

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

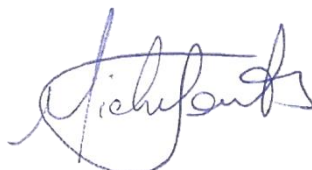
Prezada,

Apresentamos o relatório técnico de análise e adequação da suficiência do Plano de Ação Emergencial do DRS2, em atendimento à letra “P” do Termo de Compromisso de Ajustamento de Conduta, celebrado entre a HYDRO, ALUNORTE e 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 DRS2 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-RT30-02

RELATÓRIO TÉCNICO DE ANÁLISE E ADEQUAÇÃO DA SUFICIÊNCIA DO PLANO DE AÇÃO EMERGENCIAL DO DRS2

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
DRS2****SUMÁRIO**

GLOSSÁRIO	1
1. INTRODUÇÃO	3
2. OBJETIVO	6
3. DADOS UTILIZADOS	8
4. ORGANIZAÇÃO DO DOCUMENTO	9
5. APRESENTAÇÃO DO PROJETO DA ESTRUTURA.....	10
5.1 LOCALIZAÇÃO	12
5.2 ASPECTOS GEOLÓGICOS	17
5.2.1 <i>Geologia Regional</i>	17
5.2.2 <i>Histórico de Investigações</i>	19
5.2.3 <i>Geologia Local</i>	20
5.3 PLATAFORMA DA PILHA DE RETOMADA DO RESÍDUO E CÉLULA DE CONTINGÊNCIA.....	21
5.4 CANAIS DE CONTORNO E BACIAS DE CONTROLE (BC 201 E BC 202)	22
5.5 DIQUE DE CONTORNO.....	24
5.6 DIQUE ENTRE CANAL DE CONTENÇÃO DE SEDIMENTOS E CANAL DE ADUÇÃO DAS BACIAS DE CONTROLE	24
5.7 DIQUE EXTERNO DO CANAL DE ADUÇÃO DAS BACIAS DE CONTROLE	24
5.8 DIQUE EXTERNO DAS BACIAS DE CONTROLE (BC 201 E BC 202)	25
5.9 DIQUE DE CONTENÇÃO DA ÁREA ÚMIDA (INFRAESTRUTURA INICIAL).....	25
5.10 DIQUE CENTRAL E FINGERS (INFRAESTRUTURA INICIAL).....	26
5.11 SISTEMA DE IMPERMEABILIZAÇÃO	27
5.12 DRENAGEM INTERNA DA PILHA.....	28
5.13 INSTRUMENTAÇÃO	30
5.14 SISTEMA EXTRAVASOR	31
5.15 GALERIA DE TRANSPOSIÇÃO DO CANAL DE ADUÇÃO.....	32
5.16 DRENAGEM SUPERFICIAL	32
5.17 PROJETO <i>AS BUILT</i>	32
6. METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO	33
7. DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO.....	35
7.1 ANÁLISE CRÍTICA DA SUFICIÊNCIA E QUALIDADE DOS DADOS PARA GERAÇÃO DOS CENÁRIOS DE STACK BREAK E DAM BREAK 35	
7.2 STACK BREAK E DAM BREAK.....	36

		AUDITORIA DE SEGURANÇA
ANÁLISE E ADEQUAÇÃO DA SUFICIÊNCIA DO PLANO DE AÇÃO EMERGENCIAL DO DRS2		

7.2.1	<i>Parecer da FONNTES.....</i>	41
7.3	<i>ANÁLISE DA INSTRUÇÃO NORMATIVA 02/2018 E 12/2019 SEMAS/PA</i>	42
7.3.1	<i>Apresentação e objetivo do PAE.....</i>	44
7.3.2	<i>Identificação e contatos do Empreendedor, do Coordenador do PAE e das entidades constantes do Fluxograma de Notificação.....</i>	45
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>	46
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>	46
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>	47
7.3.6	<i>Descrição dos procedimentos preventivos e corretivos</i>	49
7.3.7	<i>Responsabilidades no PAE (empreendedor, coordenador do PAE, equipe técnica e Defesa Civil) 54</i>	
7.3.8	<i>Síntese do estudo de inundação com os respectivos mapas, indicação da ZAS e pontos vulneráveis potencialmente afetados.....</i>	57
7.3.9	<i>Plano de Treinamento do PAE e suas periodicidades</i>	60
7.3.10	<i>Informações sobre todos os recursos humanos, materiais e logísticos disponíveis a serem utilizados nas situações de emergência</i>	61
7.3.11	<i>Formulários de declaração de início da emergência, de declaração de encerramento da emergência e de mensagem de notificação.....</i>	63
7.3.12	<i>Estratégias de evacuação da Zona de Autossalvamento</i>	64
7.3.13	<i>Relação das entidades públicas e privadas que receberam cópia do PAE com os respectivos protocolos de recebimento</i>	68
8.	CONCLUSÕES	68
9.	REFERÊNCIAS	70

		AUDITORIA DE SEGURANÇA
ANÁLISE E ADEQUAÇÃO DA SUFICIÊNCIA DO PLANO DE AÇÃO EMERGENCIAL DO DRS2		

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
- 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

		AUDITORIA DE SEGURANÇA
ANÁLISE E ADEQUAÇÃO DA SUFICIÊNCIA DO PLANO DE AÇÃO EMERGENCIAL DO DRS2		

- MPF – Ministério Público Federal
- MPPA – Ministério Público do Estado do Pará
- MPSA – Mineração Paragominas
- 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 de 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 -

		AUDITORIA DE SEGURANÇA
ANÁLISE E ADEQUAÇÃO DA SUFICIÊNCIA DO PLANO DE AÇÃO EMERGENCIAL DO DRS2		

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 e 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

		AUDITORIA DE SEGURANÇA
ANÁLISE E ADEQUAÇÃO DA SUFICIÊNCIA DO PLANO DE AÇÃO EMERGENCIAL DO DRS2		

- 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**

		AUDITORIA DE SEGURANÇA
ANÁLISE E ADEQUAÇÃO DA SUFICIÊNCIA DO PLANO DE AÇÃO EMERGENCIAL DO DRS2		

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) 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”** para o depósito de resíduos DRS2.

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

		AUDITORIA DE SEGURANÇA
ANÁLISE E ADEQUAÇÃO DA SUFICIÊNCIA DO PLANO DE AÇÃO EMERGENCIAL DO DRS2		

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 Civis, 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 recomendados 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

		AUDITORIA DE SEGURANÇA
ANÁLISE E ADEQUAÇÃO DA SUFICIÊNCIA DO PLANO DE AÇÃO EMERGENCIAL DO DRS2		

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

Foi recebido um volume elevado de informações enviadas pela HYDRO à FONNTES. Os dados consultados efetivamente para avaliação nesse relatório são apresentados na Tabela 3.1.

Tabela 3.1 – Documentos utilizados para elaboração desse relatório

CÓDIGO	TÍTULO DO DOCUMENTO	ELABORADO POR	DATA
RT-3540-54-G-1014 R02	Relatório Técnico do Projeto “As Is”	PIMENTA DE AVILA	29/07/21
D1-3541-54-G-102- R01	Planta geral da área do DRS2	PIMENTA DE ÁVILA CONSULTORIA LTDA	Nov/2015
D1-3541-54-G-104- R04	Layout - Planta	PIMENTA DE ÁVILA CONSULTORIA LTDA	Nov/2015
OM-3541-54-G-282	Manual de operação do DRS2	PIMENTA DE ÁVILA CONSULTORIA LTDA	Mar/2021
RT-3541-54-G-491	Plano de Ações Emergenciais do DRS2	PIMENTA DE ÁVILA CONSULTORIA LTDA	Abr/2022
RT-3541-54-G-472	Estudo de Ruptura Hipotética do DRS2 em Cascata com as bacias de controle (BC-201 e BC-202	PIMENTA DE ÁVILA CONSULTORIA LTDA	Jan/2022
RT-4610009-54-G- 0002	Relatório de Conformidade e Operacionalidade do PAE Relatório Técnico	H&C	15/06/2022

		AUDITORIA DE SEGURANÇA
ANÁLISE E ADEQUAÇÃO DA SUFICIÊNCIA DO PLANO DE AÇÃO EMERGENCIAL DO DRS2		

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.

		AUDITORIA DE SEGURANÇA
ANÁLISE E ADEQUAÇÃO DA SUFICIÊNCIA DO PLANO DE AÇÃO EMERGENCIAL DO DRS2		

5. APRESENTAÇÃO DO PROJETO DA ESTRUTURA

O DRS2 foi projetado para armazenar resíduo da produção de alumina (lama vermelha) (gerado pela refinaria da ALUNORTE) depois de filtrado por filtros prensa. Na Figura 5.1 é apresentado o Layout da fase 1 (fase atual) do DRS2, o qual é constituído de:

- Reservatório de resíduo úmido;
- Reservatório de resíduo seco (com dique central e fingers);
- Plataforma da pilha de retomada;
- Célula de Contingência;
- Canal de contenção de sedimentos;
- Canal de adução das bacias de controle;
- Bacias de controle BC 201 e BC 202

A função de cada estrutura do DRS2 será detalhada mais adiante, neste mesmo capítulo.

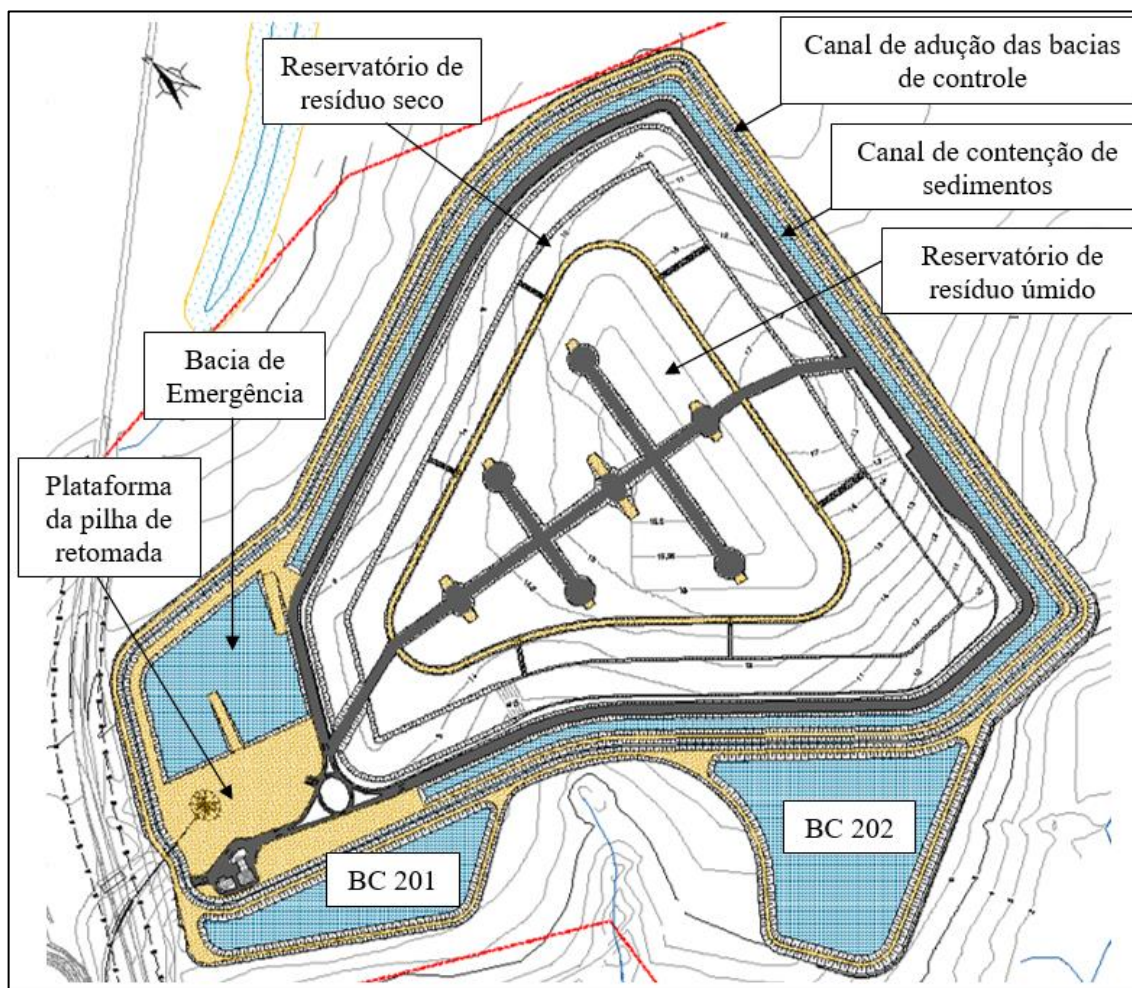


Figura 5.1 – Layout da fase 1 do DRS2 (MD-3541-54-G-096)

Neste item será apresentada a localização do depósito de resíduos sólidos DRS2 e em seguida o mesmo será caracterizado de acordo com o Memorial Descritivo do projeto detalhado do DRS2 Fase 01, documento MD-3541-54-G-096, elaborado pela Pimenta de Ávila Consultoria, revisão 17 de setembro de 2015. Para caracterização da estrutura também é utilizado o relatório As Built do projeto detalhado do DRS2, elaborado pela Pimenta de Ávila Consultoria LTDA, documento RT-3541-54-G-360 R01, revisão 01 de julho de 2018. Ressalta-se aqui que apenas a fase 01 do DRS2 DRS2 foi executada até o momento.

		AUDITORIA DE SEGURANÇA
ANÁLISE E ADEQUAÇÃO DA SUFICIÊNCIA DO PLANO DE AÇÃO EMERGENCIAL DO DRS2		

5.1 LOCALIZAÇÃO

Localizado 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 754.812m E e 9.828.482m 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.

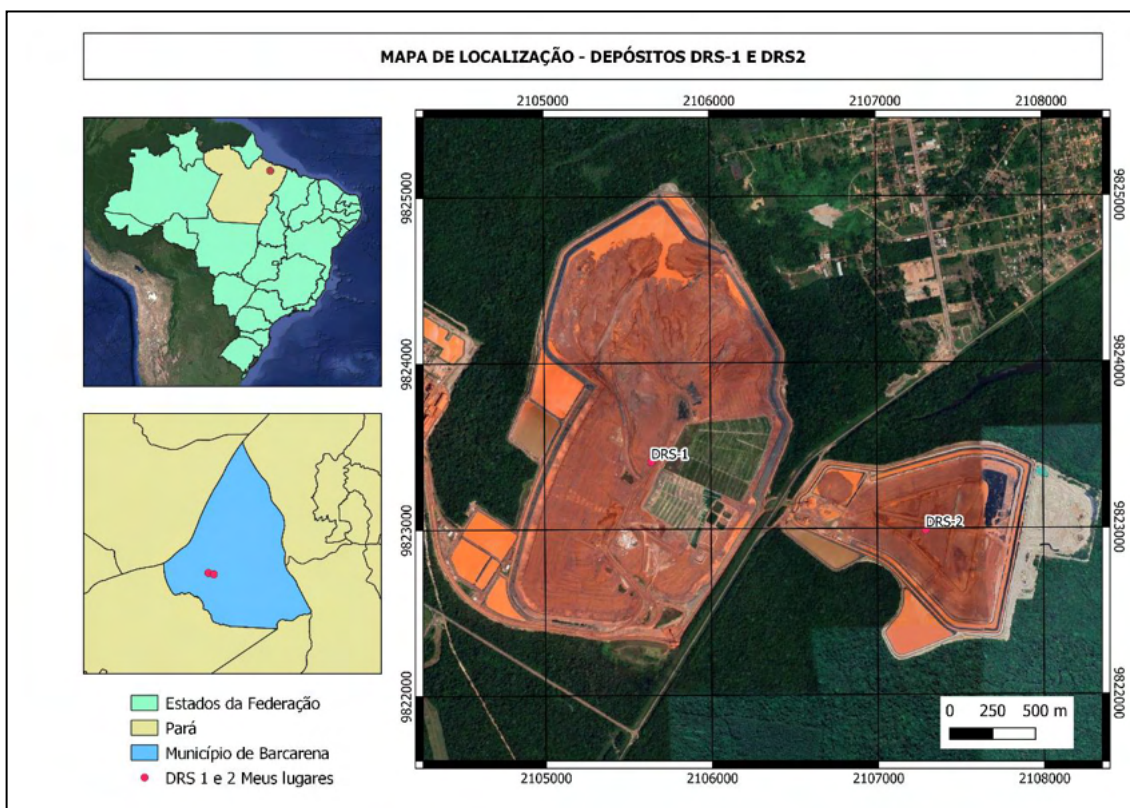


Figura 5.2 – Localização da Estrutura – DRS1 e DRS2

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, Cabeceira Grande, Caravelas 1, Caravelas 2 Jardim das Palmeiras, Laranjal, Massarapó, Nazaré, Nestor Campos e Vila São Francisco.

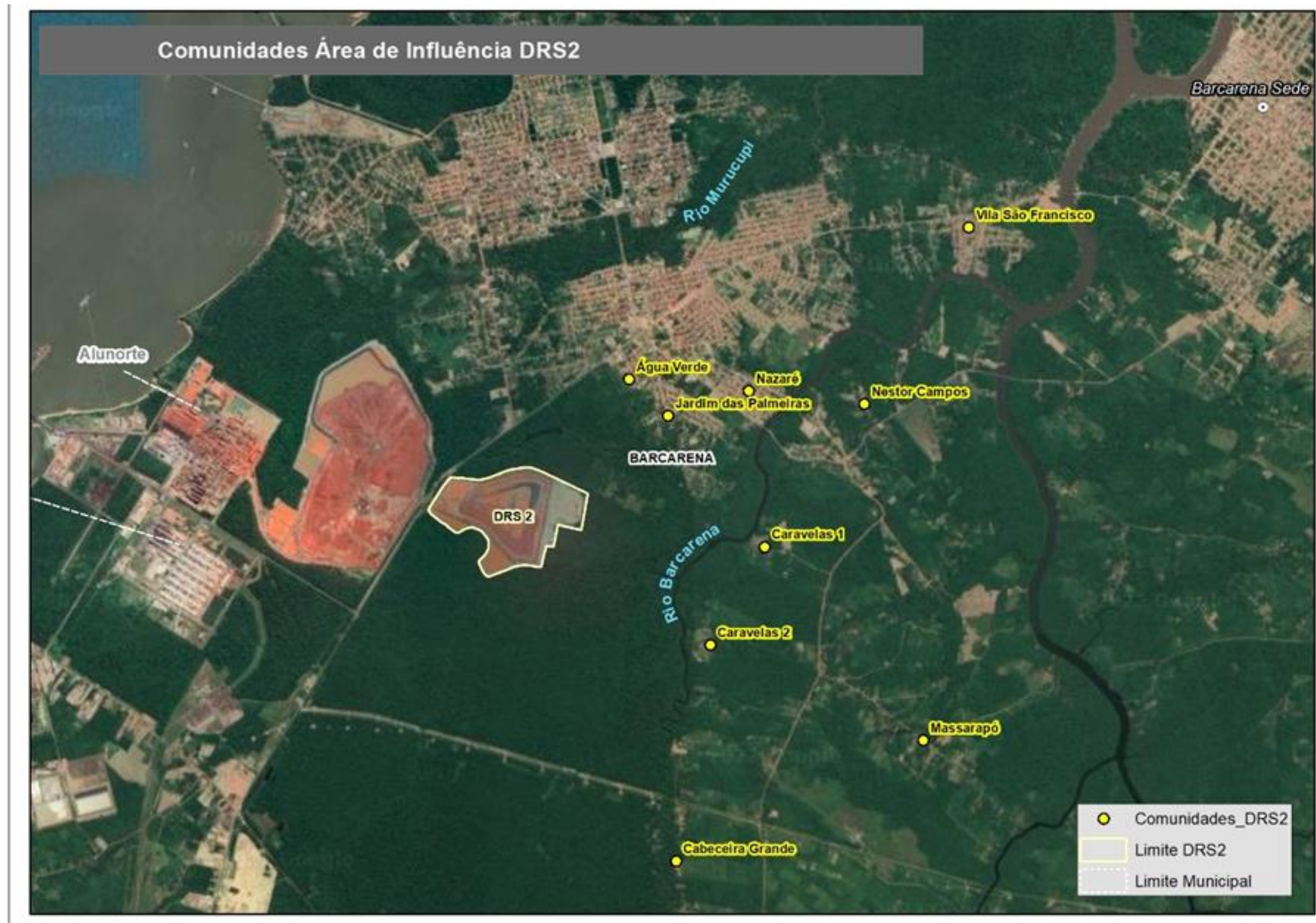


Figura 5.3 – Localização das comunidades próximas ao depósito DRS2 (Imagem fornecida pela equipe técnica da HYDRO/ALUNORTE)

		AUDITORIA DE SEGURANÇA
ANÁLISE E ADEQUAÇÃO DA SUFICIÊNCIA DO PLANO DE AÇÃO EMERGENCIAL DO DRS2		

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 DRS2

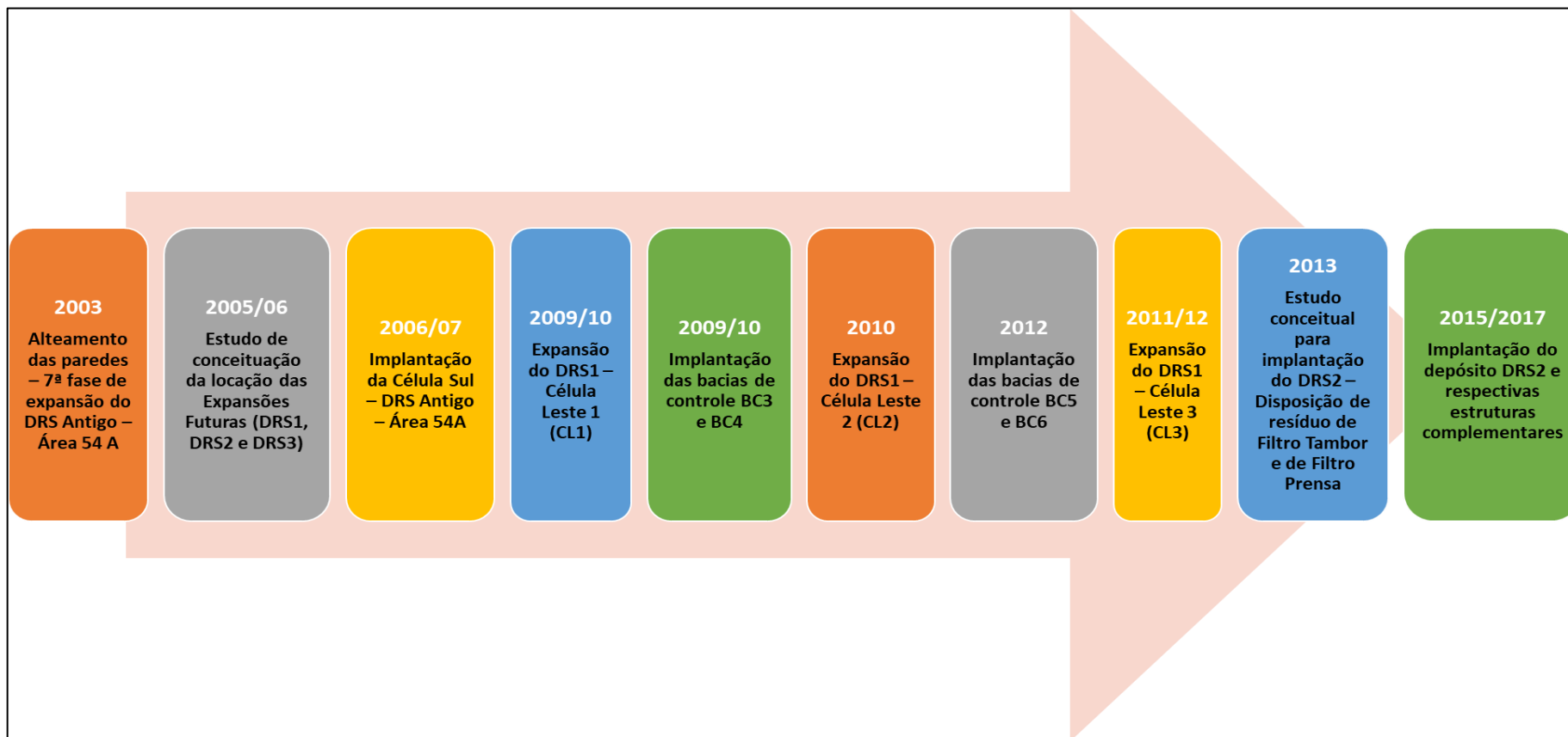


Figura 5.4 – Histórico de expansão do DRS1 e DRS2

		AUDITORIA DE SEGURANÇA
ANÁLISE E ADEQUAÇÃO DA SUFICIÊNCIA DO PLANO DE AÇÃO EMERGENCIAL DO DRS2		

A descrição das estruturas do DRS2 é apresentada a seguir com base no memorial descritivo do projeto (MD-3541-54-G-096) e relatório As Built (RT-3541-54-G-360 R01_AN-561-RL-47252-00).

5.2 ASPECTOS GEOLÓGICOS

5.2.1 Geologia Regional

A área de estudo encontra-se inserida no contexto dos sedimentos cenozóicos (< 65,5 milhões de anos) individualizados nas formações: Pirabas e Barreiras, bem como dos 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 DRS2 encontra-se sobre Sedimentos Pós-Barreiras.

Ocupando uma área de aproximadamente 12000 m², que se estende à 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 fóssilífero. 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. Tratam-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.

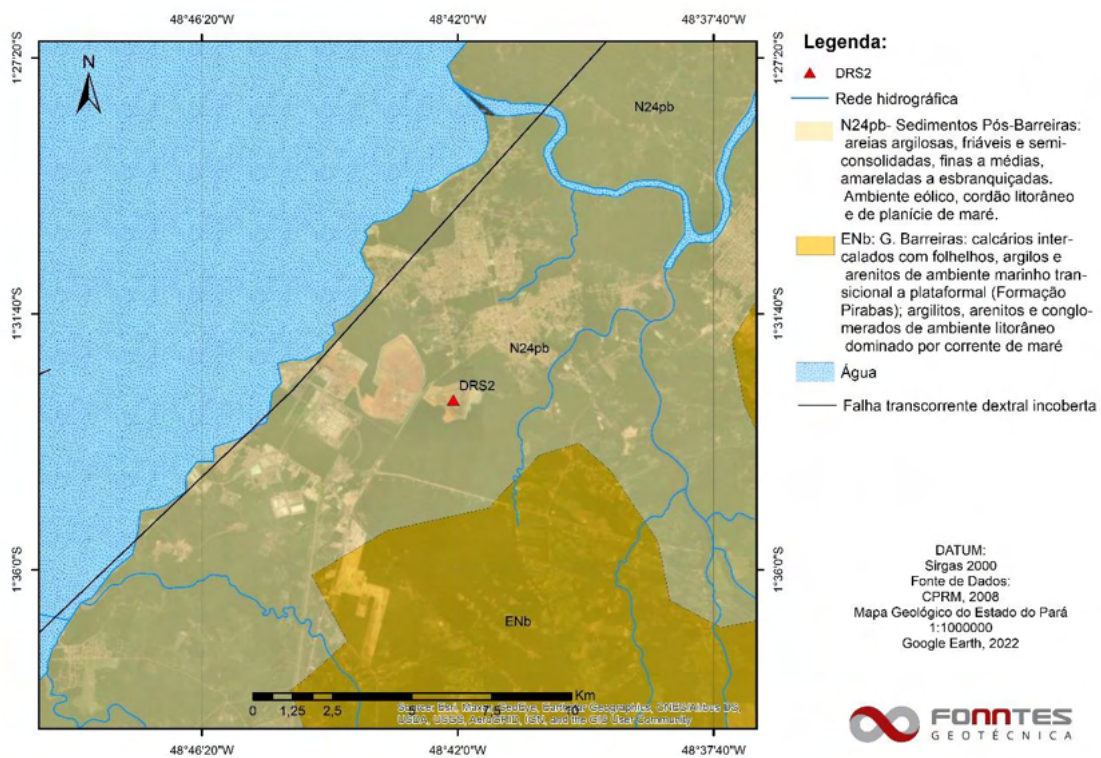


Figura 5.5 – Mapa geológico regional da estrutura DRS2

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

		AUDITORIA DE SEGURANÇA
ANÁLISE E ADEQUAÇÃO DA SUFICIÊNCIA DO PLANO DE AÇÃO EMERGENCIAL DO DRS2		

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.

5.2.2 Histórico de Investigações

Com base no estudo detalhado elaborado pela Pimenta de Ávila (RT-3541-54-G-095), 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 DRS2

CAMPANHA	EMPRESA	ANO	DOCUMENTO
Estudos conceituais e de pré viabilidade do sistema de rejeitos	-	2002	desenhos AN-306-DS-8875 a 8882
Estudos de condição de fundação	-	2011	RT-3540-54-G-366-R01
Projeto Detalhado do Desvio da PA-481	Solotécnica Engenharia	2014	Relatório AN-681-RL-38211 e desenhos AN-681-DS-38176 a 38181
Condições de fundação do traçado do <i>pipe conveyor</i>	Sondacil	2014	Anexo 3 do relatório (RT-3541-54-G-095), fornecido pela empresa Hatch

De acordo com a Hydro, não houve premissas que justificassem a necessidade de execução de sondagens complementares na área próxima à estrutura DRS2, além das executadas para fomentar a execução do projeto.

É de conhecimento que a área de implantação não pode ser perfurada, uma vez que a estrutura é protegida por geomembrana e caso haja necessidade, as investigações deverão ser locadas próximo ao DRS2 em um contexto estratigráfico e geomorfológico semelhante. As investigações geológico-geotécnicas podem ocorrer durante toda a vida

		AUDITORIA DE SEGURANÇA
ANÁLISE E ADEQUAÇÃO DA SUFICIÊNCIA DO PLANO DE AÇÃO EMERGENCIAL DO DRS2		

útil de uma estrutura, partindo de premissas tais como: necessidade de reavaliação da estratigrafia da fundação e/ou modificações no projeto.

5.2.3 Geologia Local

Nesse subitem é apresentada uma síntese do estudo de geologia local desenvolvido no relatório “As Built” RT-3541-54-G-095 elaborado pela empresa Pimenta de Ávila.

A fundação da estrutura DRS2 pode ser dividida em 3 horizontes distintos, sendo eles: horizonte superior, horizonte intermediário e horizonte inferior.

O horizonte superior é caracterizado por siltes arenosos de coloração variada, e pode ser dividida em subhorizontes superior e inferior, sendo o primeiro constituído por siltes arenosos de compactidade fofa e NSPT menores que 5 golpes. O subhorizonte inferior apresenta características semelhantes ao superior (compactidade fofa e coloração amarelada), porém com valores de NSPT variando entre pouco a medianamente compacto, variando entre 5 a 16 golpes.

O horizonte intermediário é constituído por camada arenosa de coloração variada e NSPT com grande variação, desde 10 golpes até o impenetrável (areias mais finas). Apresenta granulometria variando de fina a grossa e camada com espessura de 5 a 18 metros.

Sotoposto ao horizonte intermediário, encontra-se o horizonte inferior, que se caracteriza por apresentar textura silto-arenosa a areno siltosa, coloração varada e compactidade rija a dura (NSPT variando entre 47 a 60 golpes).

A Figura 5.6 apresenta a seção típica da área de estudo.

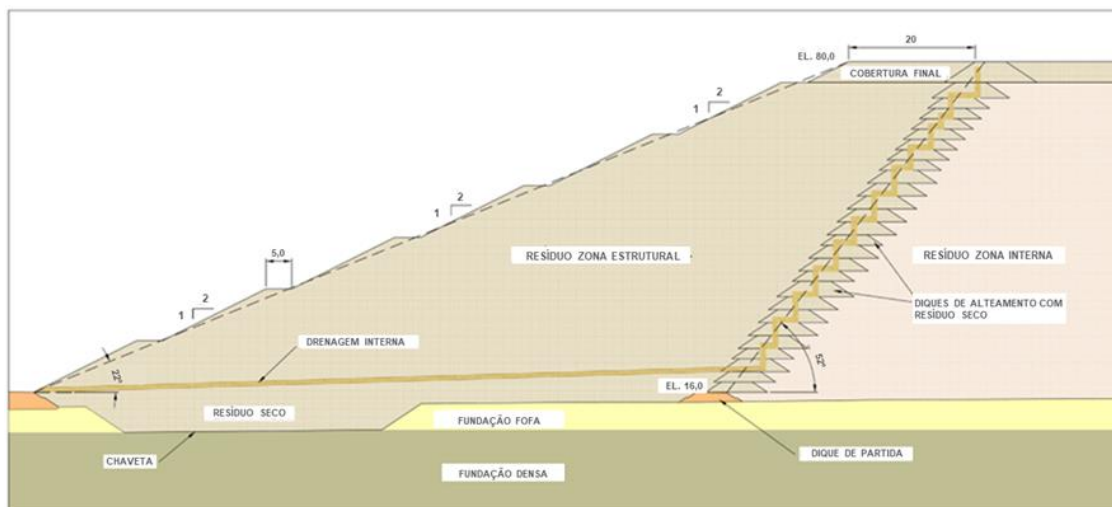


Figura 5.6 – Seção transversal típica do DRS2 (Fonte: RT-469137-54-G-0002)

5.3 PLATAFORMA DA PILHA DE RETOMADA DO RESÍDUO E CÉLULA DE CONTINGÊNCIA

A plataforma da pilha de retomada de resíduo para disposição no DRS2 foi projetada na El. 16,0 m, com área em planta de cerca de 49.900 m².

A Célula de Contingência foi projetada para receber resíduo em condições de umidade extremamente elevadas. Tendo em vista que elevada umidade impossibilitaria a sua disposição por meio de espalhamento com trator de esteiras. Foi prevista crista na El. 16,0 m e fundo com elevação variável em torno da EL. 11,0 m, área em planta de cerca de 48.500 m², taludes de montante com inclinação 1V:1,5H e volume de armazenamento de aproximadamente 199.483 m³ de resíduo “super úmido”. A Célula de Contingência é apresentada na Figura 5.7.



Figura 5.7 – Célula de Contingência

5.4 CANAIS DE CONTORNO E BACIAS DE CONTROLE (BC 201 E BC 202)

O sistema de proteção e condução das águas pluviais do DRS2 é formado por dois canais de contorno associados a duas bacias de controle denominadas BC 201 e BC 202.

Conforme memorial descritivo (MD-3541-54-G-096), em função dos estudos hidrogeológicos obtidos da área, foi definido que a cota de escavação do fundo das Bacias de Controle (BC 201 e BC 202) seria na El. 9,0 m.

O canal implantado adjacente ao reservatório de resíduos, denominado canal de contenção de sedimentos, apresenta cerca de 15m de largura da base, taludes com inclinação de 1V:1,5H, e fundo na elevação 11,0m (Figura 5.8). Tem como objetivo

		AUDITORIA DE SEGURANÇA
ANÁLISE E ADEQUAÇÃO DA SUFICIÊNCIA DO PLANO DE AÇÃO EMERGENCIAL DO DRS2		

conter os sedimentos provenientes da drenagem da pilha, que porventura sejam carreados para o canal.



Figura 5.8 – Canal de contorno adjacente ao DRS2

O segundo canal (canal de adução das bacias), adjacente ao canal de contenção de sedimentos, possui cerca de 3m de largura de base, taludes com inclinação de 1V:1,5H, e fundo na elevação 10,5m. Contorna toda a área do depósito e tem como objetivo receber os efluentes a partir do canal de contenção de sedimentos e conduzi-los até as bacias de controle BC 201 e BC 202, de onde o efluente é bombeado para a estação de tratamento.

O controle do fluxo de efluente do depósito para os canais e bacias é feito através de extravasores distribuídos ao longo dos diques de contorno.

		AUDITORIA DE SEGURANÇA
ANÁLISE E ADEQUAÇÃO DA SUFICIÊNCIA DO PLANO DE AÇÃO EMERGENCIAL DO DRS2		

A bacia de controle BC 201 tem uma área de cerca de 34.585 m² de fundo, taludes 1V:1,5H, crista na elevação 15,50 m e fundo na elevação 9,00 m. Possui um volume total de 258.129 m³. Já a BC 202 tem uma área de cerca de 65.301 m² de fundo, taludes 1V:1,5H, crista na elevação 15,50 m e fundo na elevação 9,00 m, perfazendo um volume total de 463.201 m³.

A partir das bacias de controle o efluente é bombeado para a estação de tratamento.

5.5 DIQUE DE CONTORNO

O dique de contorno do reservatório é utilizado como acesso de operação. Apresenta borda interna da crista na El. 16,0 m, largura da crista de 13,0 m, com inclinação para as duas laterais.

5.6 DIQUE ENTRE CANAL DE CONTENÇÃO DE SEDIMENTOS E CANAL DE ADUÇÃO DAS BACIAS DE CONTROLE

O dique entre canal de contenção de sedimentos e canal de adução das bacias de controle possui crista na El. 16,0, com 5,8 m de largura e inclinação para dentro do canal de contenção de sedimentos. Taludes de montante e jusante com inclinação de 1V:1,5H. Apresenta revestimento de laterita na crista.

5.7 DIQUE EXTERNO DO CANAL DE ADUÇÃO DAS BACIAS DE CONTROLE

O dique externo do canal de adução das bacias de controle possui crista na El. 15,5, com 7,8 m de largura e inclinação para dentro do canal. Taludes de montante e jusante com inclinação de 1V:1,5H. Apresenta revestimento de laterita na crista. A Figura 5.9 indica a localização de cada um dos diques supracitados.



Figura 5.9 – Identificação do dique externo, dique entre canal de adução e canal de contenção de sedimentos e dique de contorno e acesso de operação.

5.8 DIQUE EXTERNO DAS BACIAS DE CONTROLE (BC 201 E BC 202)

O dique externo das bacias de controle possui crista na El. 15,5, com 5,8 m de largura e inclinação para dentro das bacias. Taludes de montante e jusante com inclinação de 1V:1,5H.

5.9 DIQUE DE CONTENÇÃO DA ÁREA ÚMIDA (INFRAESTRUTURA INICIAL)

O dique de contenção da área úmida apresenta crista na EL. 16,0 m, com 5,9 m de largura e extensão de cerca de 2.038,37 m. Possui revestimento de laterita na crista, bem como 6 aberturas com 3m de largura na base que servem de extravasores.

		AUDITORIA DE SEGURANÇA
ANÁLISE E ADEQUAÇÃO DA SUFICIÊNCIA DO PLANO DE AÇÃO EMERGENCIAL DO DRS2		

5.10 DIQUE CENTRAL E FINGERS (INFRAESTRUTURA INICIAL)

Foram projetados dique central e fingers dentro da área destinada à disposição de resíduo úmido, para possibilitar o acesso de caminhões que levarão o resíduo a ser disposto nesta área. Os Fingers foram implantados nos bordos direito e esquerdo do dique central, sendo nomeados 1D e 1E e 2D e 2E. Na ponta dos fingers e em alguns pontos do dique central foram previstas áreas circulares para manobra dos caminhões, posicionamento e lançamento do resíduo para dentro do reservatório. Nestas áreas circulares, foram previstas rampas para a descida de tratores de esteira que promovem o espalhamento do resíduo.

O dique central possui cota de crista variável entre as EL. 16,0m e EL. 20,21 m, com 15,4 m de largura e extensão de cerca de 620,0 m. Os *fingers* possuem cota de crista variável entre a EL. 15,7 m e a EL. 19,8 m, com 15,4 m de largura e extensão total de cerca de 647,0 m. O revestimento na crista do dique central e fingers ficou a cargo da ALUNORTE e não é apresentado no memorial descritivo (MD-3541-54-G-096).

Durante a visita técnica, foi possível identificar a conformação inicial do Dique central e fingers (infraestrutura inicial do DRS2), estando apresentada na Figura 5.10.

		AUDITORIA DE SEGURANÇA
ANÁLISE E ADEQUAÇÃO DA SUFICIÊNCIA DO PLANO DE AÇÃO EMERGENCIAL DO DRS2		



Figura 5.10 – Dique central e fingers – infraestrutura inicial do DRS2

5.11 SISTEMA DE IMPERMEABILIZAÇÃO

O DRS2 conta com um sistema simples de barreira impermeabilizante, constituído por geomembrana PEAD com espessura de 1,5 mm, nos taludes de montante e fundo do reservatório, canais, bacias, plataforma da pilha de retomada e na crista dos diques de contorno e dique de contenção da área úmida.

Para proteção da geomembrana quanto ao puncionamento por qualquer material pontiagudo que possa existir nas áreas de aterro e de terreno natural que ela cobrirá, nos taludes foi instalado, sob a geomembrana, geotêxtil não tecido de gramatura igual a 400g/m² e, no fundo do reservatório, das bacias e do canal de contenção de sedimentos, a geomembrana estará sobre uma camada de 7,0 cm de areia.

		AUDITORIA DE SEGURANÇA
ANÁLISE E ADEQUAÇÃO DA SUFICIÊNCIA DO PLANO DE AÇÃO EMERGENCIAL DO DRS2		

Na crista do dique de contorno, que servirá de acesso ao reservatório do DRS2, onde haverá trânsito de veículos, como caminhões carregados de resíduo, foi aplicada geomembrana texturizada nas duas faces, que proporciona maior atrito na interface com o solo, e sobre ela uma camada de 1 m de solo sem pedregulhos, de forma a evitar que o tráfego promova danos à geomembrana. Sobre a camada de solo foi projetado a aplicação de asfalto. Durante a visita técnica esse último ainda não havia sido executado.

De acordo com o memorial descritivo, na crista do dique de contenção da área úmida a configuração é a mesma, exceto que a espessura da camada de solo sem pedregulhos sobre a impermeabilização seria de 0,75 m e logo acima uma camada de 0,25 m de espessura de laterita.

Na área da plataforma da pilha de retomada, também foi utilizada geomembrana texturizada nas duas faces, e sobre ela uma camada de 0,75 m de solo sem pedregulhos, com 0,25 m de laterita por cima, tendo sido delimitada pela ALUNORTE a área asfaltada.

Na área do reservatório do DRS2 onde será disposto o resíduo em período de estiagem também foi prevista a aplicação de geomembrana de 1,5 mm de espessura, texturizada nas duas faces.

Nos taludes de jusante do canal de contorno e bacias poderá ser aplicada geomembrana de 1,0 mm ou vegetação de grama em placa, a ser definido pela ALUNORTE

5.12 DRENAGEM INTERNA DA PILHA

Segundo o memorial descritivo, o sistema de drenagem interna foi previsto ser implantado quando a pilha de resíduo atingir a elevação 16 m, ou seja, a borda do dique de contorno. Consiste em drenos transversais, espaçados de 10 m entre si, de seção

**ANÁLISE E ADEQUAÇÃO DA SUFICIÊNCIA DO PLANO DE AÇÃO EMERGENCIAL DO
DRS2**

retangular de 0,60 m por 0,40 m de seixo rolado, envolto por geotêxtil e uma camada de 0,15 m de areia média. A função dos drenos é conduzir o fluxo de água interno da pilha, da área úmida até a crista do dique de contorno da área seca, com declividade de 2%, evitando assim a saturação da zona estrutural da pilha. A água proveniente dos drenos é coletada pela canaleta do dique de contorno, de onde segue o fluxo de efluentes até as bacias de controle.

A Figura 5.11 e Figura 5.12 ilustram a seção e detalhe típicos dos drenos.

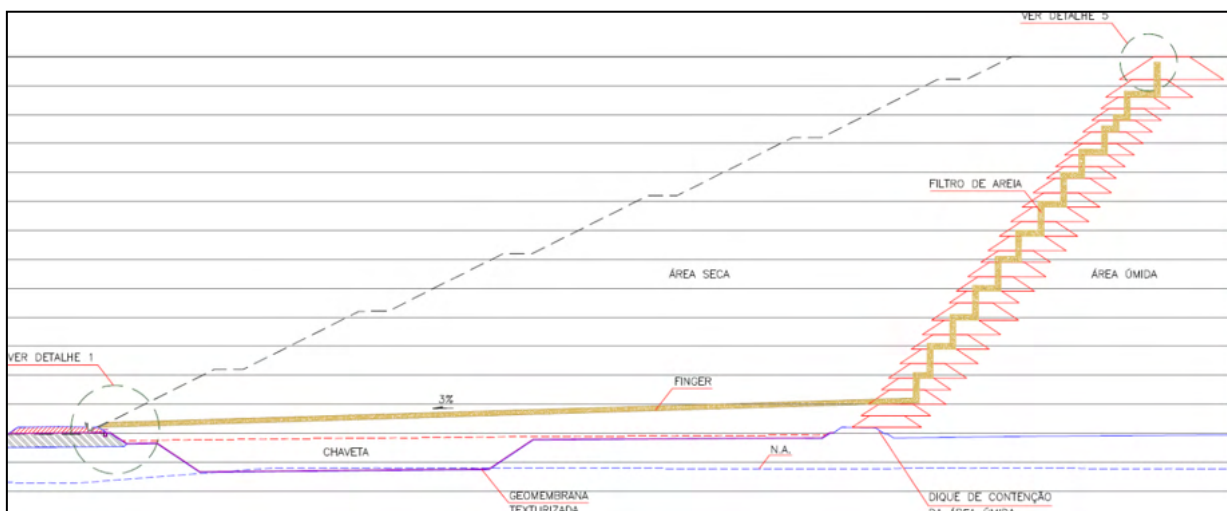


Figura 5.11 – Seção Típica – Drenagem interna da pilha (documento D1-3541-54-G-163)

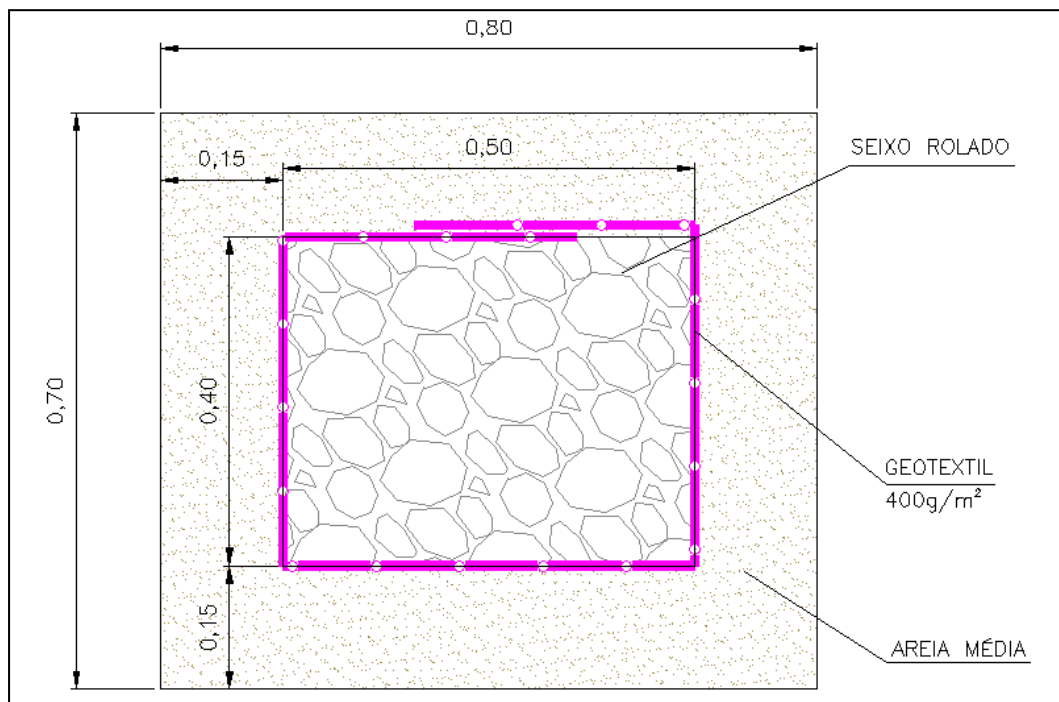


Figura 5.12 – Detalhe Típico – Drenos (D1-3541-54-G-163)

5.13 INSTRUMENTAÇÃO

Para permitir o monitoramento das condições geotécnicas da pilha de resíduo filtrado do DRS2, foi prevista a instalação de instrumentação geotécnica, a saber:

- 20 Inclinômetros: aplicável para medição de deslocamentos horizontais em profundidade;
- 07 Piezômetros Casagrande e 19 piezômetros elétricos de corda vibrante: medição da poropressão na fundação e no interior da pilha durante a construção da mesma;
- 10 Marcos superficiais: monitoramento dos deslocamentos horizontais e verticais na superfície.

		AUDITORIA DE SEGURANÇA
ANÁLISE E ADEQUAÇÃO DA SUFICIÊNCIA DO PLANO DE AÇÃO EMERGENCIAL DO DRS2		

5.14 SISTEMA EXTRAVASOR

O sistema de controle das águas no interior do DRS2, até a El. 16m (Fase 1) é desenvolvido de 2 maneiras distintas, a saber:

1. Por meio de sistema de bombeamento – corresponde ao controle das águas no interior do DRS2 abaixo da El. 14,0 m (elevação da soleira dos extravasores), ou seja, no trecho em que não é possível o escoamento das águas do interior do depósito pelos extravasores para os canais/bacias;
2. Por meio de extravasores – corresponde ao controle das águas no interior do DRS2 entre a El. 14,0 m a 16,0 m.

No DRS2 - Fase 1, foram projetados 22 extravasores em concreto armado no dique de contorno, com soleira na El. 14,00 m (planta de locação dos extravasores: D1-3541-54-C-039).

Entre o canal de contenção de sedimentos e o canal de adução é prevista a implantação 4 extravasores tipo galeria, controlado por stop-logs

Entre o canal de adução e as bacias de controle existem 2 extravasores tipo galeria, controlado por stop-logs, localizados nos seguintes pontos:

- Canal de adução ligando à BC 201;
- Canal de adução ligando à BC 202;

Para facilitar a operação dos stop logs nos extravasores (soleira El. 14,00 m), foram projetados pórticos com dispositivo de içamento instalados em cada extravasor.

		AUDITORIA DE SEGURANÇA
ANÁLISE E ADEQUAÇÃO DA SUFICIÊNCIA DO PLANO DE AÇÃO EMERGENCIAL DO DRS2		

O controle do Nível de água na Célula de Contingência é feito por meio de bombeamento, abaixo da elevação 14 m, e por meio de extravasor em concreto dotado de stop logs entre as elevações 14 m e 16 m.

5.15 GALERIA DE TRANSPOSIÇÃO DO CANAL DE ADUÇÃO

Na região da entrada para o DRS2 de acordo com descritivos documentos consultados, foi implantada uma galeria em concreto com dimensões internas de 3,0 x 4,0m para transposição do canal de adução.

5.16 DRENAGEM SUPERFICIAL

Na concepção do sistema de drenagem superficial foram utilizadas canaletas retangulares em concreto, sendo designadas por CR (canaleta retangular), na área da plataforma, e por CRP (canaleta retangular periférica) no pé da pilha a ser construída.

A drenagem superficial periférica da pilha de resíduo desemboca nos extravasores (rápidos), enquanto a drenagem superficial da plataforma desemboca na Célula de Contingência ou no canal de adução, em função da localização do dispositivo de drenagem.

5.17 PROJETO AS BUILT

O relatório As Built/Como Construído elaborado pela Pimenta de Ávila Consultoria LTDA (RT-3541-54-G-360 R01, revisão 01 de julho de 2018) foi elaborado após a implementação da primeira fase do DRS2 e apresenta pequenas divergências entre o projeto e o que foi executado. Ressalta-se que até o presente momento, apenas a primeira fase do DRS2 foi implementada. Segundo o relatório *As Built* (documento RT-3541-54-G-360 R01), não foram identificados documentos que evidenciem as seguintes ações durante a execução do projeto:

		AUDITORIA DE SEGURANÇA
ANÁLISE E ADEQUAÇÃO DA SUFICIÊNCIA DO PLANO DE AÇÃO EMERGENCIAL DO DRS2		

- Escavação e remoção de material fofo, nas áreas que posteriormente receberam o aterro dos diques;
- Escavação e remoção de material fofo, na região da chaveta.
- Ensaios de caracterização de resistência do concreto moldado in loco, e atualização de cotas, medidas etc., das estruturas de concreto dos extravasores.
- Execução de camada de geotêxtil e tapete de areia sob a geomembrana.

Entretanto, no documento “considerações sobre o ‘Como Construído’ da infraestrutura inicial do DRS2- Fase 1” (RT-3541-54-G-451 R01), é informado que as mudanças do projeto foram ajustes de execução por decorrência de necessidades identificadas durante a implantação, concluindo que “As obras executadas para a construção da estrutura inicial de disposição do DRS2 – Fase 1 atendem às exigências e premissas estabelecidas em projeto, tornando o depósito apto para disposição de resíduos”.

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.

		AUDITORIA DE SEGURANÇA
ANÁLISE E ADEQUAÇÃO DA SUFICIÊNCIA DO PLANO DE AÇÃO EMERGENCIAL DO DRS2		

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 vida 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 recomendados 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.

		AUDITORIA DE SEGURANÇA
ANÁLISE E ADEQUAÇÃO DA SUFICIÊNCIA DO PLANO DE AÇÃO EMERGENCIAL DO DRS2		

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-472 elaborado pela Pimenta de Ávila, foram utilizados os seguintes dados para elaboração dos cenários de ruptura:

- Reavaliação do Trânsito de Cheias do DRS2, considerando a Restrição Operacional e o Repotenciamento do Sistema de Bombeamento (RT-3541-54-G-435)
- Atualização do Estudo de Chuvas Intensas – DRS1 e DRS2 (RT-3541-54-G-395)
- DRS2 – Fase 1 – Projeto Detalhado – Resíduo de Filtro Prensa – Estudos Hidrológicos e Hidráulicos – Memória de Cálculo (MD-3541-54-G-098)
- Projeto Detalhado da Fase 1 – Resíduo Filtro Prensa – Memorial Descritivo (MD-3541-54-G-096)
- Manual de Operação do Sistema de Disposição de Resíduos DRS2 – Fase 1 (OM-3541-54-G-282)
- Análise da Probabilidade de Ruptura das Estruturas Geotécnicas do Depósito de Resíduos Sólidos DRS2 – Fase 1 (RT-3541-54-G-368)
- Relatório de Perfilamento a Laser Aerotransportado, Topografia detalhada. (AE-813-16-REL-001_Rev-00)
- Physical and Rheological Characterization of the Tailing Disposed in DRS1 (Caracterização reológica dos resíduos depositados no DRS1);

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:

		AUDITORIA DE SEGURANÇA
ANÁLISE E ADEQUAÇÃO DA SUFICIÊNCIA DO PLANO DE AÇÃO EMERGENCIAL DO DRS2		

- Dados hidrológicos locais e regionais
- Dados técnicos e de monitoramento do maciço e resíduos/rejeitos dispostos:

Dentre os documentos utilizados pelo *Dam Break* do DRS2, 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* (RT-3540-54-G-472), bem como para elaboração do Plano de Ações Emergenciais (RT-3541-54-G-491) 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* (ou estudo de ruptura hipotética) 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 DRS2 foi realizado um estudo de ruptura hipotética em cascata, considerando a ruptura do maciço (zona estrutural e zona interna) sobre as bacias de controle BC-201, BC-202 e célula de emergência, ocasionando nos piores cenários ruptura devido a galgamento destas últimas estruturas (documento RT-3541-54-G-472). O estudo de ruptura hipotética é instrumento essencial para delimitação da Zona de Autossalvamento (ZAS) e Zona de Salvamento Secundário (ZSS)

		AUDITORIA DE SEGURANÇA
ANÁLISE E ADEQUAÇÃO DA SUFICIÊNCIA DO PLANO DE AÇÃO EMERGENCIAL DO DRS2		

Segundo o Estudo de Ruptura Hipotética do DRS2 em Cascata com as bacias de controle (BC-201 e BC-202) e Célula de Emergência, para desenvolvimento do trabalho considerou-se a configuração da pilha do DRS2 prevista para o final da Fase 1, na qual o topo da pilha encontra-se na El. 80,00 m. Nesta configuração física, a crista dos diques do canal de contorno interno encontra-se na El. 16,00 m, e a crista dos diques do canal externo e das Bacias de Controle encontram-se na El. 15,50 m. Em termos de condições hidrológicas, admitiu-se a ocorrência de uma cheia decamilenar tanto no DRS2, como no entorno e vale a jusante do mesmo, concomitante ao momento da máxima elevação da maré na baía de Marajó.

Segundo o Estudo de Ruptura Hipotética do DRS2 em Cascata com as bacias de controle e célula de emergência (RT-3541-54-G-472), foram simulados 6 cenários hipotéticos, os quais são indicados na Tabela 7.1 e ilustrados na Figura 7.1.

Tabela 7.1 – Síntese dos cenários de ruptura simulados (RT-3541-54-G-472)

**ANÁLISE E ADEQUAÇÃO DA SUFICIÊNCIA DO PLANO DE AÇÃO EMERGENCIAL DO
 DRS2**

Cenário	Localização da Cunha de Ruptura	Modo de Falha	Condição Hidrológica no Dia da Ruptura
1	Porção Sul da Pilha do DRS2 em direção à BC201	Instabilização Estrutural da Pilha do DRS2, Ruptura em cascata da BC201 por galgamento	Ruptura em dia chuvoso, hipótese de ocorrência de uma cheia decamilenar concomitante à maré alta na Baía do Furo do Arrozal
2	Porção Sul da Pilha do DRS2 em direção à BC202	Instabilização Estrutural da Pilha do DRS2, Ruptura em cascata da BC202 por galgamento	Ruptura em dia chuvoso, hipótese de ocorrência de uma cheia decamilenar concomitante à maré alta na Baía do Furo do Arrozal
3	Porção Oeste da Pilha do DRS2 em direção à Célula de Emergência	Instabilização Estrutural da Pilha do DRS2, Ruptura em cascata da Célula de Emergência por galgamento	Ruptura em dia chuvoso, hipótese de ocorrência de uma cheia decamilenar concomitante à maré alta na Baía do Furo do Arrozal
4	Porção Sul da Pilha do DRS2 em direção à BC201	Instabilização Estrutural da Pilha do DRS2	Ruptura em dia seco, hipótese de ocorrência de uma cheia ordinária (TR 2,33 anos) concomitante à maré alta na Baía do Furo do Arrozal
5	Porção Sul da Pilha do DRS2 em direção à BC202	Instabilização Estrutural da Pilha do DRS2, Ruptura em cascata da BC202 por galgamento	Ruptura em dia seco, hipótese de ocorrência de uma cheia ordinária (TR 2,33 anos) concomitante à maré alta na Baía do Furo do Arrozal
6	Porção Oeste da Pilha do DRS2 em direção à Célula de Emergência	Instabilização Estrutural da Pilha do DRS2, Ruptura em cascata da Célula de Emergência por galgamento	Ruptura em dia seco, hipótese de ocorrência de uma cheia ordinária (TR 2,33 anos) concomitante à maré alta na Baía do Furo do Arrozal

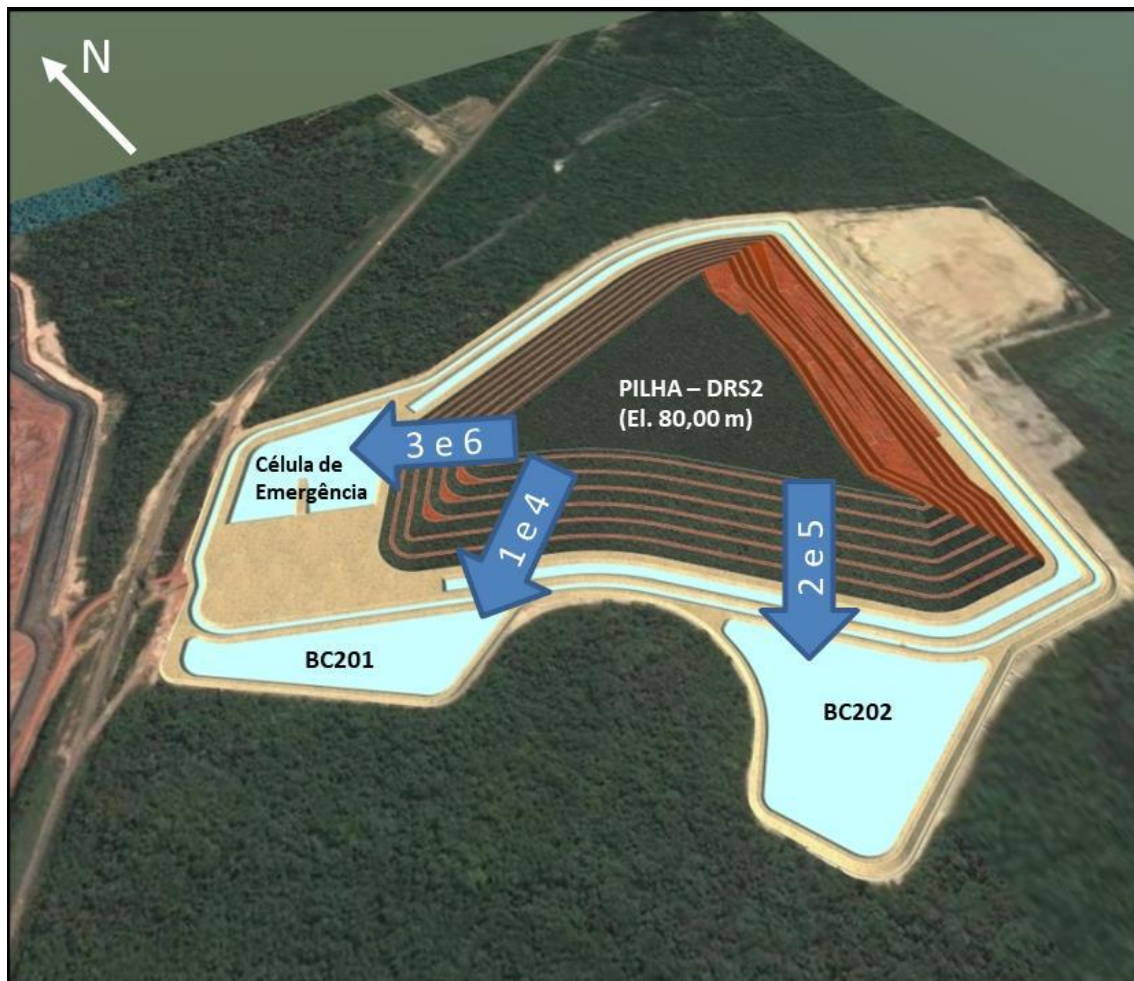


Figura 7.1 – Ilustração dos cenários de ruptura simulados (RT-3541-54-G-472)

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 (2,33 anos), concomitante à maré baixa. O critério de parada foi atendido quando essa diferença foi inferior que 60 centímetros. Esta altura foi adotada pois se considera que os impactos incrementais da inundação decorrente de eventual ruptura não oferecem risco de perdas de vidas humanas. Nessas condições, para cada cenário simulado é indicado na Tabela 7.2 a distância em relação a brecha da estrutura em qual foi atingido o critério de parada.

Tabela 7.2 – Atendimento ao critério de parada (RT-3541-54-G-472)

		AUDITORIA DE SEGURANÇA
ANÁLISE E ADEQUAÇÃO DA SUFICIÊNCIA DO PLANO DE AÇÃO EMERGENCIAL DO DRS2		

Cenário	Sentido principal do fluxo		Sentidos de fluxo diferentes do principal (remanso)	
	Distância em relação a brecha da estrutura (km)	Seção	Distância em relação a brecha da estrutura (km)	Seção
1	1,86	STA-03	1,12	STA-02
2	1,34	STA-03	0,64	STA-02
3	0,00	SBR-01	-	-
4	0,38	SBR-02	-	-
5	1,34	STA-03	0,64	STA-02
6	-*	-*	-*	-*

***No Cenário 6 o critério de parada da simulação foi atendido nas adjacências da Célula de Emergência, no interior do DRS2.**

Devido às características geométricas do DRS2 uma eventual ruptura poderia induzir movimentação de resíduo e impactar diferentes áreas. Por este motivo, a zona de autossalvamento 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, proposta pelo documento em análise (RT-3541-54-G-472), é apresentada na Figura 7.2.

**ANÁLISE E ADEQUAÇÃO DA SUFICIÊNCIA DO PLANO DE AÇÃO EMERGENCIAL DO
DRS2**

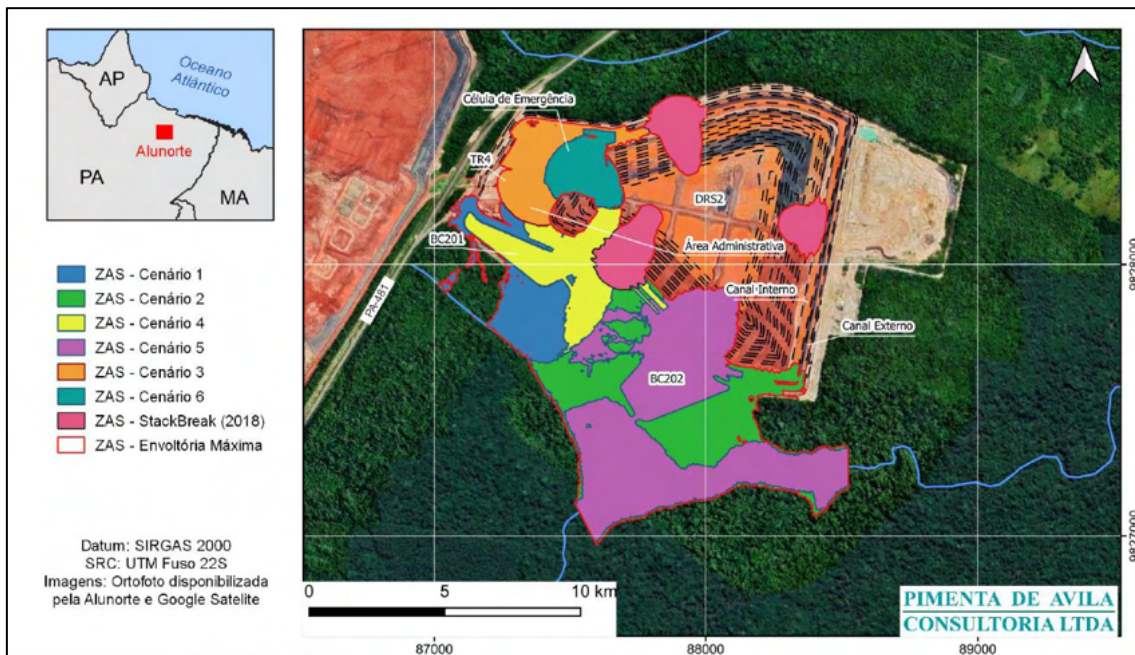


Figura 7.2 – Zona de Autossalvamento – combinação dos cenários (RT-3541-54-G-472)

Os principais pontos impactados são a região do entorno das BC's 201 e 201, o Igarapé Tauá, a sul do DRS2, a TR4 e a área administrativa do DRS2.

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, entende-se que na simulação apresentada para o depósito do DRS2 foram adotados parâmetros, premissas e critérios com profundo embasamento técnico e a favor da segurança.

A definição da Zona de Autossalvamento (ZAS) e Zona de Salvamento Secundário (ZSS) passa por avaliação da legislação aplicável no local estudado e avaliação técnica de engenharia de acordo características do talvegue onde a inundação se propaga. A

		AUDITORIA DE SEGURANÇA
ANÁLISE E ADEQUAÇÃO DA SUFICIÊNCIA DO PLANO DE AÇÃO EMERGENCIAL DO DRS2		

premissa adotada no relatório para definição do critério de parada da simulação hidrodinâmica baseou nas orientações da Agência Federal de Gestão de Emergências Norte-Americana (FEMA, 2013), que considera como “consequência aceitável” uma sobre-elevação incremental de inundação de até 2 pés (~60 cm) em relação a cheia natural. Assim, a simulação foi finalizada quando a diferença entre a onda de inundação pela ruptura e a inundação de uma cheia natural ordinária (TR de 2,33 anos) foi igual ou menor que 0,60m.

Conforme diretrizes da IN 12/2019, a ZAS representa a área onde não é possível os agentes públicos agirem antes de ser atingido pela onda de inundação. Sendo definida com a propagação da mancha de inundação por 10 quilômetros ou 30 minutos, o que for menor. A ZSS representa a área onde os órgãos conseguem agir antes de serem atingidos pela inundação, sendo definida pela mancha restante que excede a área da ZAS. Como o critério de parada técnico (elevação incremental de 0,6m) ocorreu antes do que é pedido na Instrução Normativa, a mancha foi finalizada e toda sua extensão é considerada como ZAS. Nesse caso não sendo possível definir uma ZSS.

Por fim, considerando também que a definição da ZAS uniu todos os cenários de ruptura simulados, além de que foram utilizadas chuvas de recorrência decamilenar sobre a estrutura e no vale a jusante da estrutura, entende-se que sua definição foi condizente com as melhores práticas de engenharia.

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

		AUDITORIA DE SEGURANÇA
ANÁLISE E ADEQUAÇÃO DA SUFICIÊNCIA DO PLANO DE AÇÃO EMERGENCIAL DO DRS2		

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;

		AUDITORIA DE SEGURANÇA
ANÁLISE E ADEQUAÇÃO DA SUFICIÊNCIA DO PLANO DE AÇÃO EMERGENCIAL DO DRS2		

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 DRS2 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-3541-54-G-491 apresenta o Plano de Ações Emergenciais do DRS2. Sua revisão mais recente ocorreu no dia 27/04/2022 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 DRS2. O presente documento visa, ainda, 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 a finalidade de evitar ou minimizar os danos com perdas de vida, às propriedades e às comunidades a jusante, propiciando uma resposta rápida aos possíveis eventos.”

		AUDITORIA DE SEGURANÇA
ANÁLISE E ADEQUAÇÃO DA SUFICIÊNCIA DO PLANO DE AÇÃO EMERGENCIAL DO DRS2		

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

Conforme Anexo do PAE apresentado pela HYDRO, em sua seção Vi (documento PAE DRS2 - ANEXO VII.10 - CONTATOS DOS AGENTES EXTERNOS E INTERNOS) 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 situação de emergência; e outras informações que tenham sido alteradas no período. Como o PAE emitido pela PIMENTA DE AVILA em “RT-3541-54-G-491 rev02” foi realizado, 2 meses antes da elaboração desta auditoria, o documento não indica atualizações. No entanto, o PAE anterior do Depósito DRS2 (doc. RT-3541-54-G-1000 rev01) apresenta cinco atualizações indicadas como “atualização de contatos”, uma atualização indicada como “detalhamento de informações (página 17) e contatos” e uma atualização indicada como “atualização do mapa de *Dam Break*”.

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

		AUDITORIA DE SEGURANÇA
ANÁLISE E ADEQUAÇÃO DA SUFICIÊNCIA DO PLANO DE AÇÃO EMERGENCIAL DO DRS2		

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-3541-54-G-491) 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-3541-54-G-491) 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

		AUDITORIA DE SEGURANÇA
ANÁLISE E ADEQUAÇÃO DA SUFICIÊNCIA DO PLANO DE AÇÃO EMERGENCIAL DO DRS2		

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 Autossalvamento³ 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.

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-3541-54-G-491 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 organizacional interna é acionada); NR-2; e NR-3 (nos quais a estrutura organizacional externa é acionada).

A Figura 7.3 apresenta o fluxograma geral de notificação de anomalias do DRS2. 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.

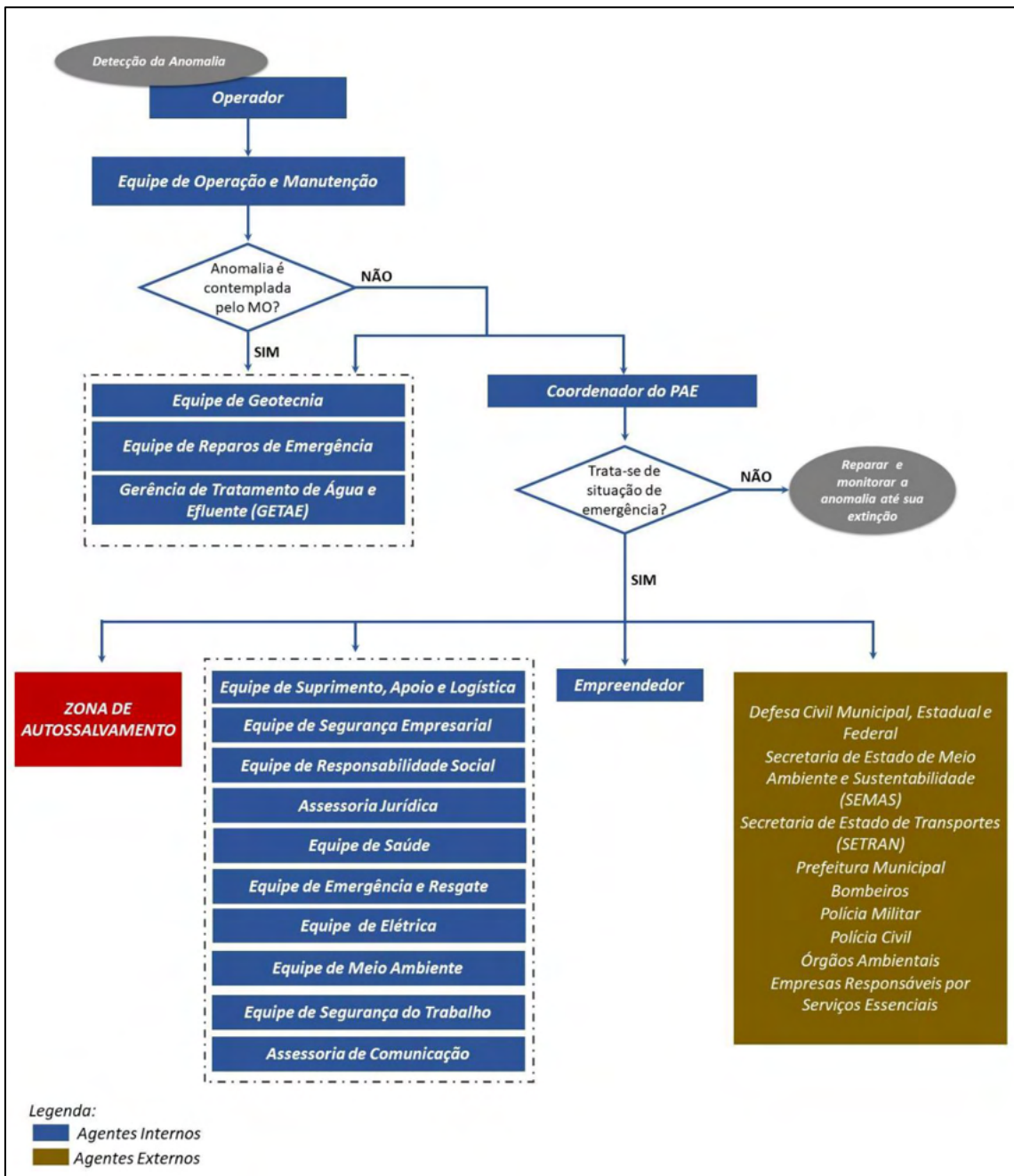


Figura 7.3 – Apresentação do fluxograma geral de notificação de anomalias (RT-3541-54-G-491)

		AUDITORIA DE SEGURANÇA
ANÁLISE E ADEQUAÇÃO DA SUFICIÊNCIA DO PLANO DE AÇÃO EMERGENCIAL DO DRS2		

Dentre os agentes externos que devem ser comunicados estão:

- **Defesa Civil Municipal:** 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-3541-54-G-491 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-3541-54-G-491 indica que o Manual de Operação do DRS2 (OM-3541-54-G-282) apresenta os procedimentos preventivos de gestão de

		AUDITORIA DE SEGURANÇA
ANÁLISE E ADEQUAÇÃO DA SUFICIÊNCIA DO PLANO DE AÇÃO EMERGENCIAL DO DRS2		

segurança a serem implementados. Os mesmos são apresentados no item 13 – Manutenção do sistema – do referido Manual.

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 Depósito DRS2 indica que os modos de falha que podem desencadear uma situação de emergência estão principalmente relacionados a: galgamento; erosão interna (piping) pelo maciço ou pela fundação; instabilização do maciço; e liquefação estática da fundação fofa.

Os procedimentos corretivos são apresentados nas FICHAS DE MITIGAÇÃO NÍVEL DE RESPOSTA 1, apresentadas no Seção VII – Anexos do PAE, e nas 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. A título de ilustração, nas Figuras 7.4 a 7.6 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.

		AUDITORIA DE SEGURANÇA
ANÁLISE E ADEQUAÇÃO DA SUFICIÊNCIA DO PLANO DE AÇÃO EMERGENCIAL DO DRS2		


	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; 9. 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; 10. Monitorar rotineiramente as ações de controle de modo a avaliar sua eficiência e verificar indícios de novos focos de problema; 11. Qualquer procedimento adotado deverá garantir, ao final de sua execução, a condição de estabilidade da estrutura; 12. Quaisquer danos e/ou alterações em estruturas associadas deverão ser reparados, a exemplo, os dispositivos de drenagem; 13. 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 retroscavadeira; Balde graduado e cronômetro; Bomba d'água.		

Figura 7.4 – Ficha de Mitigação n° 02 – Nível de resposta 1 – Erosão Interna (RT-3541-54-G-491)

		AUDITORIA DE SEGURANÇA
ANÁLISE E ADEQUAÇÃO DA SUFICIÊNCIA DO PLANO DE AÇÃO EMERGENCIAL DO DRS2		


	FICHA DE EMERGÊNCIA	N.º 06	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>piping</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"> 1. Desenvolvimento de erosões internas no maciço; 2. Recalques / deformações no maciço; 3. Desenvolvimento da saturação do maciço; 4. Redução do fator de segurança do depósito levando à instabilidade do maciço; 5. Progressão da anomalia com abertura de brecha, caso as ações corretivas não sejam implementadas. 			
PROCEDIMENTOS CORRETIVOS			
<ol style="list-style-type: none"> 1. 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"> 2. 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; 3. Inspecionar a área e confirmar se a água percolada possui sinais de carreamento de solo ou aumento da vazão, observando critérios de segurança; 4. Interromper a disposição de resíduos no depósito até que a situação esteja controlada; 5. Avaliar a possibilidade de rebaixamento do nível d'água do reservatório das BCs, com velocidade controlada, definida pelo projetista e/ou consultor; 6. Avaliar os dados de monitoramento da instrumentação e a condição de estabilidade, de acordo com o nível freático observado; 7. Avaliar os motivos de não efetividade das medidas corretivas adotadas na situação do NR-1, caso aplicável; 8. 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; 9. 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; 10. Monitorar rotineiramente as ações corretivas de modo a avaliar sua eficiência e verificar indícios de novos focos de problema; 11. Qualquer procedimento adotado deverá garantir, ao final de sua execução, a condição de estabilidade da estrutura. 12. 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"> 13. Caso o problema evolua e a solução apresentada não seja eficaz, adotar os procedimentos elencados na Ficha N.º 09 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 7.5 – Ficha de Emergência n° 06 – Nível de resposta 2 – Erosão Interna (RT-3541-54-G-491)

		AUDITORIA DE SEGURANÇA
ANÁLISE E ADEQUAÇÃO DA SUFICIÊNCIA DO PLANO DE AÇÃO EMERGENCIAL DO DRS2		


	FICHA DE EMERGÊNCIA	N.º 09	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, tomando 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"> BC-201 e BC-202: 0,30 m <p>(* os níveis de resposta foram definidos em função da soleira vertente (N.A. máx. Normal) de projeto; e/ou</p> <ul style="list-style-type: none"> 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 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 e 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, energia elétrica e irrigação nas regiões atendidas; Possíveis interrupções nos acessos locais de terra, balsas de travessias e na rodovia PA-481; Inundação de áreas rurais na área do entorno do depósito, 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, podendo chegar ao mar (Baía de Guajará); Alteração da paisagem local; 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 7.6 – Ficha de Emergência nº 09 – Nível de resposta 3 – Ruptura iminente ou está ocorrendo (RT-3541-54-G-491)

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-3541-54-G-491 apresenta o organograma (Figura 7.7) 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.

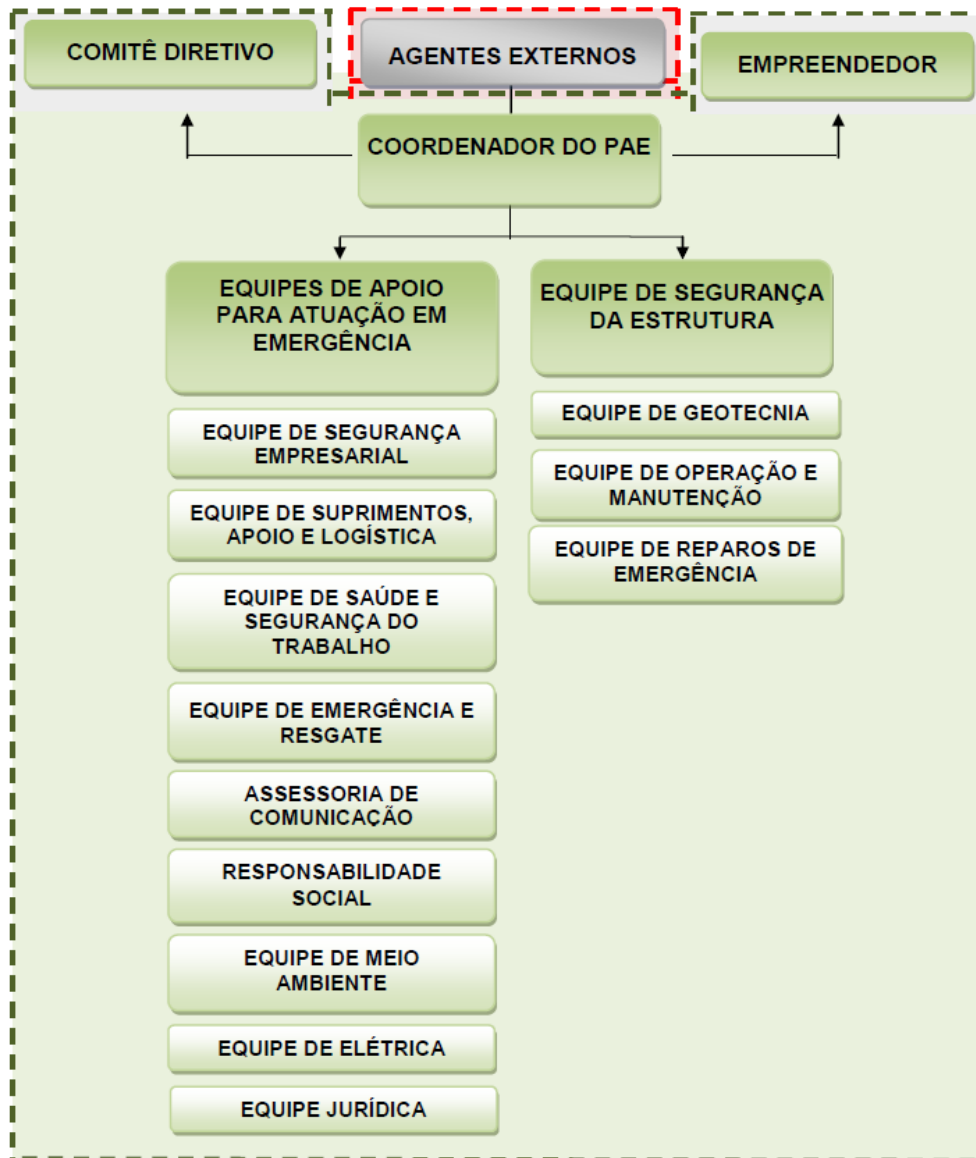


Figura 7.7 - Organograma dos participantes internos do PAE

		AUDITORIA DE SEGURANÇA
ANÁLISE E ADEQUAÇÃO DA SUFICIÊNCIA DO PLANO DE AÇÃO EMERGENCIAL DO DRS2		

O documento RT-3541-54-G-491 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

		AUDITORIA DE SEGURANÇA
ANÁLISE E ADEQUAÇÃO DA SUFICIÊNCIA DO PLANO DE AÇÃO EMERGENCIAL DO DRS2		

- 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-3541-54-G-491) 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 DRS2, 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.

		AUDITORIA DE SEGURANÇA
ANÁLISE E ADEQUAÇÃO DA SUFICIÊNCIA DO PLANO DE AÇÃO EMERGENCIAL DO DRS2		

- 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 estão atendido.

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

O PAE do DRS2 (documento RT-3541-54-G-491) em sua seção V apresenta os estudos de ruptura hipotética das bacias BC 201 e BC202 (RT-3541-54-G-376) e estudo de ruptura da pilha de resíduos *Stack Break* (RT-3541-54-G-377). 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 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.

		AUDITORIA DE SEGURANÇA
ANÁLISE E ADEQUAÇÃO DA SUFICIÊNCIA DO PLANO DE AÇÃO EMERGENCIAL DO DRS2		

Conforme apresentado no item 7.2, foram simulados 6 diferentes cenários de ruptura em cascata das estruturas do DRS2. 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 conforme relatório apresentado.

No estudo de Dam Break foram utilizados os quantis de precipitação associados ao tempo de retorno de 10.000 anos sobre o depósito e cursos d'água a jusante. A mancha hipotética de inundação provocada pelas vazões críticas a jusante do reservatório sem considerar a ruptura das estruturas definiu a área de impacto indireto.

A Figura 7.8 apresentada os resultados para definição da área de impacto direto (entendida também aqui como ZAS) e a área de impacto indireto provocada pela inundação.

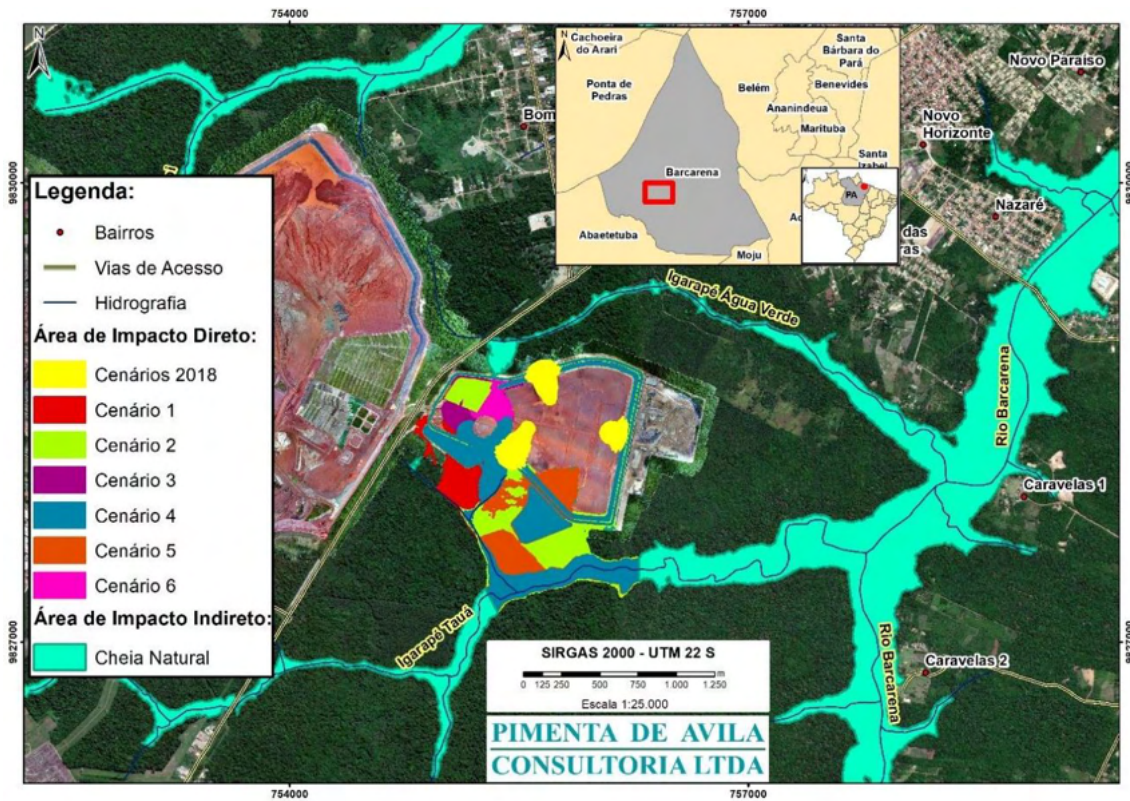


Figura 7.8 – Áreas de impacto direto e indireto devido a ruptura hipotética do DRS2 conforme PAE (RT-3541-54-G-491)

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

- **Região do entorno das BCs 201 e 202 e Igarapé Tauá:** A região do entorno da BC-201 é potencialmente impactada nos Cenários 1 e 4, sendo que no Cenário 1 foi observado maior área inundada na região. A região do entorno da BC-202 é impactada nos Cenários 2 e 5, sendo o Cenário 2 o mais crítico em termos de área inundada. O Igarapé Tauá é potencialmente impactado nos Cenários 1, 2 e 5;
- **TR4 do DRS2:** No Cenário 3 foi observado impacto potencial na TR4 do DRS2, com valores de risco hidrodinâmico máximo inferiores a $0,5 \text{ m}^2/\text{s}$ nessa região;
- **Área Administrativa do DRS2:** No Cenário 3, antes da disposição de resíduos atingir a elevação de 37,5 metros acima do nível do mar, não há impacto

		AUDITORIA DE SEGURANÇA
ANÁLISE E ADEQUAÇÃO DA SUFICIÊNCIA DO PLANO DE AÇÃO EMERGENCIAL DO DRS2		

potencial sobre a área administrativa. Porém a partir dessa elevação, há impacto potencial na Área Administrativa do DRS2. Neste caso, foram observados valores de risco hidrodinâmico máximo inferiores a 0,5 m²/s na região. Importante destacar que no caso da área administrativa, este resultado está diretamente relacionado à posição da cunha de ruptura estudada pela Pimenta de Ávila. Uma eventual ruptura em outro local do DRS2 poderá trazer consequências diferentes, o que corrobora com a importância da definição de um *buffer* de segurança.

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 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.

		AUDITORIA DE SEGURANÇA
ANÁLISE E ADEQUAÇÃO DA SUFICIÊNCIA DO PLANO DE AÇÃO EMERGENCIAL DO DRS2		

Os registros dos treinamentos internos realizados na HYDRO foram apresentados no Relatório de Conformidade e Operacionalidade (RCO) do PAE do Depósito DRS2, elaborado pela H&P em 15/06/2022, doc. RT-4610009-54-G-0002. 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-0002.

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 elaborado pela PIMENTA DE AVILA. Portanto, o Art. 9º da IN 12/2019 da SEMAS/PA está plenamente atendido pelo PAE do DRS2.

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

O Seção VII.5 do PAE elaborado pela PIMENTA DE AVILA lista os Recursos materiais disponíveis para serem utilizados em situação de emergência no Depósito DRS2, 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 a necessidade de recursos seja além da autonomia do Coordenador do PAE.

		AUDITORIA DE SEGURANÇA
ANÁLISE E ADEQUAÇÃO DA SUFICIÊNCIA DO PLANO DE AÇÃO EMERGENCIAL DO DRS2		

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 DRS2, elaborado pela H&P em 15/06/2022, doc. RT-4610009-54-G-0001, a avaliação do estudo de ruptura hipotética indica que a ZAS do DRS2 está situada na área interna do empreendimento, portanto, a população vulnerável identificada são os trabalhadores da HYDRO que atuam na Área de Impacto Potencial. O documento acrescenta que os meios de alerta destacados são a comunicação por rádio e telefone, sendo considerados aderentes à legislação e atos normativos do Estado do Pará.

O RCO (RT-4610009-54-G-0001) acrescenta que a avaliação do estudo de ruptura hipotética do DRS2 indica que a hipótese de falha por liquefação não foi descartada, sendo necessário considerar a necessidade de alerta imediato aos trabalhadores na área de impacto potencial. De acordo com o documento, a HYDRO informou à equipe da H&P que a instalação do sistema de alerta por sirenes está em fase de planejamento.

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 no PAE elaborado pela PIMENTA DE AVILA.

		AUDITORIA DE SEGURANÇA
ANÁLISE E ADEQUAÇÃO DA SUFICIÊNCIA DO PLANO DE AÇÃO EMERGENCIAL DO DRS2		

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 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 um 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 Alunorte 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

		AUDITORIA DE SEGURANÇA
ANÁLISE E ADEQUAÇÃO DA SUFICIÊNCIA DO PLANO DE AÇÃO EMERGENCIAL DO DRS2		

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 n° 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 n° 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.

		AUDITORIA DE SEGURANÇA
ANÁLISE E ADEQUAÇÃO DA SUFICIÊNCIA DO PLANO DE AÇÃO EMERGENCIAL DO DRS2		

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 7.9 apresenta os recursos disponíveis para atuação dessa equipe.



Figura 7.9 – 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

		AUDITORIA DE SEGURANÇA
ANÁLISE E ADEQUAÇÃO DA SUFICIÊNCIA DO PLANO DE AÇÃO EMERGENCIAL DO DRS2		

- 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 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 DRS2 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, esse detalhamento é replicado a seguir:

- Nível de resposta 2
 - Eventuais obras que estejam ocorrendo na área potencialmente afetada por uma ruptura do DRS2 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

		AUDITORIA DE SEGURANÇA
ANÁLISE E ADEQUAÇÃO DA SUFICIÊNCIA DO PLANO DE AÇÃO EMERGENCIAL DO DRS2		

planta industrial da Alunorte, próximo ao Ponto de encontro PE-03, utilizando os referidos veículos, e aguardar orientações sobre ações a serem providenciadas;

- Todas as 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;
 - A partir da identificação de uma situação de emergência em NR-2 não é admissível a presença de pessoas na ZAS que não disponham de um veículo. Para tanto, o acesso ao DRS2 – Fase 1 deverá ser controlado pela Alunorte.
- **Nível de resposta 3**
 - Sistema de alerta da ZAS deverá ser acionado de pronto, tendo em vista a condição de ruptura iminente ou em curso;
 - 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 DRS2 deverá ser bloqueado;
 - Recomenda-se que o trânsito pela PA-481, no trecho entre os Pontos de Encontro 1 e 2, também seja bloqueado.

		AUDITORIA DE SEGURANÇA
ANÁLISE E ADEQUAÇÃO DA SUFICIÊNCIA DO PLANO DE AÇÃO EMERGENCIAL DO DRS2		

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. Para cada autoridade ou órgão público que receber uma cópia física do PAE deve-se registrar, na Seção VII - Anexos e Apêndices - Item VII.9 do PAE, 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 DRS2.

Os critérios de parada e mapas de inundação, foram apresentados em formato de gráficos, tabelas e figuras, favorecendo o entendimento das premissas e critérios adotados para os diversos cenários de ruptura simulados para o depósito.

		AUDITORIA DE SEGURANÇA
ANÁLISE E ADEQUAÇÃO DA SUFICIÊNCIA DO PLANO DE AÇÃO EMERGENCIAL DO DRS2		

A FONNTES entende que nas simulações de *dam break* e *Stack break* apresentada para o depósito DRS2 foram adotados parâmetros, premissas e critérios com profundo embasamento técnico e a favor da segurança. Ressalta-se que os cenários simulados no estudo de *Dam Break* levam em consideração todos os cenários plausíveis, adotando o pior cenário como cenário principal para mitigação e prevenção dos danos. Considerando que a definição da ZAS uniu todos os cenários de ruptura simulados, além de terem sido utilizadas chuvas de recorrência decamilenar sobre a estrutura e no vale a jusante, entende-se que sua definição foi condizente com as melhores práticas de engenharia.

Em relação ao PAE, nesta auditoria foi verificado que o documento RT-3541-54-G-491, emitido pela PIMENTA DE AVLIA em 27/04/2022 abrange integralmente o conteúdo mínimo 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 DRS2.

Por fim, reafirma-se que o PAE do DRS2 atinge o seu objetivo, munindo a ALUNORTE e atores de ferramentas para aumentar os níveis de segurança do depósito.

		AUDITORIA DE SEGURANÇA
ANÁLISE E ADEQUAÇÃO DA SUFICIÊNCIA DO PLANO DE AÇÃO EMERGENCIAL DO DRS2		

9. REFERÊNCIAS

- 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. BRASIL, Lei 12.305 – Política Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília, 2010.
- v. BRASIL, Lei 12.651 – Código Florestal Brasileiro. Brasília, 2012.
- vi. 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.
- vii. 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.
- viii. IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Barcarena/PA. População. 2010. Disponível em <IBGE | Cidades@ | Pará | Barcarena | Panorama>
- ix. _____. Barcarena/PA. Educação. 2010b. Disponível em <IBGE | Cidades@ | Pará | Barcarena | Panorama>
- x. _____. Barcarena/PA. Economia. 2019. Disponível em <IBGE | Cidades@ | Pará | Barcarena | Panorama>
- xi. _____. Barcarena/PA. Trabalho e Rendimento. 2020. Disponível em <IBGE | Cidades@ | Pará | Barcarena | Panorama>
- xii. _____. Barcarena/PA. Território e ambiente. 2021. Disponível em <IBGE | Cidades@ | Pará | Barcarena | Panorama>

ANÁLISE E ADEQUAÇÃO DA SUFICIÊNCIA DO PLANO DE AÇÃO EMERGENCIAL DO
DRS2

- xiii. KOERNER, ROBERT (1998). "Designing with Geosynthetics". Xlibris Corporation. 6ta Edição. Vol 2. New Jersey, USA. 914pp.
- xiv. MABESOONE, J. M. e CASTRO, C. (1975). Desenvolvimento Geomorfológico do Nordeste Brasileiro. Boletim do Núcleo Nordeste da SBG, Recife, v.3, p. 05- 35.
- xv. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Resolução CONAMA Nº 237**, de 19 de dezembro de 1997.
- xvi. NAREJO, D.; KOERNER, R.M.; WILSON FAHMY, R.F. **Puncture protection of geomembranes. Part II: experimental**. Geosynthetics International 3(5): 629-653 1996
- xvii. 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.
- xviii. Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (SEDEC). Caderno de Orientações para Apoio a Elaboração de Planos de Contingência Municipais para Barragens. 2016.
- xix. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade. Instrução Normativa nº02, publicada no DOE nº 33.554, de 07 de fevereiro de 2018.
- xx. VERTEMATTI, J.C. (2015). "Manual Brasileiro de Geossintéticos". CTG ABINT. Editorial Blucher. 2da Edição Atualizada e Ampliada. São Paulo, Brasil. 568pp.



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