

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 avaliação da viabilidade da concepção proposta, em termos operacionais e manutencionais, em atendimento à letra “F” do Termo de Compromisso de Ajustamento de Conduta, celebrado entre a HYDRO 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 DRS1 está localizado junto a produção da Alunorte, no município de Barcarena – PA.

À disposição para esclarecimentos julgados necessários,

Belo Horizonte, 03 de agosto de 2023

Atenciosamente,



Michel Fontes
DIRETOR
FONNTES GEOTÉCNICA



FONNTES
G E O T É C N I C A

FG-2201-NHB-A-BA-RT17-02

RELATÓRIO TÉCNICO DE VIABILIDADE DA CONCEPÇÃO PROPOSTA PARA O DRS1

CLIENTE:



PROJETO:

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

BARCARENA - PA



agosto/2023

VIABILIDADE DA CONCEPÇÃO PROPOSTA PARA O DRS1**SUMÁRIO**

GLOSSÁRIO	1
1. INTRODUÇÃO	3
2. OBJETIVO	6
3. DADOS UTILIZADOS	7
4. ORGANIZAÇÃO DO DOCUMENTO	8
5. APRESENTAÇÃO DA ESTRUTURA.....	9
5.1 LOCALIZAÇÃO	12
5.2 ASPECTOS GEOLÓGICOS	18
5.2.1 <i>Histórico de Investigações</i>	20
5.2.2 <i>Geologia Local</i>	21
5.3 DRENAGEM INTERNA	22
5.4 SISTEMA EXTRAVASOR E DRENAGEM SUPERFICIAL	22
5.5 INSTRUMENTAÇÃO	23
5.6 FECHAMENTO DO DEPÓSITO DRS1	23
6. METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO	26
7. DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO.....	28
7.1 MANUAL DE OPERAÇÃO – DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS NO CL3	28
7.1.1 <i>Planejamento de Disposição na CL3</i>	29
7.1.1.1 Considerações da FONNTES sobre o Item 7.1.1	35
7.1.2 <i>Estrutura Organizacional</i>	36
7.1.2.1 Considerações da FONNTES sobre o Item 7.1.2	37
7.1.3 <i>Operação do Sistema</i>	38
7.1.3.1 Considerações da FONNTES sobre o Item 7.1.3	40
7.1.4 <i>Gestão de Águas Superficiais</i>	42
7.1.4.1 Considerações da FONNTES sobre o Item 7.1.4	46
7.1.5 <i>Controle de Operação do Sistema</i>	49
7.1.5.1 Considerações da FONNTES sobre o Item 7.1.5	50
7.1.6 <i>Controle Ambiental</i>	51
7.1.6.1 Considerações da FONNTES Sobre o Item 7.1.6	51
7.1.7 <i>Monitoramento Ambiental</i>	52
7.1.7.1 Considerações da FONNTES sobre o Item 7.1.7	60

VIABILIDADE DA CONCEPÇÃO PROPOSTA PARA O DRS1

7.1.8	<i>Monitoramento Geotécnico – Avaliação da Instrumentação</i>	62
7.1.8.1	Considerações da FONNTES sobre o Item 7.1.8	64
7.1.9	<i>Monitoramento Geotécnico – Inspeção Visual</i>	65
7.1.9.1	Considerações da FONNTES sobre o Item 7.1.9	66
7.1.10	<i>Manutenção do Sistema</i>	70
7.1.10.1	Considerações da FONNTES sobre o Item 7.1.10	71
7.2	MANUAL DE OPERAÇÃO – REABILITAÇÃO DO DRS1	72
7.2.1	<i>Planejamento de Implantação – Terraplenagem</i>	73
7.2.1.1	Considerações da FONNTES sobre o Item 7.2.1	74
7.2.2	<i>Planejamento de Implantação – Drenagem Superficial</i>	76
7.2.2.1	Considerações da FONNTES sobre o Item 7.2.2	77
7.2.3	<i>Planejamento de Construção – Terraplenagem</i>	77
7.2.3.1	Considerações da FONNTES sobre o Item 7.2.3	78
7.2.4	<i>Monitoramento Geotécnico</i>	78
7.2.4.1	Considerações da FONNTES sobre o Item 7.2.4	81
7.2.5	<i>Monitoramento Ambiental</i>	81
7.2.5.1	Considerações da FONNTES Sobre o Item 7.2.5.....	85
7.2.6	<i>Gerenciamento de Implantação e Supervisão</i>	85
7.2.6.1	Considerações da FONNTES sobre o Item 7.2.6	86
7.2.7	<i>Manutenção e acompanhamento</i>	87
7.2.7.1	Considerações da FONNTES sobre o Item 7.2.7	89
7.3	MANUAL DE OPERAÇÃO ANTERIOR À CL3	89
7.3.1	<i>Monitoramento do sistema</i>	90
7.3.2	<i>Diretrizes para disposição do resíduo</i>	90
8.	CONCLUSÕES	91
9.	REFERÊNCIAS	92

GLOSSÁRIO

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

		AUDITORIA DE SEGURANÇA
VIABILIDADE DA CONCEPÇÃO PROPOSTA PARA O DRS1		

- 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 do Meio Ambiente e Sustentabilidade do Pará.
- UTM – Universal Transversa de Mercator (Sistema de projeção cartográfica)

1. INTRODUÇÃO

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



Figura 1.1 – Localização do empreendimento

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

		AUDITORIA DE SEGURANÇA
VIABILIDADE DA CONCEPÇÃO PROPOSTA PARA O DRS1		

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.

Os relatórios a serem elaborados pela FONNTES atenderão plenamente aos requisitos do Termo de Compromisso de Ajustamento de Conduta, celebrado entre a HYDRO 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**

VIABILIDADE DA CONCEPÇÃO PROPOSTA PARA O DRS1

consequente produção dos rejeitos, levando em consideração as condições ambientais locais;

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

VIABILIDADE DA CONCEPÇÃO PROPOSTA PARA O DRS1

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 **f)**, referido à avaliação da viabilidade da concepção proposta, em termos operacionais e manutencionais do DRS1.

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 **“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 conseqüente produção dos rejeitos, levando em consideração as condições ambientais locais;”** para o depósito de resíduos DRS1.

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

		AUDITORIA DE SEGURANÇA
VIABILIDADE DA CONCEPÇÃO PROPOSTA PARA O DRS1		

destacar que esse esclarecimento foi muito importante para o direcionamento dos serviços, porque em alguns casos haviam perguntas com temas que teriam melhor abordagem em outras letras do TAC 3.1 ou ainda em outras clausulas que não eram escopo do presente trabalho. Abaixo é reproduzido o extrato do ofício com a explicação do entendimento para resposta da pergunta **letra F)**, objeto desse relatório.

A questão se concentra na operação e manutenção das estruturas, ou seja, se as práticas utilizadas estão adequadas tecnicamente e conforme critérios consagrados de engenharia. Será realizada uma avaliação técnica dos manuais de operação das estruturas. Esse documento é elaborado pela empresa projetista e apresenta todos as diretrizes técnicas que devem ser observados e obedecidos para a correta construção, manutenção e operação. Será avaliado do ponto de vista de governança, se a empresa executa aquilo que está programado e como são tratados/resolvidos eventuais desvios do ponto de vista corretivo.

3. DADOS UTILIZADOS

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

		AUDITORIA DE SEGURANÇA
VIABILIDADE DA CONCEPÇÃO PROPOSTA PARA O DRS1		

Tabela 3.1 – Documentos recebidos e utilizados na elaboração deste estudo

CÓDIGO	TÍTULO DO DOCUMENTO	ELABORADO POR	DATA
RT-3540-54-G-1014 R02	Relatório Técnico do Projeto “As Is”	PIMENTA DE AVILA	29/07/21
OM-3540-54-G-1001 R03	Manual de Operação de Disposição de Resíduos do Filtro Prensa no DRS1	PIMENTA DE AVILA	05/03/21
OM-8400-54-G-069 R01	Manual de Planejamento de Implantação e Operação	LPS	14/12/18
MD-3540-54-G-091 R04	Memorial Descritivo do Projeto de Expansão do DRS Célula Leste	PIMENTA DE AVILA	01/07/10
MD-8400-54-G-080 R02	Manual Descritivo e Especificações Técnicas de Instrumentação e Controle da Linha Freática	LPS	19/02/19
RT-469137-54-G-0003	Relatório da Inspeção de Segurança Regular do DRS1 2021/2	GEOCONSULTORIA	11/01/22
RT-469137-54-G-0001	Relatório da Inspeção de Segurança Regular do DRS1 2021/1	GEOCONSULTORIA	14/07/21
-	Ficha de Inspeção Regular (FIR) da Estrutura DRS2, referente a janeiro a maio/2022, totalizando 09 documentos	GEOCONSULTORIA	Jan/2022 a Abr/2022
“PAG-PLano de Ação Geral DRS 1_2022”	Plano de Ação Geral do DRS2	HYDRO	12/05/22
FG-2201-NHB-A-BA-RT07-00	Relatório Técnico de Avaliação de Drenagem do DRS1	FONNTES	22/04/22
FG-2201-NHB-A-BA-RT03-00	Relatório Técnico de Avaliação da Densidade e Teor de Umidade Ótima das Camadas Executadas no DRS1	FONNTES	12/04/22
RT-3540-54-G-873	Manual de Operação das células anteriores à CL3	PIMENTA DE AVILA	04/02/10

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.

		AUDITORIA DE SEGURANÇA
VIABILIDADE DA CONCEPÇÃO PROPOSTA PARA O DRS1		

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

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

5. APRESENTAÇÃO DA ESTRUTURA

Conforme indicado no Relatório Técnico do Projeto “As Is”, elaborado pela PIMENTA DE ÁVILA em 2021, doc. RT-3540-54-G-570-R01, o depósito DRS1 foi projetado para armazenar os resíduos industriais advindos do beneficiamento da bauxita. Até o ano de 2005, os resíduos industriais eram provenientes exclusivamente do beneficiamento da bauxita da Mineração Rio do Norte (MRN) e, posteriormente a esta data, iniciou-se o beneficiamento da bauxita proveniente da Mineração Bauxita Paragominas (MBP).

O relatório acrescenta que, até novembro de 2018, o sistema utilizado pela HYDRO para desaguamento dos resíduos era por filtro tambor, obtendo-se um resíduo com cerca de 60% de teor de sólido. A partir de novembro de 2018, passou-se a utilizar o sistema de

		AUDITORIA DE SEGURANÇA
VIABILIDADE DA CONCEPÇÃO PROPOSTA PARA O DRS1		

filtragem do resíduo por filtro prensa, obtendo-se um teor de sólidos de aproximadamente 78%.

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

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

VIABILIDADE DA CONCEPÇÃO PROPOSTA PARA O DRS1



Figura 5.1 – Identificação das células e bacias de contribuição do DRS1 (PIMENTA DE ÁVILA, 2021).

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

		AUDITORIA DE SEGURANÇA
VIABILIDADE DA CONCEPÇÃO PROPOSTA PARA O DRS1		

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

5.1 LOCALIZAÇÃO

Localizados no município de Barcarena, no estado do Pará, o sistema de disposição de resíduos pertencente à ALUNORTE é composto pelos Depósitos de Resíduos Sólidos DSR1 e DSR2 e situa-se em torno das coordenadas UTM/DATUM SIRGAS 2000 754.812 E e 9.828.482 S.

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

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

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

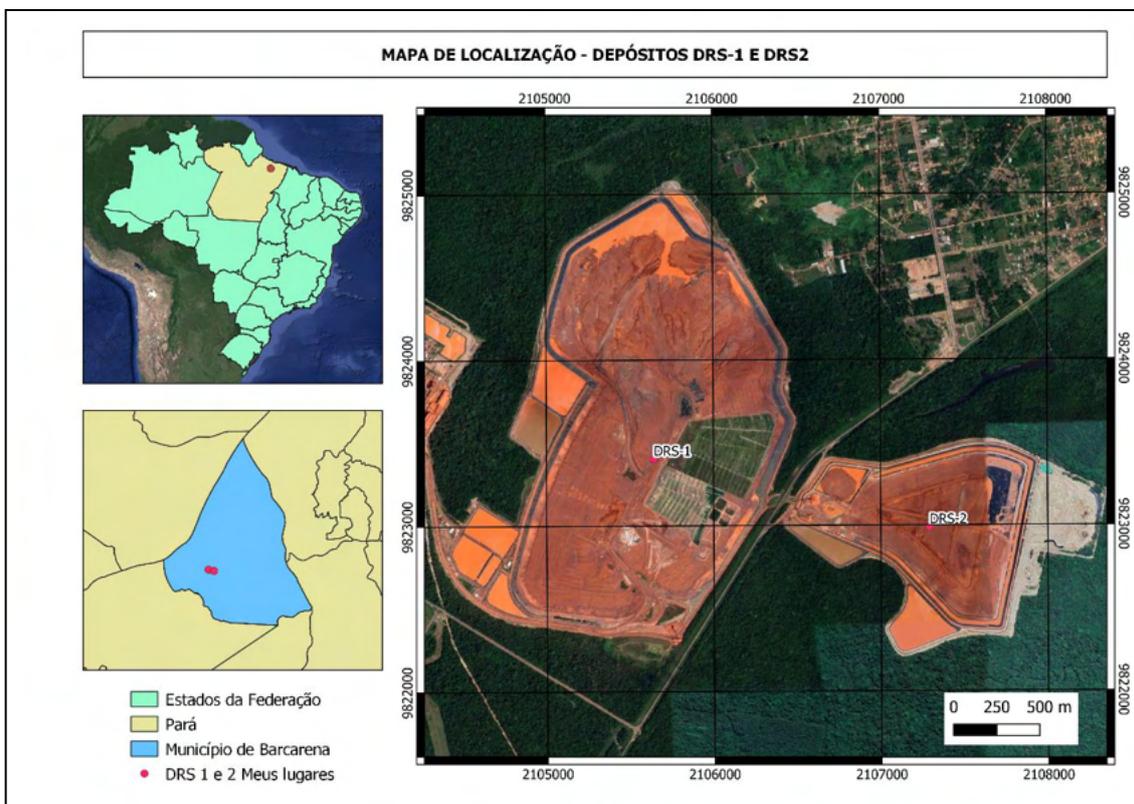
VIABILIDADE DA CONCEPÇÃO PROPOSTA PARA O DRS1


Figura 5.2 – Localização da Estrutura – DRS1 e DRS2

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

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

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

		AUDITORIA DE SEGURANÇA
VIABILIDADE DA CONCEPÇÃO PROPOSTA PARA O DRS1		

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

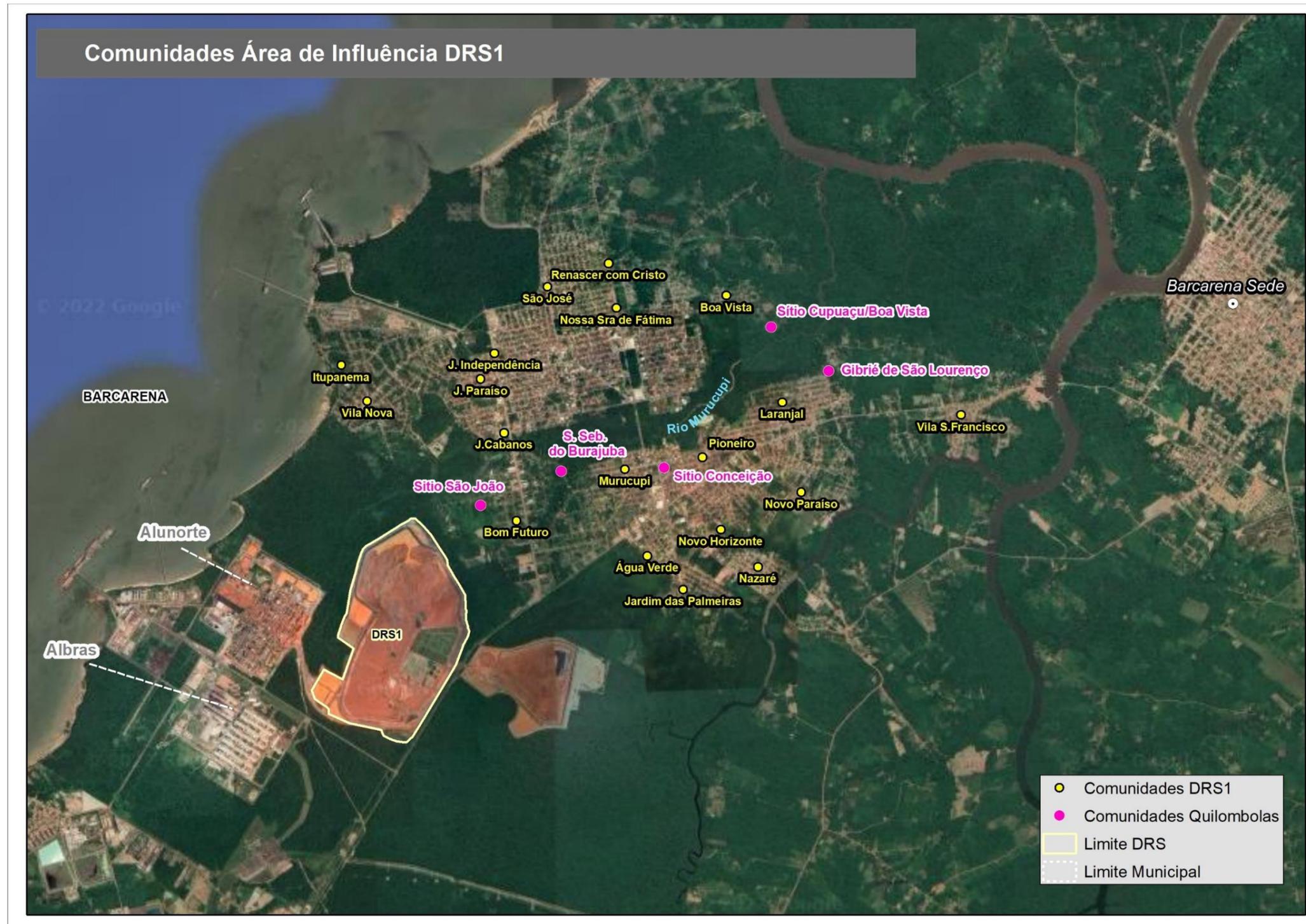


Figura 5.3 – Localização das comunidades próximas aos depósitos DRS1 e DRS2 (Imagem fornecida pela equipe técnica da ALUNORTE)

		AUDITORIA DE SEGURANÇA
VIABILIDADE DA CONCEPÇÃO PROPOSTA PARA O DRS1		

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

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

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

VIABILIDADE DA CONCEPÇÃO PROPOSTA PARA O DRS1

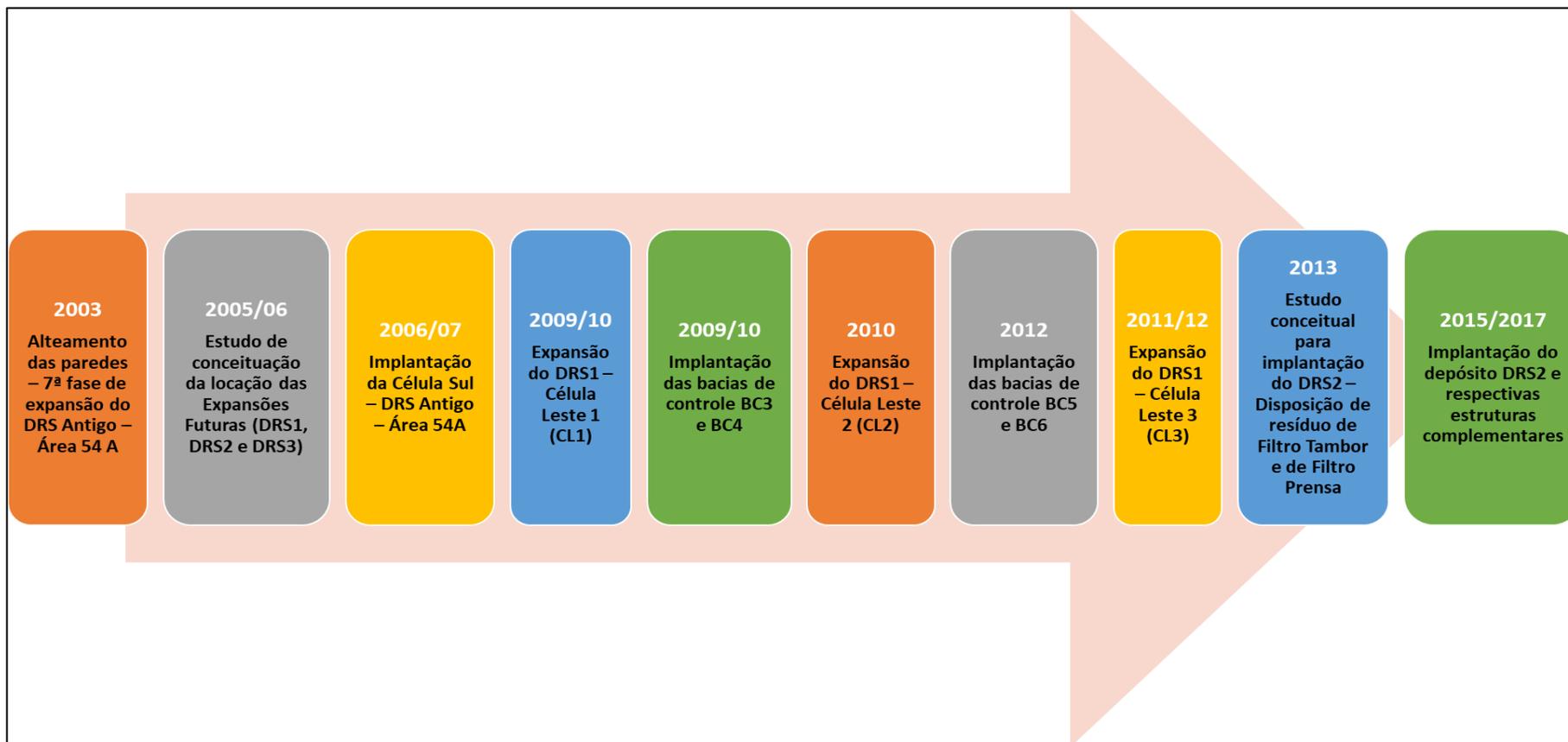


Figura 5.4 – Histórico de expansão do DRS1 e DRS2

		AUDITORIA DE SEGURANÇA
VIABILIDADE DA CONCEPÇÃO PROPOSTA PARA O DRS1		

5.2 ASPECTOS GEOLÓGICOS

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

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

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

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

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

VIABILIDADE DA CONCEPÇÃO PROPOSTA PARA O DRS1

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

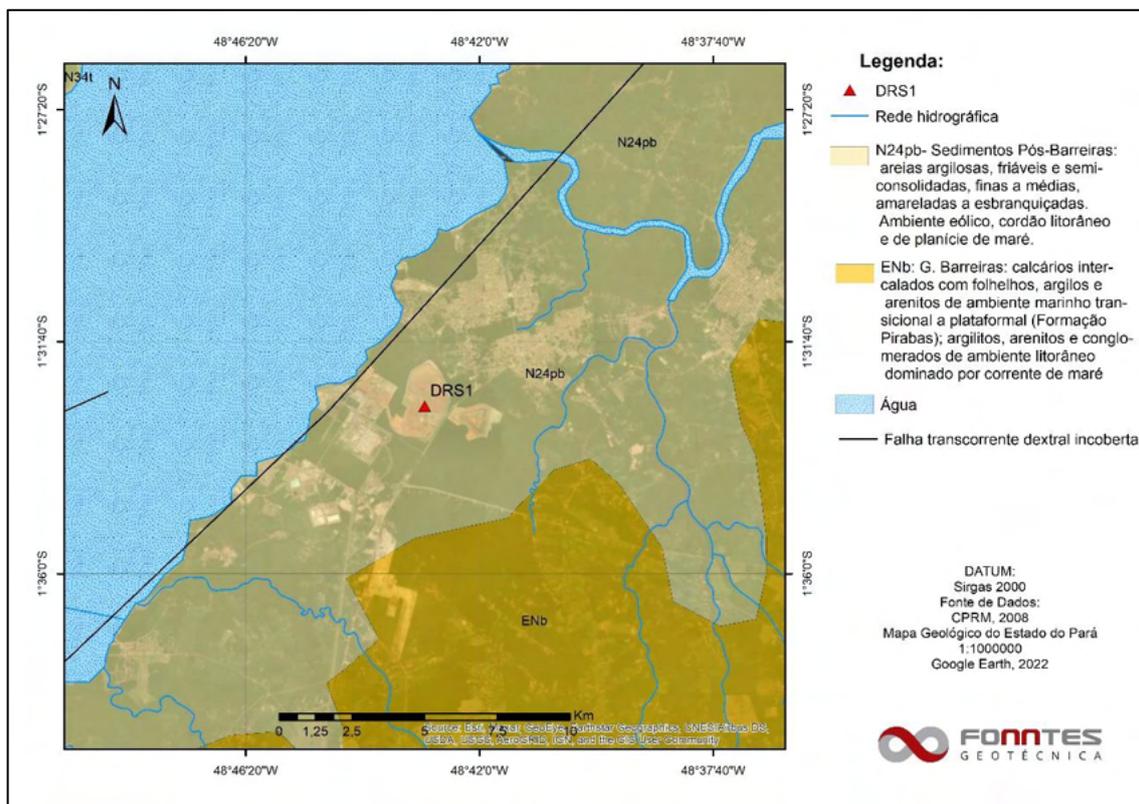


Figura 5.5 – Mapa geológico regional da estrutura DRS1

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

VIABILIDADE DA CONCEPÇÃO PROPOSTA PARA O DRS1
5.2.1 Histórico de Investigações

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

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

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

		AUDITORIA DE SEGURANÇA
VIABILIDADE DA CONCEPÇÃO PROPOSTA PARA O DRS1		

CAMPANHA	EMPRESA	ANO	DOCUMENTO
Caracterização dos materiais do reservatório	Fugro In Situ Geotecnia Ltda	2021	RT-468603-54-L-0002 R00, RT-468603-54-L-0003 R00 e RT-468603-54-L-0004 R00

5.2.2 Geologia Local

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

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

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

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

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

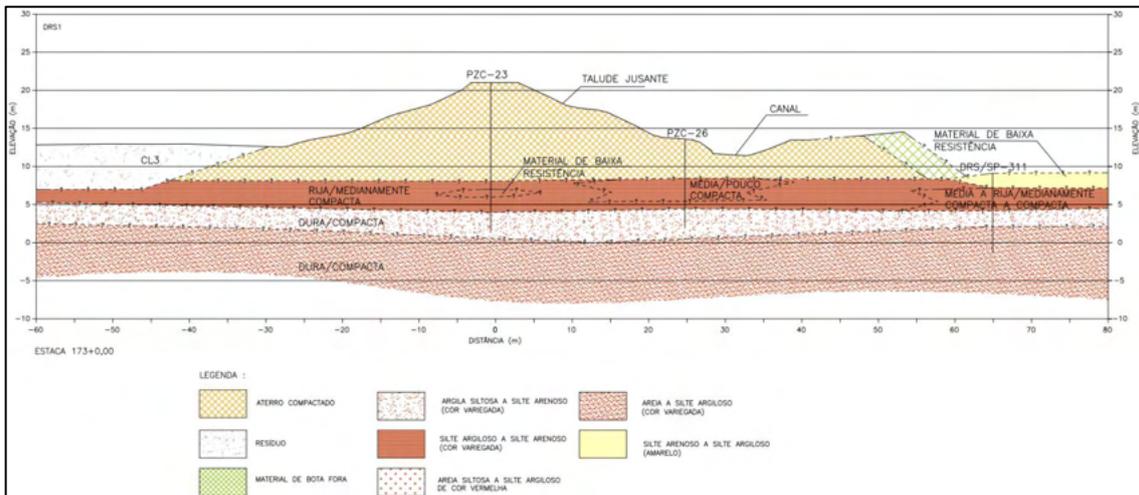
VIABILIDADE DA CONCEPÇÃO PROPOSTA PARA O DRS1


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

5.3 DRENAGEM INTERNA

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

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

5.4 SISTEMA EXTRAVASOR E DRENAGEM SUPERFICIAL

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

		AUDITORIA DE SEGURANÇA
VIABILIDADE DA CONCEPÇÃO PROPOSTA PARA O DRS1		

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

5.5 INSTRUMENTAÇÃO

Conforme indicado no Manual de Operação, elaborado pela PIMENTA DE ÁVILA, em 05/03/21, doc. OM-3540-54-G-1001 R03, o monitoramento geotécnico dos diques do depósito DRS1 é composto por: 21 medidores de nível d'água, 35 piezômetros Casagrande, 127 marcos superficiais e 31 poços de monitoramento. Também é realizada o controle do nível d'água das bacias de controle e do efluente acumulado na CL3, através da leitura de réguas limnimétrica cadastradas junto com o apoio da equipe de topografia, e o registro diário de pluviometria, através de um pluviômetro instalado próximo à BC2.

5.6 FECHAMENTO DO DEPÓSITO DRS1

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

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

VIABILIDADE DA CONCEPÇÃO PROPOSTA PARA O DRS1

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

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

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

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

VIABILIDADE DA CONCEPÇÃO PROPOSTA PARA O DRS1

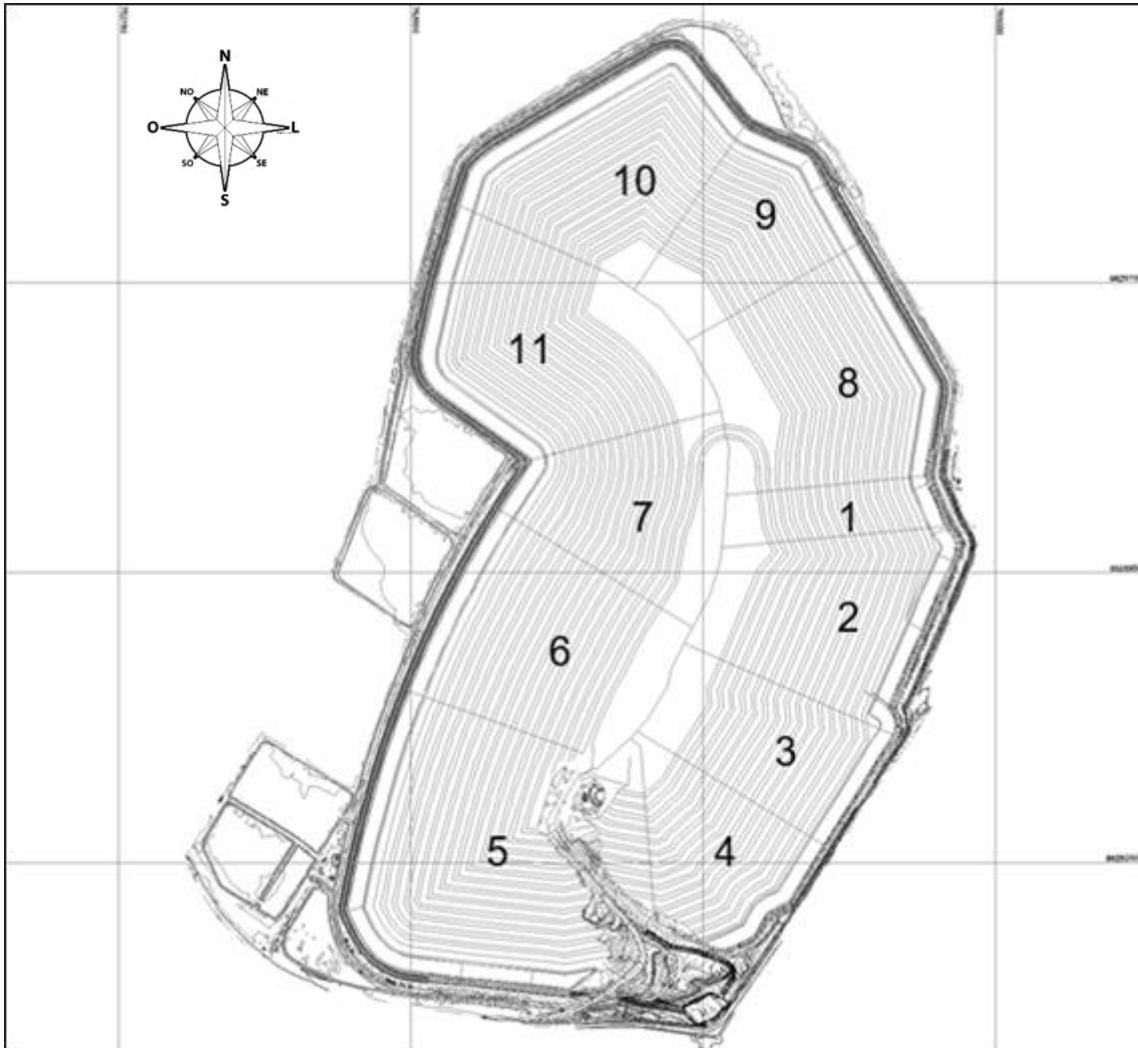


Figura 5.7 – Faixas de reabilitação do DRS1 (Doc. OM-8400-54-G-069 R01)

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



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

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

6. METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO

No início dos trabalhos foram realizadas reuniões com o MP-PA com objetivo de alinhamento sobre o entendimento do escopo das letras do TAC 3.1. Um ofício foi

		AUDITORIA DE SEGURANÇA
VIABILIDADE DA CONCEPÇÃO PROPOSTA PARA O DRS1		

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 F)**, objeto desse relatório, e reproduzida a seguir.

Este relatório se concentra na operação e manutenção das estruturas, ou seja, se as práticas utilizadas estão adequadas tecnicamente e conforme critérios consagrados de engenharia. Portanto, será realizada uma avaliação técnica dos manuais de operação das estruturas, que consiste em um documento elaborado pela empresa projetista para especificar todas as diretrizes técnicas que devem ser observadas e obedecidas para a correta operação, monitoramento, inspeção e manutenção das estruturas do sistema de disposição de resíduos.

Além disso, será avaliado, do ponto de vista de governança, se a empresa executa aquilo que está programado e como são tratados/resolvidos eventuais desvios do ponto de vista corretivo.

Pelo motivo do DRS 1 possuir 02 manuais de operação e serem documentos muito densos em termos de conteúdo, foi realizada uma divisão por itens, considerando os temas mais relevantes que devem ser abordados nessa auditoria. Para cada item é realizado um breve relato relacionado ao manual e na sequência são apresentadas as considerações da FONNTES em relação àquele tema. Nessas considerações são relatados ainda documentos enviados pela HYDRO para fins de registro da execução do que é definido nos manuais.

Os manuais utilizados para a elaboração deste relatório que dizem respeito ao DRS1 foram: O Manual de Operação das células anteriores à CL3 (doc. RT-3540-54-G-873),,

VIABILIDADE DA CONCEPÇÃO PROPOSTA PARA O DRS1

elaborado pela Pimenta de Ávila em 2010; o Manual de Planejamento de Implantação e Operação para reabilitação do DRS1 (doc. OM-8400-54-G-069 R01), elaborado pela LPS em 14/12/18; e o Manual de Operação de Disposição de Resíduos do Filtro Prensa no DRS1 (Doc. OM-3540-54-G-1001 R03), elaborado pela PIMENTA DE AVILA em 05/03/21.

7. DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO

O Depósito DRS1 conta com dois manuais de operação em vigor. O Manual de Operação de Disposição de resíduo de filtro prensa no DRS1, elaborado pela PIMENTA DE ÁVILA em 2021, doc. OM-3540-54-G-1001, contempla a disposição dos resíduos dos filtros prensa no interior da Célula Leste 3 (CL3), para a ocupação da estrutura até a elevação da soleira dos extravasores (El. 17,50 m), não contemplando a fase de reabilitação (*reshape*) do depósito DRS1.

O “Manual de Planejamento de Implantação e Operação” relativo ao Projeto de Reabilitação do DRS1, elaborado pela LPS em 14/12/18, doc. OM-8400-54-G-069 R01, apresenta a reabilitação do DRS1. Essa manual contempla a execução de camada de conformação em aterro com resíduo do filtro prensa, sobre a superfície estabilizada do depósito existente, com vistas à adequação da geometria da estrutura para a condição de fechamento.

7.1 MANUAL DE OPERAÇÃO – DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS NO CL3

O Manual de Operação de Disposição de resíduo de filtro prensa no DRS1, elaborado pela PIMENTA DE ÁVILA em 2021, doc. OM-3540-54-G-1001, contempla a disposição dos resíduos dos filtros prensa no interior da Célula Leste 3 (CL3), para a ocupação da estrutura até a elevação da soleira dos extravasores (El. 17,50 m).

O documento é dividido em 15 itens, listados a seguir:

- 1) Introdução;
- 2) Objetivo esperado do trabalho;

VIABILIDADE DA CONCEPÇÃO PROPOSTA PARA O DRS1

- 3) Estrutura do Manual de Operação;
- 4) Descrição do empreendimento;
- 5) Estrutura organizacional;
- 6) Planejamento de disposição na CL3
- 7) Operação do sistema;
- 8) Gestão de águas superficiais;
- 9) Controles de operação do sistema;
- 10) Controle ambiental;
- 11) Monitoramento ambiental;
- 12) Monitoramento geotécnico;
- 13) Manutenção do sistema;
- 14) Divulgação e treinamento sobre o manual de operação;
- 15) Glossário.

Os principais tópicos apresentados no Manual de Operação de Disposição de Resíduo de Filtro Prensa no DRS1 foram resumidos e avaliados nos subitens do presente relatório. Será apresentado um extrato dos item no manual e na sequência uma análise crítica/comentário em relação a cada tema.

7.1.1 Planejamento de Disposição na CL3

O Manual de Operação de Disposição de resíduo de filtro prensa no DRS1, elaborado pela PIMENTA DE ÁVILA em 2021, doc. OM-3540-54-G-1001, indica que são previstas seis fases para concepção e sequenciamento da disposição de resíduos e preenchimento da CL3, conforme indicado na Figura 7.1.

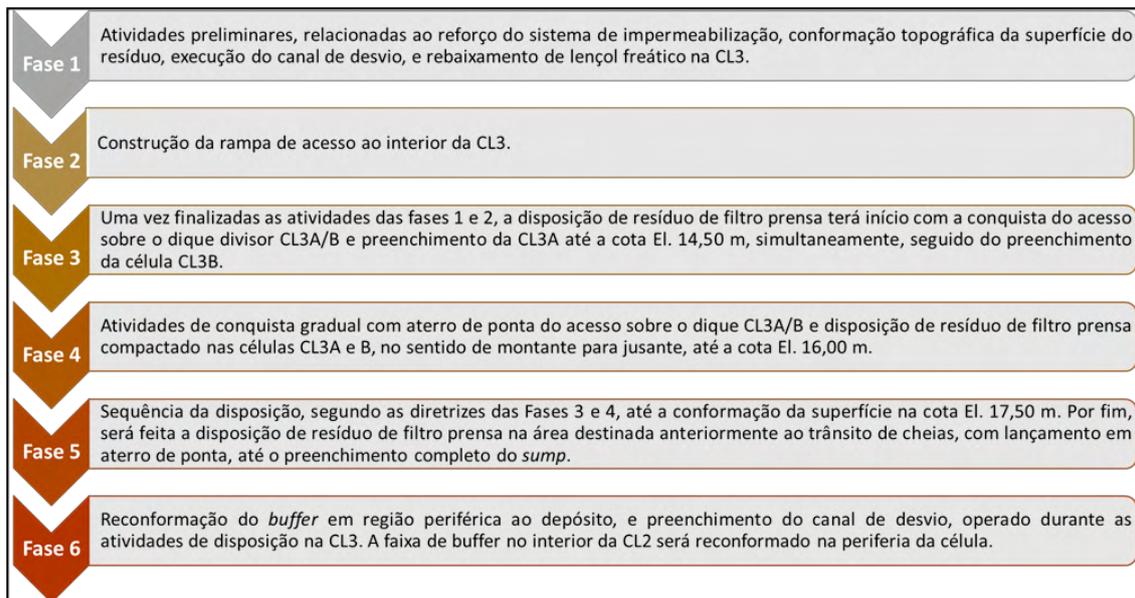


Figura 7.1 – Etapas da disposição de resíduos no DRS1 (PIMENTA DE ÁVILA, 2021)

Fase 1 – Serviços preliminares:

- Instalação de Dupla Camada de Impermeabilização dos taludes de Montante do Dique da CL3 (camada adicional em geomembrana PEAD 1,5 mm, aplicada sobre a geomembrana que cobre o talude de montante da CL3 na região de interferência da rampa de acesso ao interior da CL3);
- Construção do Canal de Desvio da faixa de *buffer* para direcionar o fluxo do escoamento superficial até a CL3 (canal retangular, com largura de 40,0 m e profundidade mínima de 1,0 m);
- Conformação topográfica da superfície de resíduo na região interna à CL2, próxima ao dique divisor CL2/CL3, com declividade superficial de 1,0% ± 0,5% em direção ao canal;
- Execução de Rebaixo no dique divisor da CL2/CL3 de dimensão retangular com 40,0 m de largura e 1,0 m de profundidade, na região delimitada pelo eixo do canal, de modo a permitir a conexão do Canal de Desvio com a CL3;
- Esgotamento do Nível d'água da CL3 no início das atividades de construção de acessos.

		AUDITORIA DE SEGURANÇA
VIABILIDADE DA CONCEPÇÃO PROPOSTA PARA O DRS1		

Fase 2 – Construção da Rampa de Acesso à CL3:

- O resíduo filtrado por filtros prensa será retomado na área de transferência TR3 por carregadeiras e transportado por caminhões basculantes até a plataforma de disposição, localizada próxima ao dique divisor da CL2/CL3;
- Inicialmente, será formada a rampa de acesso (aterro de conquista) junto à plataforma de disposição externa;
- Os caminhões devem bascular o resíduo sobre essa plataforma formando uma pilha de resíduo a uma distância de segurança da borda da plataforma mínima de 5,0 m. Serão separadas em três faixas, com aproximadamente 20,0 m de largura, ao longo de toda a plataforma.
- Os tratores de esteira espalharão o resíduo lançado em direção ao interior da CL3. O espalhamento do material terá como objetivo a formação de um aterro de conquista inicial, segundo o ângulo de repouso do resíduo. Este aterro de conquista deverá apresentar capacidade de suporte suficiente para o tráfego do trator de esteiras. O trator de esteiras deverá transitar sobre a camada depositada, compactando a mesma até a El. 21,00 m;
- Uma vez atingido o limite da capacidade de lançamento de resíduo em uma faixa, o avanço da plataforma será realizado na faixa adjacente;
- O aterro para construção da rampa poderá contar, além do resíduo de filtros prensa, com lançamento de camadas de cinza do processo (ou outro material alternativo, desde que licenciado para disposição no DRS1).

Fase 3 – Preenchimento da CL3 – El. 14,50 m:

- Execução do aterro de conquista sobre o eixo do dique divisor CL3A/B na El. 14,50 m após o rebaixamento do nível d'água da CL3 e execução da rampa de acesso. O aterro de conquista terá crista em cota variável, respeitando a inclinação final da superfície de resíduo igual a 1,0% ± 0,5% em direção aos rápidos, com 15,0 m de largura na faixa destinada ao trânsito de equipamentos;

VIABILIDADE DA CONCEPÇÃO PROPOSTA PARA O DRS1

- Disposição de resíduos na CL3A até El. 14,50 m, com as atividades de lançamento, espalhamento e compactação do resíduo de filtro prensa sendo realizadas a partir do dique/ acesso executado sobre dique divisor CL3A/B com ocupação inicial da CL3A (a montante). A disposição de resíduo de filtro prensa na CL3A deverá seguir no sentido de montante para jusante, conformando a superfície correspondente à etapa El. 14,50 m;
- Disposição de resíduos na CL3B até El. 14,50 m de forma gradual, a partir do acesso sobre o dique CL3A/B, partindo da rampa de acesso interno em direção a oeste (BC5), preservando uma faixa para amortecimento de cheias (sump) junto ao dique da CL3 na porção norte do depósito. As atividades de lançamento, espalhamento e compactação de resíduo iniciarão com a deposição de uma camada de resíduo de filtros prensa sobre o resíduo de filtro tambor depositado na área com 0,70 m de espessura, suficiente que permita o tráfego dos equipamentos de esteira (ver Figura 7.2).

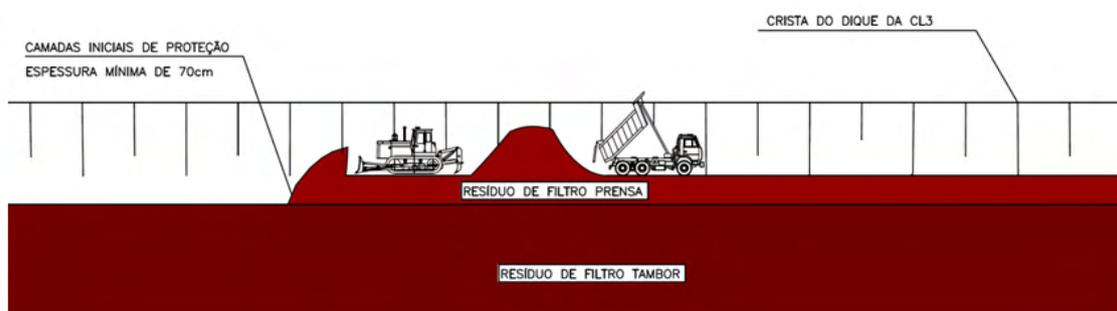


Figura 7.2 – Camada inicial sobre o resíduo de filtro tambor – Metodologia de “Ponta de Aterro” (PIMENTA DE ÁVILA, 2021)

Fase 4 – Preenchimento da CL3 – El. 16,00 m:

- Após finalizada a disposição de resíduos na CL3B até a El. 14,50 m, terão início as atividades de alteamento do dique divisor da CL3A/B, até a cota de coroamento correspondente à etapa El. 16,00 m;
- Preenchimento da CL3A até a El. 16,00 m e, na sequência, preenchimento da CL3B até a El. 16,00 m. Durante o preenchimento da CL3B até a El. 16,00 m será

VIABILIDADE DA CONCEPÇÃO PROPOSTA PARA O DRS1

realizada disposição de resíduos na região do sump, conformando seu fundo até a cota 13,80 m, de modo a garantir o volume mínimo necessário ao amortecimento da cheia de projeto;

- O alteamento será realizado com resíduo de filtro prensa compactado em porções, de modo que a disposição à montante (CL3A) e a jusante (CL3B) sejam realizadas em conjunto;

Fase 5 – Preenchimento da CL3 – El. 17,50 m:

- Execução do alteamento do acesso sobre o dique CL3A/B na El. 17,50 m;
- Preenchimento da CL3A até a El. 17,50 m;
- Preenchimento da CL3B até a El. 17,50 m;
- Preenchimento do sump formado na CL3 B (ver Figura 7.3).

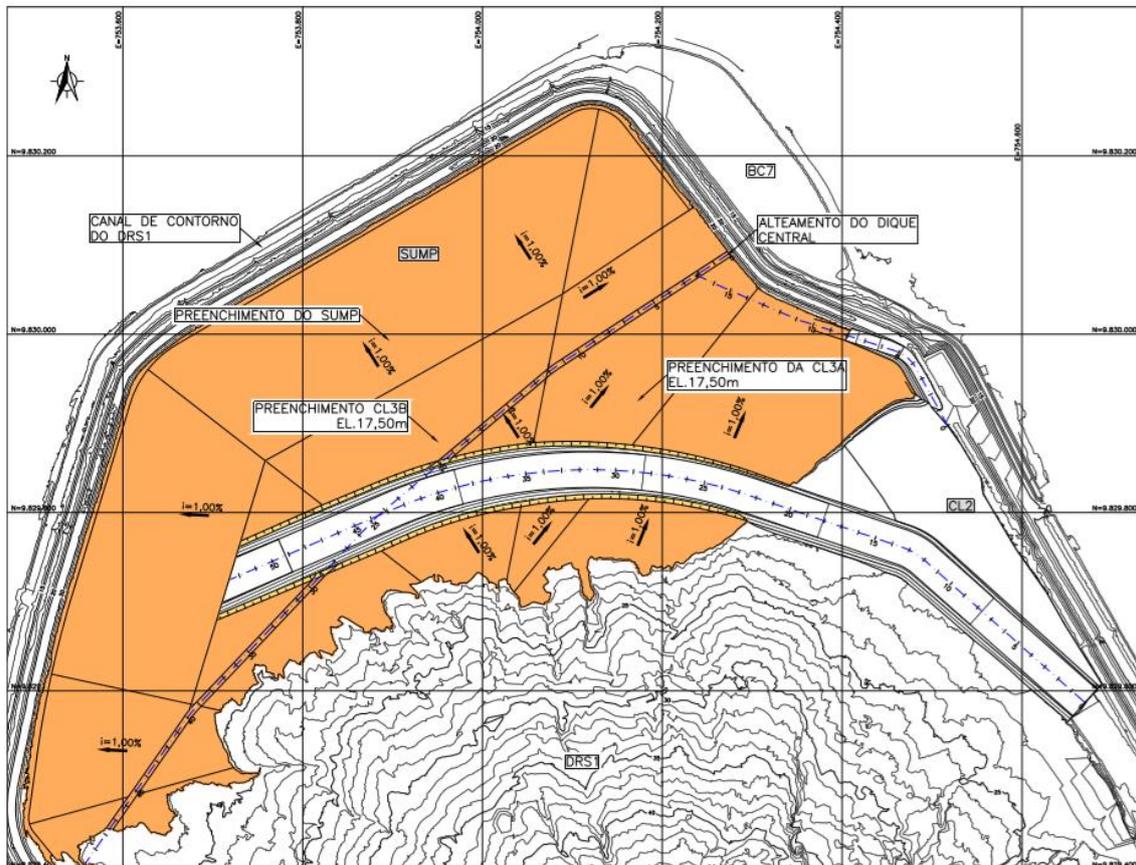
VIABILIDADE DA CONCEPÇÃO PROPOSTA PARA O DRS1


Figura 7.3 – Layout da Fase 5 – preenchimento da CL3 até El. 17,50 m (PIEMNTA DE AVILA, 2021)

Fase 6 – Reconformação do buffer:

- A drenagem da célula CL3 será realizada por gravidade, por meio do direcionamento do escoamento superficial em direção aos rápidos instalados no dique de contorno;
- Reconformação do buffer, mantendo-o próximo aos rápidos ao longo de todo o perímetro da CL3;
- Adequação topográfica no interior da CL2, com a escavação da faixa de buffer próxima ao dique com dimensões 40,0 m de base e 1,0 m de profundidade, formando um canal retangular. A faixa de buffer deverá conectar-se à CL3 pelo rebaixo existente no dique de contorno da CL2/CL3, contornando a rampa de acesso;

		AUDITORIA DE SEGURANÇA
VIABILIDADE DA CONCEPÇÃO PROPOSTA PARA O DRS1		

- Após o reestabelecimento do buffer na região periférica do depósito, será executada a etapa de preenchimento do Canal de Desvio, operado durante as atividades de disposição de resíduo na CL3 A e B.

7.1.1.1 Considerações da FONNTES sobre o Item 7.1.1

De acordo com informações fornecidas pela HYDRO e observações em campo na visita técnica ao Depósito DRS1, no dia 09/02/22, o resíduo que vem sendo disposto no DRS1 foi filtrado pelos Filtros Prensas, ou seja, segue o previsto no manual de operação.

Conforme verificado no Levantamento Topográfico (D1-8600-54-L-2316-R00) e na Ortofoto (RT-8600-54-L-669), executados pela Gonçalves Topografia em 14/01/22, neste momento estava sendo executada a Fase 5 (Preenchimento da CL3 – El. 17,50 m), existindo trechos da célula CL3B abaixo da El. 17,50 m e o sump formado na CL3 B se mantinha presente. Para a conclusão da Fase 5, faz-se necessária a conclusão do preenchimento da CL3B até a El. 17,50 m e do sump formado na CL3 B. A Figura 7.1 ilustra a ortofoto mais recente disponibilizada do DRS1. É possível visualizar as atividades em andamento na CL3, região mais a norte na imagem.



Figura 7.4 – Ortofoto do Depósito DRS1 (RT-8600-54-L-669, GONÇALVES TOPOGRAFIA, 14/01/22)

7.1.2 Estrutura Organizacional

O item 5 do Manual de Operação de Disposição de resíduo de filtro prensa no DRS1 apresenta as responsabilidades e atribuições das equipes designadas para as atividades

		AUDITORIA DE SEGURANÇA
VIABILIDADE DA CONCEPÇÃO PROPOSTA PARA O DRS1		

de operação, monitoramento, manutenção e intervenções necessárias relacionadas à operação do DRS1, em especial à disposição de resíduo de filtro prensa na CL3.

Os profissionais envolvidos na operação do DRS1, especificamente no preenchimento da CL3 por resíduo de filtros prensa, são listados a seguir:

- Gerente Executivo;
- Gerente Sênior;
- Equipe de Consultoria Interna;
- Equipe de Consultoria Externa;
- Gerente de Operações;
- Gerente de Infraestrutura e Geotecnia;
- Supervisor de Retomada;
- Supervisor de Transporte;
- Supervisor de Disposição;
- Equipes de Manutenção e Infraestrutura;
- Equipes de Inspeção e Monitoramento;
- Equipe de Laboratoristas e Auxiliares.

Os profissionais envolvidos na área de Projetos do DRS1 – Resíduos B&A são responsáveis por dar suporte à operação, desenvolvendo e implantando projetos relacionados à disposição de resíduos e assegurando uma operação segura de acordo com as regulamentações brasileiras e padrões da HYDRO.

7.1.2.1 Considerações da FONNTES sobre o Item 7.1.2

Foi solicitado pela FONNTES o envio do organograma da HYDRO, a fim de que fosse avaliado se está aderente a sugestão de organograma apresentado no manual de operação. Na avaliação da FONNTES, a posição ou nome de cada setor no organograma ou estruturação idêntica a proposta não se faz necessário. O importante é que exista formalmente na estrutura da empresa papéis e responsabilidades bem definidos e

VIABILIDADE DA CONCEPÇÃO PROPOSTA PARA O DRS1

estruturados, que sejam suficientes para execução de todas as atividades técnicas necessário para operação adequada do DRS 1.

A HYDRO disponibilizou o cronograma apresentado na Figura 7.5.

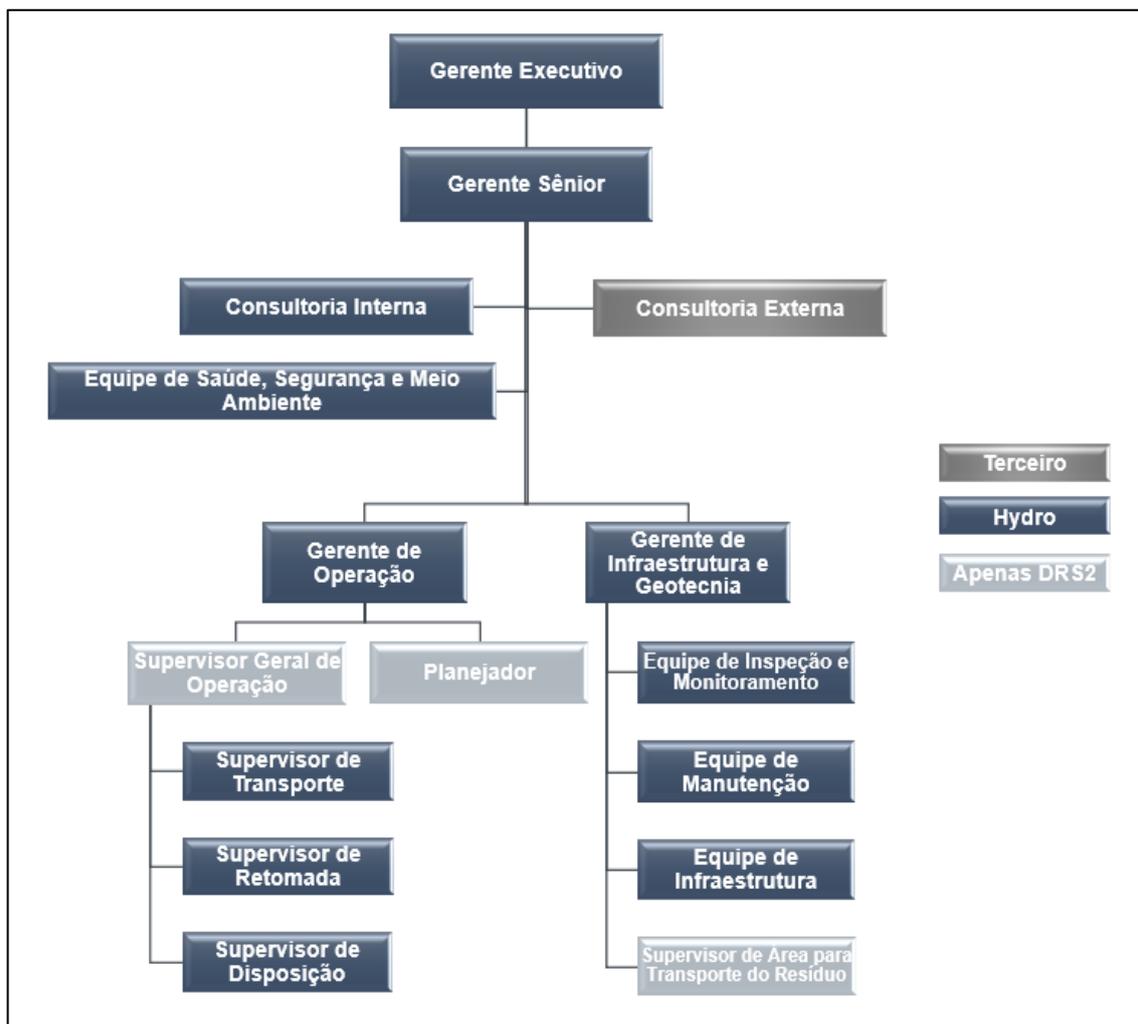


Figura 7.5 – Organograma atual da HYDRO (HYDRO, 26/05/22).

7.1.3 Operação do Sistema

O Manual de Operação de Disposição de resíduo de filtro prensa no DRS1, elaborado pela PIMENTA DE ÁVILA em 2021, doc. OM-3540-54-G-1001, apresenta as especificações da disposição de resíduos na célula CL3.

VIABILIDADE DA CONCEPÇÃO PROPOSTA PARA O DRS1

O documento indica que a disposição de resíduos na CL3 deverá ser feita no sentido de montante à jusante, ou seja, partindo da CL3A em direção à CL3B. Para tanto, serão definidas praças de trabalho com aproximadamente 70,0 m de comprimento por 50,0 m de largura.

Para a execução das camadas iniciais, o documento indica que o lançamento e espalhamento de resíduo seja realizado sobre a superfície de resíduo desaguado por filtros tambor, podendo essa superfície estar saturada. Para a viabilidade do tráfego dos tratores de esteira nessas regiões, deve ser realizada a conquista pelo método de “ponta de aterro”, com espessura mínima de 0,7 m, até a obtenção de uma superfície uniforme.

As camadas devem ser lançadas, espalhadas e compactadas, mantendo-se uma declividade no sentido de montante a jusante igual a 1% ($\pm 0,5\%$), em direção aos rápidos instalados no dique da CL3. Essa declividade tem a finalidade de auxiliar a drenagem das águas pluviais, reduzir a infiltração de água no resíduo e minimizar a ocorrência de poças, ravinas e erosões.

A compactação deverá ser realizada de modo sistemático, ordenado e contínuo, até atingir o grau de compactação mínimo de 90% em relação ao ensaio Proctor Normal. O material deve ser lançado em camadas aproximadamente horizontais (inclinação de $1\% \pm 0,5\%$), com espessura solta máxima de 30 cm.

Destaca-se que de forma a flexibilizar a disposição de resíduos na CL3, é permitida a deposição de resíduos em dias chuvosos com controle menos rigoroso, ou seja, teor de umidade do resíduo elevado e GC desejável de 90% em relação ao ensaio Proctor Normal. Apesar disso, reitera-se a possibilidade de maximização da capacidade de armazenamento da célula caso sejam atingidas melhores condições de compactação evidenciadas por grau de compactação superior a 90%.

VIABILIDADE DA CONCEPÇÃO PROPOSTA PARA O DRS1

Quando for atingido um desnível de cerca de 1 m entre a crista da faixa de compactação mais a montante e a superfície a jusante (em resíduo de filtro tambor ou prensa), o trator deve ser deslocado para iniciar a disposição na próxima faixa, paralelamente ao acesso central (dique divisor da CL3 A/B).

O documento indica que o alteamento do acesso principal, sobre o dique divisor CL3 A/B, está previsto de ser realizado à medida que ocorre o preenchimento do reservatório. Os alteamentos serão realizados com resíduo de filtros prensa, espalhado e compactado por tratores de esteira. Os critérios de controle de compactação a serem adotados são os mesmos especificados para a superfície de resíduo, com GC mínimo de 90% em relação ao Proctor Normal.

A execução do alteamento do acesso principal será realizada concomitantemente à disposição de resíduos, no sentido de montante (CL3A) a jusante (CL3B), de modo que não haja barramento ou restrição do fluxo decorrente do escoamento superficial. Dessa forma, os alteamentos serão executados em camadas de compactação similares às adotadas no reservatório da CL3, ou seja, com espessura solta máxima igual a 30 cm, e desnível máximo aceitável igual a 1,0 m com relação à superfície de resíduo adjacente à faixa de compactação.

7.1.3.1 Considerações da FONNTES sobre o Item 7.1.3

Conforme verificado no Levantamento Topográfico (D1-8600-54-L-2316-R0), executado pela Gonçalves Topografia em 14/01/22, neste momento estava sendo executada a Fase 5 (Preenchimento da CL3 – El. 17,50 m), o preenchimento da CL3 com resíduos desaguados no filtro prensa está sendo realizado de montante para jusante, ou seja, na sequência CL3A, alteamento do acesso principal sobre o dique divisor CL3 A/B e CL3B.

A verificação do lançamento de uma camada inicial de 0,70 m de resíduo desaguado por filtros prensa sobre a superfície de resíduo desaguado por filtros tambor pelo método

VIABILIDADE DA CONCEPÇÃO PROPOSTA PARA O DRS1

“ponta de aterro” para viabilizar o tráfego dos tratores de esteira nessas regiões não pode ser verificada visualmente no dia da visita técnica. No entanto, é evidente e claro que está sendo realizado o preenchimento da CL3 com resíduos desaguados do Filtro Prensa, pois é possível verificar a evolução nas imagens de satélite e na visita técnica foi verificado o fluxo de caminhões carregando os resíduos do filtro prensa em direção ao CL3 no DRS 1, apenas não foi visitado o local da operação naquele dia.

Em 12/04/22, a FONNTES emitiu o Relatório Técnico referente a Letra “G” da TAC 3.1 (doc. FG-2201-NHB-A-BA-RT03-00), o qual abordou a “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”. Para isso, foram avaliados o “Manual de Operação de Disposição de Resíduos do Filtro Prensa no DRS1”, elaborado pela PIMENTA DE ÁVILA, em 05/03/21, doc. OM-3540-54-G-1001 R03, o “Manual de Planejamento de Implantação e Operação relativo ao Projeto de Reabilitação do DRS1”, elaborado pela LPS em 14/12/18, doc. OM-8400-54-G-069 R01, e os Boletins de Controle de Compactação pelo Método de Hilf do DRS1, referentes ao período entre janeiro/2017 e novembro/2021.

Com isso, a FONNTES concluiu que o controle tecnológico de compactação das camadas executadas no DRS1 está adequado. Além disso, observou-se que a equipe técnica da HYDRO dispõe de toda a documentação referente ao controle tecnológico de compactação devidamente arquivado em seu banco de dados. Esse é um aspecto de governança importante e deve ser continuado.

O grau de compactação médio obtido nos ensaios de compactação foi de 98,2% e apenas 1,3% das amostras ensaiadas apresentaram grau de compactação inferior ao valor mínimo de 92% em relação ao ensaio Proctor Normal especificado para as camadas da Reabilitação e 0,6% das amostras ensaiadas apresentaram grau de compactação inferior ao valor mínimo de 90% em relação ao ensaio Proctor Normal especificado para as

		AUDITORIA DE SEGURANÇA
VIABILIDADE DA CONCEPÇÃO PROPOSTA PARA O DRS1		

camadas do setor CL3. Para esses casos de desvio foi possível verificar que ocorreu a identificação e o retrabalho de compactação da camada até se atingir o critério estabelecido.

A média do desvio da umidade foi igual a $w_{ót}+0,5\%$. Apenas 0,1% das amostras ensaiadas apresentaram desvio de umidade abaixo de $w_{ót}-4,0\%$ e 0,2% das amostras apresentaram desvio de umidade acima de $w_{ót}+4,0\%$. No entanto, vale lembrar que não foram definidos limites inferior e superior para o desvio de umidade, pois o “Manual de Planejamento de Implantação e Operação” não considera o teor de umidade determinante no processo de aprovação das camadas, devendo-se adotar umidades que permitam a trabalhabilidade dos materiais e a obtenção dos graus de compactação requeridos.

Por fim, no citado documento, a FONNTES concluiu que os critérios de projeto em relação a compactação, densidade e umidade, têm sido aferidos em campo através de ensaios de controle com objetivo de seguir as diretrizes de projeto. Para o caso do DRS1 as camadas de recobrimento para descaracterização não possuem uma finalidade estrutural determinante para o desempenho da estrutura, diferentemente do DRS2 que possui outro conceito de projeto. Desse modo, está claro tecnicamente porque os critérios de compactação estabelecidos para as duas estruturas são diferentes, principalmente por serem depósitos com conceitos de projeto totalmente distintos.

7.1.4 Gestão de Águas Superficiais

O item 8 do Manual de Operação de Disposição de resíduo de filtro prensa no DRS1 apresenta diretrizes sobre o manejo das águas superficiais. A Figura 7.6 apresenta um esquema ilustrativo dos Fluxos Integrado do Depósito.

VIABILIDADE DA CONCEPÇÃO PROPOSTA PARA O DRS1

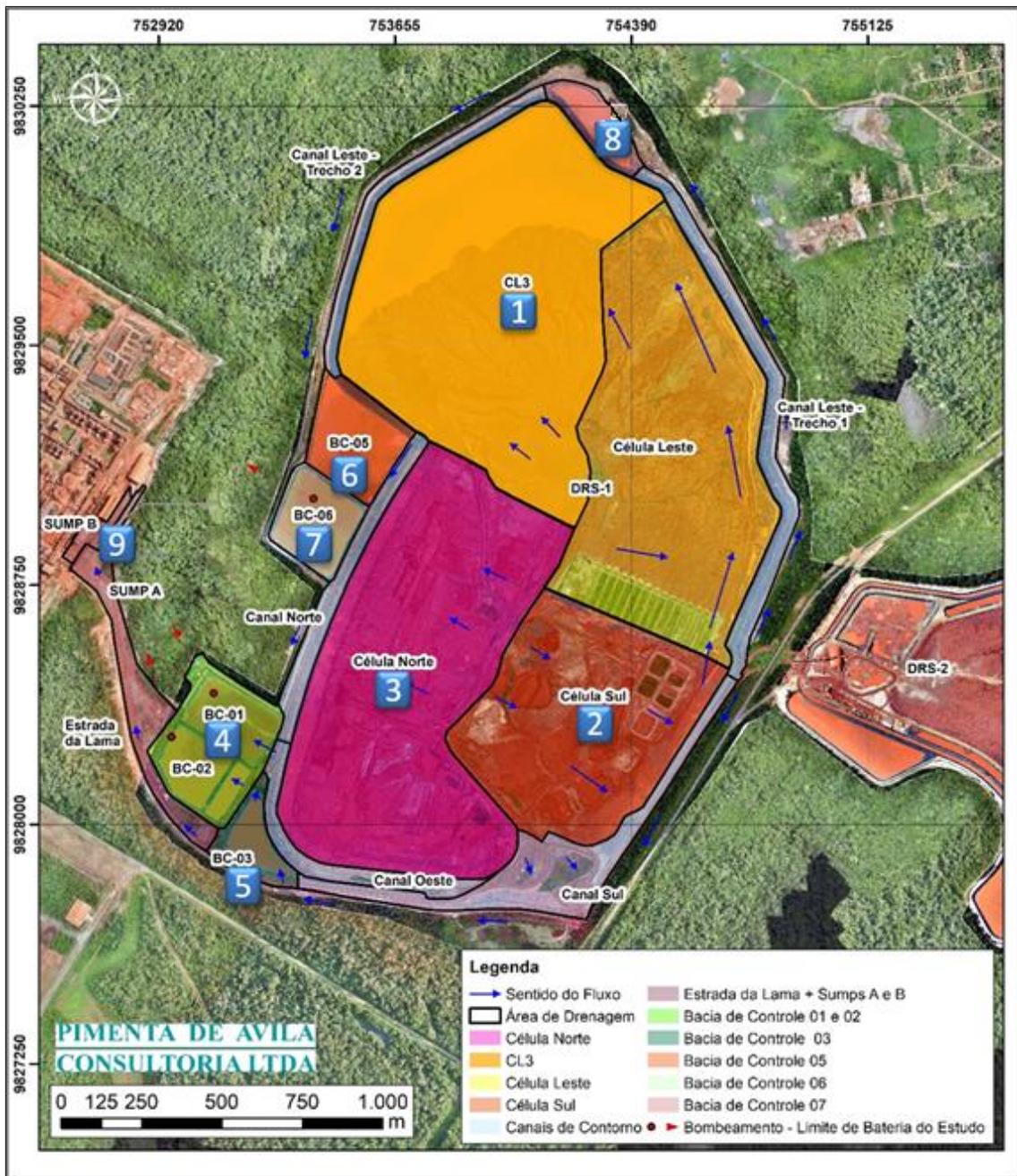


Figura 7.6 - Esquema ilustrativo dos Fluxos Integrado do Depósito (PIMENTA DE ÁVILA, 2021)

A gestão de águas prevista do reservatório da CL3 é realizada por meio de um sistema de bombeamento dimensionado para evitar o alagamento das áreas de deposição de resíduos ao longo do seu enchimento. O sistema de bombeamento é composto por 6 bombas com capacidade individual de bombeamento igual a 850 m³/h, totalizando

VIABILIDADE DA CONCEPÇÃO PROPOSTA PARA O DRS1

5.100 m³/h a capacidade instalada, localizado na região próxima ao reservatório da BC-07. As vazões bombeadas da CL3 são direcionadas para o reservatório da BC-07, de onde escoam por gravidade até a BC-05 por meio do canal leste. O sistema de bombeamento da CL3 deve manter o reservatório seco, portanto, deve entrar em operação quando o nível de água no reservatório estiver acima da elevação mínima da praia de resíduos (sem restrição de altura de sucção), e, ser desligado somente quando o nível de água na CL3 regressar para a elevação mínima da praia de resíduos.

O Manual de operação indica que sejam realizadas inspeções quinzenais com intuito de avaliar o estado geral de conservação das estruturas hidráulicas e checar se existe a possibilidade de falha do sistema de drenagem (obstrução, erosão, assoreamento etc.). Além de realizar a limpeza e o desassoreamento dos canais sempre que forem identificadas obstruções que possam comprometer a segurança hidráulica da estrutura, e/ou canais com altura de assoreamento superior a 30 cm, e ao final da estação seca (até o final do mês de dezembro).

O Manual de operação também indica a manutenção de um volume mínimo disponível para amortecimento de cheias, que corresponde a Faixa de Segurança para o Trânsito de Cheias. Esse volume corresponde ao volume livre existente entre a primeira cota vertente e a cota mais baixa da crista do maciço do reservatório. Tal volume deve ser garantido ao longo de todo o ano e, portanto, a limpeza das respectivas faixas deve ser realizada todas as vezes nas quais se observar que o volume está comprometido devido ao aporte de sedimentos carregados do depósito. Os levantamentos topográficos devem ser realizados com regularidade mensal, podendo ser realizado de forma trimestral na estação seca. Deve-se conferir a situação das faixas previstas para a segurança hidrológica e, caso se observe que existe o comprometimento do volume, é necessário que seja prevista ação de correção.

VIABILIDADE DA CONCEPÇÃO PROPOSTA PARA O DRS1

A manutenção dos reservatórios das bacias de controle consiste na realização de limpeza e desassoreamento sempre que forem identificadas condições que possam comprometer a segurança hidrológica da estrutura (comprometimento do volume útil para o trânsito de cheias) e ao final da estação seca (até o final do mês de dezembro). Deve-se realizar o esvaziamento dos reservatórios antes do período chuvoso. As Bacias de Controle BC01 e BC02 possuem um sistema de bombeamento de capacidade instalada respectivamente de 3.235 e 3265 m³/h em direção à Área 82 e a BC06 um sistema de bombeamento de capacidade total instalada de 3.500 m³/h em direção à Área 82.

A manutenção dos canais de contorno consiste na realização de limpeza e desassoreamento sempre que forem identificadas obstruções que possam comprometer a segurança hidráulica da estrutura, e/ou canais com altura de assoreamento superior a 30 cm, e ao final da estação seca (até o final do mês de dezembro).

O Manual de operação apresenta que a HYDRO utiliza como critério de monitoramento da operação do sistema de bombeamento das bacias de controle, o valor em percentual, definido pela relação entre a altura do nível de água e a altura total de cada reservatório. Conforme indicado na Tabela 7.1, a classificação dos níveis de risco de falha do sistema, foram definidos 3 níveis de controle, associados ao nível de água máximo atingido durante as simulações, em função da existência de uma borda livre remanescente mínima de 0,5 m.

		AUDITORIA DE SEGURANÇA
VIABILIDADE DA CONCEPÇÃO PROPOSTA PARA O DRS1		

Tabela 7.1 – Níveis de risco considerados para a avaliação do sistema (PIMENTA DE ÁVILA, 2021)

NÍVEL	DEFINIÇÃO
VERDE	Ocupação final do reservatório inferior a correspondente a uma altura de 1,5 m em relação a crista
AMARELO	Ocupação final do reservatório correspondente entre 1,5 m e 1,0 m em relação a crista
VERMELHO	Ocupação final do reservatório superior a borda livre mínima de 1,0 m, durante o evento chuvoso (risco de transbordo)

Destaca-se que o manual indica que as bacias de controle não devem operar sob condições que as submetam à categoria vermelha (situação crítica) e o bombeamento das bacias de controle só pode ser paralisado após o fim de um evento chuvoso, quando o nível de água nas bacias de controle regressar à profundidade mínima do reservatório.

7.1.4.1 Considerações da FONNTES sobre o Item 7.1.4

Em 25/04/22, a FONNTES emitiu o Relatório Técnico referente a letra “D” da TAC 3.1 (doc. FG-2201-NHB-A-BA-RT07-00), o qual abordou a “Análise qualitativa dos de instrumentação com vistas a determinação da densidade de drenagem, a fim de aferir o comprometimento das águas superficiais e subterrâneas”. Para isso, foi avaliado o “Relatório Técnico de Avaliação Periódica dos Resultados de Monitoramento da Instrumentação referente a outubro a dezembro/2021”, emitido pela PIMENTA DE ÁVILA em 04/02/22, doc. RT-3540-54-G-581.

Para operação do sistema de bombeamento das bacias de controle, a HYDRO utiliza como critério de monitoramento, o valor em percentual, definido pela relação entre a altura do nível de água e a altura total de cada reservatório.

Conforme indicado na Tabela 7.1, para classificação dos níveis de risco de falha do sistema, foram definidos 3 níveis de controle, associados ao nível de água máximo atingido durante as simulações, em função da existência de uma borda livre remanescente mínima de 0,5 m.

VIABILIDADE DA CONCEPÇÃO PROPOSTA PARA O DRS1

O Relatório de avaliação periódica dos resultados de monitoramento da Instrumentação (PIMENTA DE ÁVILA, 2022), apresenta uma análise do monitoramento do nível das bacias de controle e CL3 entre setembro de 2020 e janeiro de 2022. Os resultados do monitoramento são apresentados na Figura 7.7.

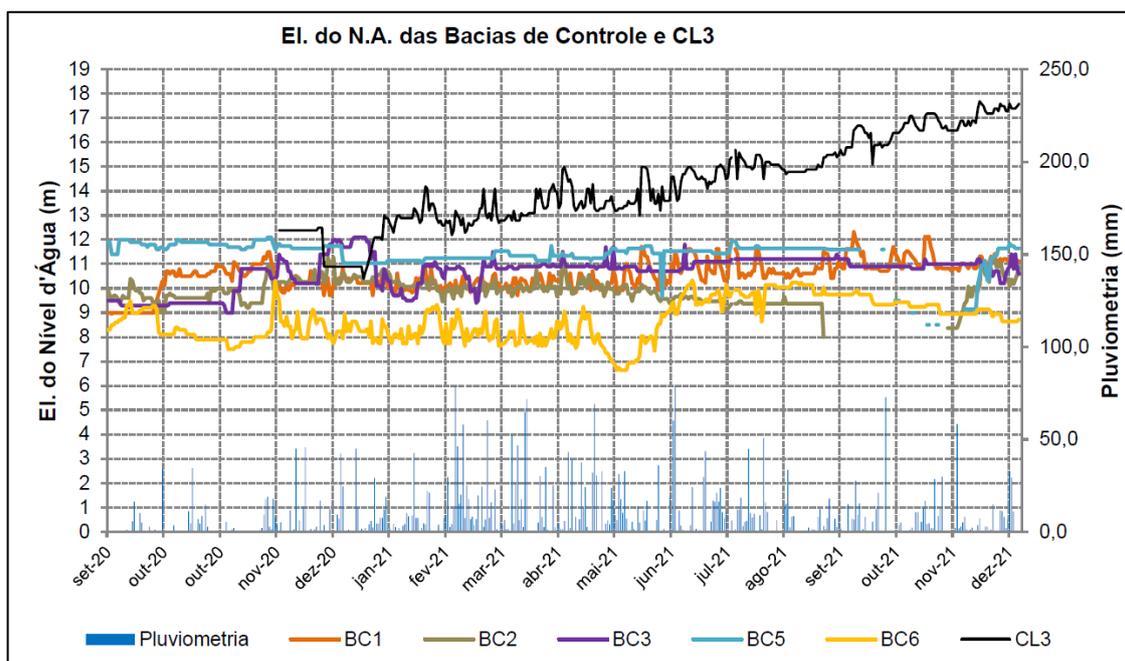


Figura 7.7 – Histórico de leituras do nível das bacias de controle (PIMENTA DE ÁVILA, 2022)

De acordo com os documentos consultados, elaborados pela consultoria PIMENTA DE ÁVILA, houve a manutenção da borda livre de 1,0m mesmo nos dias de maior incidência pluviométrica. Ademais, nota-se o aumento gradual do nível da CL3 nos últimos meses, atingindo a El. 17,60 m na sua leitura mais recente, tendo alcançado a cota da soleira dos rápidos (El. 17,50 m), isto é esperado devido à contínua deposição de resíduos sobre o depósito, mais especificamente na CL3.

No dia da visita técnica foi possível visualizar o sistema de bombeamento do DRS1 (Figura 7.8) da BC 06. Nessa ocasião, mesmo estando a estrutura com o reservatório no nível normal, havia ações para rebaixar mais ainda o nível por medida de segurança (Figura 7.9). Essas ações consistiam na instalação de bombas de menor capacidade, pois

VIABILIDADE DA CONCEPÇÃO PROPOSTA PARA O DRS1

no nível que estava naquele momento o sistema de bombeamento fixo não tinha mais calado operacional.



Figura 7.8 – Sistema de bombeamento na BC-06, visita técnica (09/02/2022).



Figura 7.9 – Ação de rebaixamento do nível do BC 06 em andamento no dia da visita técnica, mesmo estando o reservatório no nível normal (09/02/2022).

7.1.5 Controle de Operação do Sistema

Para o controle das características do Resíduo na pilha de transferência, o documento indica que devem ser realizadas determinações de teor de umidade do resíduo com frequência mínima igual a um ensaio por turno de 8h (04 ensaios/dia). Para realização do ensaio, devem ser coletadas ao menos 03 (três) amostras em diferentes locais da pilha, sendo realizado um ensaio para cada amostra.

O controle de compactação durante as atividades de preenchimento da CL3 tem por objetivo assegurar a obtenção dos parâmetros de resistência, compressibilidade e permeabilidade considerados em projeto, além de considerar a trafegabilidade dos equipamentos envolvidos na disposição. O grau de compactação mínimo indicado no

		AUDITORIA DE SEGURANÇA
VIABILIDADE DA CONCEPÇÃO PROPOSTA PARA O DRS1		

documento é igual a 90% em relação ao ensaio Proctor Normal. A camada deve apresentar espessura solta máxima igual a 0,30 m, controlada pela equipe de topografia por meio de cruzetas devidamente demarcadas e posicionadas na praça de lançamento.

Para liberação da camada nas frentes de compactação está condicionada a realização de pelo menos um ensaio de determinação do grau de compactação pelo Método de Hilf e desvio de umidade por camada, em faixas de aproximadamente 70,0 m de comprimento por 50,0 m de largura.

O controle da superfície de resíduos na faixa reservada ao buffer do reservatório deve ser realizado com o auxílio dos levantamentos topográficos periódicos efetuados do interior do depósito e a partir das inspeções de campo, registradas por meio de Fichas de Inspeção.

7.1.5.1 Considerações da FONNTES sobre o Item 7.1.5

No Relatório Técnico referente a letra “G” da TAC 3.1 (doc. FG-2201-NHB-A-BA-RT03-00), o qual abordou a “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”, foram avaliados os Boletins de Controle de Compactação pelo Método de Hilf disponibilizados pela HYDRO, referentes ao período entre janeiro/2017 e novembro/2021.

Ao total, foram disponibilizados 3.051 ensaios pela HYDRO. Os boletins indicam os trechos de coleta das amostras para a execução do ensaio pelo Método de Hilf, verificando-se a divisão dos trechos em faixas e praças. Este controle permite a liberação da camada nas frentes de compactação, que é condicionada a realização de pelo menos um ensaio de determinação do grau de compactação pelo Método de Hilf e desvio de umidade por camada. Isso indica que o manual de operação está sendo seguido nessa recomendação.

		AUDITORIA DE SEGURANÇA
VIABILIDADE DA CONCEPÇÃO PROPOSTA PARA O DRS1		

7.1.6 Controle Ambiental

O controle ambiental do DRS1 engloba o controle na emissão de efluente, particulados e controle da erosão.

Em relação aos efluentes líquidos gerado a partir da disposição dos resíduos sobre o DRS1, para garantia do não vertimento e tratamento do mesmo, é prevista a manutenção de um volume mínimo de amortecimento e dispositivos conectados a um sistema de encaminhamento do efluente à Estação de tratamento de Efluentes Industriais. O Manual de Operação ressalta que:

“O efluente liberado do resíduo não deve, em nenhuma hipótese, ser lançado diretamente no meio ambiente antes de passar por tratamento e/ou mediante comprovação da sua qualidade.”

Para controle do material particulado, o manual de operação recomenda a contínua aspersão de água com caminhões pipa ou aspersores fixos. Caso necessário também sugere a utilização de polímeros supressores de poeira. Também, é indicado a necessidade de lavagem preventiva dos equipamentos e veículos envolvidos na operação do DRS1. Além disso sugere-se a densificação e manutenção dos cinturões verdes na área de entorno do DRS1, formando uma barreira física para dispersão das partículas em suspensão.

O controle de erosão segundo o manual de operação deve ocorrer sempre que for identificado pelas inspeções visuais focos erosivos no depósito. Nesse caso deve-se providenciar a recomposição imediata das áreas impactadas.

7.1.6.1 Considerações da FONNTES Sobre o Item 7.1.6

As orientações de controle de poluição ambiental estão de acordo com boas práticas da engenharia. O conceito do projeto já foi dimensionado considerando que toda água de

		AUDITORIA DE SEGURANÇA
VIABILIDADE DA CONCEPÇÃO PROPOSTA PARA O DRS1		

contato com os resíduos será bombeada e tratada adequadamente antes de ser devolvida ao meio ambiental.

Em relação ao controle de particulado, cabe destacar que a região onde se está implantado o DRS 1 é caracterizada com um clima tropical, com uma precipitação superior a 2.000mm/ano. O período mais seco é de agosto a novembro, com precipitações variando de 29 a 31mm/mês. Por isso, a própria condição climática da região favorece a um controle natural de particulado. Nos meses mais secos o monitoramento e controle preventivo de combate a particulados é intensificado.

7.1.7 Monitoramento Ambiental

Atualmente a HYDRO conta com uma rede monitoramento visando avaliar as possíveis interferências de suas atividades na qualidade das águas superficiais, subterrâneas, como também na qualidade do ar no entorno do empreendimento.

Conforme o Manual de Operação do DRS1, deve-se monitorar características do resíduo disposto; qualidade do efluente; qualidade das águas superficiais, qualidade da água subterrânea, particulados e qualidade do ar e monitorar os níveis de ruídos.

- Características do resíduo disposto

Em relação às características do resíduo disposto, conforme laudo de caracterização do resíduo elaborado pela GEOKLOCK (documento “SP-P7388-R0519-2018-v1”), os resíduos dispostos sobre o DRS1 são categorizados como Não Perigosos segundo a NBR 10.004/2004.

O Manual de operação ressalta que qualquer alteração na qualidade e especificação das matérias primas no processo, insumos utilizados ou em suas quantidades e até mesmo no desempenho dos equipamentos empregados no processo industrial pode implicar

VIABILIDADE DA CONCEPÇÃO PROPOSTA PARA O DRS1

em novo enquadramento dos resíduos gerados. Dessa forma, deve ocorrer amostragem periódica do resíduo para identificar potenciais alterações na qualidade do resíduo.

Em complementação, a licença de operação N° 10423/2017 indica que podem ser dispostos no DRS1 os seguintes resíduos e quantidades:

“...resíduo de bauxita/areia de processo/crosta de hidrato (7.200.000 t/ano); cinza/carvão fora de especificação (132.000 t/ano); bauxita fora de especificação (8.400 t/ano); alumina fora de especificação (8.400 t/ano); hidrato fora de especificação (6.000 t/ano); tijolo refratário (1.200 t/ano); lodo das ETE’s (2.520 t/ano); lã de rocha (144 t/ano); resíduos de polipropileno: tecido filtrante e colmeia das torres de resfriamento (2.400 t/ano); filtros de manga (48 t/ano); geomembrana de cobertura: polietileno de alta densidade PEAD e bidim (2.400 t/ano); cal/calcário fora de especificação (120 t/ano) e resíduos contaminados com material cáustico ou ácido (8.000 t/ano), bem como as 12 caldeiras, conforme descrição constante no Anexo I, desta licença, nos termos do parecer técnico nº 26726/GEIND/CLA/DILAP/2014, datado de 31/07/2014, e das notas técnicas nº 8487/GEIND/CIND/DLA/SAGRA/2015, e nº 12093/GEIND/CIND/DLA/SAGRA/2017, datadas respectivamente de 15/07/2015; e 03/01/2017.”

- Qualidade do efluente

Conforme manual de operação, nas análises dos efluentes devem ser contemplados os parâmetros de controle de lançamento de efluentes em corpos hídricos contidos na resolução 430/2011 do CONAMA, quais sejam: alcalinidade, pH, coliformes termotolerantes, cor, DBO, DQO, fósforo total, N-Amoniacal total, N-nitrato, N-nitrito, óleo e graxas, sólidos totais dissolvidos, sólidos não filtráveis, sólidos sedimentáveis, temperatura, turbidez, cobre dissolvido, ferro dissolvido, chumbo total, mercúrio, manganês dissolvido, prata total, sódio e alumínio, arsênio total, bário total, boro total,

VIABILIDADE DA CONCEPÇÃO PROPOSTA PARA O DRS1

cádmio total, cianeto total, cianeto livre, cromo hexavalente, cromo trivalente, estanho total, fluoreto, níquel total, selênio total, sulfeto, zinco total, clorofórmio, benzeno, dicloroeteno (somatório de 1,1 + 1,2 cis + 1,2 trans), estireno, etilbenzeno, fenóis totais, tetracloroeteno de carbono, tricloroeteno, tolueno e xileno.

O monitoramento do efluente bruto é realizado nas bacias de controle BC01/ BC02; BC06 e na área 82, ponto 82D-2A. Já o monitoramento do efluente tratado é realizado na Calha Parshal. A localização dos pontos de monitoramento é apresentada na Figura 7.10.

Além disso, conforme Manual de Operação, trimestralmente deve ser apresentado relatório de performance da Estação de tratamento de efluentes industriais.

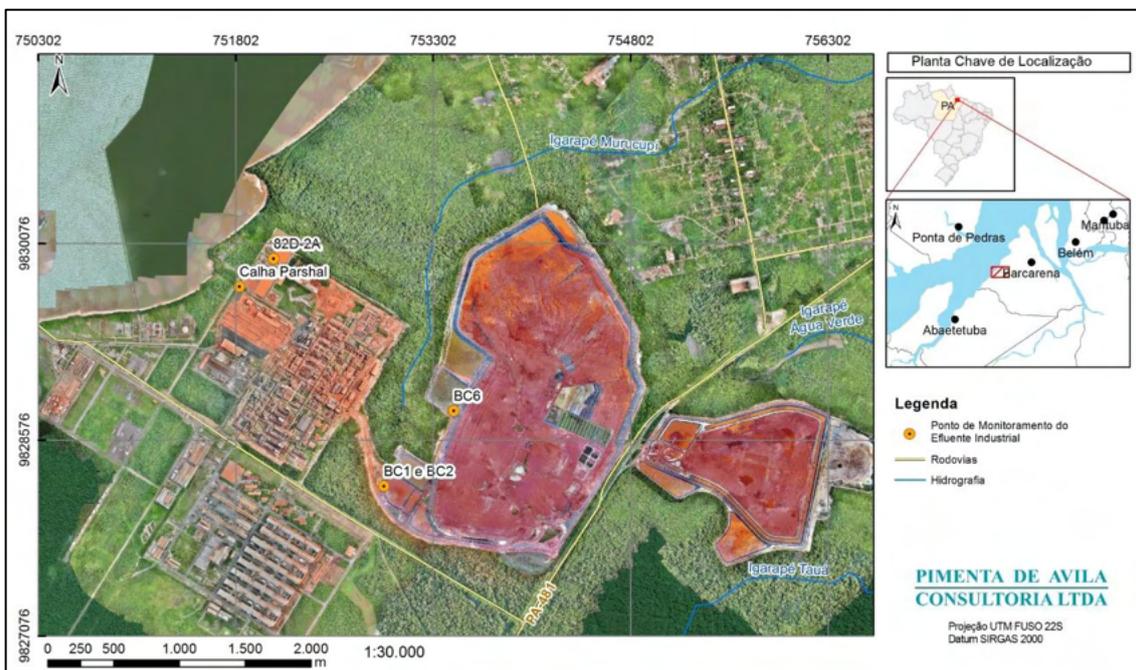


Figura 7.10 – Localização dos pontos de monitoramento de efluente na área no entorno do DRS1

- Qualidade das águas superficiais

VIABILIDADE DA CONCEPÇÃO PROPOSTA PARA O DRS1

Todo o efluente gerado na área do DRS1 é encaminhado para a Estação de Tratamento localizada na área 82. Em seguida é lançado em corpo receptor dentro dos padrões da legislação. A Figura 7.11 apresenta os pontos de monitoramento de águas naturais no entorno do DRS 1.

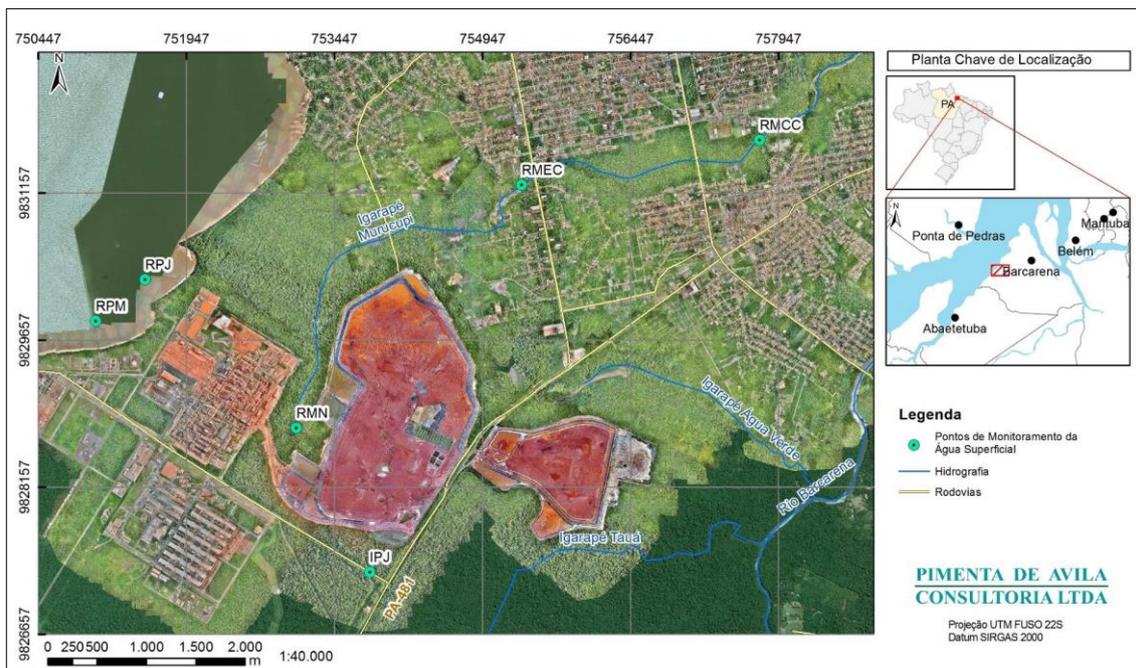


Figura 7.11 – Localização dos pontos de monitoramento da qualidade da água superficial na área no entorno do DRS1

Para a análise da água superficial, devem ser considerados os seguintes parâmetros: alcalinidade, cor verdadeira, pH, coliformes termotolerantes, turbidez, DBO, DQO, oxigênio dissolvido, fósforo total, nitrogênio amoniacal total, N-nitrato, N-nitrito, óleos e graxas, sólidos totais dissolvidos, sólidos não filtráveis, sólidos sedimentáveis, temperatura e turbidez, cobre dissolvido, ferro dissolvido, chumbo total, mercúrio, manganês dissolvido, prata total, sódio e alumínio. Segundo o manual de operação, o monitoramento da qualidade da água superficial ainda deve ser complementado por análises semestrais de amostras coletadas na totalidade dos pontos de monitoramento, contemplando a lista completa de parâmetros apresentada no Art. 15 (classe 2) da Resolução CONAMA 357/2005.

		AUDITORIA DE SEGURANÇA
VIABILIDADE DA CONCEPÇÃO PROPOSTA PARA O DRS1		

Além disso, a coleta deve seguir os procedimentos da ABNT NBR 9897:1987 - Planejamento de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores, e *Standard Methods* (APHA, AWWA, WEF, 2012). Nesse sentido, deve ser realizada a medição de parâmetros em campo no momento da coleta, tais como: pH, condutividade, temperatura, oxigênio dissolvido e potencial redox (Eh). É importante que os equipamentos medidores estejam devidamente calibrados no momento da amostragem.

- Qualidade das águas subterrâneas

Conforme manual de operação, nas análises da qualidade das águas subterrâneas devem ser contemplados os seguintes parâmetros: sólidos totais dissolvidos, nitrato, coliformes termotolerantes, turbidez e medição de nível d'água, contendo relatório fotográfico dos pontos de coleta e mapa de amostragem com pontos georreferenciados. Frisa-se ainda a necessidade de que todas as amostras sejam coletadas no mesmo período e de que as análises sejam realizadas por laboratório acreditado pelo INMETRO, devendo ainda ser apresentada a Anotação de Responsabilidade Técnica do responsável técnico pela coleta e análise das amostras.

Conforme manual de operação, existem 31 poços de monitoramento da água subterrânea, sendo a totalidade empregados para monitoramento qualitativo e quantitativo da água. A localização dos mesmos é apresentada na Figura 7.12.

Ressalta-se que conforme e-mail enviado pela HYDRO para a FONNTES em 21/04/2022, atualmente apenas 06 poços são utilizados para o monitoramento. Segundo justificativa apresentada pela HYDRO, isso se deve ao seguinte fato:

VIABILIDADE DA CONCEPÇÃO PROPOSTA PARA O DRS1

“De acordo com o fluxo freático preferencial, os poços foram alocados de forma a abranger a influência do depósito de forma geral, sendo assim enviado para o respectivo licenciamento ambiental e aprovado pelo órgão licenciador.”

A localização dos 06 poços que atualmente são utilizados para monitoramento é apresentada na Figura 7.13.

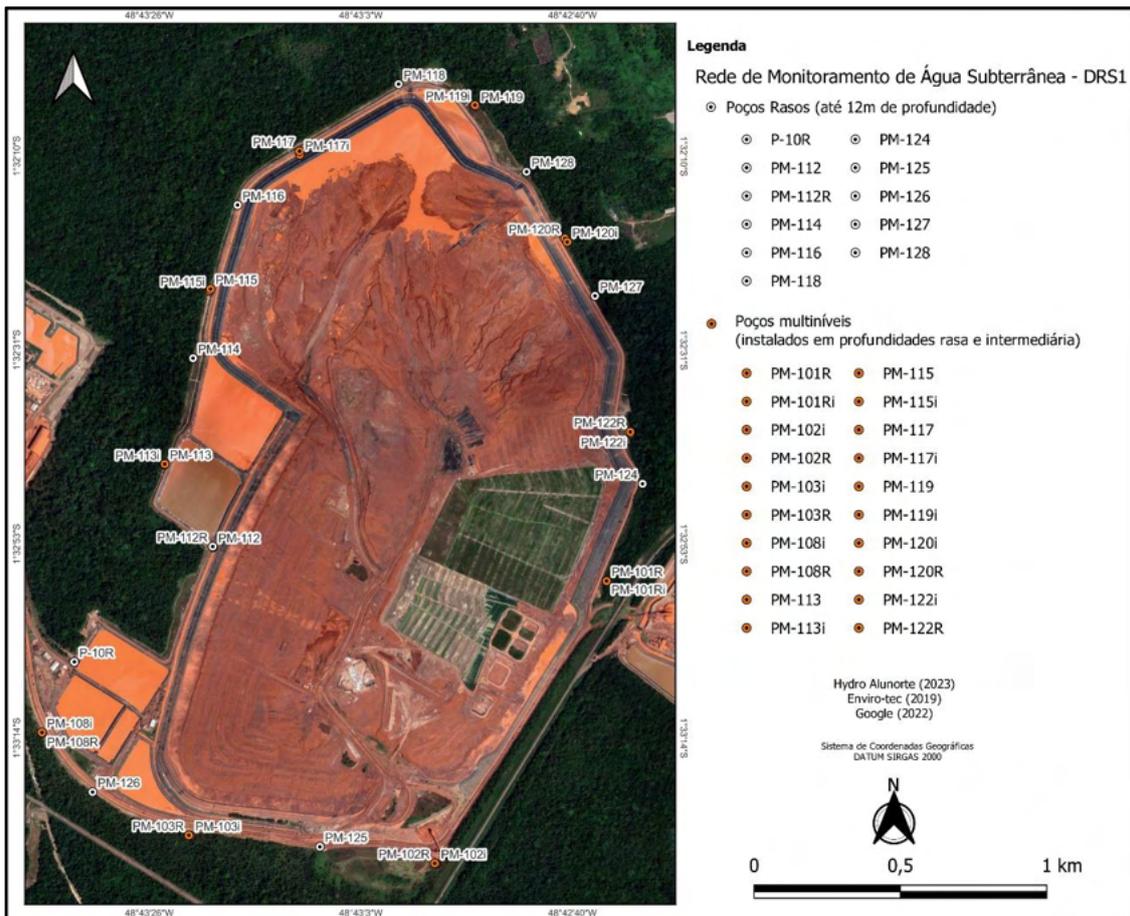


Figura 7.12 – Rede de monitoramento da água subterrânea existente na área no entorno do DRS1



Figura 7.13 – Localização dos poços de monitoramento

- Material particulados e qualidade do ar

De acordo com o Manual de Operação do DRS1, a HYDRO realiza o monitoramento da qualidade do ar na área de influência de sua operação.

Conforme manual de operação do DRS1, a Alunorte em parceria com a ALBRAS possui uma rede de monitoramento contínuo da qualidade do ar, do parâmetro de Partículas Totais em Suspensão - PTS, através de 03 estações fixas na região, sendo uma localizada na Vila dos Cabanos (denominada EM6, ponto a montante da planta industrial, considerando a direção predominante dos ventos) e duas instaladas na Vila do Conde

VIABILIDADE DA CONCEPÇÃO PROPOSTA PARA O DRS1

(denominadas EM1 e EVC - ou EM4 -, a jusante da planta). A Figura 7.14 apresenta a localização dos pontos de monitoramento da qualidade do ar.

Nas três estações são monitoradas as concentrações de Partículas Totais em Suspensão (PTS) a cada 6 dias, e Dióxido de Enxofre (SO₂), a cada hora (documento referência ALN-PRA-10-004-Programa de Gestão Atmosférica). Uma vez realizada a amostragem, o papel-filtro deverá ser retirado do amostrador e enviado para análise laboratorial. Os métodos de ensaio devem seguir as Normas da ABNT e os resultados comparados com os padrões definidos pela Resolução CONAMA nº 491/2018, atentando-se ainda para o Plano de Controle de Emissões Atmosféricas estadual.

Ainda conforme o manual, de acordo com a LO nº 10423/2017, em periodicidade semestral, deve ser apresentado à SEMAS/PA, em planilhas impressas e meio digital, o relatório de automonitoramento das emissões atmosféricas e qualidade do ar.

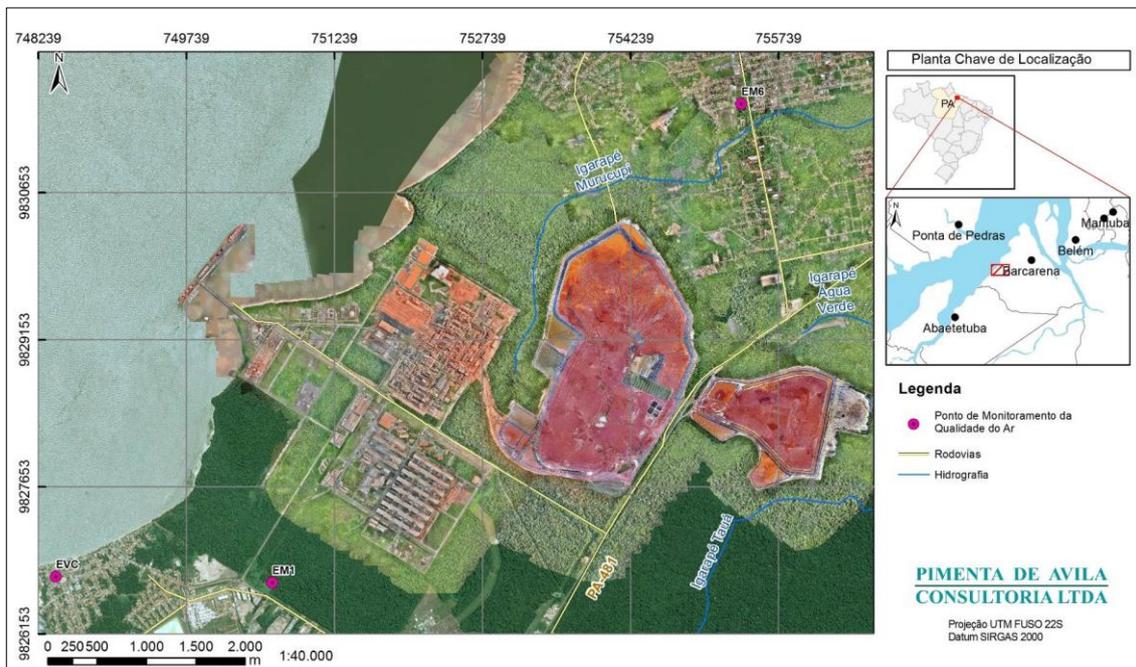


Figura 7.14 – Localização dos pontos de monitoramento da qualidade do ar na área no entorno do DRS1

VIABILIDADE DA CONCEPÇÃO PROPOSTA PARA O DRS1

- Ruídos

Conforme manual de operação do DRS1, as diretrizes para monitoramento de ruídos são definidas no Plano de Monitoramento de Ruídos Ambientais, em atendimento ao Relatório de Informação Ambiental da refinaria, previsto como condicionante na LO Nº 10423/2017.

Ainda segundo o Manual, o monitoramento de ruídos deve ocorrer em atendimento aos requisitos legais e normativos: Resolução CONAMA Nº 001/1990, que dispõe sobre os critérios de padrões de emissão de ruídos de atividades industriais, dentre outras; Norma Técnica ABNT NBR: 10151:2019, Versão corrigida em 2020 – “Medição e avaliação de níveis de pressão sonora em áreas habitadas - Aplicação de uso geral”; Norma Técnica ABNT NBR 10152:2017, Versão corrigida em 2020 – “Níveis de pressão sonora em ambientes internos a edificações”.

7.1.7.1 Considerações da FONNTES sobre o Item 7.1.7

- Características do resíduo disposto

Em relação às características do resíduo disposto, entende-se como adequadas as práticas de amostragem periódica para categorização dos resíduos. Prática suficiente para prever e adequar quaisquer mudanças identificadas nas características do mesmo ao longo do tempo.

Assim como é realizado com o monitoramento de particulado e qualidade do ar, recomenda-se que seja apresentado ao órgão ambiental fiscalizador a amostragem periódica dos resíduos, ou justificativas para a sua não necessidade de amostragem, favorecendo transparência do processo para com a sociedade.

- Qualidade do efluente;

Em relação a qualidade do efluente, os pontos de monitoramento estão adequados para identificar se está ocorrendo produção de efluentes com características distintas das

		AUDITORIA DE SEGURANÇA
VIABILIDADE DA CONCEPÇÃO PROPOSTA PARA O DRS1		

quais foram previstas, bem como identificar se os padrões de lançamento da ETEI estão dentro do previsto.

Além disso, conforme Licença de Operação vigente (LO nº 10423/2017 – SEMAS/PA), o relatório de performance da ETEI é elaborado e encaminhado trimestralmente aos órgãos fiscalizadores.

- Qualidade das águas superficiais

No que diz respeito às águas superficiais, é salutar o monitoramento das águas no corpo receptor, a montante e a jusante do depósito de resíduos. Isso garante que quaisquer anormalidades provocadas pelo lançamento de águas superficiais sobre os corpos hídricos sejam prontamente identificadas.

Assim como é realizado com o monitoramento de particulado e qualidade do ar, estes dados são encaminhados periodicamente aos órgãos fiscalizadores para fins de cumprimento da Licença de Operação vigente (LO nº 10423/2017 – SEMAS/PA).

- Qualidade da água subterrânea

Em relação ao monitoramento das águas subterrâneas, conforme relatório FG-2201-NHB-A-BA-RT07, a FONNTES entende que a localização e quantidade de poços está adequada para a finalidade de monitoramento da qualidade. Entretanto, caso sejam identificados valores atípicos em alguns dos poços, a malha de monitoramento poderá ser complementada.

Além disso, para as águas subterrâneas, recomenda-se monitorar também os parâmetros da lista completa do art. 34 da resolução CONAMA 396/2008 com frequência trimestral, tal como está sendo realizado com os poços de monitoramento adjacentes ao DRS2, conforme indicado pelo documento “Resultados Hydro Alunorte 2021 a 2022 DRS2”. Recomenda-se também que assim como ocorre a avaliação

VIABILIDADE DA CONCEPÇÃO PROPOSTA PARA O DRS1

periódica dos resultados de monitoramento da Instrumentação trimestralmente, seja realizada avaliação por especialistas internos ou externos dos parâmetros de qualidade das águas subterrâneas, para detectar possíveis anomalias, com periodicidade a ser acordada entre órgãos fiscalizadores, HYDRO e projetistas.

- Particulados e qualidade do ar

No que diz respeito à poluição por particulados e qualidade do ar, é uma prática adequada monitoramento fixo (chaminés) e difuso (qualidade do ar) pelas indústrias, assim como é realizado pela HYDRO. O procedimento também se mostra adequado uma vez que ocorre o monitoramento da qualidade do ar, a montante e a jusante no sentido predominante da direção dos ventos.

- Ruídos

Em relação a emissão de ruídos, as normas vigentes para atendimento são ações rotineiras em ambiente industrial. Estes dados são encaminhados periodicamente aos órgãos fiscalizadores para fins de cumprimento da Licença de Operação vigente (LO nº 10423/2017 – SEMAS/PA).

7.1.8 Monitoramento Geotécnico – Avaliação da Instrumentação

O monitoramento geotécnico engloba a análise crítica das leituras da instrumentação instalada, a realização de inspeções periódicas de segurança (inspeções visuais) e a execução de ensaios geotécnicos de campo e laboratório.

O Plano de monitoramento indica que as leituras dos instrumentos devem ser realizadas por equipe especializada, em condições normais de operação, com as seguintes periodicidades mínimas:

- Nível das Bacias e da CL3 – Diária;
- Medidores de vazão e volume de bombeamento da CL3 – Diária;
- Medidores de Nível D'água e Piezômetros Casagrande – Semanal;

VIABILIDADE DA CONCEPÇÃO PROPOSTA PARA O DRS1

- Marcos Topográficos Superficiais – Mensal.

Além disso, se algum instrumento apresentar leituras anômalas, deve-se intensificar a frequência de leituras deste instrumento e as inspeções no local, até que seja identificado o motivo pelo qual ocorreram as leituras discrepantes, voltando à frequência regular após sua normalização.

O documento indica que as leituras dos instrumentos devem ser registradas e armazenadas em cópia digital. Os dados obtidos a partir da instrumentação instalada no depósito deverão ser interpretados e analisados por engenheiro geotécnico, tão logo de sua obtenção, sendo posteriormente registradas em relatórios específicos.

Os instrumentos de monitoramento do Depósito DRS1 são apresentados no item 5.5 (Instrumentação).

O Manual de Operação apresenta uma síntese dos procedimentos para realização das leituras dos marcos superficiais, medidores de nível d'água e piezômetros Casagrande. Além de indicar as diretrizes para realizar o cadastro e armazenamento das leituras e a análise e apresentação das leituras.

O documento orienta que os resultados das leituras dos instrumentos devidamente processados e representados em tabelas e gráficos, bem como dos fatores que influenciam diretamente essas leituras, como pluviometria e nível das bacias, devem ser periodicamente compiladas em um relatório de monitoramento do sistema. A periodicidade mínima indicada pela PIMENTA DE ÁVILA para elaboração desse relatório é de três meses (trimestral).

O monitoramento geotécnico também inclui as inspeções visuais, essenciais para avaliação da condição da estrutura em relação à sua segurança. Conforme indicado no

VIABILIDADE DA CONCEPÇÃO PROPOSTA PARA O DRS1

Manual e Operação, as equipes responsáveis pelas inspeções visuais, compostas por operadores e profissionais de apoio operacional, deverão conter ao menos um funcionário pertencente ao corpo técnico da Alunorte, com qualificação comprovada para execução/supervisão das atividades exercidas, sob supervisão do Coordenador de Monitoramento.

7.1.8.1 Considerações da FONNTES sobre o Item 7.1.8

A PIMENTA DE ÁVILA elabora trimestralmente o Relatório Técnico de Avaliação Periódica dos Resultados de Monitoramento da Instrumentação, no qual apresenta a interpretação das leituras dos instrumentos de monitoramento do dique periférico do DRS1, além das leituras das bacias de contorno e dos poços de monitoramento localizados no entorno do DRS1. Conforme informado no Relatório Técnico de Avaliação Periódica dos Resultados de Monitoramento da Instrumentação referente a outubro a dezembro/2021, doc. RT-3540-54-G-581, as leituras dos instrumentos de monitoramento do dique são realizadas com a periodicidade mínima:

- Diária – nível das bacias e da CL3, medidores de vazão e volume de bombeamento da CL3;
- Semanal – medidores de nível d'água e piezômetros Casagrande;
- Mensal – marcos superficiais;

A FONNTES entende que a frequência de medição dos instrumentos de monitoramento é adequada para situações normais e está de acordo com as recomendações da PIMENTA DE ÁVILA, indicando que as mesmas deverão ser intensificadas ao se identificar anomalias.

A prática de governança em submeter os dados de instrumentação ao crivo de uma consultoria externa é extremamente relevante e constitui uma boa prática de engenharia, saudável para a operação e monitoramento, pois permite que uma empresa

VIABILIDADE DA CONCEPÇÃO PROPOSTA PARA O DRS1

externa ao ambiente operacional avalie o desempenho da estrutura e realize recomendações de melhorias.

7.1.9 Monitoramento Geotécnico – Inspeção Visual

Além das inspeções de rotina, o Manual de Operação orienta que devem ser programadas inspeções periódicas executadas por equipe externa ao quadro de funcionários da Alunorte, pelo menos uma vez por ano, por técnicos especialistas em projetos e operação de sistemas de resíduos.

O documento indica que as inspeções devem abranger todas as estruturas do sistema de disposição de resíduos e, na ocorrência de quaisquer das seguintes anomalias, a não conformidade deve ser devidamente registrada e informada ao Engenheiro de Monitoramento. Destaca-se que devido à presença da geomembrana, sempre que ocorrerem dúvidas na avaliação em algum ponto da inspeção (nos taludes de jusante, crista e berma), o maciço deve ser exposto para avaliação, com a remoção da geomembrana, seguida de seu reparo.

O Manual de Operação detalha os principais aspectos a serem observados em cada um dos componentes do Depósito DRS1 durante às inspeções visuais. Além disso, indica a periodicidade das inspeções que devem ser realizadas no Depósito DRS1, divididas em:

- Rotineira – realizada diariamente pela equipe de operação e manutenção;
- Regular de Rotina – realizada quinzenalmente pela equipe técnica de geotecnia;
- Regular assistida – realizada sob demanda pelo Engenheiro Geotécnico (Projetista) acompanhado da equipe técnica da HYDRO;
- Regular – realizada semestralmente pelo Engenheiro Geotécnico da Empresa da Consultoria ou do quadro próprio, conforme determina a legislação vigente;
- Inspeção Especial – realizada quando detectada alguma situação extraordinária ou anomalia que comprometa o Estado de Conservação do depósito, por equipe

VIABILIDADE DA CONCEPÇÃO PROPOSTA PARA O DRS1

composta de profissionais integrantes do quadro de pessoal e/ou especialistas das diversas áreas relativas à emergência em curso.

7.1.9.1 Considerações da FONNTES sobre o Item 7.1.9

Conforme observado em campo durante a visita técnica realizada pela FONNTES no Depósito DRS1, no dia 09/02/22, e informações disponibilizadas pela equipe técnica da HYDRO, a equipe de operação e manutenção é responsável por realizar as inspeções rotineiras nos depósitos DRS1 e DRS2. Nestas inspeções, a equipe caminha diariamente pelos diques dos depósitos para verificação da existência de anomalias nas estruturas. Há um programa interno no setor de segurança da HYDRO, chamado “Ver e Agir”. Esse programa tem por objetivo resolver quaisquer pequenos problemas, e é aplicado também nos depósitos de resíduos.

A HYDRO disponibilizou as Fichas de Inspeção Regular (FIR) preenchidas entre janeiro e abril de 2022. Estas fichas são referentes às inspeções regulares de rotina, realizadas quinzenalmente pela equipe técnica de geotecnia da HYDRO.

Os itens avaliados na inspeção regular de rotina são listados a seguir:

- Depósito;
- Buffer;
- Dique de Contorno;
- Extravasores (rápido);
- Canal de Contorno;
- Bacias de Controle; e
- Gerais.

A Ficha de Inspeção Regular (FIR) preenchida no dia 29/04/2022 é apresentada na Figura 7.15 a título de ilustração de como é o processo. Verifica-se na ficha que a única anomalia relatada é relacionada à dano na geomembrana do Dique de Contorno.

		AUDITORIA DE SEGURANÇA
VIABILIDADE DA CONCEPÇÃO PROPOSTA PARA O DRS1		

Além da FIR, a HYDRO apresenta fotos e observações adicionais, o Quadro de Estado de Conservação da Resolução nº 143 do Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos (CNRH) (ver Figura 7.16) e a Ficha de Inspeção de Rotina proposta pela SEMAS/SPA nº de 2018.

VIABILIDADE DA CONCEPÇÃO PROPOSTA PARA O DRS1

ESTADO DE CONSERVAÇÃO - EC (CNRH 143 / 2020)			
Confiabilidade das Estruturas Extravasoras (d)	Percolação (e)	Deformações e Recalques (f)	Deterioração dos Taludes / Paramentos (g)
Estruturas civis bem mantidas e em operação normal /barragem sem necessidade de estruturas extravasoras (0)	Percolação totalmente controlada pelo sistema de drenagem (0)	Não existem deformações e recalques com potencial de comprometimento da segurança da estrutura (0)	Não existe deterioração de taludes e paramentos (0)
Estruturas com problemas identificados e medidas corretivas em implantação (3)	Umidade ou surgência nas áreas de jusante, paramentos, taludes e ombreiras estáveis e monitorados (3)	Existência de trincas e abatimentos com medidas corretivas em implantação (2)	Falhas na proteção dos taludes e paramentos, presença de vegetação arbustiva (2)
Estruturas com problemas identificados e sem implantação das medidas corretivas necessárias (6)	Umidade ou surgência nas áreas de jusante, paramentos, taludes ou ombreiras sem implantação das medidas corretivas necessárias (6)	Existência de trincas e abatimentos sem implantação das medidas corretivas necessárias (6)	Erosões superficiais, ferrugem exposta, presença de vegetação arbórea, sem implantação das medidas corretivas necessárias (6)
Estruturas com problemas identificados, com redução de capacidade vertente e sem medidas corretivas (10)	Surgência nas áreas de jusante com carreamento de material ou com vazão crescente ou infiltração do material contido, com potencial de comprometimento da segurança da estrutura (10)	Existência de trincas, abatimentos ou escorregamentos, com potencial de comprometimento da segurança da estrutura (10)	Depressões acentuadas nos taludes, escorregamentos, sulcos profundos de erosão, com potencial de comprometimento da segurança da estrutura (10)
Indique abaixo a Pontuação para cada coluna			
3	0	0	0

Fotos e observações adicionais

<p>Foto1 – Geomembrana danificada no talude a montante do dique leste próximo ao MS 42 na estaca 267. Item 3.a</p>	<p>Foto2 – S Geomembrana danificada na crista da CL3 próximo ao MS 32N na estaca 198. Item 3.a</p>
--	--

Manutenções sendo realizadas

<p>- Foi realizado o preenchimento da trinca N° 14 mapeada na berm do dique Oeste na estaca 06</p>	<p>- Inspeções no maciço do dique oeste entre a estaca 5 e 8, talude jusante.</p>
<p>- Foi realizado o preenchimento da trinca N 14 mapeada na berm do dique Oeste na estaca 06</p>	<p>- Realizado retirada do Stop log de concreto travado na comporta da BC1 para BC2 registrado na inspeção do dia 14/04/22</p>

Figura 7.16 – Quadro de Estado de Conservação e fotos da inspeção regular de 29/04/22 (HYDRO, 2022)

		AUDITORIA DE SEGURANÇA
VIABILIDADE DA CONCEPÇÃO PROPOSTA PARA O DRS1		

O preenchimento do quadro de Estado de Conservação resultou em um somatório de 03 pontos, relativos à confiabilidade das estruturas extravasoras (Estruturas com problemas identificados e medidas corretivas em implantação).

Também foram disponibilizados à FONNTES, os Relatórios de Inspeção de Segurança Regular (RISR) relativos ao primeiro e segundo ciclo de 2021, elaborados pela GEOCONSULTORIA (doc. RT-469137-54-G-0001 e RT-469137-54-G-0003). Estes relatórios apresentam a inspeção regular realizada semestralmente pelo Engenheiro Geotécnico da Empresa de Consultoria Contratada. A inspeção regular do 1º ciclo de 2021 resultou na pontuação 03 no quadro de Estado de Conservação, relativo à confiabilidade das estruturas extravasoras (Estruturas com problemas identificados e medidas corretivas em implantação). Já a inspeção regular do 2º ciclo de 2021 resultou na pontuação zero no quadro de Estado de Conservação, ou seja, sem identificação de anomalias.

Por fim, conclui-se que as recomendações de inspeção contidas no manual de operação são seguidas pela HYDRO.

7.1.10 Manutenção do Sistema

Conforme apresentado no Manual de Operação, os serviços de manutenção têm por finalidade identificar, descrever, avaliar e programar ações preventivas quando identificados eventos que possam gerar falhas para as estruturas do sistema e são definidos a partir de observações constatadas em inspeções, da rotina operacional ou de auditorias realizadas por empresas contratadas. Tais ações de manutenção devem ter os responsáveis identificados, supervisionados pelo Gerente de Infraestrutura, de modo que todos os envolvidos tenham conhecimento pleno deste manual de operação.

O documento indica que sejam registradas em relatórios mensais todas as ações de manutenção realizadas no sistema, de modo a acompanhar o desempenho das estruturas do sistema ao longo do tempo. Estes registros incluem os diários de manutenção, histórico do serviço executado, data, custo, tempo gasto, fotos, motivação da manutenção e observações gerais.

7.1.10.1 Considerações da FONNTES sobre o Item 7.1.10

Além de apresentar os registros fotográficos das manutenções nos documentos das Fichas de Inspeção Regular, como pôde ser observado na Figura 7.16, a equipe técnica da HYDRO preenche o Plano de Ação Geral (PAG) do DRS1.

O PAG indica a data de identificação da anomalia, a sua descrição, as ações e recomendações, o local, o responsável pela inspeção, a data de execução prevista, o status, a data em que a ação foi executada, fotos de antes e depois e comentários adicionais.

Conforme indicado na Figura 7.17, foram registradas 57 anomalias no DRS1 desde 19/02/2021, das quais a manutenção de 48 anomalias foi finalizada, de 07 anomalias está em andamento e de 02 anomalias não foi iniciada.

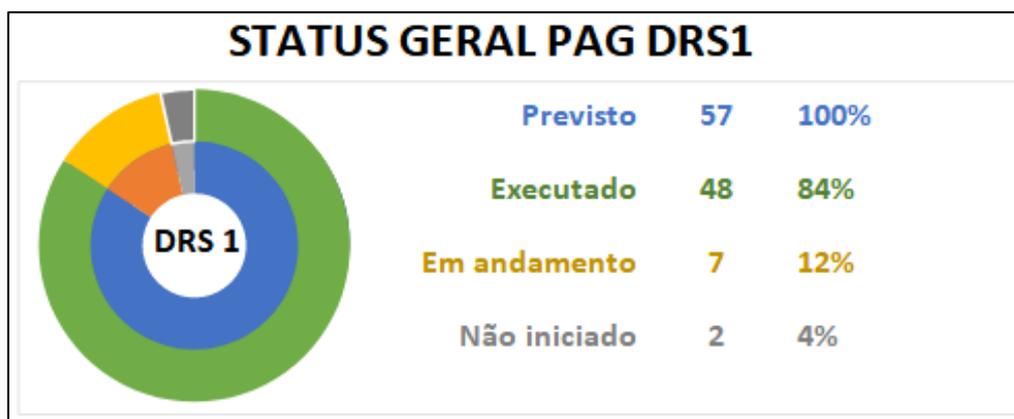


Figura 7.17 – Status Geral do Plano de Ação Geral do DRS1 (HYDRO, 2022)

		AUDITORIA DE SEGURANÇA
VIABILIDADE DA CONCEPÇÃO PROPOSTA PARA O DRS1		

O registro e acompanhamento das anomalias e de suas manutenções realizado pela HYDRO se mostra adequada para assegurar a formação de histórico das ações previamente executadas no Depósito DRS1. A FONNTES recomenda que esse controle seja mantido e reforçado, especialmente o registro do antes e depois, para que o histórico da estrutura seja sempre preservado.

7.2 MANUAL DE OPERAÇÃO – REABILITAÇÃO DO DRS1

O “Manual de Planejamento de Implantação e Operação” relativo ao Projeto de Reabilitação do DRS1, elaborado pela LPS em 14/12/18, doc. OM-8400-54-G-069 R01, apresenta a reabilitação do DRS1, contempla a execução de camada de conformação em aterro com resíduo do filtro prensa, sobre a superfície estabilizada do depósito existente, com vistas à adequação da geometria da estrutura para a condição de fechamento.

O documento é dividido em 11 itens, listados a seguir:

- 1) Introdução e objetivo;
- 2) Descrição geral da reabilitação;
- 3) Premissas;
- 4) Planejamento da implantação – Terraplenagem;
- 5) Planejamento da implantação – Drenagem superficial;
- 6) Planejamento da construção – Terraplenagem;
- 7) Monitoramento;
- 8) Testes;
- 9) Controle ambiental;
- 10) Gerenciamento de implantação e supervisão;
- 11) Manutenção e acompanhamento.

Os principais tópicos apresentados no Manual de Planejamento de Implantação e Operação foram resumidos a seguir e avaliados nos subitens.

VIABILIDADE DA CONCEPÇÃO PROPOSTA PARA O DRS1

7.2.1 Planejamento de Implantação – Terraplenagem

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

- uma camada de conformação com rejeito filtro prensa densificado assente sobre perfil estabilizado da superfície do depósito;
- uma camada de areia ou geossintético drenante de bloqueio/ sistema de drenagem subsuperficial;
- duas camadas de solo, sendo a primeira de cobertura com solo local com espessura média de 60cm e a segunda camada de solo vegetal com 20cm de espessura;
- sistema de drenagem superficial definitivo, destinado à captação e coleta dos escoamentos de água de chuva e posterior encaminhamento para os canais periféricos limpos a serem construídos;
- sistema de drenagem subsuperficial robusto em cascalho e tubos drenantes na região do buffer, que se apoia sobre geotêxtil tecido sobre resíduo escavado e é sobreposta por uma camada de cobertura final de geotêxtil não tecido e geomembrana de PEAD.

A sequência de reabilitação prevista contempla 11 faixas entre o topo do depósito e a crista do dique periférico, conforme pode ser observado na Figura 7.18. A reabilitação foi iniciada pelas regiões sul, cujo término de operação foi em 2009, e, na sequência, será realizada a reabilitação das áreas oeste e norte, que estão sem deposição desde 2007, o preenchimento horizontal da Célula Leste CL3 e, por fim, a reabilitação do trecho leste sobre a CL3.

VIABILIDADE DA CONCEPÇÃO PROPOSTA PARA O DRS1

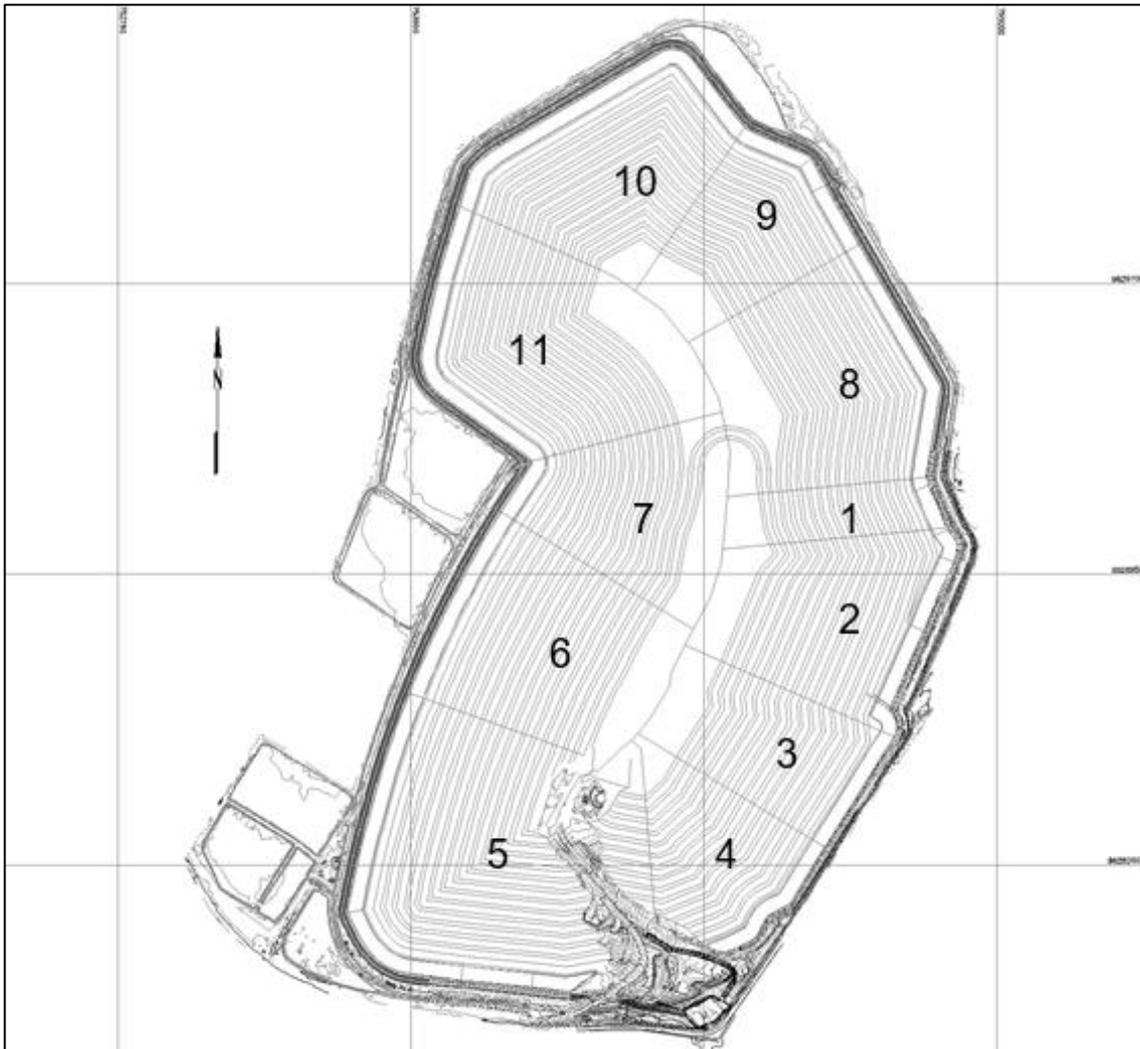


Figura 7.18 – Faixas de reabilitação do DRS1 (Doc. OM-8400-54-G-069 R01, LPS, 2018)

Conforme indicado no documento, junto às faixas de reabilitação está previsto o isolamento das bacias impermeabilizadas denominadas buffer da faixa reabilitada das regiões vizinhas com run-off contaminado.

7.2.1.1 Considerações da FONNTES sobre o Item 7.2.1

O conceito de fechamento proposto para o DRS 1 é adequado e aderente a boas práticas internacionais. Esse processo envolve não apenas a parte geotécnica e estrutural de fechamento, mas também possui forte cunho ambiental e florestal. Foi possível observar durante a visita técnica e nos documentos consultados que há convergência

VIABILIDADE DA CONCEPÇÃO PROPOSTA PARA O DRS1

técnica nesse sentido e compromisso na direção da empresa para o fechamento da estrutura. Essa é uma cultura importante, pois os investimentos para fechamento de estruturas desse tipo são altos, sendo mais adequados realizá-los gradativamente durante ao longo tempo do que ao final da operação.

O conceito de divisão do DRS 1 em setores também é adequado, pois permite realizar planejamento e liberações a partir da condição estrutural de cada região, avaliando-a se está apta ou não para seguir ao processo de fechamento. Essa divisão permite um registro, implantação e monitoramento adequado da solução de fechamento.

Conforme indicado pela HYDRO e observado em campo na visita técnica realizada pela FONNTES em 09/02/2022, a reabilitação do DRS1 foi iniciada pela Faixa 2 e não pela Faixa 1, como inicialmente programado. Conforme informado pela HYDRO, essa decisão se baseou na maior redução do impacto visual do trecho da Faixa 2 a partir da rodovia que passa entre os dois depósitos. A Figura 7.19 apresenta a situação da FAIXA 2, em processo reabilitação, durante visita técnica de campo realizada pela FONNTES.



Figura 7.19 – Vista da FAIXA 2 no DRS1 em processo de reabilitação (Fonte: Visita Técnica realizada em 09/02/2022)

7.2.2 Planejamento de Implantação – Drenagem Superficial

O “Manual de Planejamento de Implantação e Operação” apresenta a drenagem superficial a ser implantada no processo de reabilitação junto à execução da terraplenagem de cobertura. A drenagem superficial corresponde a sarjetas e coletores rápidos centrais revestidos de gabião com deságue no buffer reabilitado.

O planejamento de implantação dos dispositivos de drenagem superficial da reabilitação do Depósito DRS1 é resumido na Tabela 7.2, na qual:

- PM - Ponte Galeria Metálica;
- DE - Descida Hidráulica; e
- CR - Canal Retangular de Concreto.

		AUDITORIA DE SEGURANÇA
VIABILIDADE DA CONCEPÇÃO PROPOSTA PARA O DRS1		

Tabela 7.2 - Planejamento de Implantação de Dispositivos de Drenagem Superficial (LPS, 2018)

DISPOSITIVO	FAIXA	ANO DE IMPLANTAÇÃO
PM1	2	2019
DE-1, CR1A - CR1B	2	2019
Canal 1 e Pontilhão 1	2	2019
DE-2, CR1-C	4	2021
PM2	4	2021
Alteamento faixas 5 a 7	5	2022
CR2-A, B, C, D e E	5	2022
Canal 2	5	2022
Bueiro Celular	5	2022
CR 2-F, G, H e I	6	2023
CR 2-J	7	2032
Canal 3 e Pontilhão 2	8	2033
PM 03 à PM 07	8	2033
PM 08	9	2034
Canal 4 e Pontilhão 3	10	2035
PM 09 à PM 16	10	2035
PM 17 à PM 19	11	2036

7.2.2.1 Considerações da FONNTES sobre o Item 7.2.2

O planejamento de dispositivos de drenagem é adequado. Esse item pode também ser adequado ao longo do tempo à medida que o processo de fechamento é realizado e é avaliado o desempenho ambiental da solução. Portanto, ajustes podem ser futuramente realizados, se necessário, nem danos ou interferência com a solução geral.

7.2.3 Planejamento de Construção – Terraplenagem

O “Manual de Planejamento de Implantação e Operação” apresenta o dimensionamento da quantidade de equipamentos necessários para carga, transporte e disposição final do rejeito filtrado e o controle de compactação do material. O documento indica que as camadas de resíduo devem possuir espessura máxima solta de 0,40 m. Ademais, o grau de compactação deve ser verificado para cada camada através do ensaio compactação pelo Método de Hilf e confirmado com base no ensaio de

		AUDITORIA DE SEGURANÇA
VIABILIDADE DA CONCEPÇÃO PROPOSTA PARA O DRS1		

Proctor Normal, devendo atender ao valor mínimo 92% de grau de compactação em relação ao Proctor Normal.

O teor de umidade não é considerado determinante no processo de aprovação das camadas, devendo-se adotar umidades que permitam a trabalhabilidade dos materiais e a obtenção dos graus de compactação requeridos. No entanto, as camadas que apresentarem plastificação (“borrachudo”) devem ser abertas com escarificador e o processo de espalhamento e densificação destas, refeito.

7.2.3.1 Considerações da FONNTES sobre o Item 7.2.3

A avaliação deste tema foi apresentada no item 7.1.3.1 desse relatório, com base no Relatório Técnico referente a letra “G” da TAC 3.1, emitido pela FONNTES (doc. FG-2201-NHB-A-BA-RT03-00), que abordou a “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”.

7.2.4 Monitoramento Geotécnico

Conforme indicado no documento, o plano de monitoramento das faixas de reabilitação consiste em doze seções instrumentadas (ver Figura 7.20), compostas de piezômetros de tubo aberto e elétricos, marcos superficiais, placas de recalque elétricas e convencionais, inclinômetros, *benchmarks* e medidores de vazão, além de poços de monitoramento ao redor de toda a periferia do Depósito DRS1.

VIABILIDADE DA CONCEPÇÃO PROPOSTA PARA O DRS1



Figura 7.20 – Plano de monitoramento da reabilitação do DRS1 (OM-8400-54-G-069 R01, LPS, 2018)

VIABILIDADE DA CONCEPÇÃO PROPOSTA PARA O DRS1

O Manual Descritivo e Especificações Técnicas de Instrumentação e Controle da Linha Freática, elaborado pela LPS em 2019, doc. MD-8400-54-G-080, apresenta as especificações técnicas para instalação dos instrumentos de monitoramento e recomenda que sejam realizadas leituras semanais dos piezômetros e poços de monitoramento, realizando leituras adicionais em período imediatamente posterior a chuvas intensas (superiores a 50mm em 24h). É recomendada também que as coletas de amostras de água em poços de monitoramento e análises químicas sejam realizadas com frequência mensal.

Já o Manual de Planejamento de Implantação e Operação indica que as leituras sejam realizadas mensalmente durante os anos de implantação das faixas de reabilitação e trimestrais nos anos subsequentes. Caso em quatro leituras trimestrais consecutivas os dados se mantenham constantes, as leituras poderão passar a ser realizadas anualmente.

Cada leitura tomada deve ser imediatamente comparada à anterior para assegurar que qualquer mudança no comportamento da estrutura ou defeito nos instrumentos seja prontamente identificada. Caso as leituras venham a apresentar valores que representem comportamento anômalo, medidas preventivas devem ser tomadas, repetindo a leitura imediatamente, aumentando a frequência das leituras e contatando a projetista sobre a situação.

Além das leituras periódicas da instrumentação, devem ser realizadas inspeções visuais regulares com preenchimento das fichas de inspeção regular pela própria equipe de segurança e as auditorias técnicas de segurança, realizadas por profissionais externos ao quadro de funcionários da empresa, com respectivo relatório de auditoria técnica e emissão da declaração de estabilidade do empreendimento.

VIABILIDADE DA CONCEPÇÃO PROPOSTA PARA O DRS1**7.2.4.1 Considerações da FONNTES sobre o Item 7.2.4**

A LPS elabora bimestralmente o Relatório de Acompanhamento da Instrumentação da Linha freática, no qual apresenta a interpretação das leituras dos piezômetros e poços de monitoramento instalados no interior do depósito DRS1. As leituras destes instrumentos foram disponibilizadas pela HYDRO no documento “NK03.01 - PM01-R0 - DRS1”, sendo realizadas semanalmente para os piezômetros e poços de monitoramento.

Conforme indicado no item 7.1.8.1, a FONNTES entende que a frequência de medição dos instrumentos de monitoramento é adequada para situações normais. A prática de governança em submeter os dados de instrumentação ao crivo de uma consultoria externa é extremamente relevante e constitui uma boa prática de engenharia, saudável para a operação e monitoramento, pois permite que uma empresa externa ao ambiente operacional avalie o desempenho da estrutura e realize recomendações de melhorias.

7.2.5 Monitoramento Ambiental

O monitoramento ambiental conforme Manual de Operação da camada de fechamento do DRS1 (documento OM-8400-54-G-069) consiste na avaliação da qualidade das águas superficiais e subterrâneas, contemplando:

- Run-off coletado na drenagem superficial;
- Efluente da camada de drenagem sub-superficial;
- Água subterrânea pelos poços de monitoramento no entorno da área;
- Água superficial nos igarapés próximos;

Os seguintes parâmetros serão monitorados do efluente da sub-drenagem: pH, temperatura e condutividade elétrica, além de concentração dos elementos Na e Al, propiciando avaliação de contaminação no percolado.

VIABILIDADE DA CONCEPÇÃO PROPOSTA PARA O DRS1

Atualmente, as águas pluviais escoam sobre os resíduos depositados podendo carregar contaminantes e são invariavelmente encaminhadas para tratamento na ETEI existente. Após a implantação da camada de fechamento, o resíduo será confinado por camada impermeável de PEAD, não tendo mais contato com as águas pluviais. Ainda assim, o monitoramento da qualidade das águas de escoamento superficial será mantido, e a eventual identificação de contaminação, implicará no direcionamento do efluente para tratamento na ÁREA 82, caso contrário o mesmo poderá ser lançado nos igarapés existentes.

O efluente do escoamento superficial também será monitorado, visando identificar possíveis contaminações do mesmo antes da emissão no meio ambiente. Com frequência do monitoramento definida de acordo com o manual de Instrumentação (RT-8400-54-G-074).

Em relação ao monitoramento das águas subterrâneas, serão utilizados os poços de monitoramento localizados nas periferias do DRS1 (Figura 7.21). O manual de operação ressalta a importância do monitoramento contínuo da qualidade das águas subterrâneas mesmo após o descomissionamento da área. Isto deve permanecer até eventual cessamento do licor ascendente da camada de conformação do resíduo, possibilitando o descarte da sub-drenagem no meio ambiente.

Para as águas superficiais (escoamento superficial) e subterrâneas os seguintes parâmetros deverão ser contemplados no monitoramento: Sódio (Na^+), Cálcio (Ca^{2+}), Magnésio (Mg^{2+}), Potássio (K^+), Ferro (Fe), Alumínio dissolvido (Al^{3+}); Carbonato, Cloreto, Nitrato, Sulfato, Silica, Mercurio; Temperatura, condutividade elétrica, total de sólidos dissolvidos, total de sólidos em suspensão, turbidez e coliformes termotolerantes.

		AUDITORIA DE SEGURANÇA
VIABILIDADE DA CONCEPÇÃO PROPOSTA PARA O DRS1		

Os resultados do monitoramento destes parâmetros devem ser comparados com os resultados do monitoramento realizado ao longo da vida útil do depósito e parâmetros de controle conforme CONAMA 396/2008.

Conforme indica o manual de operação, para as águas superficiais dos igarapés adjacentes do DRS1, serão mantidos os pontos atuais de monitoramento – nascentes dos igarapés Pramajozinho e Murucupi – sendo adicionados pontos de monitoramento próximo às nascentes dos igarapés Tauá, Água Verde e do afluente do Murucupi, próximo à BC7.

Assim como deverá ser feita instalação de estação fluviométrica nos igarapés Tauá, Água Verde e efluente do Murucupi. As leituras deverão ser feitas inicialmente quinzenalmente durante 2 meses e passando a ser bimestrais em seguida.

Por fim, a amostragem das águas subterrâneas deverá ser realizada pelo método de baixa vazão segundo instruções da norma ABNT NBR 15847 (2010).

VIABILIDADE DA CONCEPÇÃO PROPOSTA PARA O DRS1

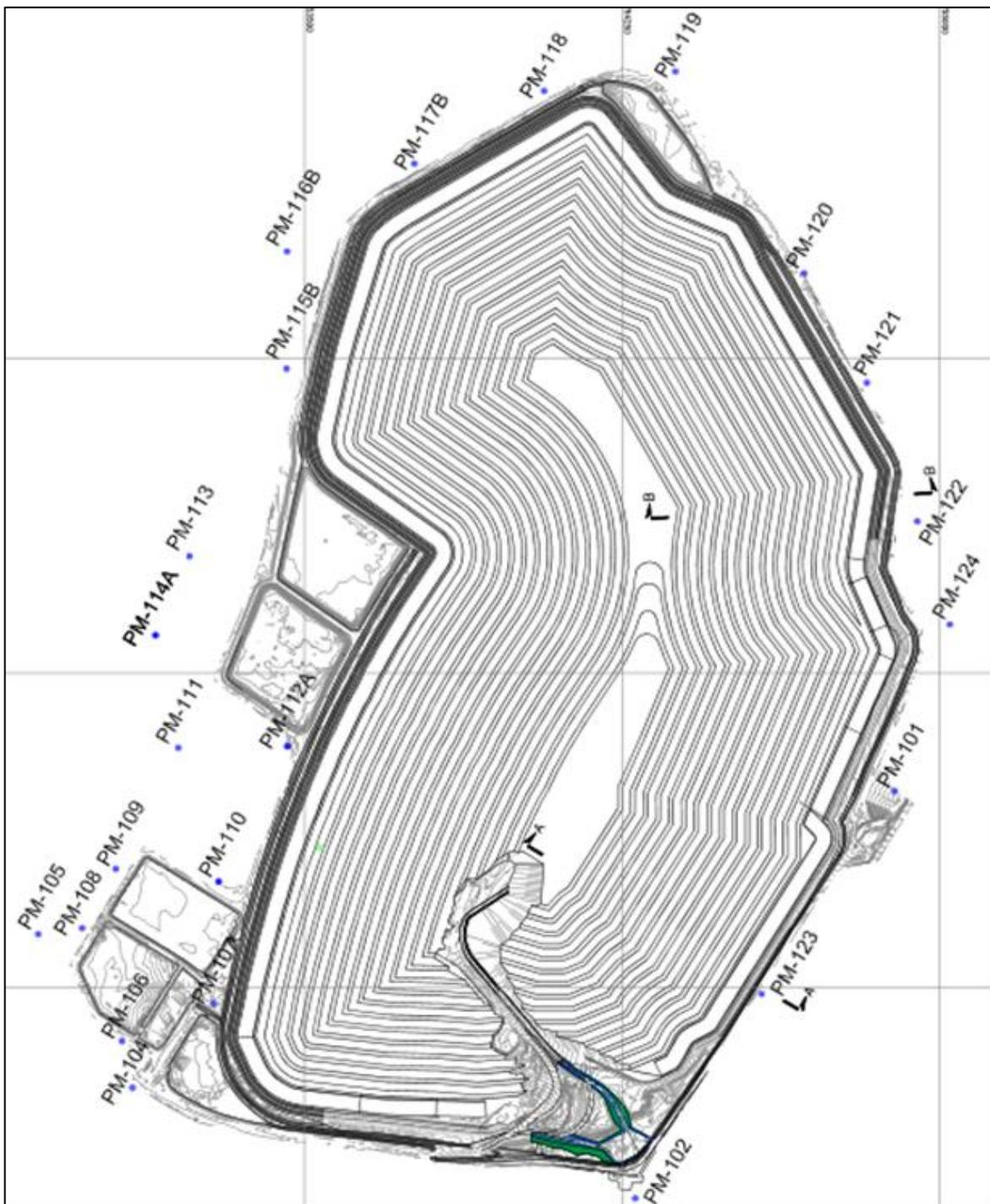


Figura 7.21 – Localização dos poços de monitoramento existentes e programados na área do DRS1 de acordo com o Manual de Operação do fechamento do depósito.

		AUDITORIA DE SEGURANÇA
VIABILIDADE DA CONCEPÇÃO PROPOSTA PARA O DRS1		

7.2.5.1 Considerações da FONNTES Sobre o Item 7.2.5

O monitoramento ambiental para a camada de fechamento do DRS1 é uma atividade essencial para proteção do meio ambiente e deve ocorrer em complementação ao monitoramento ambiental ocorrido durante o período de operação do depósito.

Entende-se que as diretrizes apresentadas pelo manual operacional da camada de fechamento estão adequadas. Todavia, ressalta-se a importância de diferentes atores, como HYDRO e órgãos fiscalizadores, estarem acompanhando os resultados do monitoramento ambiental, com vistas a identificar eventuais problemas e mitigá-los o quanto antes possível. Apenas após se ter total certeza e convicção da neutralidade a água do escoamento superficial poderá ser lançada ao meio ambiente, ainda assim mantendo monitoramento para verificar qualquer eventual alteração na qualidade dela.

7.2.6 Gerenciamento de Implantação e Supervisão

O Manual de Planejamento de Implantação e Operação apresenta o organograma sugerido à HYDRO para gerenciamento e supervisão das atividades relacionadas com a implantação da reabilitação do DRS1 (ver Figura 7.22), além da descrição geral das principais responsabilidades dos envolvidos na implantação e supervisão da reabilitação do DRS1

VIABILIDADE DA CONCEPÇÃO PROPOSTA PARA O DRS1

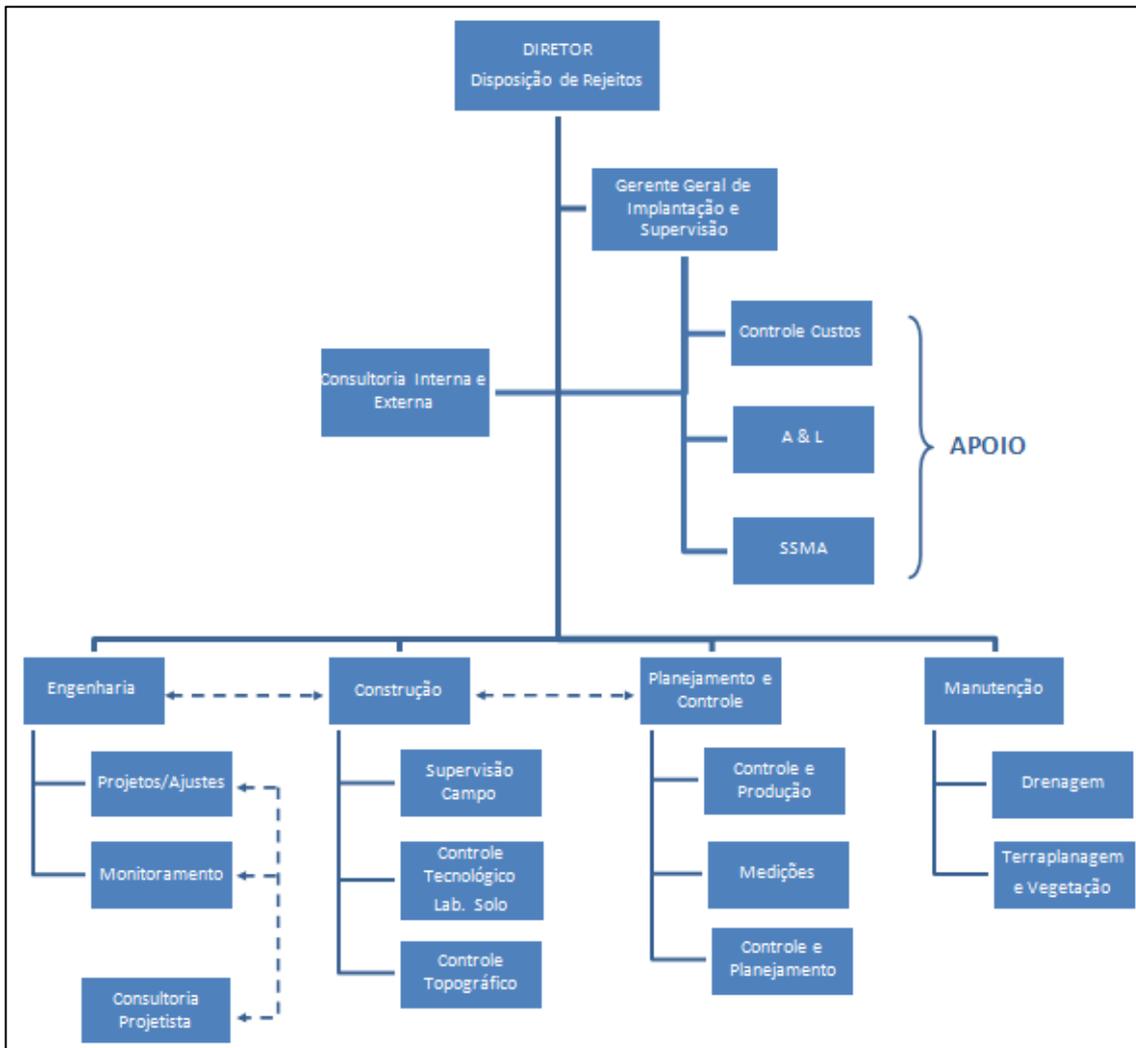


Figura 7.22 – Organograma sugerido pela LPS à HYDRO (OM-8400-54-G-069, LPS, 2018)

7.2.6.1 Considerações da FONNTES sobre o Item 7.2.6

Conforme indicado no item 7.1.2.1, a fim de que fosse avaliado se o organograma da HDRO está aderente a sugestão de organograma apresentado no manual de operação, a FONNTES solicitou o envio do organograma utilizado pela HYDRO (ver Figura 7.5).

Na avaliação da FONNTES, a posição ou nome de cada setor no organograma ou estruturação idêntica a proposta não se faz necessário. O importante é que exista formalmente na estrutura da empresa papéis e responsabilidades bem definidos e

		AUDITORIA DE SEGURANÇA
VIABILIDADE DA CONCEPÇÃO PROPOSTA PARA O DRS1		

estruturados, que sejam suficientes para execução de todas as atividades técnicas necessário para operação adequada do DRS 1.

7.2.7 Manutenção e acompanhamento

O Manual de Planejamento de Implantação e Operação recomenda que sejam realizadas inspeções visuais para a verificação das condições de segurança das estruturas, a serem realizadas por equipe com conhecimento da área, de forma que possa notar alterações no comportamento do material dos aterros.

O documento recomenda que a equipe responsável pela realização das inspeções visuais seja composta por técnicos da HYDRO, porém que sejam programadas inspeções periódicas executadas por equipe externa ao quadro de funcionários da HYDRO, pelo menos 1 vez por ano, por técnicos especialistas em projetos e operação de sistemas de rejeitos. Além destas inspeções, a boa prática também recomenda que inspeções sejam realizadas após a ocorrência de chuvas extremas.

A LPS recomendou a utilização das seguintes ferramentas de apoio para padronizar e agilizar as inspeções visuais:

- Planilhas com uma listagem dos pontos e aspectos a serem observados;
- Desenhos (plantas e seções) das obras para registros das posições das anormalidades;
- Relatórios fotográficos ilustrando as anomalias/não conformidades.
- Toda inspeção deve ser registrada (planilhas, fotos e descrições) de maneira a permitir a formação de um banco de dados com o histórico de desempenho do sistema, permitindo o seu acompanhamento contínuo;
- As inspeções deverão abranger todas as estruturas do sistema de disposição de rejeitos, especialmente os elementos listados nos subitens seguintes;

VIABILIDADE DA CONCEPÇÃO PROPOSTA PARA O DRS1

- Na ocorrência de quaisquer dos problemas seguintes mencionados, a não conformidade deverá ser devidamente registrada e avaliada sua extensão/grandezas além de se providenciar, se necessário, a sua correção.

O Manual de Planejamento de Implantação e Operação recomenda que as ações de manutenção sejam registradas em relatórios para se ter um histórico do comportamento das estruturas e compreender o seu desempenho ao longo do tempo. Estes registros incluem, em linhas gerais, os diários de manutenção, histórico do serviço executado, data, custo, tempo gasto, fotos, motivação da manutenção e observações gerais.

O documento indica a realização de manutenção preventiva para manter o sistema funcionando conforme o projeto. As manutenções preventivas do Depósito DRS1 estão relacionadas principalmente a:

- Conservação da integridade do revestimento vegetal;
- Manutenção dos acessos com fechamento de erosões e imperfeições na pista;
- Remoção de resíduos e outros materiais dos acessos;
- Limpeza das canaletas de drenagem e descidas d'água;
- Remoção de qualquer material nos emboques das estruturas extravasoras;
- Verificação da manutenção do volume de amortecimento entre a pilha e o dique de contorno;
- Reparo do concreto do sistema extravasor (rápidos);
- Manutenção dos poços de monitoramento de água superficial e subterrânea;
- Verificação do funcionamento da instrumentação.

Quando identificadas potenciais situações que comprometam o funcionamento do sistema e/ou a ocorrência de eventos extremos, como chuva intensa, a LPS recomenda que seja realizada uma inspeção, e consequente manutenção, nas estruturas do sistema

VIABILIDADE DA CONCEPÇÃO PROPOSTA PARA O DRS1

afetadas pelo evento. Esta manutenção, embora não programada, devem ser realizadas em regime de emergência de maneira a não deixar a situação se agravar.

7.2.7.1 Considerações da FONNTES sobre o Item 7.2.7

A abordagem de manutenção e acompanhamento realizados pela LPS são muito similares às realizadas pela PIMENTA DE ÁVILA no Manual de Operação dos Resíduos da CL3. Dessa forma, as considerações sobre esse tema os mesmos realizados nos itens 7.1.9.1 e 7.1.10.1 desse relatório.

7.3 MANUAL DE OPERAÇÃO ANTERIOR À CL3

Anteriormente à existência da célula CL3, os resíduos dispostos provinham de filtro tambor, o qual concede menor teor de sólidos ao resíduo e maior volume de água contido no mesmo. Uma vez que o manual das células anteriores está obsoleto, ele não será detalhado como foram os manuais de operação atuais, todavia é apresentado para avaliar a conformidade da operação anteriormente adotada para o depósito.

O Manual de Operação datado de antes da existência da CL3, RT-3540-54-G-873, elaborado pela Pimenta de Ávila em 2010, indica que o resíduo é composto de 60% de sólidos. No documento foi indicado que os serviços de monitoramento/inspeções fossem realizados por uma equipe com experiência em monitoramento e manutenção de obras de terra, em especial sistemas de disposição de rejeito, composta no mínimo por um técnico para serviços de campo e um engenheiro. Devendo contar periodicamente com o apoio de um engenheiro consultor, especialista em sistemas de disposição de rejeitos.

A FONNTES entende que o método de disposição e a estrutura organizacional prevista no manual de operação estavam de acordo com as práticas de engenharia vigentes.

VIABILIDADE DA CONCEPÇÃO PROPOSTA PARA O DRS1

7.3.1 Monitoramento do sistema

Foi previsto monitoramento hidrológico, geotécnico e hidrogeoquímico da CL1, conforme manual de operação (RT-3540-54-G-873).

Para monitoramento hidrológico, foram utilizados pluviógrafos, com a finalidade de monitorar eventos de precipitação em intervalos sub-diários; e réguas nos reservatórios, visando monitorar os níveis internos. O critério de borda livre de 1,0m foi adotado para as bacias e reservatórios do depósito.

O monitoramento geotécnico consistiu nas inspeções visuais das estruturas de contenção/armazenamento de resíduos; leituras e análises dos instrumentos; e ensaios geotécnicos de campo e de laboratório. As estruturas submetidas à inspeção visual periódica conforme manual fora: Crista, taludes de montante, taludes de jusante dos diques; estruturas de concreto; canal de contorno e estrada adjacente; estrada de acesso ao DRS1; tubulação de efluente industrial da Área 54 para Área 82. Ocorrendo em periodicidade diária por parte dos técnicos de campo.

A FONNTES entende que o monitoramento do sistema proposto pelo manual de operação à época se encontrava adequado com os padrões de engenharia consagrados.

7.3.2 Diretrizes para disposição do resíduo

Conforme manual de operação (RT-3540-54-G-873), com a expansão do DRS para leste, o lançamento de resíduo foi direcionado para a CL1 (2009). Ressalta-se que apesar de que o DRS1 apresentava capacidade de armazenamento de resíduo, o lançamento neste local, durante o período de chuva, foi evitado, pois a borda livre em algumas paredes estava próxima ao limite mínimo, considerado como 1,0 m de borda livre. Por outro lado, durante o período de seca, o lançamento no DRS1 ocorre normalmente, tendo sido recomendada uma avaliação prévia das condições locais.

		AUDITORIA DE SEGURANÇA
VIABILIDADE DA CONCEPÇÃO PROPOSTA PARA O DRS1		

Já para uma adequada operacionalidade da CL1, e de modo a garantir efetivamente a vida útil de 12 meses da célula, recomendou-se, além do lançamento de rejeito a 60% de sólidos em sua composição, a realização de inspeções diárias e levantamentos topográficos periódicos do resíduo junto às paredes do DRS 1. Devendo sempre manter a borda livre de no mínimo de 1 m, para amortecimento de cheias. Sendo constatada borda livre inferior a 1 m, deverá ser evitado o lançamento de lama para este local e realizada uma inspeção emergencial na parede com a presença do consultor.

Nas frentes de lançamento de rejeito deverá ser mantido um rodízio nos pontos de lançamento de modo a permitir o ganho de teor de sólidos (resistência) com o tempo.

A FONNTES entende que as diretrizes foram adequadas e condizentes com o momento de enchimento da CL1.

8. CONCLUSÕES

Inicialmente é importante destacar o fato de o DRS 1 possuir 02 manuais de operação. Um manual elaborado pela PIMENTA DE ÁVILA, que diz respeito a “Operação da CL3”, e o manual elaborado pela LPS, que diz respeito ao “Planejamento de Implantação e Operação para Reabilitação”.

Pelo fato de o DRS 1 ser uma estrutura grande, com setores mais antigos e outros ainda em operação, e ainda outros em processo de reabilitação, é adequado o fato de ser operada com dois manuais. Na região em processo de Reabilitação será aplicado o manual da LPS e na região que está sendo operada para disposição de resíduos será aplicado o manual da PIMENTA DE ÁVILA. Quando os serviços de enchimento da CL3 finalizarem, apenas o manual da LPS será aplicado.

VIABILIDADE DA CONCEPÇÃO PROPOSTA PARA O DRS1

Em relação ao conteúdo recomendado nos manuais, pode-se considerar que são adequados e consonantes com as boas práticas de engenharia nacionais e internacionais. Alguns pontos dos manuais possuem diretrizes comuns, como a parte de monitoramento e inspeção, por exemplo. Não há, ao se comparar os manuais, nenhuma diretriz divergente ou que poderia resultar em dúvida do que deveria ser aplicado, pelo contrário, são documentos convergentes.

A partir da visita técnica e dos documentos consultados, foi demonstrado pela HYDRO que as diretrizes contidas nos manuais são seguidas. Algumas dessas diretrizes são abordadas em mais detalhes em outros relatórios elaborados no âmbito do TAC 3.1, citados ao longo desse relatório. Não foram observados pontos graves. Conclui-se que os manuais, procedimentos e controles de operação do DRS1 estão em conformidade.

9. REFERÊNCIAS

- i. ALMARAZ, U. J. S. (1977). Aspectos Geoquímicos e Ambientais dos Calcários do Formação Pirabas, Pará. Tese de Doutorado, UFRS, 272 p.
- ii. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA); AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION (AWWA); WATER ENVIRONMENT FEDERATION (WEF). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 22. ed. Washington, D.C., 2012.
- iii. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 9897: Planejamento de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores – Procedimento. Rio de Janeiro, novembro de 1987;
- iv. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 10.004: Resíduos Sólidos – Classificação. Rio de Janeiro-RJ, 2004. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.

VIABILIDADE DA CONCEPÇÃO PROPOSTA PARA O DRS1

- v. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 10.151 Acústica – Medição e avaliação de níveis de pressão sonora em áreas habitadas – Aplicação de uso geral. Rio de Janeiro, novembro de 2017;
- vi. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 10.152 Acústica – Níveis de pressão sonora em ambientes internos a edificações. Rio de Janeiro, novembro de 2019;
- vii. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 13.028: Mineração – Elaboração e apresentação de projeto de barragens para disposição de rejeito, contenção de sedimentos e reservação de água. Rio de Janeiro, novembro de 2017;
- viii. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 13.029: Mineração – Elaboração e apresentação de projeto de pilha para disposição de estéril gerado por lavra de mina céu. Rio de Janeiro, julho de 2017;
- ix. BRASIL, Lei 12.305 – Política Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília, 2010.
- x. BRASIL, Lei 12.651 – Código Florestal Brasileiro. Brasília, 2012.
- xi. 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.
- xii. 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.
- xiii. IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Barcarena/PA. População. 2010. Disponível em <[IBGE | Cidades@ | Pará | Barcarena | Panorama](#)>
- xiv. _____. Barcarena/PA. Educação. 2010b. Disponível em <[IBGE | Cidades@ | Pará | Barcarena | Panorama](#)>
- xv. _____. Barcarena/PA. Economia. 2019. Disponível em <[IBGE | Cidades@ | Pará | Barcarena | Panorama](#)>
- xvi. _____. Barcarena/PA. Trabalho e Rendimento. 2020. Disponível em <[IBGE | Cidades@ | Pará | Barcarena | Panorama](#)>

VIABILIDADE DA CONCEPÇÃO PROPOSTA PARA O DRS1

- xvii. _____. Barcarena/PA. Território e ambiente. 2021. Disponível em <[IBGE | Cidades@ | Pará | Barcarena | Panorama](#)>
- xviii. MABESOOONE, J. M. e CASTRO, C. (1975). Desenvolvimento Geomorfológico do Nordeste Brasileiro. Boletim do Núcleo Nordeste da SBG, Recife, v.3, p. 05- 35.
- xix. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA Nº 001, de 02 de abril de 1990.
- xx. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA Nº 396, de 07 de abril de 2008.
- xxi. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA Nº 491, de 19 de novembro de 2018.
- xxii. 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.



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