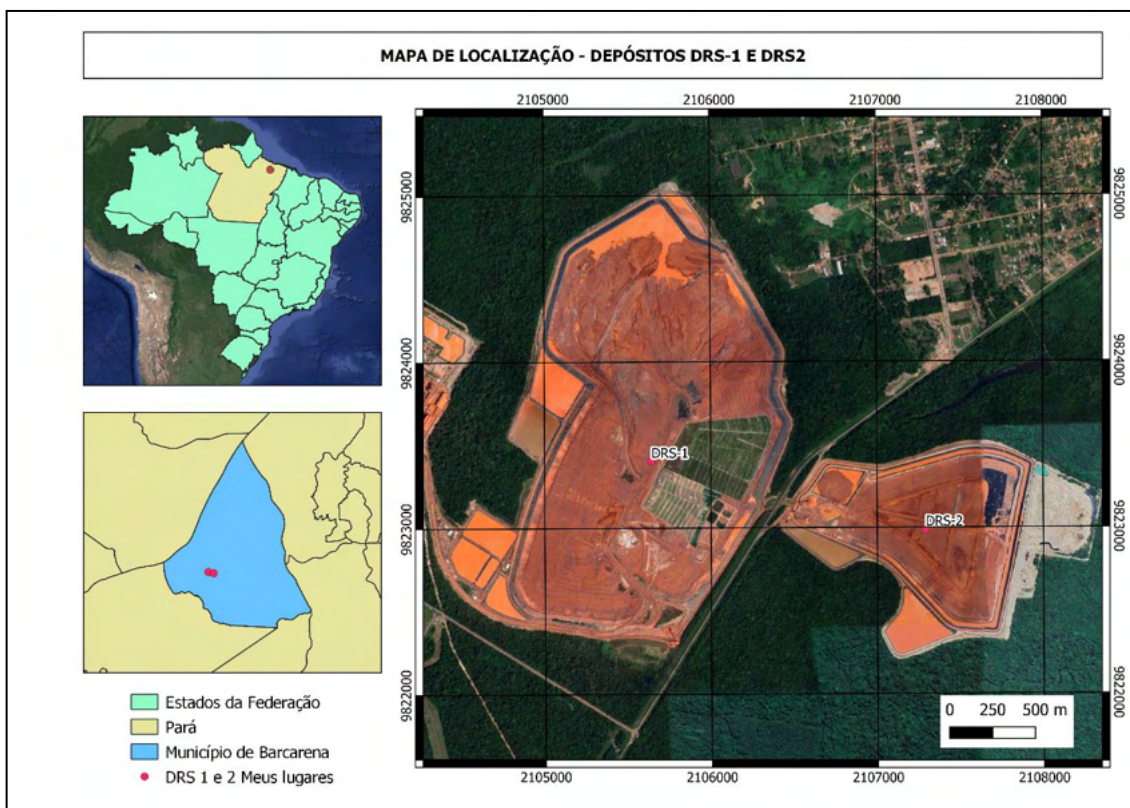


Figura 5.2 – Localização da Estrutura – DRS1 e DRS2

O município de Barcarena está localizado no bioma Amazônia, apresentando 1.310,34 km² de área (IBGE, 2021). Apresenta esgotamento sanitário adequado para 27,8% de seus habitantes (IBGE, 2010).

A estação chuvosa do município de Barcarena é compreendida entre os meses dezembro e junho, sendo que os meses em que são identificados maiores volumes precipitados se concentram entre janeiro e maio.

Segundo o levantamento censitário realizado pelo IBGE (2010), o município de Barcarena possui 99.859 habitantes., apresentando densidade demográfica de 76,21 habitantes por quilômetro quadrado. Conforme Figura 5.3, identificam-se as comunidades Água Verde, Boa Vista, Bom Futuro, Itupanema, J. Cabanos, J. Independência, J. Paraíso, Jardim das Palmeiras, Laranjal, Murucupi, Nazaré, Nossa Sra.

ANÁLISE E ADEQUAÇÃO DA SUFICIÊNCIA DO PLANO DE AÇÃO EMERGENCIAL DO DRS1

De Fátima, Novo Horizonte, Novo Paraíso, Pioneiro, Renascer com Cristo, São José, Vila Nova e Vila São Francisco. Além das comunidades Quilombolas Gibrié de São Lourenço, Sítio Conceição, Sítio Cupuaçu/Boa Vista, Sítio do Burajuba e Sítio São João.



Figura 5.3 – Localização das comunidades próximas ao depósito DRS1 (Imagem fornecida pela equipe técnica da HYDRO/ALUNORTE)

		AUDITORIA DE SEGURANÇA
ANÁLISE E ADEQUAÇÃO DA SUFICIÊNCIA DO PLANO DE AÇÃO EMERGENCIAL DO DRS1		

Conforme apresentado por IBGE (2020), no ano de 2020 o salário médio mensal era de 2,8 salários-mínimos, com 22,5% da população com emprego formal. A taxa de escolarização de crianças entre 6 e 14 anos foi de 97,3% (IBGE, 2010b)

Em relação à economia do município, o PIB per capita de 2019 foi de R\$ 43.063,73, sendo 71% oriundo de fontes externas (IBGE, 2019), o IDHM do município é de 0,662 (IBGE, 2010).

A Nota Técnica “Contextualização sobre o histórico de expansões dos depósitos de resíduos sólidos – DRS1 e DRS2” (documento DT-3542-54-G-001) apresenta o histórico de implantação e expansão do DRS1 e DRS2. Esse histórico é replicado aqui visando contextualizar o leitor (Figura 5.4).

ANÁLISE E ADEQUAÇÃO DA SUFICIÊNCIA DO PLANO DE AÇÃO EMERGENCIAL DO DRS1

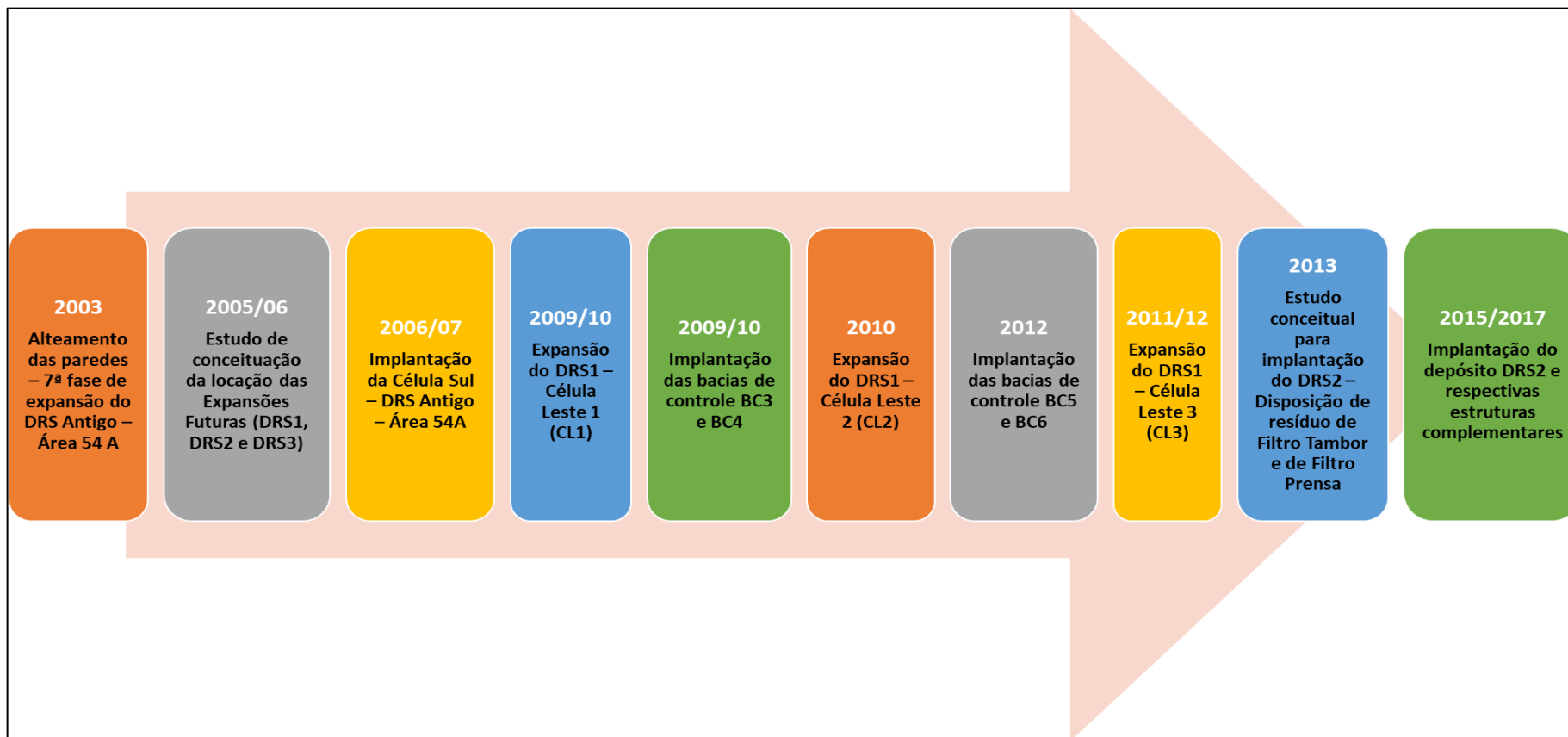


Figura 5.4 – Histórico de expansão do DRS1 e DRS2

5.2 ASPECTOS GEOLÓGICOS

A área de estudo encontra-se inserida no contexto geológico dos sedimentos cenozóicos (< 65,5 milhões de anos) individualizados nas formações: Pirabas e Barreiras, além de sedimentos quaternários (denominados de sedimentos pós Barreiras).

Conforme apresentado no Mapa Geológico do Estado do Pará, desenvolvido pela CPRM em 2008 (Figura 5.5), a estrutura DRS1 encontra-se sobre Sedimentos Pós-Barreiras.

Ocupando uma área de aproximadamente 12000 m², que se estende desde a faixa litorânea entre as cidades de Bragança e Belém avançando para o interior do Pará, a Formação Pirabas ocorre sobreposta ao embasamento cristalino (ALMARAZ, 1977) e é caracterizada pela composição calcária e conteúdo fossilífero. A deposição se fez por evento transgressivo decorrente da subida do nível do mar em todo o planeta, durante o Mioceno (HAQ *et al.* 1987). Sucedendo ao evento transgressivo que resultou na Formação Pirabas, ocorreu um evento de caráter regressivo o qual foi responsável pela sedimentação do Grupo Barreiras.

O Grupo Barreiras, também denominado por alguns autores de Formação Barreiras, aflora na costa brasileira, quase continuamente desde o Pará até o Rio de Janeiro. O grupo é constituído por sedimentos de origem continental pouco litificados, oriundos da ação do intemperismo e ciclos geológicos ocorridos no interior do continente após a abertura do Atlântico (MABESOONE e CASTRO, 1975). Os estratos apresentam variações verticais e laterais bem marcadas que variam em níveis arenosos, argilo arenosos, conglomeráticos e ferruginosos. Os sedimentos quaternários Pós-Barreiras recobrem discordantemente essas sequências.

Admite-se como Sedimentos Pós Barreiras os depósitos que recobrem de maneira discordante os estratos da Formação Barreiras. Trata-se de areias consolidadas e semi-consolidadas de granulometria fina a média e coloração creme amarelada a branca,

podendo conter clastos e frações de argila (Farias *et al.* 1992). Segundo Rosseti e Valeriano (2007), a evolução desses sedimentos está relacionada a um paleovale de idade quaternária alimentado pelo Rio Tocantins, quando esse corria para oeste do seu curso atual.

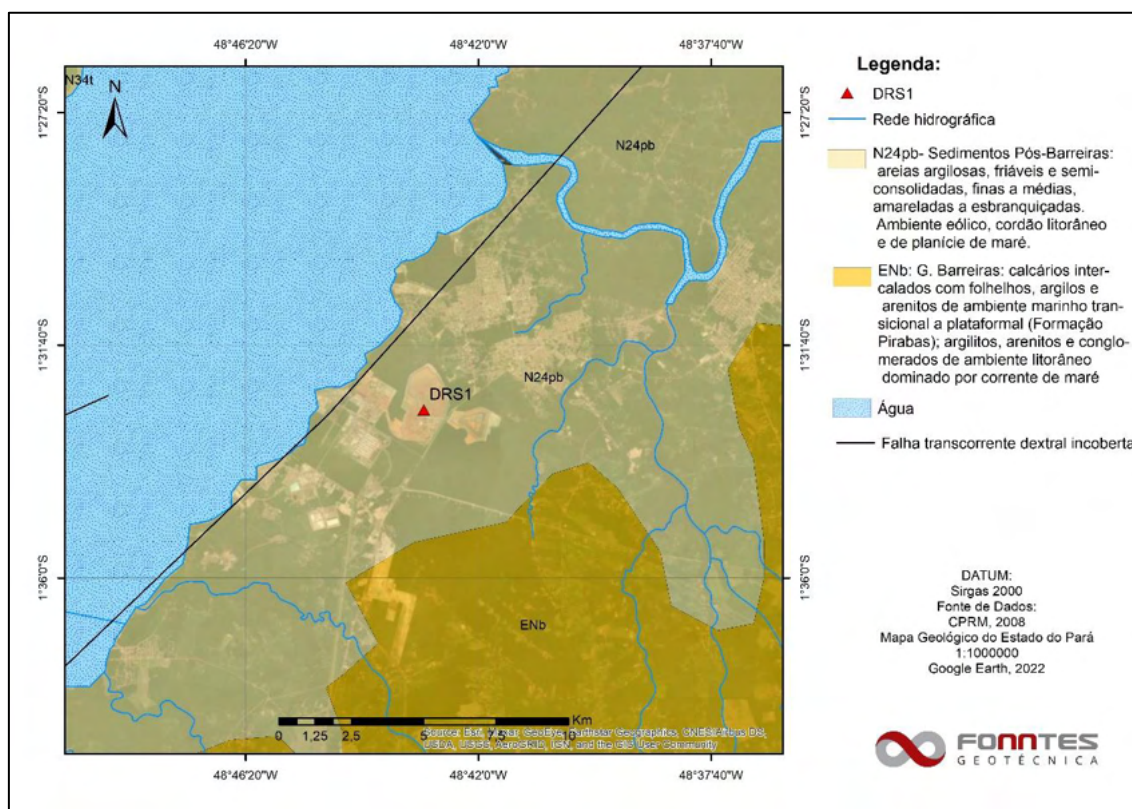


Figura 5.5 – Mapa geológico regional da estrutura DRS1

O relatório “As Is” RT-3540-54-G-1014 desenvolvido pela PIMENTA DE ÁVILA, apresenta as estruturas DRS1 e DRS2 inseridas sobre domínios da Formação/Grupo Barreiras, enquanto a Figura 5.5 indica que as duas estruturas estão inseridas sobre Sedimentos Pós-Barreiras. Levando em consideração o caráter regional do estudo, é natural que haja diferenças entre os estudos, devido principalmente a escala de 1:1.000.000 (Figura 5.5), não sendo essas consideradas inconsistências.

5.2.1 Histórico de Investigações

A Tabela 5.1 apresenta uma síntese das investigações executadas na área de estudo.

Tabela 5.1 – Tabela resumo do histórico de investigação executada na área da estrutura DRS1

CAMPANHA	EMPRESA	ANO	DOCUMENTO
Alteamento das Paredes – 7ª Fase de Expansão – 2003	WS – Geotecnia Ltda	2003	Documento 085/2003
Alteamento das Paredes – 7ª Fase de Expansão – 2003	Geolabor	2003	TLF-2881/0
Projeto de Alteamento da Parede Oeste – Área	WS – Geotecnia Ltda.	2005	Desenho D1-3540-54-G-090
Projeto do Dique de Partida – Célula Sul	Solotécnica Engenharia Ltda.	2006	Documento 073/2006
Expansão do DRS para Leste – CL1/CL2/CL3 – 1ª Etapa	WS-Geotecnia Ltda.	2008	Desenho D1-3540-54-G-093 e documento MD-3540-54-G-091
Expansão do DRS para Leste – CL1/CL2/CL3 – 2ª Etapa	WS-Geotecnia Ltda.	2010	Desenhos D1-3540-54-G-023 a D1-3540-54-G-025 (planta e seções)
Acesso DRS1-DRS2, área de filtragem, desvio e travessia da PA-481	Solotécnica	2014	Documento RT-3541-34-L-016 e desenhos D1-3541-54-L-008 a D1-3541-54-L-015.
Estudos Geológicos da Fundação – Correia C-34e-04	GEONORT	2015	Documento nº 019/2016
Acesso Externo à CL3	Enviro-Tec	2019	Boletins referentes ao contrato referente ao contrato 4600006593-TAC4 e desenhos D1-3540-54-G-601 a D1-3540-54- G-603
Instrumentação Complementar – 2019/2020	3Geo Consultoria	2019/2020	Relatório RT-467309-54G-003
Caracterização dos materiais do reservatório	Fugro In Situ Geotecnia Ltda	2021	RT-468603-54-L-0002 R00, RT- 468603-54-L-0003 R00 e RT- 468603-54-L-0004 R00

5.2.2 Geologia Local

Nesse subitem é apresentada uma síntese do estudo de geologia local desenvolvido no relatório técnico do projeto “As Is”, doc. RT-3540-54-G-1014, elaborado pela empresa PIMENTA DE ÁVILA.

A estrutura DRS1 encontra-se sobre fundação que varia entre materiais predominantemente argilosos a arenosos, com coloração variegada e pontualmente é possível observar a presença de pedregulhos. A camada inferior é caracterizada por apresentar composição silto arenosa a silto argilosa e NSPT variando entre 13 e 35, sendo a média igual a 20. A camada superior apresenta predominantemente material de composição arenosa, com ocorrências de silte e argila. O índice de NSPT varia entre 20 e 34 e o valor médio encontrado é igual a 25.

Na região de jusante do canal de contorno da estrutura, é possível observar a ocorrência de materiais de bota fora, e próximo à estaca 275 ocorrem detritos vegetais e resíduos, de coloração cinza escura e índice de NSPT inferior a 5 golpes.

O aterro é formado por solos argilo-siltosos a silto-arenosos com coloração variegada. Pontualmente é observada a presença de pedregulhos que interferem nos resultados do NSPT, sendo o valor mínimo de NSPT observado igual a 5 e o máximo igual a 54.

A Figura 5.6 apresenta a seção típica que representa a área de interesse.

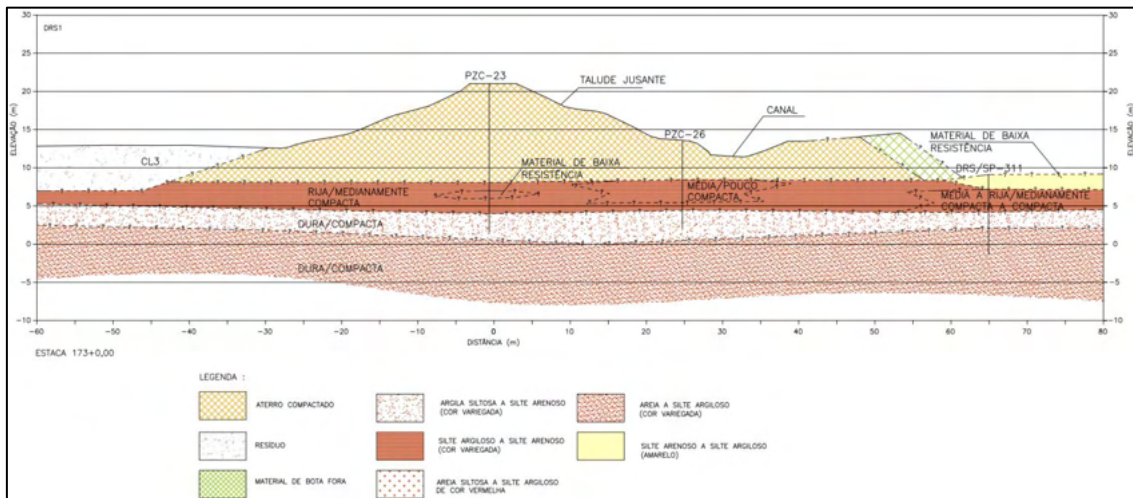


Figura 5.6 – Seção típica da área de estudo. (Fonte: RT-3540-54-G-1014)

5.3 DRENAGEM INTERNA

Os diques do DRS1, bem como todo o reservatório, os canais de contorno e as bacias de controle, são revestidos com geomembrana PEAD, com espessuras de 1,0 mm e 1,5 mm, variando conforme o ponto de instalação do material. Sendo assim, os diques não apresentam sistema de drenagem interna por serem impermeabilizados.

Os relatórios FG-2201-NHB-A-BA-RT11-00, FG-2201-NHB-A-BA-RT12-00, FG-2201-NHB-A-BA-RT21-00 e FG-2201-NHB-A-BA-RT22-00, referentes aos itens N e O do termo de referência do TAC 3.1, trazem com maior detalhamento avaliação quanto ao material utilizado na impermeabilização dos depósitos e suas características mecânicas de resistência.

5.4 SISTEMA EXTRAVASOR E DRENAGEM SUPERFICIAL

Conforme indicado no doc. RT-3540-54-G-570-R01, elaborado pela PIMENTA DE AVILA (2021), o sistema extravasor do DRS1 é composto por 40 rápidos de concreto localizados nos diques periféricos do DRS1. Os rápidos direcionam os efluentes do reservatório do depósito e as águas superficiais para os canais de contorno. Na sequência, o fluxo é encaminhado para as bacias de controle, que armazenam e direcionam os efluentes do sistema para a Estação de Tratamento de Efluentes Industriais ETEI.

Os canais de contorno circundam todo o depósito DRS1 e são divididos em canal norte, sul, leste, oeste e canal CL3. As bacias de controle do depósito são denominadas BC1, BC2, BC3, BC5 e BC6.

5.5 INSTRUMENTAÇÃO

Segundo o doc. RT-3540-54-G-570-R01, elaborado pela PIMENTA DE AVILA (2021), os diques do depósito DRS1 conta com uma série de instrumentos para monitoramento geotécnico, incluindo 35 piezômetros Casagrande, 21 medidores de nível d'água, 113 marcos superficiais, 31 poços de monitoramento. Os níveis das bacias de controle são registrados por meio de réguas limnimétricas.

Além disso, as pilhas de resíduos contam com 43 piezômetros elétricos de corda vibrante e oito poços de monitoramento e os aterros experimentais possuem um total de 24 piezômetros elétricos, 24 marcos superficiais, 9 poços de monitoramento e medidores de vazão.

5.6 FECHAMENTO DO DEPÓSITO DRS1

O “Manual de Planejamento de Implantação e Operação” relativo ao Projeto de Reabilitação do DRS1, elaborado pela LPS em 14/12/18, doc. OM-8400-54-G-069 R01, apresenta a reabilitação do DRS1. Este processo engloba:

- uma camada de conformação com resíduo filtro prensa densificado assente sobre perfil estabilizado da superfície do depósito;
- uma camada de areia ou geossintético drenante de bloqueio/ sistema de drenagem subsuperficial;
- duas camadas de solo, sendo a primeira de cobertura com solo local com espessura média de 60cm e a segunda camada de solo vegetal com 20cm de espessura;

ANÁLISE E ADEQUAÇÃO DA SUFICIÊNCIA DO PLANO DE AÇÃO EMERGENCIAL DO DRS1

- sistema de drenagem superficial definitivo, destinado à captação e coleta dos escoamentos de água de chuva e posterior encaminhamento para os canais periféricos limpos a serem construídos;
- sistema de drenagem subsuperficial robusto em cascalho e tubos drenantes na região do buffer, que se apoia sobre geotêxtil tecido sobre resíduo escavado e é sobreposta por uma camada de cobertura final de geotêxtil não tecido e geomembrana de PEAD.

A reabilitação prevista contempla 11 faixas entre o topo do depósito e a crista do dique periférico, conforme pode ser observado na Figura 5.7. A reabilitação foi iniciada pela Faixa 2, localizada no Setor Sul (Faixa 1 a 4), cujo término de operação ocorreu em 2009.

Na sequência, será realizada a reabilitação do Setor Norte (Faixas 5 e 6), cujo término de operação foi em 2007. Após o preenchimento da Faixa 6, será realizado o preenchimento horizontal da CL3, iniciando desde o fundo da célula até a cota 20,00 m e prosseguindo, ainda horizontalmente, no trecho sobre a área da CL3 para conformar os taludes, em forma de cone, até que seja atingida a cota do platô. As fases finais de reabilitação comportam as faixas 7, 8, 9, 10 e 11, sendo as faixas 7 e 8 executadas em trecho de transição para as áreas de reabilitação sobre a CL3, já preenchida e conformada em taludes.

O projeto prevê a implantação da camada de conformação em faixas do topo até a crista de dique de partida, de forma a evitar erosões e retrabalhos. Estes sub-trechos (faixas) possuem largura variável, conforme volume de destinação de resíduo de filtro prensa ao DRS1 por ano.

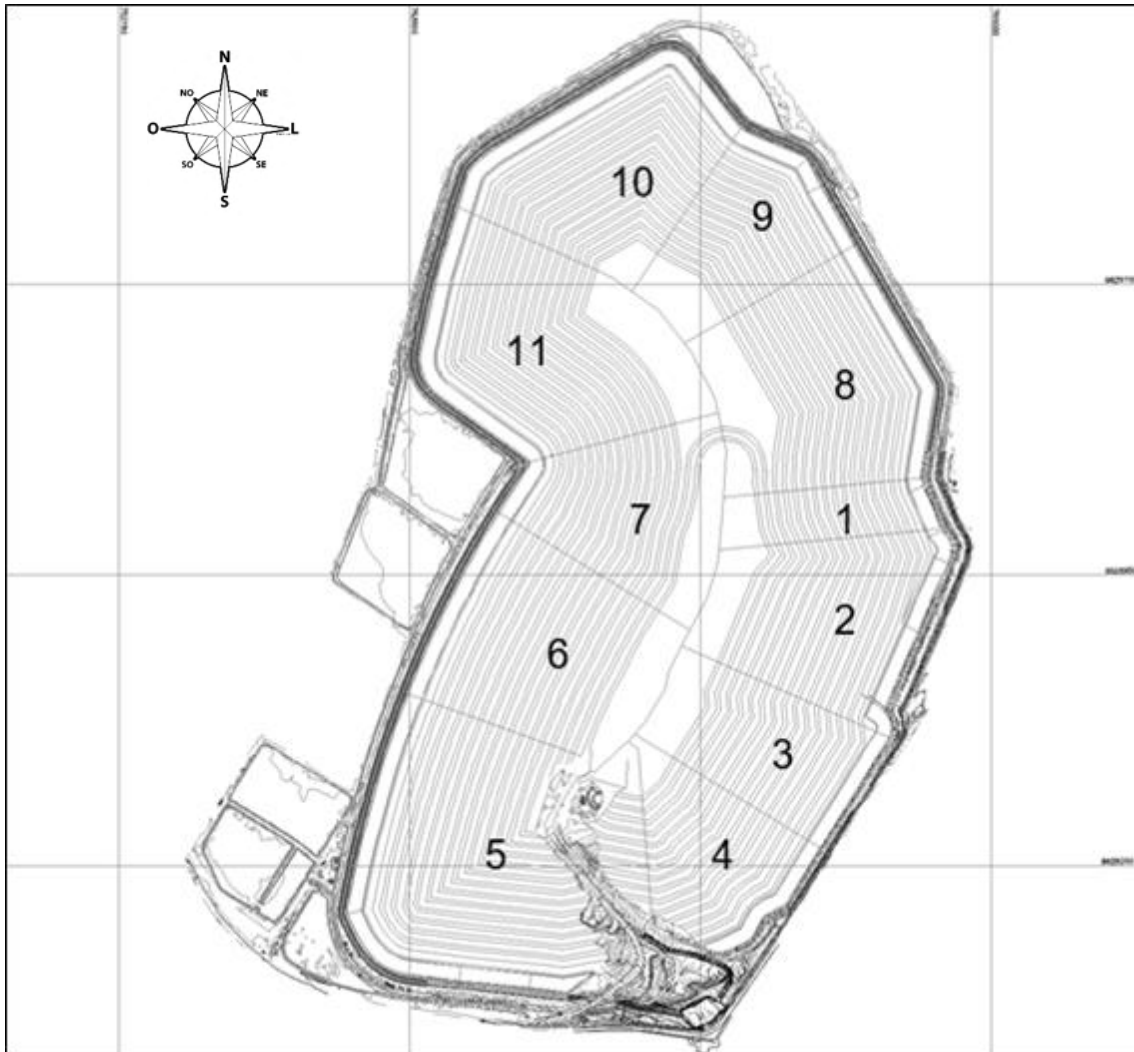


Figura 5.7 – Faixas de reabilitação do DRS1 (Doc. OM-8400-54-G-069 R01)

A Figura 5.8 apresenta a situação da FAIXA 2 (Vide Figura 5.7), em processo reabilitação, durante visita técnica de campo realizada pela FONNTES no dia 09/02/2022.



Figura 5.8 – Vista da FAIXA 2 no DRS1 em processo de reabilitação (Fonte: Visita Técnica realizada em 09/02/2022)

O projeto pressupõe que após o término da reabilitação de cada faixa, inclusa área de buffer, todo deflúvio seguira para caixa de passagem instrumentada, estando dentro dos parâmetros físico químicos CONAMA, seguirão através de uma comporta automática para uma segunda caixa onde os parâmetros definidos são novamente medidos e confirmando a conformidade poderão ser enviados ao corpo receptor, meio ambiente (após licença da SEMAS), em qualquer situação de desvio serão lançados no canal periférico que segue para tratamento na estação de tratamento de efluentes.

6. METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO

No início dos trabalhos foram realizadas reuniões com o MP-PA com objetivo de alinhamento sobre o entendimento do escopo das letras do TAC 3.1. Um ofício foi elaborado pela FONNTES e direcionado ao MP-PA (protocolo PR-PA-00011706/2022 em 16 de março de 2022) com o entendimento da metodologia para resposta técnica de

cada uma das letras do TAC 3.1. O “de acordo” ao entendimento foi encaminhado pelo MP-PA pelo Ilmo. Procurador da República Dr. Ricardo Augusto Negrini no dia 04 de abril de 2022. A metodologia estabelecida para o atendimento da **letra P)**, objeto desse relatório, e reproduzida a seguir.

Neste relatório será realizada uma avaliação do Plano de Ações em Emergência e do estudo de ruptura hipotética, sendo esse último utilizado como referência para todas as definições.

Inicialmente será verificado se o cenário adotado no estudo de ruptura hipotética, quanto sua pertinência e aplicação, considerando que o Plano de Emergência deve ser elaborado em preparação sempre para o pior cenário possível em termos técnicos.

Será avaliado o fluxo de comunicação de emergência e sua validação através de treinamentos de bancada, treinamento internos, treinamentos externos e simulados de emergência com envolvimento da comunidade e dos órgãos competentes (Polícia Militar, Corpo de Bombeiros, Defesas Civas, etc.).

A estratégia de comunicação da situação de emergência para comunidade será avaliada quanto a sua aplicabilidade e eficiência em atingir objetivo do plano, qual seja, evitar a perda de vida humanas. Conseqüentemente, será verificada se a efetividade do plano foi testada em simulados com a comunidade e/ou outras estratégias e informação/divulgação.

Por fim, será verificado se o Plano de Emergência atende em plenitude o que está recomendado na Instrução Normativa nº02/2018 e 12/2019 da Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade do Estado do Pará (SEMAS/PA) e conforme estabelecido no Art. 12 da Lei Federal nº 12.334 de 20 de setembro de 2010. Para

essa resposta serão listados todos dos artigos da legislação citada com o parecer “Atende” ou “não atende” com a devida justificativa.

7. DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO

7.1 ANÁLISE CRÍTICA DA SUFICIÊNCIA E QUALIDADE DOS DADOS PARA GERAÇÃO DOS CENÁRIOS DE STACK BREAK E DAM BREAK

Conforme relatório de *Dam Break e Stack Break* RT-3540-54-G-576 elaborado pela Pimenta de Ávila, foram utilizados os seguintes dados para elaboração dos cenários de ruptura:

- Levantamento topográfico regional com resolução espacial de 0,5 metro;
- Levantamento topográfico do DRS1;
- Levantamento topográfico do entorno da Bacia 82F da Planta Industrial da Alunorte;
- Physical and Rheological Characterization of the Tailing Disposed in DRS1 (Caracterização reológica dos resíduos depositados no DRS1);
- Projeto As Is – Relatório Final do DRS1 (RT-3541-54-G-1014 AN-289-RL-55203)
- Avaliação da Segurança do DRS1 Frente à Passagem de Cheias no Período Chuvoso 2020/2021 – Relatório Técnico (RT-3540-54-G-1007)
- Desenho do Projeto As Is – Expansões do Depósito – Planta (D1-3540-54-G-1103)
- Manual de Operação de Disposição de Resíduo de Filtro Prensa no DRS1 (OM-3540-54-G-1005)
- Base Topográfica – Depósito de Resíduos Sólidos – DRS1 – Projeto As Is (D1-3540-54-G-1102)

No entendimento da FONNTES, os dados essenciais para elaboração de cenários de *Dam Break* e *Stack Break* são:

- Características da estrutura de reservação de resíduos/rejeitos:
- Características do entorno da barragem:
- Dados hidrológicos locais e regionais
- Dados técnicos e de monitoramento do maciço e resíduos/rejeitos dispostos:

Dentre os documentos utilizados pelo *Dam Break* e *Stack Break* do DRS1, diversos deles também foram disponibilizados para a FONNTES no âmbito do TAC 3.1. Pode-se afirmar após a elaboração dos relatórios alvo do TAC 3.1 que os dados disponíveis e utilizados para a elaboração dos cenários no relatório de *Dam Break* e *Stack Break* (RT-3540-54-G-576), bem como para elaboração do Plano de Ações Emergenciais (RT-3541-54-G-584) são suficientes e apresentam a qualidade adequada para este fim.

7.2 STACK BREAK E DAM BREAK

O *Stack Break* tem como foco a modelagem geotécnica do alcance de deposição de uma massa de solo na ruptura, possibilitando o mapeamento e delimitação das áreas potencialmente atingidas a jusante de estruturas geotécnicas como encostas naturais, taludes, pilhas, entre outras. Não existem leis e normas que regulamentem a elaboração de estudos de *Stack Break* no Brasil.

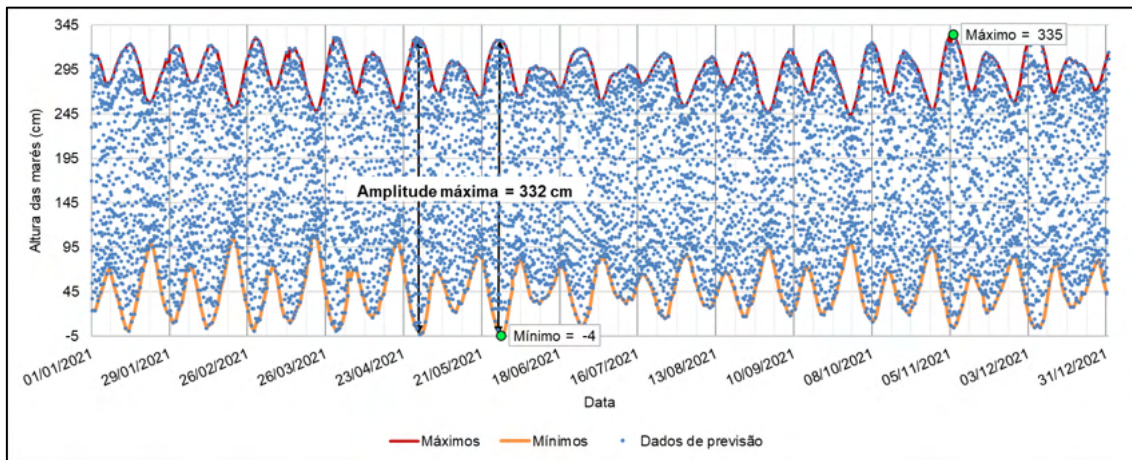
O *Dam Break* por sua vez efetua a modelagem hidráulica da propagação de fluidos ao longo do talvegue a jusante após a ruptura de uma estrutura de contenção de materiais líquidos ou semissólidos, como barragens de água, de rejeitos, bacias de sedimentação ou controle hidráulico. Para o DRS1, foram consolidados os estudos de ruptura hipotética (*Dam Break* e *Stack Break*) pelo relatório RT-3540-54-G-576 elaborado pela Pimenta de Ávila, o qual foi utilizado como base para todas as definições do Plano de Ações Emergenciais do DRS1.

Os estudos de ruptura hipotética do DRS1 foram desenvolvidos em oito etapas sucessivas:

ANÁLISE E ADEQUAÇÃO DA SUFICIÊNCIA DO PLANO DE AÇÃO EMERGENCIAL DO DRS1

- Consolidação geral da base de dados utilizadas nos estudos, o que inclui a consolidação da base topográfica, caracterização hidrológica, tanto do Sistema de Manejo de Águas Superficiais no DRS1, como na região a jusante do depósito;
- Estabelecimentos dos Cenários de Ruptura Hipotética, para os quais se buscou caracterizar tanto a condição de ocupação do depósito de resíduos como a condição hidrológica no momento da ruptura;
- Avaliação de potenciais modos de falha do depósito, credíveis, associados ao maior impacto para a região no entorno do DRS1;
- Caracterização geotécnica e reológica dos resíduos a partir de resultados de ensaios de laboratório;
- Determinação dos Volumes de Material Potencialmente Mobilizáveis;
- Propagação do material potencialmente mobilizado para a região a jusante do DRS1;
- Análise e compilação dos resultados;
- Definição da mancha de ruptura hipotética (Zona de Autossalvamento e Zona de Segurança Secundária).

Ressalta-se que a avaliação da variação de nível de água devido a maré foi feita com base no histórico disponibilizado pela Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN), do Centro de Hidrografia da Marinha (CHM) e do Banco Nacional de Dados Oceanográficos (BNDO). Foi utilizada a estação Maregráfica do Porto de Vila do Conde e foram utilizados a série de dados horários de previsão de marés para o ano de 2021 para a identificação da maré máxima e mínima (Figura 7.1)

ANÁLISE E ADEQUAÇÃO DA SUFICIÊNCIA DO PLANO DE AÇÃO EMERGENCIAL DO DRS1

Figura 7.1 – Previsão de marés para o ano de 2021 (RT-3540-54-G-576)

Os cenários de ruptura hipotética simulados e modos de falha para o DRS1 e DRS2 são apresentados na Tabela 7.1 e Figura 7.2.

Tabela 7.1 – Cenários de ruptura simulados (Adaptado de RT-3540-54-G-576)

Cenário	Modo de falha	Posição da brecha	Condição hidrológica	
			DRS1 e Vale a Jusante	N.A. das marés
1	Instabilização Estrutural do Dique do DRS1. Ruptura em cascata da BC1, BC5 e BC6 por galgamento	Parede Oeste da Célula Norte do DRS1. Diques das BC's 1, 5 e 6 (em cascata)	Dia chuvoso (cheia associada a um Tempo de Retorno de 10.000 anos)	Maré alta - El. 1,86
			Dia seco (cheia associada a um Tempo de Retorno de 2,33 anos)	Maré Baixa - El. 0,50 m
2	Instabilização Estrutural do Dique do DRS1. Ruptura em cascata da BC6 por galgamento	Parede Sul da Célula Norte do DRS1. Dique da BC6 (em cascata)	Dia chuvoso (cheia associada a um Tempo de Retorno de 10.000 anos)	Maré alta - El. 1,86
			Dia seco (cheia associada a um Tempo de Retorno de 2,33 anos)	Maré Baixa - El. 0,50 m
3	Instabilização Estrutural do Dique do DRS1	Parede da Célula Sul do DRS1	Dia chuvoso (cheia associada a um Tempo de Retorno de 10.000 anos)	Maré alta - El. 1,86
			Dia seco (cheia associada a um Tempo de Retorno de 2,33 anos)	Maré Baixa - El. 0,50 m
4	Instabilização Estrutural do Dique do DRS1. Ruptura em	Parede da CL2 do DRS1. Dique da BC6 (em cascata)	Dia chuvoso (cheia associada a um Tempo de Retorno de 10.000 anos)	Maré alta - El. 1,86

ANÁLISE E ADEQUAÇÃO DA SUFICIÊNCIA DO PLANO DE AÇÃO EMERGENCIAL DO DRS1

Cenário	Modo de falha	Posição da brecha	Condição hidrológica		
			DRS1 e Vale a Jusante	N.A. das marés	
	B	cascata da BC6 por galgamento		Dia seco (cheia associada a um Tempo de Retorno de 2,33 anos)	Maré Baixa - El. 0,50 m
5	A	Instabilização Estrutural do Dique do DRS1. Ruptura em cascata da BC5 e BC6 por galgamento	Parede Noroeste da CL3 do DRS1. Diques das BC's 5 e 6 (em cascata)	Dia chuvoso (cheia associada a um Tempo de Retorno de 10.000 anos)	Maré alta - El. 1,86
	B			Dia seco (cheia associada a um Tempo de Retorno de 2,33 anos)	Maré Baixa - El. 0,50 m
6	A	Instabilização Estrutural do Dique do DRS1. Ruptura em cascata da BC5 e BC6 por galgamento	Parede Norte da CL3 do DRS1. Diques das BC's 5 e 6 (em cascata)	Dia chuvoso (cheia associada a um Tempo de Retorno de 10.000 anos)	Maré alta - El. 1,86
	B			Dia seco (cheia associada a um Tempo de Retorno de 2,33 anos)	Maré Baixa - El. 0,50 m
7	A	Instabilização Estrutural do Dique do DRS1. Ruptura em cascata da BC6 por galgamento	Parede Nordeste da CL3 do DRS1. Diques das BC's 6 (em cascata)	Dia chuvoso (cheia associada a um Tempo de Retorno de 10.000 anos)	Maré alta - El. 1,86
	B			Dia seco (cheia associada a um Tempo de Retorno de 2,33 anos)	Maré Baixa - El. 0,50 m
8*	-	Instabilização da pilha na região da Plataforma	Stack Break, com a cunha posicionada na porção oeste da Plataforma do DRS1	*	*
9*	-			*	*
10	A	Instabilização Estrutural do Dique do DRS1	Parede Noroeste da CL3 do DRS1	Dia chuvoso (cheia associada a um Tempo de Retorno de 10.000 anos)	Maré alta - El. 1,86
	B			Dia seco (cheia associada a um Tempo de Retorno de 2,33 anos)	Maré Baixa - El. 0,50 m
11	A	Instabilização Estrutural do Dique do DRS1. Ruptura em cascata da BC1, BC5 e BC6 por galgamento	Parede da CL3 do DRS1. Diques das BC's 1, 5 e 6 (em cascata)	Dia chuvoso (cheia associada a um Tempo de Retorno de 10.000 anos)	Maré alta - El. 1,86
	B			Dia seco (cheia associada a um Tempo de Retorno de 2,33 anos)	Maré Baixa - El. 0,50 m
12	A	Instabilização Estrutural do Dique do DRS1. Ruptura em cascata da BC1 e BC6 por galgamento	Parede da Célula Norte do DRS1. Diques das BC's 1 e 6 (em cascata)	Dia chuvoso (cheia associada a um Tempo de Retorno de 10.000 anos)	Maré alta - El. 1,86
	B			Dia seco (cheia associada a um Tempo de Retorno de 2,33 anos)	Maré Baixa - El. 0,50 m

* Os cenários 8 e 9 tratam da ruptura hipotética da região da Plataforma (*Stack Break*) pela hipótese de ruptura por instabilização, e não necessariamente estão relacionados a uma determinada condição hidrológica no momento da ruptura. Tendo em vista a propagação da massa mobilizada ocorrer apenas no interior do reservatório, a ruptura também não está associada a níveis das marés

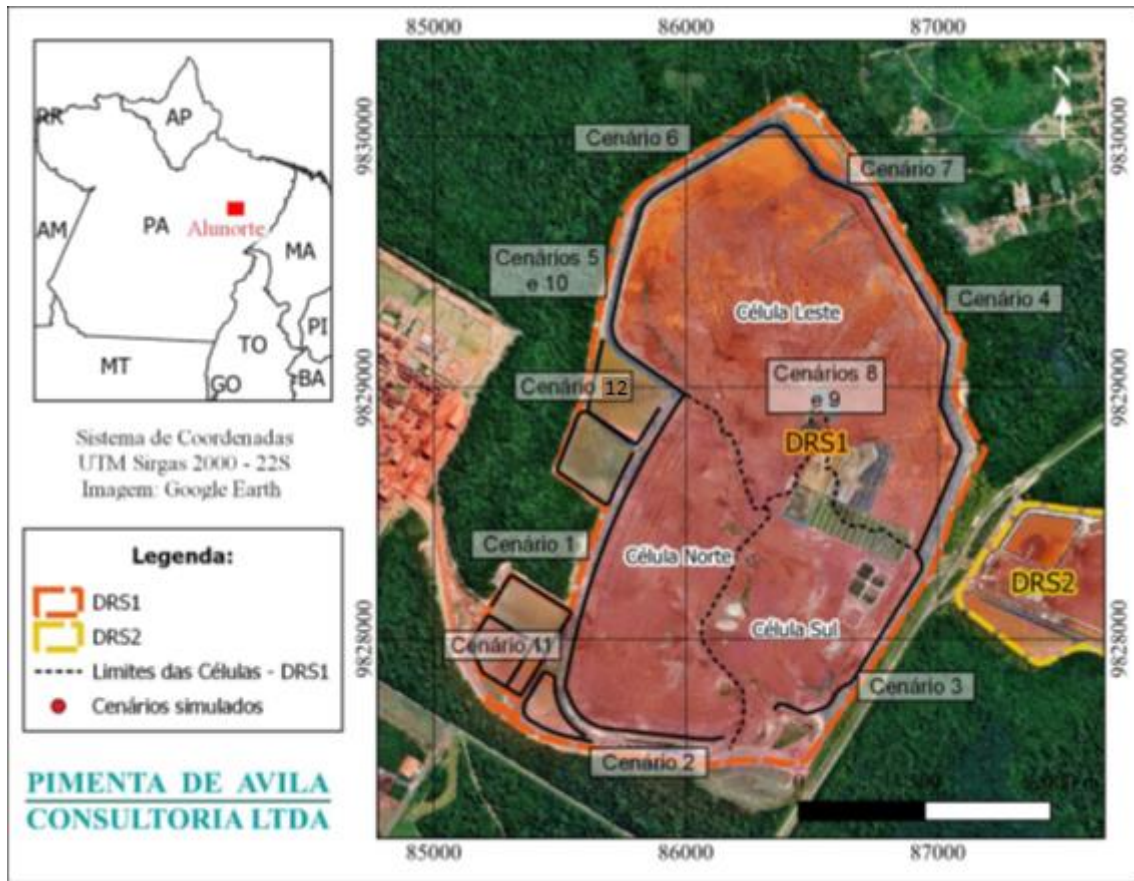


Figura 7.2 – Localização espacial dos cenários simulados (adaptado de RT-3540-54-G-576)

O critério de parada para a propagação hidráulica para os cenários do *dam break* foi definido com base na diferença entre os níveis de água provocados pela onda de ruptura e o nível de margens plenas decorrente de uma cheia natural ordinária (TR2 anos) concomitante à maré baixa. O critério de parada é atendido quando essa diferença é inferior a 60 cm, profundidade na qual se considera que os impactos incrementais da inundação decorrente de uma eventual falha na estrutura não oferecem risco de perdas de vidas humanas (FEMA, 2013). Como exemplo, é apresentado o atendimento ao critério de parada do cenário 1 (Figura 7.3), onde é detalhado claramente a diferença de elevações entre a cheia natural e cheia de ruptura no cenário chuvoso (A) e cenário seco (B).

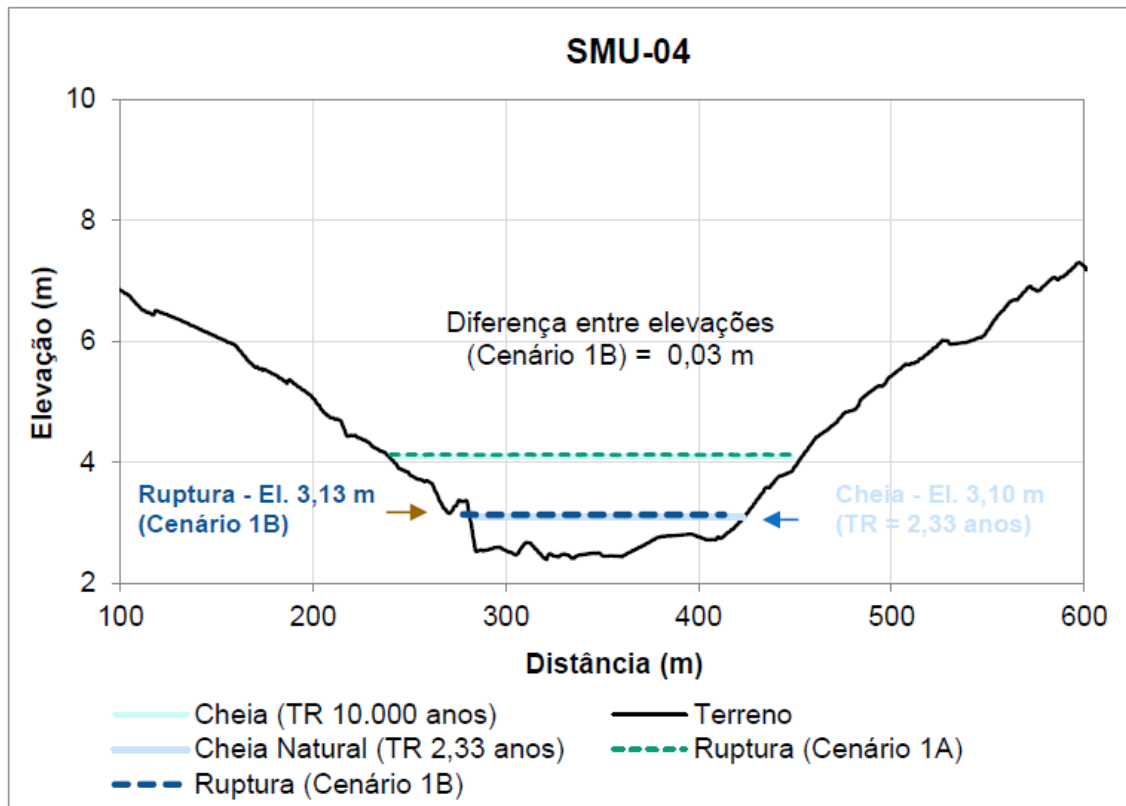


Figura 7.3 – Atendimento ao critério de parada (cenário 1)

Dessa forma, foi avaliado os cenários de tempo seco (1B, 2B, etc.) para a definição de um critério de parada para todos os cenários, sendo o mais crítico aquele que compreende maior distância do ponto de ruptura. Nessas condições, foi identificado o cenário mais crítico do critério de parada (Cenário 11), sendo o mesmo estabelecido na seção (SMU-08), cerca de 8,85 km a jusante da brecha da CL3.

Tendo em vista os resultados e os critérios definidos nos termos da Instrução Normativa N°12/2019 da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade (SEMAS), definiu-se como Zona de Autossalvamento (ZAS), a “região a jusante da barragem em que se considera que os avisos de alerta à população são de responsabilidade do empreendedor, por não haver tempo suficiente para uma intervenção das autoridades competentes em situações de emergência, devendo-se adotar, no mínimo, a menor das seguintes distâncias para a sua delimitação: a distância que corresponda a um tempo de

chegada da onda de inundação igual a 30 (trinta) minutos ou 10 km (dez quilômetros)”. Dessa forma, o estudo de ruptura hipotética é instrumento essencial para delimitação da Zona de Autossalvamento (ZAS) e Zona de Salvamento Secundário (ZSS). Ressalta-se que, conforme o Plano de Ações Emergências do DRS1, (doc. RT-3540-54-G-584), a ALUNORTE instituiu a Brigada Ambiental Comunitária, operacionalizada pela empresa BRAVANTE, a qual executa a função de apoiar a população durante uma eventual necessidade de evacuação da ZAS.

Devido às características geométricas do DRS1 uma eventual ruptura poderia induzir movimentação de resíduo e impactar diferentes áreas. Por este motivo, a ZAS foi definida com base em um buffer de segurança que engloba todas as áreas eventualmente impactadas nos diferentes cenários de ruptura simulados e seus respectivos critérios de parada. As áreas impactadas em cada um dos cenários simulados combinadas em uma única ZAS, bem como a Zona de Segurança Secundária (ZSS), definida como a região constante do mapa de inundação, são apresentadas na Figura 7.4.

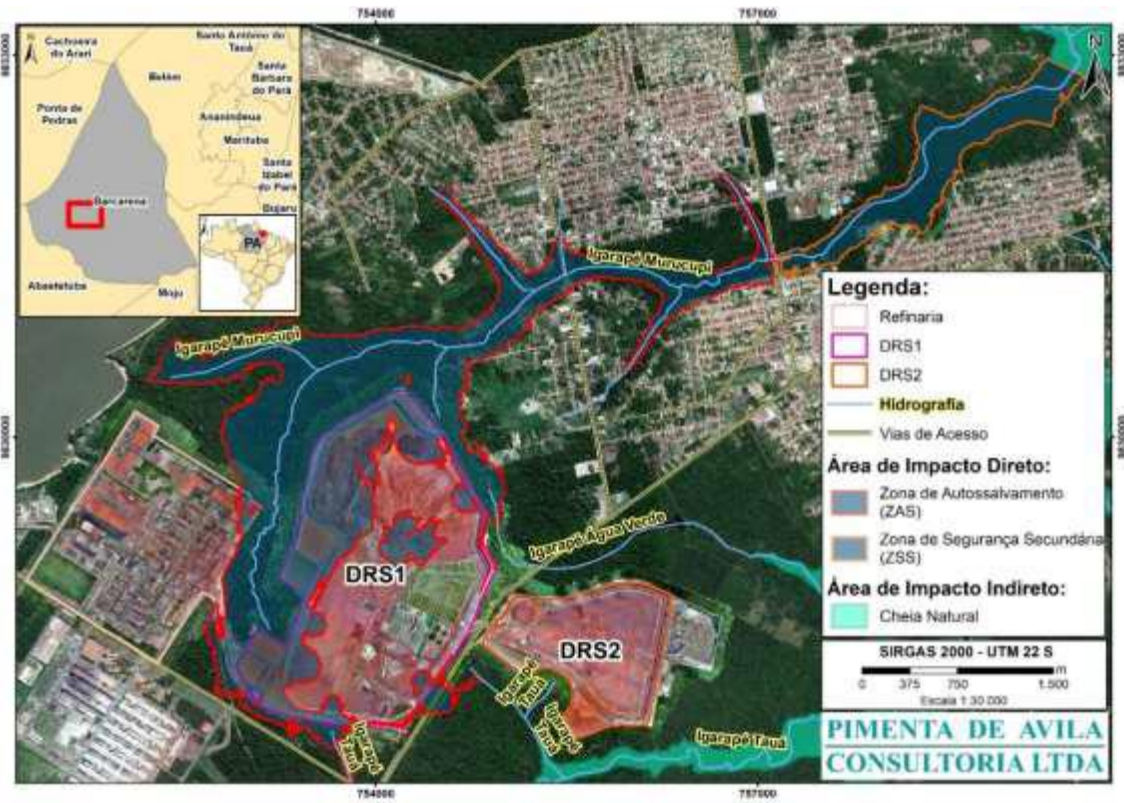


Figura 7.4 – Combinação dos cenários simulados e definição da ZAS e ZSS (RT-3540-54-G-584-R06)

7.2.1 Parecer da FONNTES

A definição dos parâmetros, premissas e critérios utilizados para a simulação em cascata de *stack break* e *dam break* são um desafio devido ao seu nível de ineditismo e ausência de regulamentação nacional que oriente os projetistas e técnicos a efetuarem análises de engenharia desse tipo. Todavia, pela consulta ao documento disponibilizado (RT-3540-54-G-576) foi possível identificar que na simulação apresentada para o depósito do DRS1 foram adotados parâmetros, premissas e critérios com profundo embasamento técnico e a favor da segurança. Dessa forma, entende-se que os estudos de *dam break* e *stack break* para o DRS1 são adequados para a finalidade que se propõe, qual seja tomada de decisão para definições do Plano de Ações Emergenciais.

7.3 ANÁLISE DA INSTRUÇÃO NORMATIVA 02/2018 E 12/2019 SEMAS/PA

A Instrução Normativa da Secretaria do Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade do Pará IN nº 02/2018 estabelece os procedimentos e critérios para elaboração e apresentação do Plano de Segurança da Barragem de Acumulação de Água e de Disposição de Resíduos Industriais – PSB, de que trata a Lei Federal no nº 12.334, de 20 de setembro de 2010, e dá outras providências. Em seu Anexo I é indicado que o conteúdo mínimo e o nível de detalhamento do Plano de Ação de Emergência serão tratados em regulamento específico.

Por sua vez, a IN nº 12/2019 da SEMAS/PA em seu anexo I, define que o conteúdo mínimo do PAE para empreendimentos dentro de sua jurisdição são:

- 1)** Apresentação e objetivo do PAE;
- 2)** Identificação e contatos do Empreendedor, do Coordenador do PAE e das entidades constantes do Fluxograma de Notificação;
- 3)** Descrição geral da barragem e estruturas associadas, incluindo altura, comprimento, material utilizado na construção, vias de acesso, características geológicas, geotécnicas, hidrológicas e sísmicas.
- 4)** Classificação das situações de emergência em potencial, conforme Nível de Resposta e descrição detalhada das ações para cada nível de emergência;
- 5)** Procedimentos de notificação (incluindo o Fluxograma de Notificação interno e externo) acerca de anormalidades no funcionamento ou condições potenciais de ruptura da barragem e sistema de alerta, condizente com o nível de resposta e condições locais;
- 6)** Descrição dos procedimentos preventivos e corretivos.
- 7)** Responsabilidades no PAE (empreendedor, coordenador do PAE, equipe técnica e Defesa Civil)
- 8)** Síntese do estudo de inundação com os respectivos mapas, indicação da ZAS e pontos vulneráveis potencialmente afetados
- 9)** Plano de Treinamento do PAE e suas periodicidades;

- 10) Informações sobre todos os recursos humanos, materiais e logísticos disponíveis a serem utilizados nas situações de emergência;
- 11) Formulários de declaração de início da emergência, de declaração de encerramento da emergência e de mensagem de notificação;
- 12) Relação das entidades públicas e privadas que receberam cópia do PAE com os respectivos protocolos de recebimento.

Nestas condições, a seguir será avaliado o PAE do DRS1 com base no conteúdo mínimo exigido, sendo indicado de forma conclusiva quando, na opinião deste revisor, houver atendimento ou não atendimento dos requisitos legais da IN nº 12/2019.

7.3.1 Apresentação e objetivo do PAE

O documento RT-3540-54-G-584 apresenta o Plano de Ações Emergenciais do DRS1. Sua revisão mais recente ocorreu no dia 29/04/2022 e foi disponibilizada para análise por parte da FONNTES.

Os itens I.1 e I.2 do documento apresentam o PAE e seus objetivos, sendo destacados os seguintes trechos:

“Nesse sentido, insere-se o presente documento, denominado PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA (PAE), entendido como importante ferramenta na qual se encontram, identificados e compilados, os procedimentos e ações que devem ser adotados para mitigar riscos e responder, com eficiência, às situações de emergência que podem comprometer a segurança da estrutura e sua área de influência.”

E

“O presente PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA tem por objetivo identificar e classificar as situações de emergência que possam colocar em risco a integridade das Estruturas Geotécnicas do Depósito de Resíduos Sólidos DRS1, além de estabelecer as ações imediatas a serem adotadas mediante tais situações de emergência, definindo os agentes a serem acionados e o fluxo de notificação a ser adotado com

		AUDITORIA DE SEGURANÇA
ANÁLISE E ADEQUAÇÃO DA SUFICIÊNCIA DO PLANO DE AÇÃO EMERGENCIAL DO DRS1		

a finalidade de evitar ou minimizar os danos com perdas de vida, às propriedades e às comunidades do entorno.”

A partir do exposto, entende-se que o item 1 está plenamente atendido.

7.3.2 Identificação e contatos do Empreendedor, do Coordenador do PAE e das entidades constantes do Fluxograma de Notificação

No anexo da Seção VII do PAE do Depósito DRS1 (ANEXO VII.10 - ÓRGÃOS FEDERAIS, ESTADUAIS E MUNICIPAIS COM ATRIBUIÇÕES EM SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA – FUNCIONÁRIOS ALUNORTE INTEGRANTES DO PAE) são apresentados a identificação e contatos do empreendedor e das entidades constantes no fluxograma de notificação.

Assim como indicado no Art. 6º da Instrução Normativa nº 12/2019 da SEMAS/PA, deve ser realizado anualmente a atualização: dos endereços, telefones e endereços eletrônicos, dos contatos contidos no Fluxograma de Notificação; das responsabilidades gerais no PAE; da listagem de recursos humanos, materiais e logísticos disponíveis, a serem utilizados em emergência; e outras informações que tenham sido alteradas no período. Como o PAE emitido pela PIMENTA DE AVILA em “RT-3540-54-G-584 rev02” foi realizado 3 (três) meses antes da elaboração desta auditoria, o documento não indica atualizações. No entanto, o PAE anterior do Depósito DRS1 (doc. RT-3540-54-G-1002) apresenta cinco atualizações indicadas como “atualização de contatos” e uma atualização indicada como “detalhamento de informações (página 14) e contatos”.

Tendo em vista a identificação e contatos do empreendedor, entende-se que está plenamente atendido o item 2 da IN 12/2019.

7.3.3 Descrição geral da barragem e estruturas associadas, incluindo altura, comprimento, material utilizado na construção, vias de acesso, características geológicas, geotécnicas, hidrológicas e sísmicas

O item I.3 do documento (RT-3540-54-G-584) apresenta a descrição geral das estruturas, sendo apresentado: localização e acessos; descrição geotécnica incluindo material utilizado na construção, geometria estabelecida, estruturas auxiliares ao depósito; características geológicas, geotécnicas, hidráulicas, hidrológicas e sísmicas.

Com base no exposto, entende-se que o item 3 está plenamente atendido.

7.3.4 Classificação das situações de emergência em potencial, conforme Nível de Resposta e descrição detalhada das ações para cada nível de emergência

A seção II.2 do documento (RT-3540-54-G-584) apresenta a classificação das situações de emergência. Os níveis de resposta são:

- **Nível 0 (verde):** Quando a situação encontrada ou a ação de eventos externos à barragem não compromete a sua segurança, mas deve ser controlada e monitorada ao longo do tempo. Configura Nível de Perigo NORMAL. Segurança da estrutura não é afetada.
- **Nível 1 (amarelo):** Quando a situação encontrada ou a ação de eventos externos à barragem não compromete a sua segurança no curto prazo, mas deve ser controlada, monitorada ou reparada. Configura Nível de Perigo ATENÇÃO. Segurança da estrutura pode ser afetada. A situação pode ser controlada internamente pela Alunorte.
- **Nível 2 (laranja):** Quando a situação encontrada ou a ação de eventos externos à barragem represente ameaça à segurança da barragem no curto prazo, devendo ser tomadas providências para a eliminação do problema; Evolução da

Situação Adversa NR-01. Configura Nível de Perigo ALERTA Segurança da Barragem pode ser afetada em curto prazo. No entanto, a situação ainda pode ser controlada pela ALUNORTE. Inspeção de Segurança Especial acionada. O alerta para a evacuação da Zona de Autossalvamento é obrigatório, assim como o acionamento dos agentes externos listados nesse PAE.

- **Nível 3 (vermelho):** Quando a situação encontrada ou a ação de eventos externos à barragem represente alta probabilidade de ruptura, devendo ser tomadas medidas para prevenção e redução dos danos decorrentes do colapso da barragem. Caracterizado por uma situação de ruptura iminente da estrutura ou em progresso. Configura Nível de Perigo EMERGÊNCIA. O alerta para a evacuação da Zona de Autossalvamento é obrigatório, assim como o acionamento de todos os agentes externos listados no PAE.

Ressalta-se que o alerta para a população conforme PAE do DRS1 (RT-3540-54-G-584), é feito por meio de rádio, celulares e pela “Brigada Ambiental”. O alerta para a população é mais bem detalhado no item 7.3.12.

Com base no exposto, entende-se que o item 4 da NR 12/2019 SEMAS/PA está plenamente atendido. Em complementação, a seguir é apresentado o item 5 que diz respeito ao fluxo de notificação de situações de emergência.

7.3.5 Procedimentos de notificação (incluindo o Fluxograma de Notificação interno e externo) acerca de anormalidades no funcionamento ou condições potenciais de ruptura da barragem e sistema de alerta, condizente com o nível de resposta e condições locais

A seção III do documento RT-3540-54-G-584 descreve como deve ser realizada notificação de uma eventual situação de emergência. Existem 3 fluxos de notificação interno para situação de emergência, sendo eles: NR-1 (nos quais apenas a estrutura

		AUDITORIA DE SEGURANÇA
ANÁLISE E ADEQUAÇÃO DA SUFICIÊNCIA DO PLANO DE AÇÃO EMERGENCIAL DO DRS1		

organizacional interna é acionada); NR-2; e NR-3 (nos quais a estrutura organizacional externa é acionada).

A Figura 7.5 apresenta o fluxograma geral de notificação de anomalias do DRS1. O acionamento dos agentes internos e externos deverá ser realizado em função do Nível de Resposta no qual a situação foi enquadrada, conforme FLUXOGRAMAS DE NOTIFICAÇÃO específicos inseridos na Seção VII – Anexos e Apêndices, Item VII.2.

ANÁLISE E ADEQUAÇÃO DA SUFICIÊNCIA DO PLANO DE AÇÃO EMERGENCIAL DO DRS1

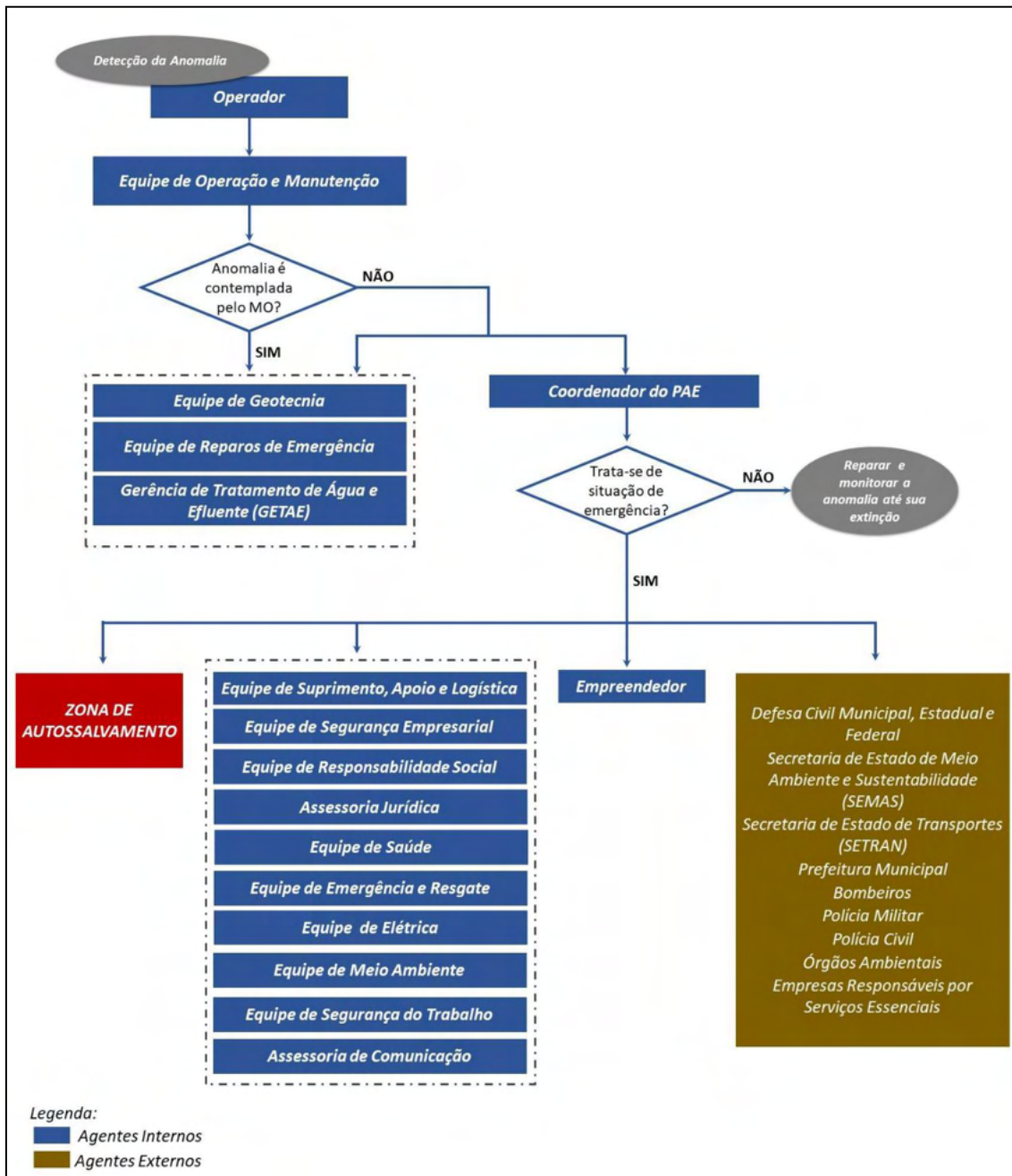


Figura 7.5 – Apresentação do fluxograma geral de notificação de anomalias (RT-3540-54-G-584)

Dentre os agentes externos que devem ser comunicados estão:

- **Defesa Civil:** Coordenadoria Municipal de Defesa Civil de Barcarena (COMDEC), Defesa Civil Estadual – Coordenadoria Estadual de Defesa Civil do estado do Pará

- (CEDEC) e Secretaria Nacional de Defesa Civil (SEDEC), Coordenadoria do Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres (CENAD);
- **Órgãos ambientais:** Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade (SEMAS), Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Desenvolvimento Econômico (SEMADE);
- **Órgãos que possuem atribuições para atuação em situações de emergência:** Polícia Militar, Corpo de Bombeiros, Batalhão da Polícia Ambiental, entre outros);
- Além da Prefeitura Municipal de Barcarena
- Órgãos reguladores, órgãos ambientais e agências fiscalizadoras do setor.
- Secretaria de Estado de Transportes (SETRAN) e Polícia Rodoviária Federal

Com base nas informações contidas no relatório RT-3540-54-G-584 e resumidas acima, entende-se que o item 5 da IN 12/2019 está atendido integralmente.

7.3.6 Descrição dos procedimentos preventivos e corretivos

As atividades de manutenção preventiva visam sanar as anomalias avaliadas como situações adversas e prevenir a deterioração dos componentes das estruturas. Estas podem ser acionadas a partir da identificação de uma situação adversa ou serem programadas, compondo um quadro de ações periódicas voltadas à gestão de segurança da estrutura.

O item II.3.1 do documento RT-3540-54-G-584 indica que o Manual de Operação do DRS1 (OM-3540-54-G-1001 R03) apresenta os procedimentos preventivos de gestão de segurança a serem implementados. Os mesmos são apresentados no item 13 – Manutenção do sistema – do referido Manual, e detalhados a seguir:

ANÁLISE E ADEQUAÇÃO DA SUFICIÊNCIA DO PLANO DE AÇÃO EMERGENCIAL DO DRS1

- *Limpeza das bacias de controle BC-01, BC-02, BC-03, BC-05 e BC-06 e dos canais de contorno, com remoção do material assoreado. Para tanto, recomenda-se que seja realizada batimetria nas bacias em periodicidade semestral. Adicionalmente, recomenda-se a limpeza em periodicidade a cada 02 (dois) anos. Essa periodicidade deverá ser confirmada segundo condições de campo;*
- *Conservação da integridade física da geomembrana do sistema de impermeabilização. Em caso de necessidade de reparos, deve-se utilizar geomembrana de espessura semelhante àquela já instalada;*
- *Manutenção dos acessos com tratamento de erosões e imperfeições na pista;*
- *Manutenção do revestimento dos acessos;*
- *Remoção de resíduos e outros materiais dos acessos, quando aplicável;*
- *Limpeza das canaletas de drenagem;*
- *Verificação do funcionamento do bombeamento das BC's para a área 82;*
- *Remoção de materiais da área de buffer, CL3 e BC's (troncos, madeira, blocos de concreto, fragmentos de geomembrana, telas plásticas, etc.);*
- *Remoção de qualquer material nos emboques das estruturas extravasoras;*
- *Reparo das estruturas de concreto do sistema extravasor (rápidos, galerias e extravasores);*
- *Manutenção das placas de stop-logs;*
- *Reparo das estruturas de concreto da tubulação de efluente industrial;*
- *Limpeza e manutenção do acesso nas adjacências da tubulação de efluente industrial;*
- *Manutenção dos poços de monitoramento de água superficial e subterrânea;*

- *Confirmação do funcionamento com providências da manutenção da instrumentação quando necessário;*
- *Manutenção dos Equipamentos de disposição.*

Os procedimentos corretivos por sua vez, são acionados em situações de emergência enquanto a implantação de medidas de mitigação ainda for viável. O PAE do DRS1 indica que os modos de falha que podem desencadear uma situação de emergência estão principalmente relacionados a: (i) galgamento; (ii) erosão interna (piping) pelo maciço ou pela fundação; e (iii) instabilização do maciço.

Os procedimentos corretivos são apresentados nas FICHAS DE MITIGAÇÃO NÍVEL DE RESPOSTA 1, apresentadas no Seção VII – Anexos do PAE, e FICHAS DE EMERGÊNCIA NÍVEL DE RESPOSTA 2 E 3, apresentadas nos Apêndices - Item VII.1, e nas Seções II.3.A e II.3.B do PAE.

O fluxograma de comunicação de situações adversas são divididos para cada nível de resposta apresentado no item 7.3.4, sendo o nível de resposta zero, situação normal que não compromete a segurança da estrutura (Figura 7.6); nível de resposta 01, situação não compromete a segurança da estrutura no curto prazo (Figura 7.7); nível de resposta 02, situação que compromete a segurança da estrutura no curto prazo (Figura 7.8); nível de resposta 03, situação que representa iminência/ocorrência de ruptura (Figura 7.9).

Para cada um dos modos de falha possíveis, o PAE apresenta uma ficha de mitigação/emergência, com as ações preventiva, mitigadoras, preventivas ou ações de resposta, essa última em caso de ruptura iminente ou ocorrida. A título de ilustração, nas Figuras Figura 7.6 a Figura 7.9 são apresentadas as fichas para os três níveis de resposta (NR-1, NR-2 e NR-3, respectivamente), para o modo de falha denominado erosão interna.

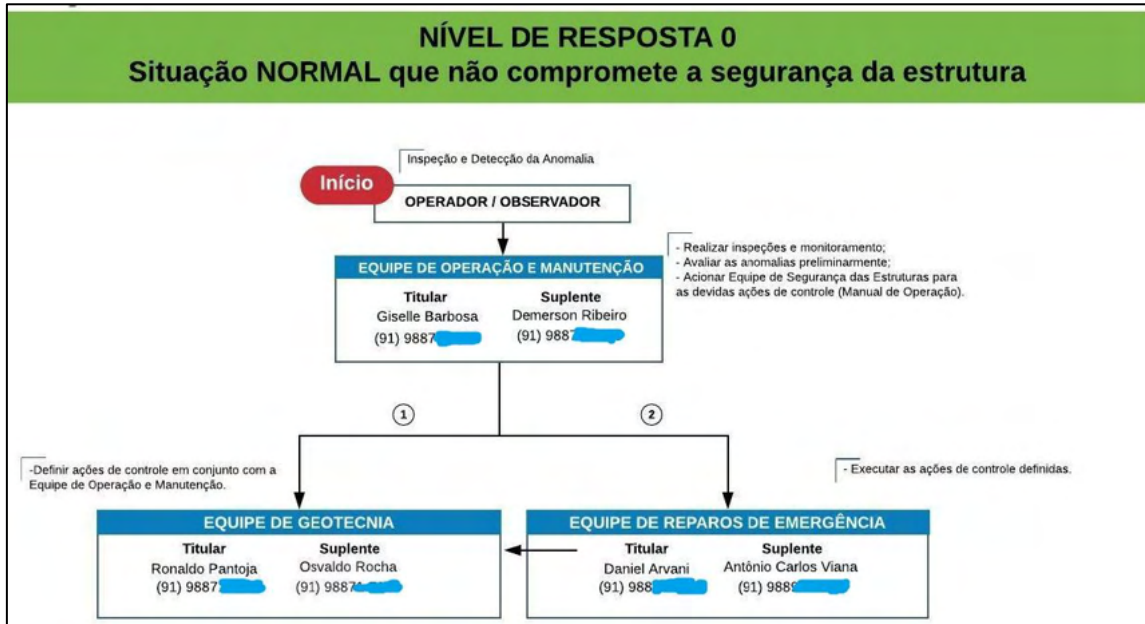


Figura 7.6 – Fluxograma de notificação de situações adversas – Nível de resposta 0 (RT-3540-54-G-1002)

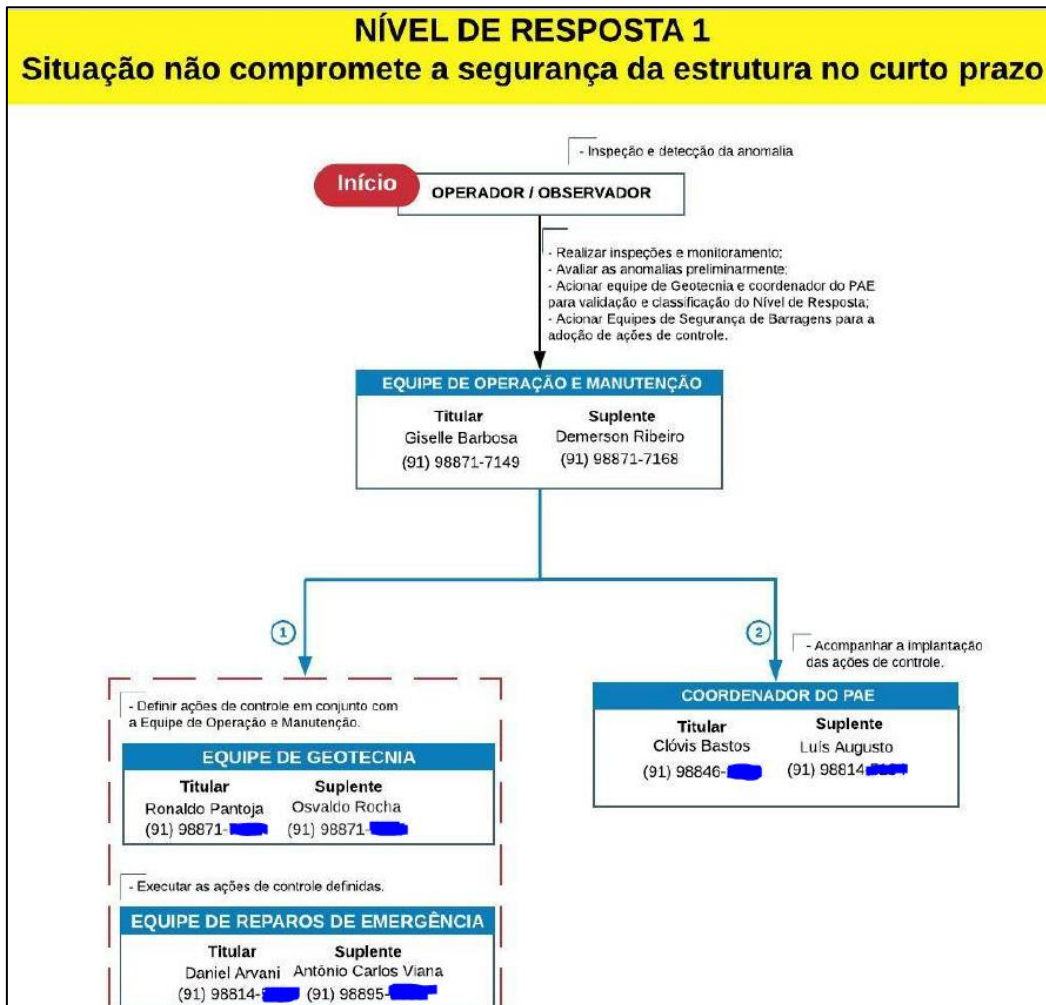


Figura 7.7 – Fluxograma de notificação de situações adversas – Nível de resposta 1 (RT-3540-54-G-1002)

ANÁLISE E ADEQUAÇÃO DA SUFICIÊNCIA DO PLANO DE AÇÃO EMERGENCIAL DO DRS1

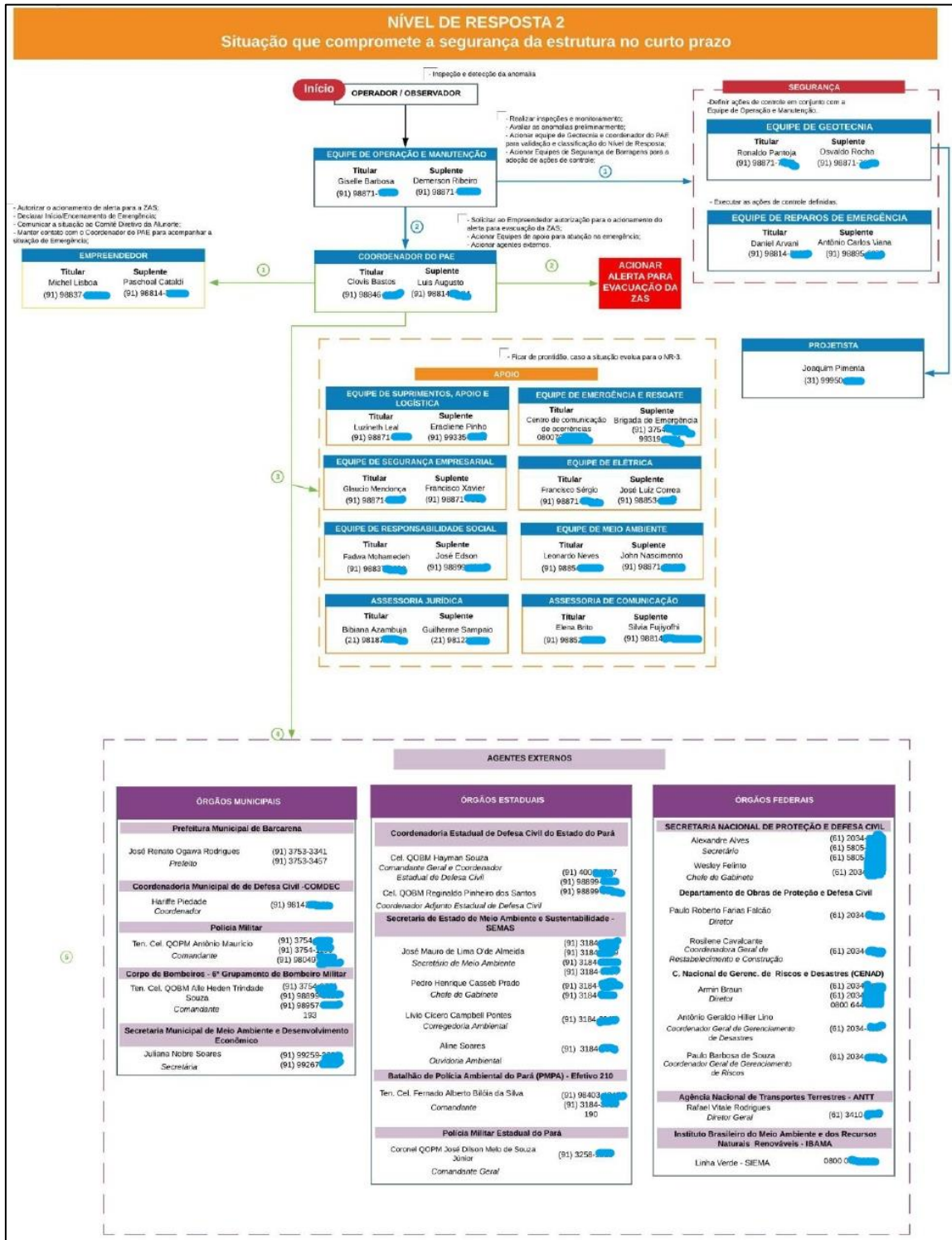


Figura 7.8 – Fluxograma de notificação de situações adversas – Nível de resposta 2 (RT-3540-54-G-1002)

ANÁLISE E ADEQUAÇÃO DA SUFICIÊNCIA DO PLANO DE AÇÃO EMERGENCIAL DO DRS1

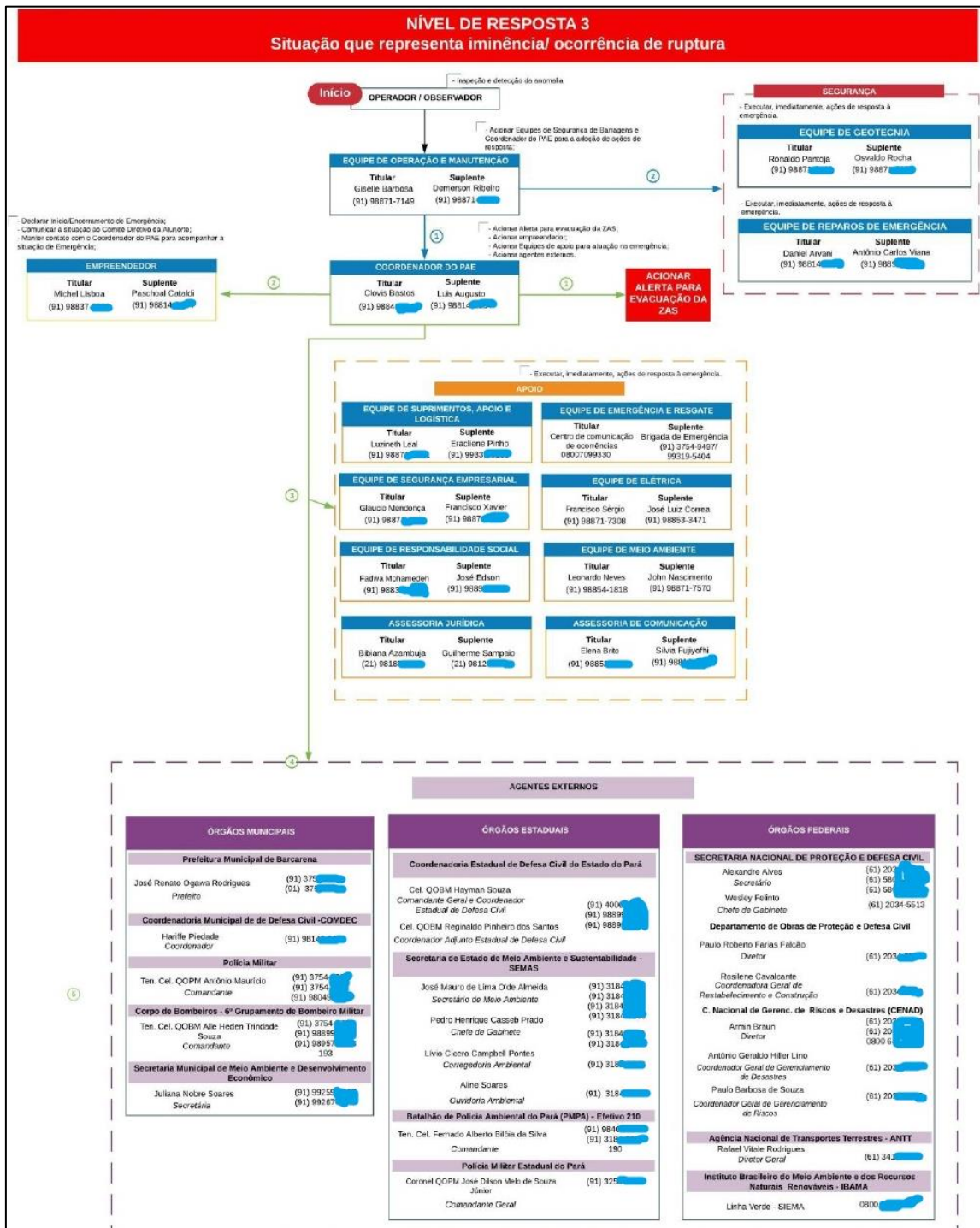


Figura 7.9 – Fluxograma de notificação de situações adversas – Nível de resposta 3 (RT-3540-54-G-1002)

		AUDITORIA DE SEGURANÇA
ANÁLISE E ADEQUAÇÃO DA SUFICIÊNCIA DO PLANO DE AÇÃO EMERGENCIAL DO DRS1		


	FICHA DE MITIGAÇÃO	N.º 02	MODO DE FALHA
	NÍVEL DE RESPOSTA	1	EROSÃO INTERNA
SITUAÇÃO ADVERSA			
<ul style="list-style-type: none"> • Umidade ou surgência nas áreas de jusante que não comprometem a segurança da estrutura no curto prazo, mas que devem ser controladas, monitoradas ou reparadas; • Surgência no talude de jusante enquadrada em "ATENÇÃO", conforme Nível de Perigo. <p><u>Parâmetros a serem observados para tomada de decisão</u> (individualmente ou em conjunto): carreamento de solo, turbidez da água, aumento de vazão da(s) surgência(s) identificada(s), leituras da instrumentação, rasgos na manta de impermeabilização.</p>			
POSSÍVEIS IMPACTOS ASSOCIADOS			
<ol style="list-style-type: none"> 1. Desenvolvimento de erosões internas no maciço; 2. Recalques / deformações no maciço; 3. Saturação do maciço; 4. Redução do fator de segurança do maciço com potencial de ruptura parcial dos taludes; 5. Progressão da anomalia com aumento da vazão percolada e/ou carreamento de material, caso as ações de controle não sejam implementadas. 			
PROCEDIMENTOS DE MITIGAÇÃO / MONITORAMENTO / REPARAÇÃO			
<ol style="list-style-type: none"> 1. Implementar FLUXO DE NOTIFICAÇÃO para NR-1; 2. Inspeccionar cuidadosamente a área e verificar a causa da surgência. Verificar a ocorrência de rasgos, furos ou problemas nas emendas (soldas) da manta; 3. Confirmar se a água percolada possui sinais de carreamento de solo; 4. Confirmar a condição de aumento ou não da vazão percolada. Para tanto, medir e monitorar a quantidade de fluxo (utilizando balde graduado e cronômetro ou outro sistema de medição de vazão); 5. Verificar a extensão da surgência, identificando se o caminho de percolação atinge o talude de montante ou de jusante. É necessário remover a manta danificada expondo o aterro para a avaliação; 6. Recompôr a manta utilizando espessura semelhante àquela já instalada, segundo os controles de qualidade exigidos em sua instalação; 7. Avaliar os dados de monitoramento da instrumentação e a condição de estabilidade de acordo com o nível freático observado; 8. A depender de avaliação técnica, pode-se executar uma alternativa de reparo com a supervisão de um engenheiro especialista, como a execução de dreno invertido, dentre outros, para restabelecimento da condição de estabilidade. Além disso, o projetista e/ou consultor da estrutura poderá ser consultado para avaliação da situação, proposição de ações de controle e definição sobre sua eventual evolução para o Nível de Resposta 2. Nesta oportunidade, ainda poderá ser avaliada a severidade do dano potencialmente provocado, principalmente no vale a jusante, caso a situação evolua; 9. Monitorar rotineiramente as ações de controle de modo a avaliar sua eficiência e verificar indícios de novos focos de problema; 10. Qualquer procedimento adotado deverá garantir, ao final de sua execução, a condição de estabilidade da estrutura; 11. Quaisquer danos e/ou alterações em estruturas associadas deverão ser reparados, a exemplo, os dispositivos de drenagem; 12. Caso o problema evolua e a solução adotada não seja eficaz, adotar procedimentos elencados na Ficha N.º 06 do Nível de Resposta 2. <p>NOTA: O dreno invertido deverá atender aos critérios de filtro e de transições.</p>			
DISPOSITIVOS DE IDENTIFICAÇÃO	Inspeções de rotina / Análise visual / Leitura de instrumentação.		
DISPOSITIVOS DE SINALIZAÇÃO	Fita sinalizadora e cones		
RECURSOS MATERIAIS / EQUIPAMENTOS	Areia; Britas 0, 1 e 3; Manta geotêxtil; Caminhão basculante; Pá carregadeira e/ou retroescavadeira; Balde graduado e cronômetro; Bomba d'água.		

Figura 7.10 – Ficha de Mitigação n° 02 – Nível de resposta 1 – Erosão Interna (RT-3540-54-G-584)

ANÁLISE E ADEQUAÇÃO DA SUFICIÊNCIA DO PLANO DE AÇÃO EMERGENCIAL DO DRS1


	FICHA DE EMERGÊNCIA	N.º 05	MODO DE FALHA
	NÍVEL DE RESPOSTA	2	EROSÃO INTERNA
SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA			
<ul style="list-style-type: none"> Alcance de 10 pontos no item "Percolação" do Quadro de Estado de Conservação, com potencial comprometimento da segurança da estrutura; e/ou Surgência de água com sinais de erosão interna (<i>pipiing</i>) com carreamento de material e/ou aumento de vazão e/ou infiltração de material contido, representando ameaça à segurança da estrutura no curto prazo, devendo ser tomadas providências para a eliminação do problema. <p style="text-align: center;">Evolução da Situação Adversa NR-1</p> <p><u>Parâmetros a serem observados para tomada de decisão:</u> intensificação dos níveis de parâmetros identificados no Nível 1, conforme Ficha N.º 02.</p>			
POSSÍVEIS IMPACTOS ASSOCIADOS			
<ol style="list-style-type: none"> Desenvolvimento de erosões internas no maciço; Recalques / deformações no maciço; Desenvolvimento da saturação do maciço; Redução do fator de segurança do depósito levando à instabilidade do maciço; Progressão da anomalia com abertura de brecha, caso as ações corretivas não sejam implementadas. 			
PROCEDIMENTOS CORRETIVOS			
<ol style="list-style-type: none"> Implementar FLUXO DE NOTIFICAÇÃO para NR-2 E ALERTAR A ZONA DE AUTOSSALVAMENTO PARA EVACUAÇÃO PREVENTIVA. <p>NOTA: A identificação da Situação de Emergência NR-2, que configura Nível de Perigo da Estrutura em "ALERTA" deverá ocasionar a realização de Inspeções de Segurança Especiais, conforme critérios definidos pela Instrução Normativa SEMAS n.º 02/2018.</p> <ol style="list-style-type: none"> Avaliar a segurança do local antes de acessá-lo, a fim de garantir a integridade dos agentes responsáveis pela avaliação / definição / implementação das medidas corretivas; Inspeccionar a área e confirmar se a água percolada possui sinais de carreamento de solo ou aumento da vazão, observando critérios de segurança; Interromper a disposição de resíduos no depósito até que a situação esteja controlada; Avaliar a possibilidade de rebaixamento do nível d'água do reservatório, com velocidade controlada, definida pelo projetista e/ou consultor; Avaliar os dados de monitoramento da instrumentação e a condição de estabilidade, de acordo com o nível freático observado; Avaliar os motivos de não efetividade das medidas corretivas adotadas na situação do NR-1, caso aplicável; Executar imediatamente a alternativa de reparo selecionada com a supervisão de um engenheiro especialista, como a implantação de dreno invertido. Além disso, pode ser necessária a construção de obra de reforço para restabelecimento da condição de estabilidade. Verificar a possibilidade/ necessidade de lançar material a montante na tentativa de conter a erosão interna; O projetista e/ou consultor da estrutura poderá avaliar/acompanhar a situação de emergência, propondo ações corretivas. Neste contexto deve ser avaliada a severidade do dano provocado, principalmente na área de entorno, caso a situação evolua para uma ruptura. Estes agentes ainda poderão auxiliar/determinar medidas de mitigação adicionais; Monitorar rotineiramente as ações corretivas de modo a avaliar sua eficiência e verificar indícios de novos focos de problema; Qualquer procedimento adotado deverá garantir, ao final de sua execução, a condição de estabilidade da estrutura. Quaisquer danos e/ou alterações em estruturas associadas deverão ser reparados, a exemplo os dispositivos de drenagem; <p style="text-align: center;">Para o NR-2, a priori, não é mais possível confiar que as ações de mitigação serão eficientes.</p> <ol style="list-style-type: none"> Caso o problema evolua e a solução apresentada não seja eficaz, adotar os procedimentos elencados na Ficha N.º 07 do Nível de Emergência 3. <p>NOTA: O dimensionamento dos materiais do dreno invertido deverá atender aos critérios de filtro e de transições.</p>			
DISPOSITIVOS DE IDENTIFICAÇÃO		Inspeções de rotina / Análise visual / Leitura de Instrumentação	
DISPOSITIVOS DE SINALIZAÇÃO		Fita sinalizadora e cones	
POSSÍVEIS RECURSOS MATERIAIS / EQUIPAMENTOS		Areia; Manta geotêxtil; Britas 0,1 e 3; Caminhão basculante; Pá carregadeira e/ou retroescavadeira; Bomba; Balde graduado e cronômetro.	

Figura 7.11 – Ficha de Emergência n° 05 – Nível de resposta 2 – Erosão Interna (RT-3540-54-G-584)

		AUDITORIA DE SEGURANÇA
ANÁLISE E ADEQUAÇÃO DA SUFICIÊNCIA DO PLANO DE AÇÃO EMERGENCIAL DO DRS1		


	FICHA DE EMERGÊNCIA	N.º 07	RUPTURA IMINENTE OU ESTÁ OCORRENDO
	NÍVEL DE RESPOSTA	3	
SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA			
<p>A ruptura é iminente ou está ocorrendo. Potenciais causas associadas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Erosão interna (<i>piping</i>) em estágio de evolução avançada; e/ou • Nível de água ou de resíduo na estrutura em condição extrema, ou qualquer condição que resulte na inoperação do extravasor ou do sistema de bombeamento, interferindo substancialmente no volume disponível para o trânsito de cheias, tornando iminente a ocorrência de galgamento; e/ou • Caso o Nível de Água atinja uma distância de referência Nível 3 em relação à crista, conforme descrito abaixo (*): <ul style="list-style-type: none"> - DRS1 e BCs: 0,30 m (*): os níveis de resposta foram definidos em função da soleira vertente (N.A. máx. Normal) de projeto; e/ou • Geometria inadequada devido a deformação no maciço (trincas, escorregamentos, erosões, deslizamentos e/ou recalques de grande magnitude na crista) ou elevação da freática, com sérios danos à estrutura e evolução de problemas estruturais, levando à sua instabilização global; e/ou • Instabilização na plataforma/pilha com grande deslocamento de massa de resíduo, com ruptura iminente ou ocorrendo; e/ou • $FS \leq 1,1$ para qualquer condição de carregamento (drenado ou não drenado). 			
POSSÍVEIS IMPACTOS ASSOCIADOS			
<ul style="list-style-type: none"> - Provável perda de vidas humanas de funcionários, terceirizados e população flutuante que se encontrarem na área na operação da estrutura e/ou pessoas transitando nos acessos internos; - Perda de acessos internos; - Queimaduras químicas decorrentes com o contato com o efluente cáustico e/ou resíduo corrosivo; - Impactos em Área de Preservação Permanente (APP) nas faixas marginais ao leito dos cursos d'água; - Possíveis problemas relacionados ao abastecimento de água proveniente dos Igarapé Murucupi, Tauá e Água Verde além dos Rios Barcarena, Mucuripi, Furo do Anzol e Mucuruçá. Problemas relacionados a energia elétrica e irrigação nas regiões atendidas; - Possíveis interrupções nos acessos locais: Av. Padre Casimiro Pereira de Souza, Av. Cônego Batista Campos e ruas entre outros acessos locais ; - Inundação de áreas rurais ao longo do vale a jusante como a Vila dos Cabanos e Laranjal, com danos a benfeitorias e a alguns moradores; - Impactos de qualidade da água ao longo dos corpos hídricos considerados, inclusive, em extensão superior ao simulado para a representação das manchas de inundação, até ultrapassar o ponto de parada da simulação hidráulica, na foz do furo do Arrozal na Baía de Marajó; - Alteração da paisagem local; - Assoreamento dos cursos de água a jusante com deposição de resíduos e possível alteração da calha dos igarapés em alguns trechos; - Pluma de turbidez ao longo dos corpos hídricos considerados; - Destruição da camada vegetal e do habitat, remoção do solo de cobertura, destruição de vida animal, biota aquática e demais prejuízos à fauna e flora características da região; - Paralisação das atividades da ALUNORTE; - Perda de valor das ações e perda de valor de mercado da ALUNORTE; - Impactos negativos na imagem da ALUNORTE; - Suspensão de licenças da ALUNORTE e eventualmente nas demais operações da empresa no Brasil; - Impactos financeiros decorrentes de multas, indenizações, depósitos em juízo. - Complicações para obtenção de novas licenças ambientais pela ALUNORTE 			
AÇÕES DE RESPOSTA			
<ul style="list-style-type: none"> - ALERTAR IMEDIATAMENTE A ZONA DE AUTOSSALVAMENTO - Adotar FLUXO DE NOTIFICAÇÃO interno para Situação de Emergência NR-3; - Adotar medidas de recuperação dos impactos, ambientais, sociais e econômicos. 			

Figura 7.12 – Ficha de Emergência n° 07 – Nível de resposta 3 – Ruptura iminente ou está ocorrendo (RT-3540-54-G-584)

Com base no exposto, entende-se que o item 6 do IN 12/2019 está plenamente atendido pelo documento apresentado.

7.3.7 Responsabilidades no PAE (empreendedor, coordenador do PAE, equipe técnica e Defesa Civil)

A Seção IV do documento RT-3540-54-G-584 apresenta o organograma (Figura 7.13) dos participantes internos do PAE, com responsabilidade de detectar, avaliar e classificar situações de emergência nas estruturas, em prol da tomada de decisão que poderá envolver a notificação às pessoas na Zona de Autossalvamento e aos agentes externos.

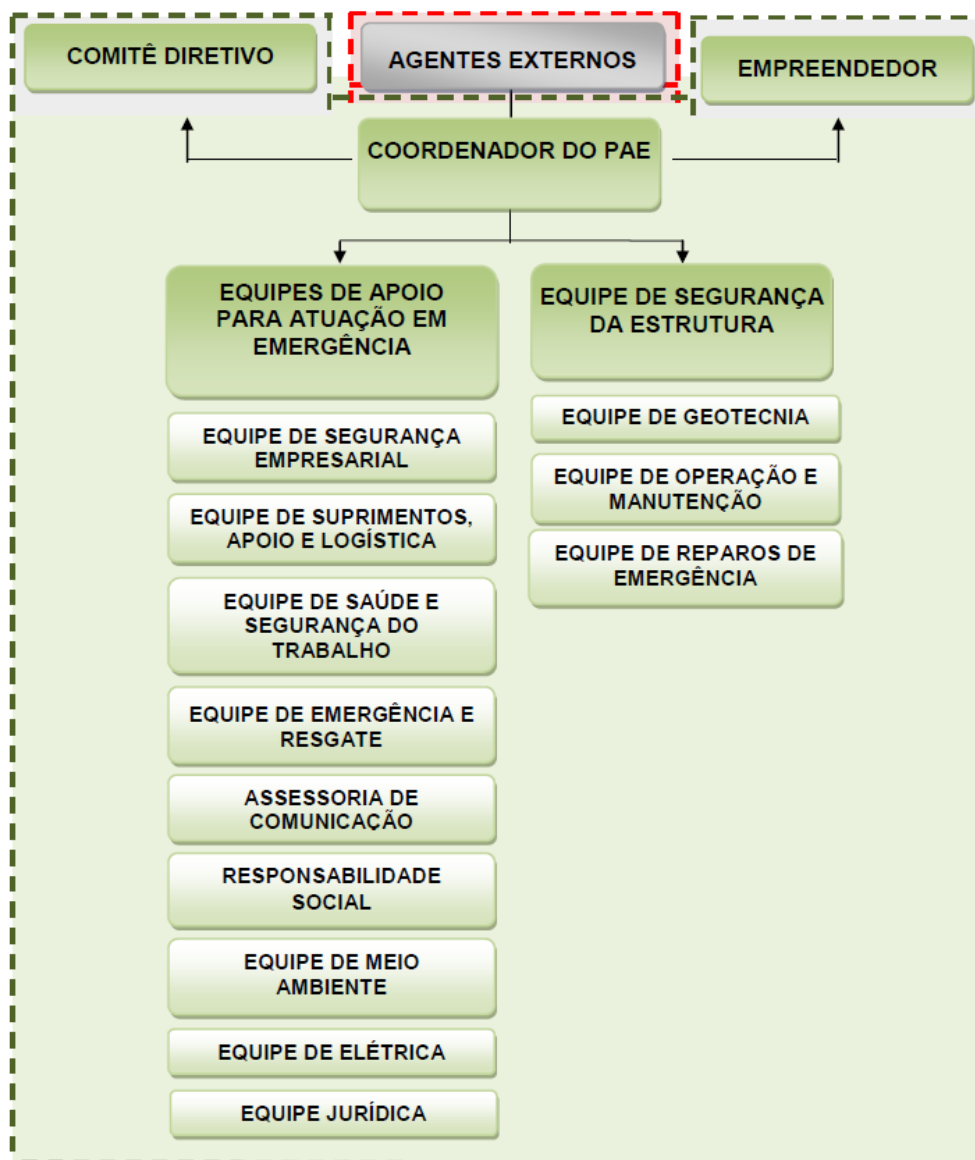


Figura 7.13 - Organograma dos participantes internos do PAE

O documento RT-3540-54-G-584 apresenta as atribuições dos participantes internos do PAE, incluindo o Empreendedor, o Coordenador do PAE, as equipes inseridas no Grupo de Segurança da Estrutura e as Equipes de Apoio para atuação em emergência. A seguir, são descritas algumas das responsabilidades do empreendedor e do coordenador do PAE indicadas no documento:

▪ Empreendedor:

- Providenciar a elaboração do PAE da estrutura, incluindo Estudos de Cenários e os respectivos Mapas de Cenários de Ruptura Hipotética;
- Designar, formalmente, o Coordenador do PAE e seu substituto, para coordenar as ações descritas no Plano de Ação de Emergências, podendo ser o próprio empreendedor;
- Possuir Equipe de Segurança capaz de detectar, avaliar e classificar as situações de emergência em potencial, de acordo com os Níveis de Resposta estabelecidos no PAE;
- Promover treinamentos internos acerca do PAE, envolvendo as Equipe de Apoio e de Segurança e os demais empregados do empreendimento, no mínimo, 1 (uma) vez ao ano, mantendo os respectivos registros das atividades;
- Disponibilizar informações, de ordem técnica, para à Defesa Civil, prefeituras e demais instituições indicadas pelo governo municipal quando solicitado formalmente.

▪ Coordenador do PAE:

- Auxiliar na promoção de treinamentos internos acerca do PAE, envolvendo as Equipe de Apoio e de Segurança e os demais empregados do empreendimento, no mínimo, 1 (uma) vez ao ano, mantendo os respectivos registros das atividades;
- Apoiar e participar de simulados de situações de emergência realizados, em conjunto com Prefeituras, organismos de Defesa Civil, Equipe de

ANÁLISE E ADEQUAÇÃO DA SUFICIÊNCIA DO PLANO DE AÇÃO EMERGENCIAL DO DRS1

- Segurança da estrutura, demais empregados do empreendimento e a população compreendida na ZAS, mantendo o registro das atividades;
- Disponibilizar informações de ordem técnica para a Defesa Civil, prefeituras e demais instituições indicadas pelo governo municipal quando solicitado formalmente;
 - Fornecer aos organismos de Defesa Civil Municipal os elementos necessários para elaboração do Plano de Contingência em toda a extensão do mapa de inundação;
 - Prestar apoio técnico aos municípios potencialmente impactados nas ações de elaboração e desenvolvimento dos Planos de Contingência municipais, realização de simulados e audiências públicas.

O documento do PAE (RT-3540-54-G-584) também apresenta as responsabilidades dos agentes externos e indica que os órgãos e autoridades públicas já possuem a responsabilidade formal de atuar durante a ocorrência de situações de emergência nos municípios, através da ação coordenada entre eles nas diferentes esferas (municipal, estadual e/ou federal). A ruptura ou a potencial ruptura de uma das estruturas geotécnicas do DRS1, por constituir uma situação de emergência de grande impacto, deve ser inserida na sistemática já estabelecida pelos órgãos da administração pública para mitigação dos seus efeitos.

Em outros itens do PAE são indicadas algumas atividades com participação da defesa civil, algumas destas são citadas abaixo:

- No item VI.1 (Zona de autossalvamento) – é ressaltado que a ZAS deve ser pactuada em conjunto com a Defesa Civil
- No item VI.3 (Responsabilidades na evacuação) – uma vez alertada, as equipes que estiverem ocupando a ZAS deverão providenciar sua auto evacuação, dirigindo-se aos pontos de encontro a serem estabelecidos pela empresa e validados com a Defesa Civil.

- No item VII.4 (Plano de treinamento do PAE) – é indicada a necessidade de participação da Defesa Civil Municipal e de outros órgãos que se julgue necessário nos treinamentos relativos ao PAE para os cenários que necessitam dessa inter-relação.
- Também é indicado, conforme art. 8º da IN 12/2019, que cópias físicas do PAE devem ser entregues para prefeituras dos municípios e organismos de defesa civil municipais abrangidos pelo PAE.

Com base no exposto, a FONNTES entende que o art. 7º da IN 12/2019 da SEMAS/PA está atendido.

7.3.8 Síntese do estudo de inundação com os respectivos mapas, indicação da ZAS e pontos vulneráveis potencialmente afetados.

O PAE do DRS1 (documento RT-3540-54-G-584) em sua seção V apresenta os estudos de ruptura hipotética (*dam break*) do depósito (RT-3540-54-G-576). É feita uma conexão das manchas de inundação de todos os cenários para definição da ZAS, bem como área de impacto direto e área de impacto indireto para a ruptura hipotética do depósito.

O relatório faz uso da definição dada por SEDEC (2016), em qual área de impacto direto é o limite geográfico gerado a partir de estudo técnico especializado, que representa a área situada à jusante de uma estrutura de contenção, e que pode vir a ser atingida caso haja uma ruptura da estrutura. Também é definido área de impacto indireto como sendo a região situada à jusante da estrutura, e também à jusante da área de impacto direto. Essa área pode vir a ser afetada caso haja uma ruptura da estrutura de contenção devido a degradação ambiental associada ao material liberado, ou aos detritos gerados. Ainda na área de impacto indireto são esperadas operações de assistência humanitária e de reestabelecimento de serviços essenciais, a serem alinhadas junto aos organismos de defesa civil.

Conforme apresentado no item 7.1, foram simulados 12 diferentes cenários de ruptura para o DRS1, sendo que os cenários 1 a 7 e 10 a 12 foram divididos entre cenário seco (cheia ordinária de 2 anos de TR) e cenário chuvoso (cheia severa de 10.000 anos de TR). Por sua vez, os cenários 8 e 9 se referem a *Stack Break* sob a região da plataforma do depósito, pela hipótese de ruptura por instabilização. A combinação de todas as manchas de inundação provocadas pelos diferentes cenários de *Dam Break* e *Stack Break* simulados representam a área de impacto direto e ZAS.

A metodologia foi descrita resumidamente no item 7.1. A Figura 7.14 apresentada a zona de impacto direto (ZAS e ZSS) e a zona de impacto indireto (envoltória da cheia natural de TR 10.000 anos.

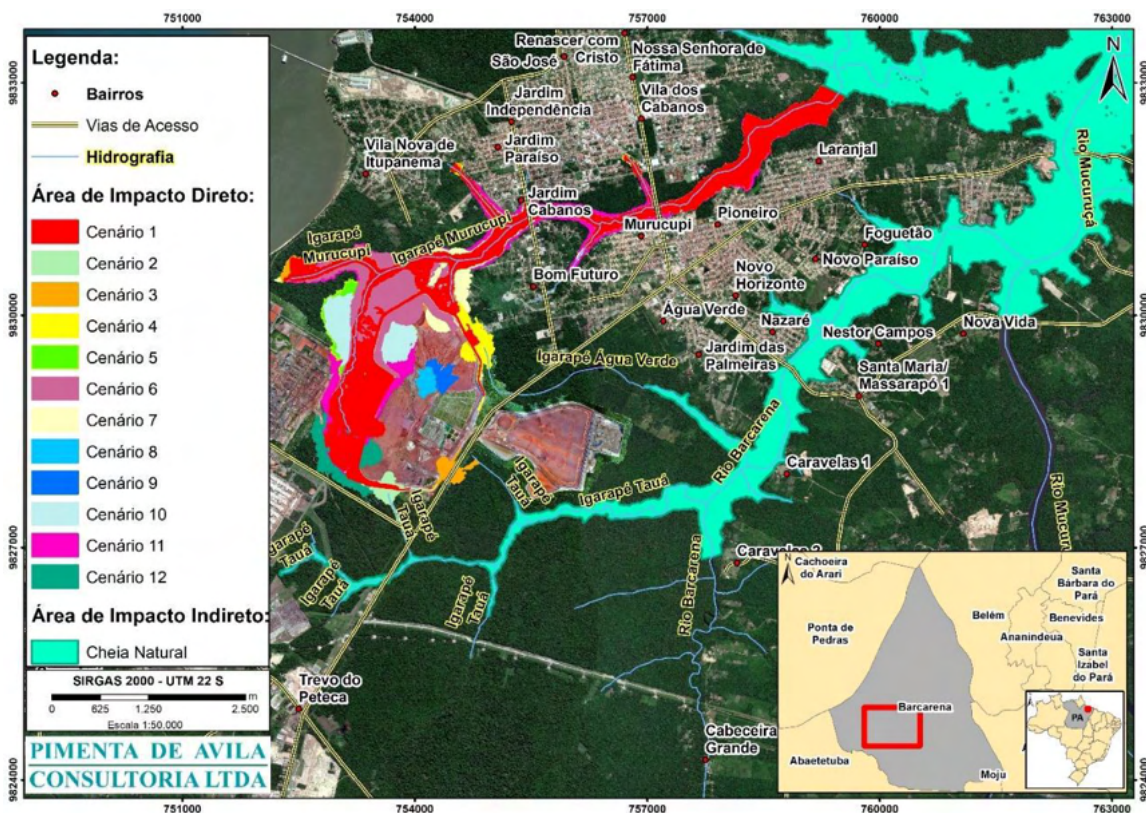


Figura 7.14 – Áreas de impacto direto e indireto devido a ruptura hipotética do DRS2 conforme PAE (RT-3540-54-G-584)

		AUDITORIA DE SEGURANÇA
ANÁLISE E ADEQUAÇÃO DA SUFICIÊNCIA DO PLANO DE AÇÃO EMERGENCIAL DO DRS1		

Os pontos vulneráveis potencialmente impactados na área de influência direta destacados pelo relatório são

- Região do entorno das BCs 1 a 3 e 5 e 6: A região do entorno das BCs é potencialmente impactada em diversos cenários. Com relação ao entorno das BCs 1 a 3, há predomínio de valores de risco hidrodinâmico máximo superiores a 7,0 m²/s no Cenário 12A. Já para o entorno das BCs 5 e 6, os maiores valores de risco hidrodinâmico máximo (superiores a 7,0 m²/s) foram obtidos a partir da simulação do Cenário 11A;
- Bacia 82F da Planta Industrial da Alunorte: A região da Bacia 82F é potencialmente impactada nos Cenários 5A e 11A. Em ambos os casos, predominam valores de risco hidrodinâmico máximo inferior a 0,5 m²/s, sendo registrados valores de até 3,0 m²/s nos trechos limítrofes da Planta Industrial;
- Rodovia PA-481: No Cenário 3A a rodovia PA-481 é potencialmente impactada. Neste trecho, foram identificados valores de risco hidrodinâmico máximo superiores a 7,0 m²/s;
- Avenida Padre Casemiro Pereira de Souza e Avenida Cônego Batista de Campos: Tais avenidas são potencialmente impactadas nos Cenários 7, 11 e 12 (Av. Padre Casemiro Pereira de Souza) e 11 (Av. Cônego Batista de Campos), com risco hidrodinâmico máximo de até 3,8 m²/s e 3,1 m²/s, respectivamente.

Destaca-se que foi identificado entre as páginas 40 e 75 do PAE (RT-3540-54-G-584, revisão 06, de 07/10/2022) uma numeração/código do documento divergente, sendo indicado “RT-3540-54-G-576”. Isto não compromete a clareza e qualidade do relatório, entretanto, recomenda-se sua adequação.

Com base no exposto, entende-se que o Art. 8 da IN 12/2019 da SEMAS/PA está plenamente atendido.

7.3.9 Plano de Treinamento do PAE e suas periodicidades

O item VII.4 do documento do PAE (RT-3540-54-G-584) discorre sobre a importância dos treinamentos internos para que as equipes integrantes do PAE tenham pleno conhecimento das ações corretivas a serem adotadas com a agilidade e qualidade requeridas frente às situações de emergência. Este item apresenta os principais tópicos a serem contemplados no treinamento e aborda a necessidade de um planejamento da participação da Defesa Civil Municipal e de outros órgãos que se julgue necessário nos treinamentos relativos ao PAE, para os cenários que necessitam dessa interrelação.

O documento indica que a HYDRO deve manter a equipe integrante do PAE permanentemente treinada e acrescenta que os Treinamentos Internos devem ser promovidos, no mínimo, 1 (uma) vez ao ano, mantendo-se o registro das atividades, conforme o Art. 9º da Instrução Normativa nº 12/2019 da SEMAS/PA. A PIMENTA DE AVILA indica uma planilha de modelo para Registro de Treinamento do PAE em seu relatório.

Os registros dos treinamentos internos realizados na ALUNORTE foram apresentados no Relatório de Conformidade e Operacionalidade (RCO) do PAE do Depósito DRS1, elaborado pela H&P em 15/06/2022, doc. RT-4610009-54-G-0001. Conforme indicado no documento, as modalidades de treinamento solicitadas na Resolução ANM nº95/2022 são praticados no Plano de Treinamento do PAE da HYDRO, incluindo exercícios expositivos internos, exercícios de fluxo de notificações internos e exercícios simulados internos (hipotético). Os treinamentos internos realizados no ciclo ACO-PAE 2021/2022 foram detalhados no documento RT-4610009-54-G-0001.

Com base na Instrução Normativa nº 12/2019 da SEMAS/PA, verifica-se que o conteúdo do item relativo ao “Plano de Treinamento do PAE e suas periodicidades” é abordado no PAE (RT-3540-54-G-584). Portanto, o Art. 9º da IN 12/2019 da SEMAS/PA está plenamente atendido pelo PAE do DRS1.

7.3.10 Informações sobre todos os recursos humanos, materiais e logísticos disponíveis a serem utilizados nas situações de emergência

A Seção VII.5 do PAE (RT-3540-54-G-584) elaborado pela PIMENTA DE AVILA lista os Recursos materiais disponíveis para serem utilizados em situação de emergência no Depósito DRS1, incluindo materiais, equipamentos e ferramentas. Para cada tipo de recurso, o documento apresenta a quantidade existente e o local de armazenamento. Além disso, os recursos materiais e equipamentos a serem utilizados para mitigação / correção de eventuais situações de emergência são indicados nas Fichas de Resposta, na Seção II.3.

O documento indica a responsabilidade do Coordenador do PAE de garantir a disponibilidade dos recursos necessários ao atendimento da situação de emergência. Complementarmente, o empreendedor é responsável por disponibilizar recursos, caso ocorra a necessidade além da autonomia do Coordenador do PAE.

Os recursos humanos e logísticos foram abordados nos itens 6.2.5 e 6.2.7 do presente relatório, no qual os recursos humanos consistem nas pessoas integrantes do PAE, incluindo agentes internos e externos, e os recursos logísticos consistem nos procedimentos de notificação, incluindo o Fluxo de Notificação, e as responsabilidades dos integrantes do PAE.

No entanto, conforme indicado no Relatório de Conformidade e Operacionalidade (RCO) do PAE do Depósito DRS1, elaborado pela H&P em 15/06/2022, doc. RT-4610009-54-G-0001, a avaliação do estudo de ruptura indica que a hipótese de falha por liquefação não foi descartada, sendo necessário considerar a necessidade de alerta imediato às comunidades da ZAS, em especial à população dos bairros Bom Futuro e Jardim Cabano, cujo intervalo projetado de chegada da onda de inundação no estudo atual é de 10

ANÁLISE E ADEQUAÇÃO DA SUFICIÊNCIA DO PLANO DE AÇÃO EMERGENCIAL DO DRS1

minutos. O documento acrescenta que a HYDRO informou à equipe H&P que a instalação do sistema de alerta por sirenes está em fase de planejamento com conclusão da instalação prevista para dezembro de 2022.

O plano tático de Atendimento a emergências (documento “Plano tático BAC_Rev01_28112022”) foi atualizado em novembro de 2022 e apresenta em seu anexo a lista completa dos recursos da brigada ambiental comunitária. A brigada ambiental comunitária segundo o documento supracitado é composta de

- 01 coordenador geral em regime administrativo,
- 01 supervisor em regime administrativo,
- 02 líderes de operação em regime administrativo e 04 em regime de plantão 12 x 36 horas;
- 06 brigadistas comunitários em regime administrativo e 12 em regime de plantação 12 x 36 horas.

Alguns dos itens/equipamentos e materiais disponíveis para a brigada ambiental utilizar em caso de emergência são descritos a seguir:

- 01 Base da brigada ambiental;
- 01 embarcação para 06 passageiros com reboque;
- 1 veículo Fiat Mobi 1.0 flex;
- 04 veículos pick up S-10/Chevrolet 4x4;
- Telefone satelital;
- Celulares;
- HD externo;
- Rádio VHF Fixo;
- Rádio VFF móvel;
- Luzes de sinalização;
- Caixa de ferramentas;

ANÁLISE E ADEQUAÇÃO DA SUFICIÊNCIA DO PLANO DE AÇÃO EMERGENCIAL DO DRS1

- Cordas de nylon;
- Macas; kit primeiro socorros;
- Tenda tipo gazebo; cones de sinalização;
- Mesas; cadeiras;
- capacete de brigadista;
- GPS placa de sinalização de “água imprópria”;
- Sondas multi-parâmetro.

Com base na Instrução Normativa nº 12/2019 da SEMAS/PA, verifica-se que o conteúdo do item relativo ao “Informações sobre todos os recursos humanos, materiais e logísticos disponíveis a serem utilizados nas situações de emergência” é abordado e está plenamente atendido por meio do PAE elaborado pela PIMENTA DE AVILA e complementado pelo Plano tático (documento “Plano tático BAC_Rev01_28112022”).

Durante a visita técnica foi possível identificar um contêiner contendo materiais que poderiam ser utilizados para sinalização e outra atividades no caso de acionamento do PAE, conforme pode ser verificado na Figura 7.15. Destaca-se essa ação como uma boa prática de engenharia.



Figura 7.15 – Contêiner com materiais de uso em caso de acionado do PAE.

7.3.11 Formulários de declaração de início da emergência, de declaração de encerramento da emergência e de mensagem de notificação;

A Seção III do PAE (RT-3540-54-G-584) elaborado pela PIMENTA DE AVILA aborda “Notificação de uma situação de emergência”. Nesta seção, o documento orienta como realizar a notificação aos agentes externos quando da ocorrência de uma situação de emergência.

O PAE indica que o acionamento da Defesa Civil Municipal e dos demais órgãos externos deverão ser realizados preferencialmente por telefone. Também é destacado no documento que todo o processo de notificação deve ser evidenciado e registrado (forma de notificação, horário, duração, arquivamento de e-mail, entre outras evidências).

O documento apresenta o modelo de Mensagem de Notificação para a comunicação da situação de emergência aos agentes externos na Seção VII – Anexos e Apêndices, Item VII.6. Indica também que o acionamento dos órgãos reguladores e fiscalizadores para atuação em uma situação de emergência deve ser oficializada via DECLARAÇÃO DE INÍCIO DA EMERGÊNCIA, cujo modelo encontra-se apresentado na Seção VII – Anexos e Apêndices, Item VII.6 do PAE.

Conforme indicado no PAE, após a ocorrência e controle da situação de emergência, informes/comunicações formais deverão ser elaborados e enviados pela HYDRO aos órgãos reguladores e fiscalizadores competentes, sendo devidamente arquivados.

Entre as responsabilidades do empreendedor, o PAE indica a declaração do início/encerramento de uma Situação de Emergência, obrigatoriamente para os Níveis de Resposta 2 e 3 (laranja e vermelho) e execução das ações descritas no PAE com o preenchimento do formulário de Declaração de Início/encerramento da Situação de Emergência indicado na Seção VII - Anexos e Apêndices - Item VII.6.

O item IV.6 apresenta as Responsabilidades no encerramento de uma situação de emergência. O PAE indica que uma vez terminada a situação de emergência, o Empreendedor deverá providenciar a elaboração do Relatório de Encerramento de Emergência em até 60 dias, de acordo com o indicado no Art. 11 da Instrução Normativa SEMAS n.º 12/2019.

Assim que concluído o Relatório de Encerramento da Emergência, sua cópia em meio digital deve ser encaminhada à Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade - PA (SEMAS-PA). É atribuição do Empreendedor a elaboração, junto à Equipe de Segurança da Estrutura e ao Coordenador do PAE, da DECLARAÇÃO DE ENCERRAMENTO DA EMERGÊNCIA, cujo modelo é apresentado na Seção VII - Anexos e Apêndices - Item VII.6 do PAE.

Com base na Instrução Normativa nº 12/2019 da SEMAS/PA, verifica-se que o conteúdo do item relativo ao “Formulários de declaração de início da emergência, de declaração de encerramento da emergência e de mensagem de notificação” é abordado no PAE elaborado pela PIMENTA DE AVILA. Os modelos de notificação e declaração de início/encerramento de emergência, bem como as indicações de responsabilidades dos integrantes do PAE referentes a este tópico, seguem a Instrução Normativa nº 12/2019 da SEMAS/PA.

7.3.12 Estratégias de evacuação da Zona de Autossalvamento

A estratégia de evacuação da zona de autossalvamento se divide em três fases, sendo:

- Fase de Comunicação: caracterizada pelos procedimentos a serem adotados para a divulgação da ocorrência do evento às pessoas presentes na Zona de Autossalvamento, aos agentes internos e aos agentes públicos com atribuições de atuação em situações dessa natureza;

Para notificação aos profissionais atuantes na área do DRS1 mediante a identificação de uma situação que demande evacuação, atualmente a Alunorte conta com o sistema de rádio utilizado para comunicação durante as atividades de operação, bem como com celulares.

A ALUNORTE também conta com a chamada “Brigada Ambiental Comunitária”, a qual consiste em uma equipe especializada em apoiar as comunidades no caso de emergência, sendo capacitada para orientação e auxílio em caso de necessidade de evacuação. A Figura 7.16 apresenta os recursos disponíveis para atuação dessa equipe.



Figura 7.16 – Recursos disponíveis para atuação da "Brigada Ambiental Comunitária"

- Fase de Deslocamento: compreende o movimento rápido e ordenado das pessoas presentes na ZAS por rotas pré-estabelecidas, denominadas ROTAS DE FUGA, em direção a regiões seguras;

A partir da emissão do alerta de evacuação, as pessoas presentes na ZAS devem se deslocar por meio das rotas de fuga, imediatamente, não devendo, em hipótese alguma, prolongar sua permanência na ZAS. Via de regra, é previsto o deslocamento a pé.

Segundo o PAE, os percursos referentes às rotas de fuga foram definidos com base em plantas disponibilizadas pela Alunorte, complementadas por informações obtidas por meio de fotointerpretação, na busca de um trajeto mais rápido e seguro das pessoas até os pontos de encontro. Cada percurso foi associado a um ponto de encontro específico. Nesse processo, buscou-se minimizar possíveis dificuldades de deslocamento, como barreiras físicas, inclinações excessivas e/ou transposições de obstáculos

- Fase de Conclusão: incide na chegada das pessoas evacuadas aos locais seguros pré-determinados, denominados PONTOS DE ENCONTRO.

A Fase de Conclusão, terceira etapa do processo de evacuação, refere-se à chegada das pessoas presentes na ZAS aos pontos de encontro, onde deverão permanecer

ANÁLISE E ADEQUAÇÃO DA SUFICIÊNCIA DO PLANO DE AÇÃO EMERGENCIAL DO DRS1

momentaneamente até que possam ser resgatadas e, se for o caso, transportadas para abrigos e/ou hospitais.

Uma vez no ponto de encontro, as pessoas deverão nele permanecer e aguardar o resgate de uma equipe de emergência. Os profissionais atuantes no DRS1 e a população da área externa deverão ser treinados de forma que, em caso de alerta, deixem imediatamente o local que se encontram e encaminhem a pontos seguros, deslocando-se para o ponto de encontro mais próximo.

O PAE também detalha as estratégias de evacuação em função do nível de resposta, tanto para a área interna como para a área externa da Alunorte. Esse detalhamento é replicado a seguir:

- **Nível de resposta 2: área interna da Alunorte**
 - Eventuais obras que estejam ocorrendo na área potencialmente afetada por uma ruptura do DRS1 deverão ser interrompidas. Apenas obras que tenham interferência direta com a segurança da estrutura deverão ser mantidas;
 - A notificação das pessoas para que iniciem o processo de evacuação deverá ocorrer por meio do sistema de rádio e/ ou por celular;
 - A comunicação deverá ocorrer de forma particularizada e com a cautela necessária para viabilizar que o processo de evacuação preventiva ocorra de forma tranquila;
 - Todas as pessoas que se encontram na ZAS e que disponham de veículos deverão se deslocar para a região portaria/pátio do almoxarifado na planta industrial da Alunorte, próximo ao Ponto de encontro PE-03, utilizando os referidos veículos, e aguardar orientações sobre ações a serem providenciadas;

ANÁLISE E ADEQUAÇÃO DA SUFICIÊNCIA DO PLANO DE AÇÃO EMERGENCIAL DO DRS1

- Pessoas que se encontram na área do depósito e que não dispõem de um veículo, deverão se deslocar para um dos Pontos de Apoio. Uma vez neste local, deverão aguardar uma equipe de apoio e contatar o Centro de Comunicação de Ocorrências, em caso de qualquer necessidade específica;
- O acesso ao DRS1 e o acesso das regiões potencialmente afetadas pela mancha proveniente de emergência nas estruturas do DRS1 devem ser controlados pela Alunorte.

- **Nível de resposta 2: área externa**
 - Sistema de alerta da ZAS deverá ser acionado para execução de evacuação preventiva da Zona de Autossalvamento;
 - Recomenda-se que o trânsito pela PA-481, no trecho entre os Pontos de Encontro 1 e 2 seja controlado.

- **Nível de resposta 3: área interna da Alunorte**
 - Acionamento imediato do sistema de alerta a Zona de Autossalvamento;
 - Todas as pessoas presentes na ZAS deverão se deslocar, por meio de veículos, até o Ponto de Encontro;
 - Uma vez no local, deverão estacionar em região próxima e se deslocar a pé até o Ponto de Encontro propriamente dito. A partir de então, deverão aguardar uma equipe de emergência;
 - O acesso ao DRS1 deverá ser bloqueado.

- **Nível de resposta 3: área externa**
 - Acionamento imediato do sistema de alerta a Zona de Autossalvamento;
 - Todas as pessoas presentes na ZAS deverão se deslocar à pé até os Pontos de Encontro;
 - Uma vez no local, deverão aguardar uma equipe de emergência;

- Recomenda-se que o trânsito pela PA-481, no trecho entre os Pontos de Encontro 1 e 2 seja bloqueado.

7.3.13 Relação das entidades públicas e privadas que receberam cópia do PAE com os respectivos protocolos de recebimento.

Conforme indicado no Art. 8º da Instrução Normativa SEMAS nº 12 de 27 de dezembro de 2019, deverão ser entregues cópias físicas do PAE para as Prefeituras dos municípios e organismos de Defesa Civil municipais abrangidos pelo PAE.

O documento do PAE (RT-3540-54-G-584) indica que se deve registrar cada autoridade ou órgão público que receber uma cópia física do PAE na Seção VII - Anexos e Apêndices - Item VII.9 do PAE, especificando o nome da pessoa para a qual o documento foi entregue (com sua respectiva assinatura), o nome da instituição e a data em que foi entregue (protocolo de recebimento).

Conforme listado na Seção VII.9, a lista das autoridades públicas que receberam a cópia do PAE é composta pelo Corpo de Bombeiros, Defesa Civil Municipal, SEMADE e SEMAS. Tais entregas foram realizadas entre o dia 03/06/2022 e 09/06/2022.

Com base na Instrução Normativa nº 12/2019 da SEMAS/PA, verifica-se que o conteúdo do item relativa à “Relação das entidades públicas e privadas que receberam cópia do PAE com os respectivos protocolos de recebimento” é abordado no PAE elaborado pela PIMENTA DE AVILA.

8. CONCLUSÕES

Neste documento foi realizada a análise da suficiência do Plano de Ações Emergenciais, incluindo resultados do *Dam Break* e *Stack Break* do DRS1 (RT-3540-54-G-576). Após

análise conjunta com o documento do Plano de Ações Emergenciais (RT-3540-54-G-584), entende-se que na simulação apresentada para o depósito foram adotados parâmetros, premissas e critérios com profundo embasamento técnico e a favor da segurança.

Ressalta-se que os cenários simulados no estudo de *Stack break* e *Dam Break* levam em consideração todos os cenários plausíveis, adotando o pior cenário como cenário principal para mitigação e prevenção dos danos. E, considerando que a definição da ZAS uniu todos os cenários de ruptura simulados, entende-se que sua definição foi de acordo com as melhores práticas de engenharia, pois o cenário de elaboração do PAE é o pior possível dentre todos aqueles simulados.

Em relação ao PAE, nesta auditoria foi verificado que o documento RT-3540-54-G-584, emitido pela PIMENTA DE AVLIA em 29/04/2022 abrange integralmente o conteúdo indicado pela Instrução Normativa nº 12/2019 da SEMAS/PA. Além disso, pode-se afirmar que as estratégias de evacuação da ZAS adotadas foram bem formuladas, abrangendo comunicação, evacuação e conclusão do processo. É louvável inclusive a existência da “Brigada Ambiental Comunitária”, munida de equipamentos essenciais para auxiliar a população residente na ZAS durante uma eventual ruptura. Afirma-se que estas estratégias estão adequadas para, prevenir, minimizar e/ou controlar danos sociais e ambientais decorrentes de uma eventual falha das estruturas.

Conclui-se também que os documentos apresentados pela HYDRO/ALUNORTE foram suficientes para efetuar a avaliação integral do Plano de Ações Emergenciais do DRS1.

Por fim, reafirma-se que o PAE do DRS1 atinge o seu objetivo, munindo a ALUNORTE e atores de ferramentas para aumentar os níveis de segurança do depósito.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- i. AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO. RESOLUÇÃO Nº 95, DE 7 DE FEVEREIRO DE 2022. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-n-95-de-7-de-fevereiro-de-2022-380760962>.
- ii. ALMARAZ, U. J. S. (1977). Aspectos Geoquímicos e Ambientais dos Calcários do Formação Pirabas, Pará. Tese de Doutorado, UFRS, 272 p.
- iii. BRASIL. Decreto-lei nº 12.334, de 20 setembro de 2010. Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB).
- iv. FARIAS, E.S.; NASCIMENTO, F.S., FERREIRA, M.A.A. (1992). Estágio de Campo III: relatório final. Área Belém - Outeiro. Belém: Centro de Geociências. Universidade Federal do Pará. 247 p.
- v. HAQ, B.V.; HARDENBOL, J.; VAIL, P.R. (1987). Chronology of Fluctuating Sea Levels Since the Triassic (250 million years ago to present). Science, 235: 1156-1167 p.
- vi. IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Barcarena/PA. População. 2010. Disponível em <[IBGE | Cidades@ | Pará | Barcarena | Panorama](#)>
- vii. _____. Barcarena/PA. Educação. 2010b. Disponível em <[IBGE | Cidades@ | Pará | Barcarena | Panorama](#)>
- viii. _____. Barcarena/PA. Economia. 2019. Disponível em <[IBGE | Cidades@ | Pará | Barcarena | Panorama](#)>
- ix. _____. Barcarena/PA. Trabalho e Rendimento. 2020. Disponível em <[IBGE | Cidades@ | Pará | Barcarena | Panorama](#)>
- x. _____. Barcarena/PA. Território e ambiente. 2021. Disponível em <[IBGE | Cidades@ | Pará | Barcarena | Panorama](#)>
- xi. MABESOONE, J. M. e CASTRO, C. (1975). Desenvolvimento Geomorfológico do Nordeste Brasileiro. Boletim do Núcleo Nordeste da SBG, Recife, v.3, p. 05- 35.

ANÁLISE E ADEQUAÇÃO DA SUFICIÊNCIA DO PLANO DE AÇÃO EMERGENCIAL DO DRS1

- xii. ROSSETTI D.F. & VALERIANO M.M. 2007. Evolution of the lowest Amazon basin modeled from the integration of geological and SRTM topographic data. Catena, 70:253-265.
- xiii. Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (SEDEC). Caderno de Orientações para Apoio a Elaboração de Planos de Contingência Municipais para Barragens. 2016.
- xiv. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade. Instrução Normativa nº02, publicada no DOE nº 33.554, de 07 de fevereiro de 2018.



FONNTES
G E O T É C N I C A

WEBSITE

www.fonntesgeotecnica.com

TELEFONES

(31) 3582-9185

(31) 3582-9186

Endereço: Avenida Otacílio Negrão de Lima, 2837
– São Luiz (Pampulha).
Belo Horizonte / MG. CEP: 31365-450