

**Investigação Preliminar
Inicial e Suplementar dos
Impactos Potenciais
das Áreas a Jusante
e no Entorno da
SUMP 45 na Refinaria da
HYDRO ALUNORTE
Localizada em
Barcarena, PA**

Volume 1 de 1

Confidencial

**Relatório para:
Alumina do Norte
da Brasil S.A.
(Hydro Alunorte)
Barcarena, PA**

Mar. 2018



**Enviro-Tec do Brasil Consultoria
e Tecnologia Ambiental Ltda.**

Hydro Alunorte-032/18 r2



Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

CREA-PA

ART OBRA / SERVIÇO
Nº PA20170252386

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Pará

INICIAL
INDIVIDUAL

1. Responsável Técnico

JEFFREY WAYNE FORTNER

Título profissional: **GEOLOGIA**

RNP: 201453059-9

2. Contratante

Contratante: **Enviro-Tec do Brasil Consultoria e Tecnologia Ambiental Limitada**

CPF/CNPJ: 12.165.888/0001-00

AVENIDA DAS AMÉRICAS

Nº: 700

Complemento: **Bloco 06 - Sala 338**

Bairro: **BARRA DA TIJUCA**

Cidade: **RIO DE JANEIRO**

UF: **RJ**

CEP: **22640100**

País: **Brasil**

Telefone: (21) **3419-6004**

Email: **enviro-tec1@uol.com.br**

Contrato: **Não especificado**

Celebrado em: **01/01/2017**

Valor: **R\$ 80.000,00**

Tipo de contratante: **PESSOA JURIDICA DE DIREITO PRIVADO**

Ação Institucional: **NENHUMA - NAO OPTANTE**

3. Dados da Obra/Serviço

Proprietário: **ALUNORTE - ALUMINA DO NORTE DO BRASIL S/A.**

CPF/CNPJ: **05.848.387/0003-16**

RODOVIA PA-481 - KM 12

Nº: **s/n**

Complemento:

Bairro: **MURUCUPI**

Cidade: **BARCARENA**

UF: **PA**

CEP: **68448000**

Telefone: **917546495**

Email:

Coordenadas Geográficas: **Latitude: 0 Longitude: 0**

Data de Início: **02/01/2017**

Previsão de término: **31/12/2018**

Finalidade: **SEM DEFINIÇÃO**

4. Atividade Técnica

4 - CONSULTORIA

Quantidade

Unidade

20 - MONITORAMENTO > RESOLUÇÃO 1025 -> OBRAS E SERVIÇOS - MEIO AMBIENTE -> MEIO AMBIENTE -> DESCRIÇÃO SISTEMA MONITORAMENTO AGUAS SUBTERRÂNEAS -> #2579 - ESTUDO AMBIENTAL

96,00

h/m

20 - MONITORAMENTO > RESOLUÇÃO 1025 -> OBRAS E SERVIÇOS - MEIO AMBIENTE -> MEIO AMBIENTE -> #2601 - QUALIDADE AMBIENTAL

96,00

h/m

Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deverá proceder a baixa desta ART

5. Observações

Investigações Ambientais conforme Resolução CONAMA No.420 (2009).

6. Declarações

7. Entidade de Classe

NENHUMA - NAO OPTANTE

8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

JEFFREY WAYNE FORTNER - CPF: 053.212.767-65

Barcarena **23** de *FEVEREIRO* de **2018**

Local

data

Enviro-Tec do Brasil Consultoria e Tecnologia Ambiental Limitada - CNPJ: 12.165.888/0001-00

9. Informações

* A ART é válida somente quando quitada, mediante apresentação do comprovante do pagamento ou conferência no site do Crea.

10. Valor

Valor da ART: **R\$ 214,82**

Pago em: **11/12/2017**

Nosso Número: **3088699**

Nota

Este relatório foi preparado pela Enviro-Tec do Brasil Consultoria e Tecnologia Ambiental Limitada para a **Alumina do Norte do Brasil S.A. (HYDRO ALUNORTE)** de Barcarena, PA. Este relatório representa o melhor julgamento da Enviro-Tec de acordo com as informações disponíveis por ocasião de sua preparação.

Este relatório deve ser lido em sua integridade. É importante que o leitor compreenda que as atividades executadas durante essa avaliação foram limitadas aos objetivos específicos estabelecidos na proposta correspondente. Essas atividades não foram executadas para fornecer uma completa caracterização de todos os impactos ambientais que possam existir na fábrica. Este relatório não constitui uma opinião legal. Nenhuma pessoa foi autorizada pela Enviro-Tec a fornecer qualquer representação com relação ao conteúdo deste relatório.

Qualquer uso que terceiros façam deste relatório, ou em confiança do mesmo, ou qualquer decisão a ser tomada com base nele, é de única responsabilidade desses terceiros. A Enviro-Tec não se responsabiliza por danos sofridos por quaisquer terceiros resultantes das decisões ou ações tomadas baseadas neste relatório.

Índice

1.0	Introdução	01
1.1	Histórico do Projeto	01
1.1.1	<i>O Vazamento das Águas Pluviais Próximo a SUMP 45.....</i>	<i>01</i>
1.1.2	<i>O Histórico da Antiga Tubulação de Drenagem das Águas Pluviais</i>	<i>02</i>
1.1.3	<i>A Resposta Emergencial da HYDRO ALUNORTE.....</i>	<i>02</i>
1.1.4	<i>Os Resultados da Investigação Preliminar Realizada pela HYDRO ALUNORTE.....</i>	<i>03</i>
1.2	Avaliação Independente dos Potenciais Impactos Ambientais na SUMP 45.....	04
2.0	Procedimento de Sondagens e a Coleta de Amostras	06
2.1	Preparações e Precauções de Segurança Implementadas	06
2.2	Investigação Preliminar Inicial da Área de Vazamento das Águas Pluviais.....	06
2.3	Investigação Preliminar Suplementar da Área no Entorno da SUMP 45.....	10
3.0	Conclusões e Recomendações	13

1.0 Introdução

Este relatório de Investigação Preliminar e Suplementar dos Impactos Potenciais no Entorno e a Jusante da SUMP 45 da Refinaria da Hydro Alunorte (Figura 1-1) foi preparado pela Enviro-Tec do Brasil Consultoria e Tecnologia Ambiental Limitada (ENVIRO-TEC) para a **Alumina do Norte do Brasil S.A.** (HYDRO ALUNORTE) de Barcarena, PA. Este relatório tem por objetivo documentar todos os procedimentos realizados durante as atividades das Investigações Preliminar e Suplementar e os resultados correspondentes.

1.1 Histórico do Projeto

Durante a noite do dia 16 para 17 de fevereiro de 2018 foram registradas chuvas intensas na região da Barcarena, PA, que causaram o transbordo da Bacia de Armazenamento de Água Pluvial chamada SUMP 45, localizada na esquina leste da Refinaria da HYDRO ALUNORTE (Figuras 1-2a e 1-2b). A SUMP 45 foi projetada para receber toda água pluvial que atinge a quadra do Pátio das Contratadas - uma porção da Refinaria sem operações industriais, e retornar essa água captada para o Sistema de Gestão das Águas Pluviais da Refinaria. O mapa do layout do processo industrial da refinaria é apresentado na Figura 1-3, e mostra a ausência de instalações do processo principal da Refinaria nos arredores do SUMP 45. A Figura 1-4 mostra o padrão de drenagem e escoamento da água pluvial do Pátio das Contratadas que drena para SUMP 45.

O site "*climate-data.org*" indica que o volume médio pluviométrico da região da Barcarena, PA para o mês de fevereiro é 365mm. Considerando que esse volume do mês representa, em média, 13mm de chuva por dia do mês, o registro de 231mm de chuva durante um período de 10 horas na noite de 16 de fevereiro se destacou como anômalo. Esse volume recorde superou a capacidade do sistema de transferência das águas pluviais da SUMP 45 ao Sistema de Gestão das Águas Pluviais, resultando no transbordo da SUMP 45.

1.1.1 O Vazamento das Águas Pluviais Próximo a SUMP 45

Fotos aéreas do alagamento do Pátio das Contratadas, obtidas por um drone no dia 18 de fevereiro, mostram a área afetada (Figuras 1-4 e 1-5a a 1-5e). É importante observar que essas águas foram contidas dentro dos limites da refinaria, com a exceção de um pequeno vazamento atrás de uma tubulação antiga desativada, localizada bem no canto da esquina leste da refinaria (Figuras 1-5a, 1-6a, 1-6b e 1-6c).

Esse vazamento aconteceu através de uma antiga tubulação de drenagem das águas pluviais, instalada nas fases iniciais das operações da HYDRO ALUNORTE (Companhia Vale Rio Doce - CVRD, naquela época) para drenar as águas pluviais dessa porção desocupada da refinaria.



PREPARADO PARA: Hydro Alunorte
Barcarena, PA

ID DO PROJETO: Hydro Alunorte-032/18

PREPARADO POR: Jeffrey W. Fortner

DATA: Fev. 2018

TÍTULO:

Figura 1-1
Mapa de Localização da
Fábrica da Hydro Alunorte
Barcarena, PA - Brasil

ESCALA: Como Indicado

REVISÃO No.: 0



PREPARADO PARA: Hydro Alunorte, Barcarena, PA

ID DO PROJETO: Hydro Alunorte-032/18

PREPARADO POR: Jeffrey W. Fortner DATA: Fev. 2018

TÍTULO:

Figura 1-2a

**Layout da HYDRO ALUNORTE e
Localização da SUMP 45 na Refinaria de Bauxita
Barcarena, PA**

ESCALA: Como Indicado

Revisão No.: 0



PREPARADO PARA: Hydro Alunorte, Barcarena, PA

ID DO PROJETO: Hydro Alunorte-032/18

PREPARADO POR: Jeffrey W. Fortner DATA: Fev. 2018

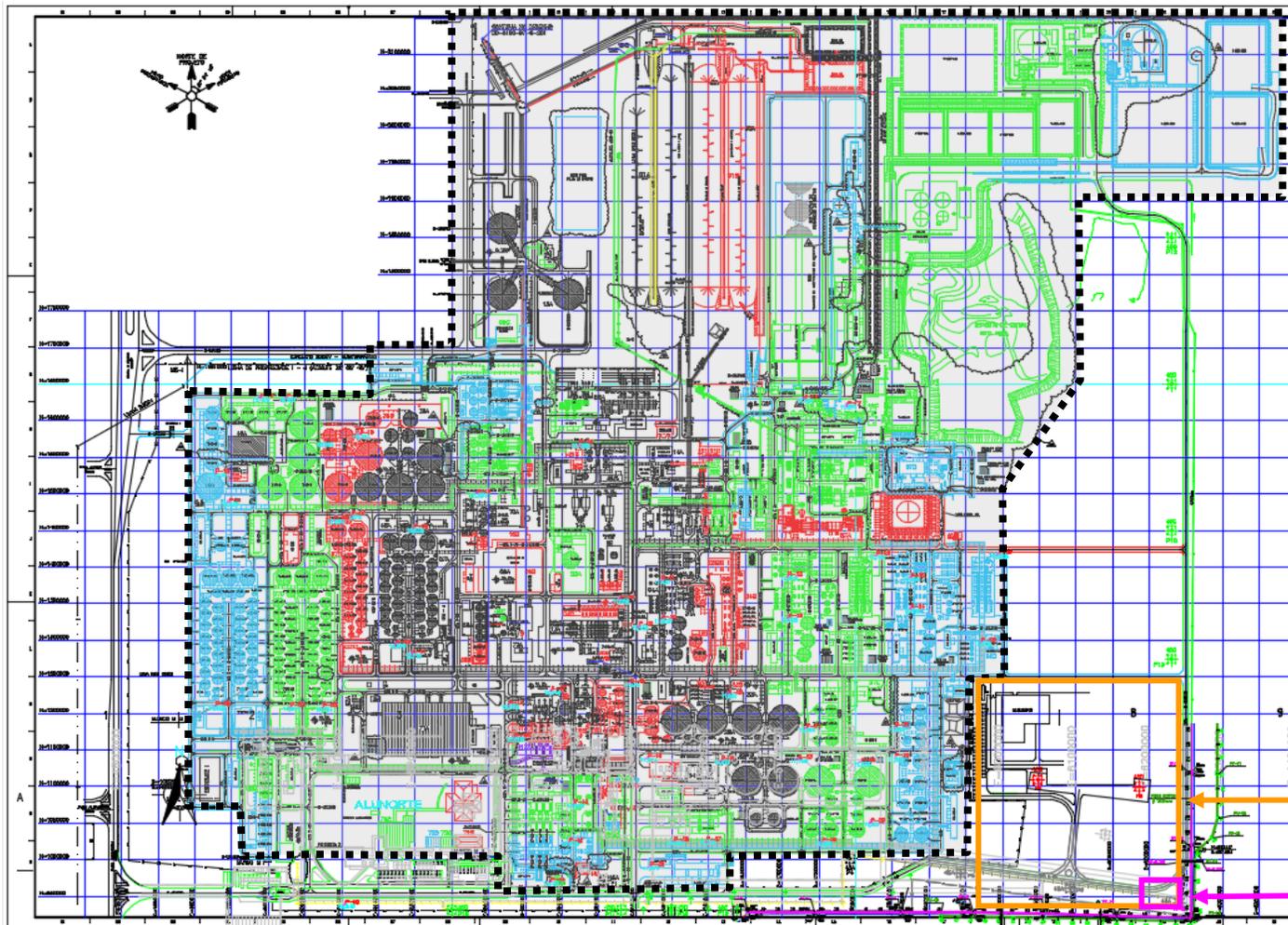
TÍTULO:

Figura 1-2b

**Localização da SUMP 45
no Pátio das Contratadas na Refinaria da
HYDRO ALUNORTE, Barcarena, PA**

ESCALA: Como Indicado

Revisão No.: 0



Limite da Área das Operações Industriais Principais da HYDRO ALUNORTE

Pátio das Contratadas (Sem Operações Industriais)

SUMP 45

PREPARADO PARA: Hydro Alunorte, Barcarena, PA

ID DO PROJETO: Hydro Alunorte-032/18

PREPARADO POR: Jeffrey W. Fortner DATA: Fev. 2018

TÍTULO:

Figura 1-3

Layout do Processo Industrial da Refinaria de Bauxita da HYDRO ALUNORTE Barcarena, PA

ESCALA: Como Indicado

Revisão No.: 0



Área das Operações Principais da Refinaria da HYDRO ALUNORTE



PREPARADO PARA: Hydro Alunorte, Barcarena, PA

ID DO PROJETO: Hydro Alunorte-032/18

PREPARADO POR: Jeffrey W. Fortner DATA: Fev. 2018

TÍTULO:

Figura 1-4
Padrão de Drenagem/Escoamento das
Águas Pluviais no Pátio das Contratadas para
SUMP 45

HYDRO ALUNORTE, Barcarena, PA

ESCALA: Como Indicado

Revisão No.: 0



PREPARADO PARA: Hydro Alunorte, Barcarena, PA

ID DO PROJETO: Hydro Alunorte-032/18

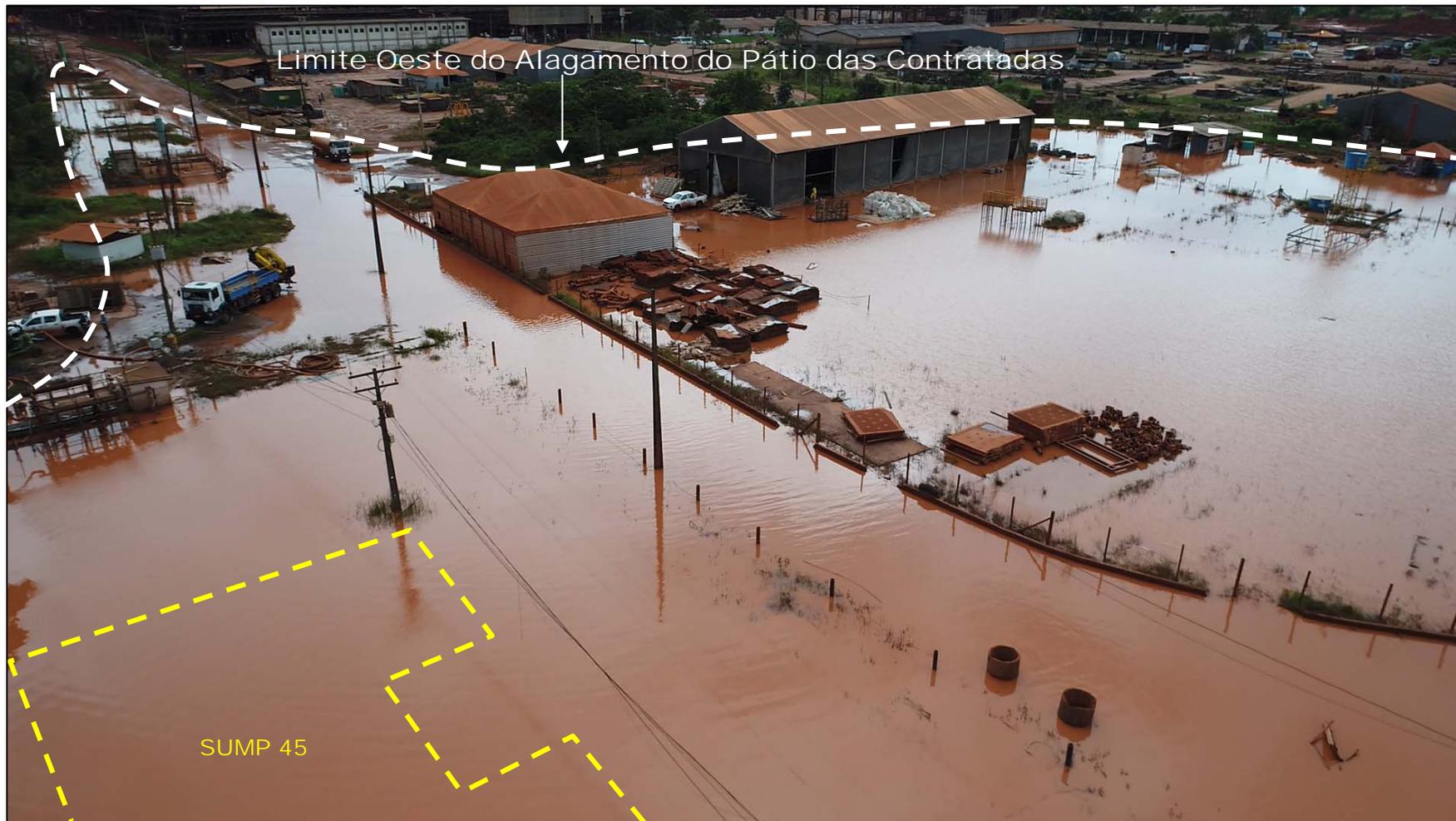
PREPARADO POR: Jeffrey W. Fortner DATA: Fev. 2018

TÍTULO:

Figura 1-5a
Foto Aérea do Alagamento
do Pátio das Contratadas pelo
Transbordamento da SUMP 45
HYDRO ALUNORTE, Barcarena, PA

ESCALA: Como Indicado

Revisão No.: 0



PREPARADO PARA: Hydro Alunorte, Barcarena, PA

ID DO PROJETO: Hydro Alunorte-032/18

PREPARADO POR: Jeffrey W. Fortner DATA: Fev. 2018

TÍTULO:

Figura 1-5b
Foto Aérea do Alagamento
do Pátio das Contratadas pelo
Transbordamento da SUMP 45
HYDRO ALUNORTE, Barcarena, PA

ESCALA: Como Indicado

Revisão No.: 0



Limite Oeste do Alagamento do Pátio das Contratadas

PREPARADO PARA: Hydro Alunorte, Barcarena, PA

ID DO PROJETO: Hydro Alunorte-032/18

PREPARADO POR: Jeffrey W. Fortner DATA: Fev. 2018

TÍTULO:

Figura 1-5c
Foto Aérea do Alagamento
do Pátio das Contratadas pelo
Transbordamento da SUMP 45
HYDRO ALUNORTE, Barcarena, PA

ESCALA: Como Indicado

Revisão No.: 0



PREPARADO PARA: Hydro Alunorte, Barcarena, PA

ID DO PROJETO: Hydro Alunorte-032/18

PREPARADO POR: Jeffrey W. Fortner DATA: Fev. 2018

TÍTULO:

Figura 1-5d
Foto Aérea do Alagamento
do Pátio das Contratadas pelo
Transbordamento da SUMP 45
HYDRO ALUNORTE, Barcarena, PA

ESCALA: Como Indicado

Revisão No.: 0



Limite Noroeste do Alagamento do Pátio das Contratadas

PREPARADO PARA: Hydro Alunorte, Barcarena, PA

ID DO PROJETO: Hydro Alunorte-032/18

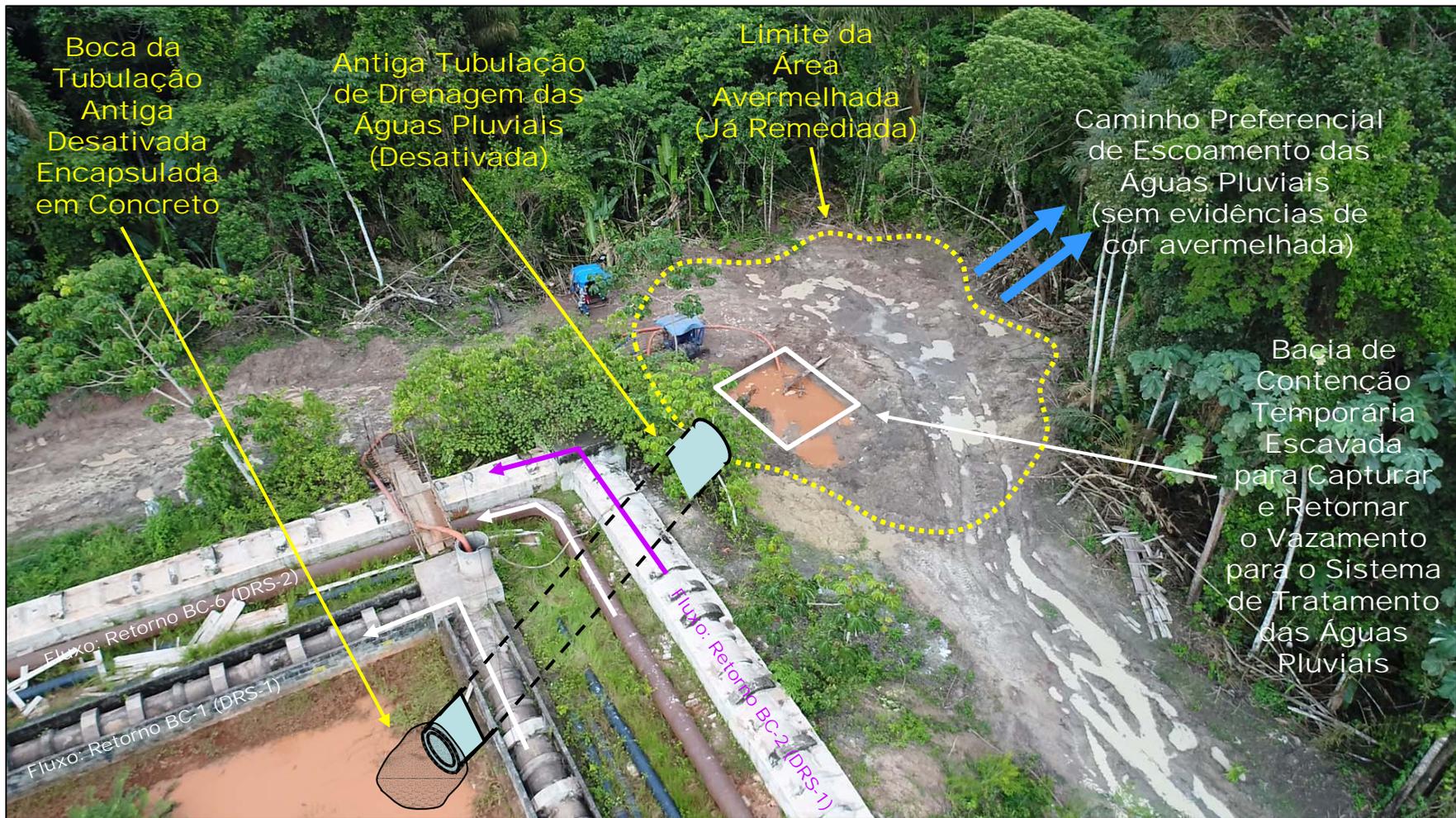
PREPARADO POR: Jeffrey W. Fortner DATA: Fev. 2018

TÍTULO:

Figura 1-5e
Foto Aérea do Alagamento
do Pátio das Contratadas pelo
Transbordamento da SUMP 45
HYDRO ALUNORTE, Barcarena, PA

ESCALA: Como Indicado

Revisão No.: 0



PREPARADO PARA: Hydro Alunorte, Barcarena, PA

ID DO PROJETO: Hydro Alunorte-032/18

PREPARADO POR: Jeffrey W. Fortner DATA: Fev. 2018

TÍTULO:

Figura 1-6a

Localização da Antiga Tubulação de Drenagem das Águas Pluviais (Desativada) que Vazou HYDRO ALUNORTE - Barcarena, PA

ESCALA: Como Indicado

Revisão No.: 0



PREPARADO PARA: Hydro Alunorte, Barcarena, PA

ID DO PROJETO: Hydro Alunorte-032/18

PREPARADO POR: Jeffrey W. Fortner DATA: Fev. 2018

TÍTULO:

Figura 1-6b
O Vazamento e Área Avermelhada na Saída da Antiga Tubulação de Drenagem das Águas Pluvias (Desativada)
HYDRO ALUNORTE - Barcarena, PA

ESCALA: Como Indicado

Revisão No.: 0



PREPARADO PARA: Hydro Alunorte, Barcarena, PA

ID DO PROJETO: Hydro Alunorte-032/18

PREPARADO POR: Jeffrey W. Fortner DATA: Fev. 2018

TÍTULO:

Figura 1-6c

**Área Vermelha na Saída da
Antiga Tubulação Desativada
Resultado de Transbordo da SUMP 45**

ESCALA: Como Indicado

Revisão No.: 0

1.1.2 O Histórico da Antiga Tubulação de Drenagem das Águas Pluviais

De acordo com os responsáveis da HYDRO ALUNORTE, a tubulação antiga de drenagem das águas pluviais em questão é um dos conjuntos de três tubos que foram instalados em níveis diferentes no mesmo local (Figura 1-7a) e todos foram desativados aproximadamente em 2012 quando a SUMP 45 foi construída. A HYDRO ALUNORTE reportou que a desativação desse conjunto de tubos envolveu o preenchimento com solo da manilha de concreto que protege a boca de entrada dos três tubos (Figura 1-7a e 1-7b). Além disso, os tubos menores, mais fundos, estavam equipados com uma válvula de controle (no caso de um) ou um flange (no caso de outro), que facilitava a selagem/fechamento nos lados posteriores de descarga (Figura 1-7a). Porém, o terceiro tubo, instalado mais alto e com diâmetro maior, não tinha um mecanismo específico no ponto de descarga para facilitar a sua selagem, e foi deixado aberto no lado posterior.

Em setembro de 2017, a HYDRO ALUNORTE reforçou a desativação desse conjunto de tubos antigos próximos a SUMP 45 através do encapsulamento da boca da manilha de concreto com sacos de areia e concreto (Figura 1-7c). Essa ação foi tomada, em vez da remoção completa dos tubos desativados, por causa do risco potencial de danificar os três dutos de retorno dos efluentes dos Depósitos de Resíduos Sólidos DRS-1 e DRS-2 que passam acima do dique onde esses antigos tubos de drenagem desativados estão instalados (Figura 1-7a). A origem e o trajeto dos efluentes dos dutos de retorno dos efluentes do DRS-1 (dutos de concreto com bacias de contenção de concreto) e DRS-2 (duto de aço) são apresentados nas Figuras 1-7a e 1-7d. Os efluentes provenientes das Bacias de Controle BC-201 e BC-202 do DRS-2 descarregam na Bacia de Controle BC-6 do DRS-1 e depois prosseguem pelo duto de aço que passa acima do dique próximo a SUMP 45 para a ETE. As Bacias de Controle BC-1 e BC-2 são destinadas à gestão dos efluentes do DRS-1.

O vazamento da água pluvial nos dias 17 e 18 de fevereiro de 2018 provavelmente ocorreu pela saturação dos solos abaixo do concreto de encapsulamento que eventualmente permitiu a infiltração dessa água pluvial na boca do tubo superior (Figura 1-7a).

1.1.3 A Resposta Emergencial da HYDRO ALUNORTE

Quando o vazamento das águas pluviais através da tubulação desativada foi descoberto, a HYDRO ALUNORTE tomou uma série de Ações Corretivas em forma de Resposta Emergencial para estancar o vazamento e avaliar/recuperar potenciais impactos ambientais o mais rápido possível. Essas Ações Corretivas incluíram:

- ☞ A coleta de amostras para determinar a qualidade da água (Figura 1-6b);
- ☞ O tamponamento da saída da tubulação para encerrar o vazamento (Figura 1-8);
- ☞ A escavação de uma Bacia Temporária de captação das águas vazadas com montagem de sistemas de bombas para retornar as águas vazadas para o sistema de gestão das águas pluviais (Figura 1-9); e,

Encapsulamento com Concreto (Set. de 2017)



Duto de Retorno BC-1 (DRS-1) Duto de Retorno BC-6 (DRS-2) Duto de Retorno BC-6 (DRS-2)

Nível das Águas da Enchente (17.02.18)

Caminho de Infiltração das Águas Pluviais mais Provável

Canaleta de Drenagem das Águas Pluviais para SUMP 45

Desativação Original das Antigas Tubulações de Drenagem das Águas Pluviais (Manilha Preenchida com Solo)

Antiga Tubulação de Drenagem das Águas Pluviais Fechada com Válvula (Não Vazou)

Antiga Tubulação de Drenagem das Águas Pluviais que Vazou nos dias 17 a 18 de fevereiro de 2018

Antiga Tubulação de Drenagem das Águas Pluviais Fechada (Tampa Aparafusada - Sem vazamento)

Bacia Temporária de Contenção



Preenchimento Temporário da Tubulação para Estancar o Vazamento

PREPARADO PARA: Hydro Alunorte, Barcarena, PA

ID DO PROJETO: Hydro Alunorte-032/18

PREPARADO POR: Jeffrey W. Fortner DATA: Fev. 2018

TÍTULO:

Figura 1-7a
Diagrama Esquema da Antiga Tubulação de Drenagem das Águas Pluviais e Sua Forma de Desativação Próxima a SUMP 45 da HYDRO ALUNORTE - Barcarena, PA

ESCALA: Como Indicado

Revisão No.: 0



PREPARADO PARA: Hydro Alunorte, Barcarena, PA

ID DO PROJETO: Hydro Alunorte-032/18

PREPARADO POR: Jeffrey W. Fortner DATA: Fev. 2018

TÍTULO: **Figura 1-7b**
Foto da Antiga Tubulação Desativada de Drenagem
das Águas Pluviais Próxima a SUMP 45 Antes do
Encapsulamento de Concreto em Set. de 2017
da HYDRO ALUNORTE - Barcarena, PA

ESCALA: Como Indicado

Revisão No.: 0



PREPARADO PARA: Hydro Alunorte
Barcarena, PA

ID DO PROJETO: Hydro Alunorte-032/18

PREPARADO POR: Jeffrey W. Fortner

DATA: Fev. 2018

TÍTULO:

Figura 1-7c

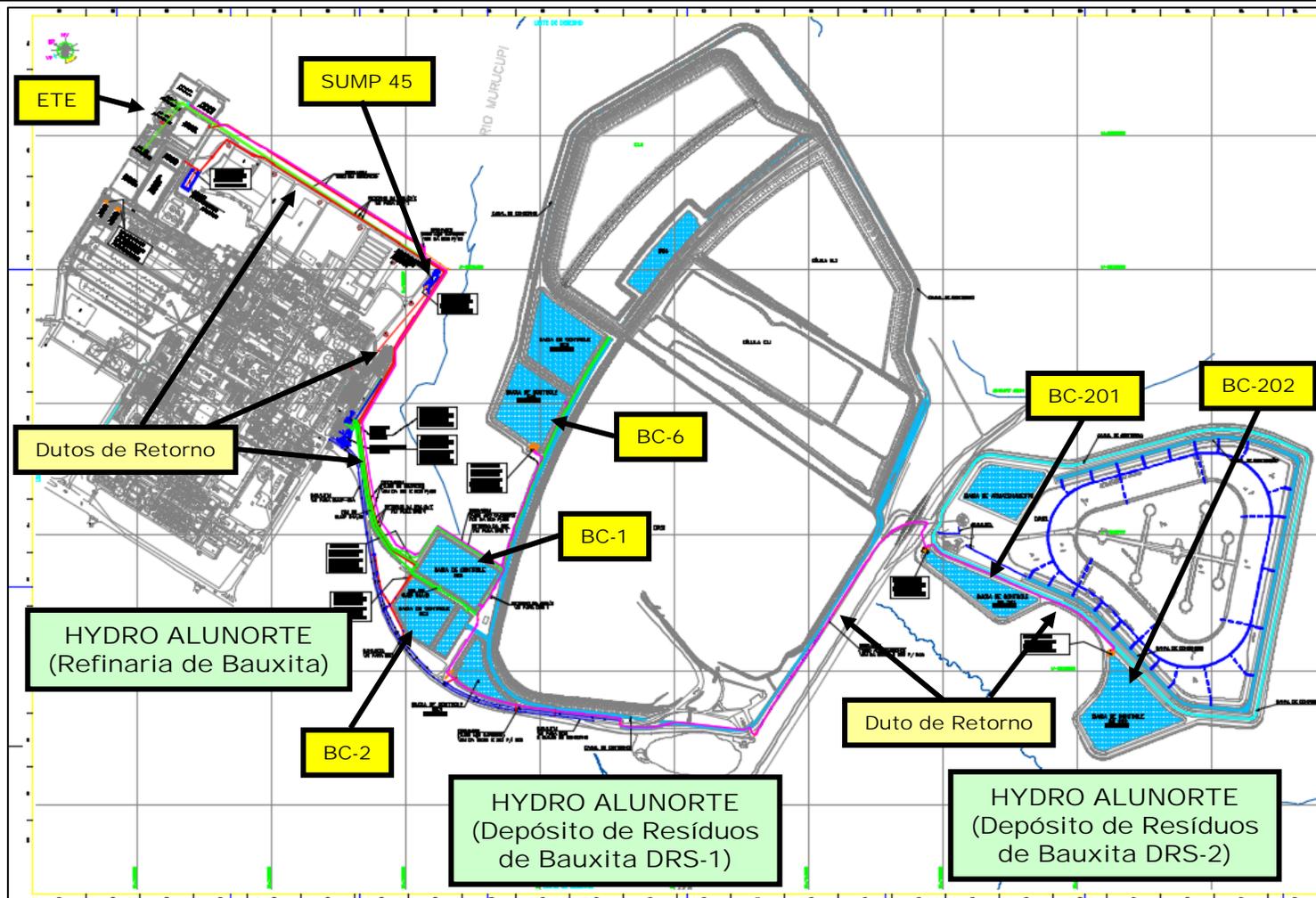
**Reforço/Encapsulamento para a Desativação dos
Tubos Antigos de Drenagem das Águas Pluviais
(Setembro, 2017)**

ESCALA: Como Indicado

REVISÃO No.: 0



enviro-tec
Environmental Management & Technology



PREPARADO PARA: Hydro Alunorte, Barcarena, PA

ID DO PROJETO: Hydro Alunorte-032/18

PREPARADO POR: Jeffrey W. Fortner DATA: Fev. 2018

TÍTULO:

Figura 1-7d

**Trajeto das Dutos de Retorno dos Efluentes
Provenientes do DRS-1 e DRS-2 ao ETE
HYDRO ALUNORTE - Barcarena, PA**

ESCALA: Como Indicado

Revisão No.: 0



Estancamento Preliminar
do Vazamento das Águas Pluviais
(Resultado da Resposta Emergencial
no Dia 18.02.18)

PREPARADO PARA: Hydro Alunorte, Barcarena, PA

ID DO PROJETO: Hydro Alunorte-032/18

PREPARADO POR: Jeffrey W. Fortner DATA: Fev. 2018

TÍTULO:

Figura 1-8

**Encerramento do Vazamento das
Águas Pluviais no dia 18.02.18
na HYDRO ALUNORTE - Barcarena, PA**

ESCALA: Como Indicado

Revisão No.: 0



PREPARADO PARA: Hydro Alunorte, Barcarena, PA

ID DO PROJETO: Hydro Alunorte-032/18

PREPARADO POR: Jeffrey W. Fortner DATA: Fev. 2018

TÍTULO:

Figura 1-9

**Bacia Temporária de Captação e Retorno
das Águas Pluviais Escavada pela
HYDRO ALUNORTE**

ESCALA: Como Indicado

Revisão No.: 0

- ☞ A realização de uma Investigação Preliminar dos potenciais danos ambientais entre o ponto de vazamento na saída da antiga tubulação desativada e o Igarapé Murucupi, o potencial receptor final das águas pluviais vazadas, seguindo o caminho preferencial de escoamento das águas pluviais controlado pelo declive do terreno (Figura 1-10). A distância entre o ponto de vazamento e Igarapé Murucupi é cerca de 90m ao longo deste caminho.

1.1.4 Os Resultados da Investigação Preliminar Realizada pela HYDRO ALUNORTE

Na manhã do dia 19 de fevereiro de 2018, a HYDRO ALUNORTE realizou uma avaliação das condições ambientais das áreas a jusante da SUMP 45 até o Igarapé Murucupi, utilizando recursos internos, para determinar se houve algum impacto ambiental associado a este evento. Mais especificamente, essa avaliação interna foi realizada para:

- ☞ Avaliar se o efluente de coloração avermelhada atingiu a vegetação e posteriormente o Igarapé Murucupi;
- ☞ Investigar a qualidade do solo ao longo do caminho preferencial de escoamento da água entre a tubulação e o Igarapé Murucupi;
- ☞ Avaliar a qualidade das águas superficiais do Igarapé Murucupi (pH, condutividade elétrica e temperatura);

Para atender a esses objetivos, o técnico do meio ambiente da HYDRO ALUNORTE caminhou ao longo do caminho preferencial de drenagem das águas superficiais, controlado pelo declive topográfico da área, até o Igarapé Murucupi. Foi coletada uma série de 5 amostras de solo superficial, igualmente distribuídas ao longo desse caminho (Figura 1-10), para análises do pH e condutividade elétrica. Esses resultados são apresentados abaixo:

	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5
pH	7,04	6,7	6,28	5,97	5,66
Condutividade elétrica (µs/cm)	33,8	17,9	10,97	9,61	10,26

O Técnico do Meio Ambiente da HYDRO ALUNORTE reportou que *"O pH do corpo hídrico teve resultado de 5,62 [Figura 1-11] cujo valor está dentro do padrão estabelecido pelo CONAMA 357 de 2005 que dispõe sobre a classificação dos corpos de água. Já a temperatura apresentou o valor de 26,4C°, resultado este também que se encontra dentro dos limites estabelecidos pelo mesmo CONAMA. Por fim, a condutividade elétrica apresentou resultado de 204µs/cm."*

Através das observações e resultados registrados em campo, a HYDRO ALUNORTE conclui que, *"a vegetação não sofreu alterações ou contaminação devido ao efluente oriundo da tubulação da área da SUMP 45. Além disso, não houve evidências de contaminação ou alteração na coloração da água do Igarapé Murucupi."*

Avaliação do entorno do Rio Murucupi

Escreva uma descrição para seu mapa.



PREPARADO PARA: Hydro Alunorte, Barcarena, PA

ID DO PROJETO: Hydro Alunorte-032/18

PREPARADO POR: Jeffrey W. Fortner DATA: Fev. 2018

TÍTULO:

Figura 1-10
Localização das Amostras de Solo Coletadas
pela HYDRO ALUNORTE no dia 19.02.18
ao Longo do Caminho Preferencial a Jusante
da SUMP 45

ESCALA: Como Indicado

Revisão No.: 0



PREPARADO PARA: Hydro Alunorte, Barcarena, PA

ID DO PROJETO: Hydro Alunorte-032/18

PREPARADO POR: Jeffrey W. Fortner DATA: Fev. 2018

TÍTULO:

Figura 1-11
Aparência do Igarapé Murucupi e
Medição do pH pelo Técnico da
HYDRO ALUNORTE no dia 19.02.18

ESCALA: Como Indicado

Revisão No.: 0



PREPARADO PARA: Hydro Alunorte, Barcarena, PA

ID DO PROJETO: Hydro Alunorte-032/18

PREPARADO POR: Jeffrey W. Fortner DATA: Fev. 2018

TÍTULO:

Figura 1-12a

**Condições Naturais do Caminho Preferencial
de Escoamento das Águas Pluviais
no Ponto 2 Amostrado pela HYDRO ALUNORTE**

ESCALA: Como Indicado

Revisão No.: 0



PREPARADO PARA: Hydro Alunorte, Barcarena, PA

ID DO PROJETO: Hydro Alunorte-032/18

PREPARADO POR: Jeffrey W. Fortner DATA: Fev. 2018

TÍTULO:

Figura 1-12b

**Condições Naturais do Caminho Preferencial
de Escoamento das Águas Pluviais
no Ponto 3 Amostrado pela HYDRO ALUNORTE**

ESCALA: Como Indicado

Revisão No.: 0



PREPARADO PARA: Hydro Alunorte, Barcarena, PA

ID DO PROJETO: Hydro Alunorte-032/18

PREPARADO POR: Jeffrey W. Fortner DATA: Fev. 2018

TÍTULO:

Figura 1-12c

**Condições Naturais do Caminho Preferencial
de Escoamento das Águas Pluviais
no Ponto 4 Amostrado pela HYDRO ALUNORTE**

ESCALA: Como Indicado

Revisão No.: 0



PREPARADO PARA: Hydro Alunorte, Barcarena, PA

ID DO PROJETO: Hydro Alunorte-032/18

PREPARADO POR: Jeffrey W. Fortner DATA: Fev. 2018

TÍTULO:

Figura 1-12d

**Condições Naturais do Caminho Preferencial
de Escoamento das Águas Pluviais
no Ponto 5 Amostrado pela HYDRO ALUNORTE**

ESCALA: Como Indicado

Revisão No.: 0

1.2 Avaliação Independente dos Potenciais Impactos Ambientais na SUMP 45

Com objetivo de realizar uma confirmação independente das condições ambientais no entorno da SUMP 45, com enfoque inicial na avaliação dos potenciais impactos ambientais associados ao vazamento das águas pluviais através do Antigo Tubo de Drenagem das Águas Pluviais (desativado), a ENVIRO-TEC elaborou um Plano de Amostragem Inicial para essa área. O desenho desse Plano de Amostragem se baseou nas informações do evento fornecidas pela HYDRO ALUNORTE e pelas observações do profissional da ENVIRO-TEC durante uma visita na área no dia 20 de fevereiro de 2018.

Durante essa visita, foi observada uma pequena área nas imediações da saída da tubulação com evidências de poeira vermelha, característica de passagem da água com lama (Figura 1-3). Nessa área foi observado um buraco (Bacia Temporária - Figura 1-4) que foi escavado pela HYDRO ALUNORTE logo depois do evento com o objetivo de capturar e retornar as águas de drenagem para o sistema de gestão das águas pluviais da refinaria. Depois, o Engenheiro Ambiental da ENVIRO-TEC seguiu o caminho preferencial de escoamento das águas pluviais dessa área, controlado pelo declive topográfico, até o Igarapé Murucupi. Ao longo desse trajeto foram observadas as condições ambientais da vegetação natural e os pontos da amostragem realizada pela HYDRO ALUNORTE no dia anterior. Fotos desses pontos e as condições naturais observadas são apresentadas nas Figuras 1-12a a 1-12d. Não foram identificadas evidências da passagem de águas lamosas ao longo desse trajeto, além da área já indicada anteriormente ao redor da saída da tubulação. Na chegada do Igarapé Murucupi, a água do igarapé estava transparente, e até um pouco esbranquiçada - cor característica dos solos naturais da área.

Com objetivo de confirmar a representatividade dos dados obtidos pela HYDRO ALUNORTE no dia 19 de fevereiro de 2018, a ENVIRO-TEC recomendou a ampliação do programa de amostragem já realizado, conforme a seguir:

- ☞ Coletar uma amostra da água na Bacia Temporária e analisar para pH, condutividade, turbidez, salinidade, temperatura, Eh e Sólidos Totais Dissolvidos.
- ☞ Coletar uma amostra de solo na saída da tubulação identificada como ponto do vazamento (0,0-0,1m) - Analisar para pH;
- ☞ Coletar 5 amostras igualmente distribuídas dentro da área identificada no dia 18 de fevereiro (Figuras 1-6b e 1-6c) com impacto vermelho visível (0,0-0,1m). Nos mesmos pontos coletar mais 5 amostras para as mesmas análises no subsolo (0,5-0,6m).
- ☞ Coletar 5 amostras igualmente distribuídas ao longo do perímetro exterior da área identificada no dia 18 de fevereiro (Figuras 1-6b e 1-6c) com impacto vermelho visível (0,0-0,1m). Esses pontos devem ser afastados cerca de 3m do limite visível do impacto vermelho, em solos aparentemente não impactados. Nos mesmos pontos, coletar mais 5 amostras no subsolo para as mesmas análises (0,5-0,6m).

- ☞ Coletar 5 amostras de solo (0,0-0,1m) em linha centralizada no Ponto 2 do evento de amostragem do técnico da HYDRO ALUNORTE (Figura 1-12a). Essa linha deve estar orientada perpendicularmente à direção do fluxo preferencial de drenagem com espaçamento de 2,0m entre cada ponto. Essas amostras de solo devem ser analisadas para pH.
- ☞ Coletar 5 amostras de solo (0,0-0,1m) em linha centralizada no Ponto 3 do evento de amostragem do técnico da HYDRO ALUNORTE (Figura 1-12a). Essa linha deve estar orientada perpendicularmente à direção do fluxo preferencial de drenagem com espaçamento de 2,0m entre cada ponto. Essas amostras de solo devem ser analisadas para pH.
- ☞ Coletar 5 amostras de solo (0,0-0,1m) em linha centralizada no Ponto 4 do evento de amostragem do técnico da HYDRO ALUNORTE (Figura 1-12a). Essa linha deve estar orientada perpendicularmente à direção do fluxo preferencial de drenagem com espaçamento de 2,0m entre cada ponto. Essas amostras de solo devem ser analisadas para pH.
- ☞ Coletar 5 amostras de solo (0,0-0,1m) em linha centralizada no Ponto 5 do evento de amostragem do técnico da HYDRO ALUNORTE (Figura 1-12a). Essa linha deve estar orientada perpendicularmente à direção do fluxo preferencial de drenagem com espaçamento de 2,0m entre cada ponto. Essas amostras de solo devem ser analisadas para pH.
- ☞ Coletar 3 amostras de água superficial e sedimentos do Igarapé Murucupi, incluindo 1 conjunto alinhado com Ponto 5, 1 conjunto orientado a cerca de 20m a montante do Ponto 5 e 1 conjunto orientado a cerca de 20m a jusante do Ponto 5. Cada amostra de água superficial deve ser analisada para pH, condutividade, turbidez, salinidade, temperatura, Eh e Sólidos Totais Dissolvidos, e cada amostra de sedimento deve ser analisada para pH.

Além dessas atividades, a ENVIRO-TEC realizou uma investigação inicial no lado a montante da Antiga Tubulação Desativada no entorno da SUMP 45 e ao longo das laterais dos muros de contenção do duto de retorno dos efluentes da BC-1 proveniente do DRS-1. Este duto foi o receptor das águas pluviais capturadas na Bacia Temporária (Figura 1-9). Nessa porção de investigação foram avançadas 25 sondagens com a coleta das amostras de solo multiníveis (0,0-0,1m e 0,5-0,6m em todos os pontos) com a análise de pH em tempo real.

Todas essas análises devem ser realizadas em campo com instrumentos da ENVIRO-TEC, devidamente calibrados. No evento de identificação de valores de pH > 9,0, a ENVIRO-TEC recomenda a coleta das amostras para análises laboratoriais (metais, sulfato e alcalinidade).

2.0 Procedimento de Sondagens e a Coleta das Amostras

Essa Seção fornece uma descrição detalhada dos procedimentos e metodologias aplicadas pela equipe da ENVIRO-TEC na realização na coleta das amostras ambientais para análises, conforme recomendado.

2.1 Preparações e Precauções de Segurança Implementadas

Antes do início das atividades de perfuração em cada local foi executado um rigoroso processo de liberação de escavação junto com os profissionais autorizados da HYDRO ALUNORTE. A função desse processo de liberação é confirmar que cada ponto marcado esteja livre de obstáculos e perigos aéreos, na superfície e no subsolo. Assim, representantes de cada departamento da HYDRO ALUNORTE responsável pelas linhas e tubulações do processo; linhas e tubulações de drenagem (água pluvial, água sanitária e efluentes); tanques, fossas e reservatórios; e as redes de ar, gás, energia e telecomunicações foram envolvidos na avaliação e na liberação de cada ponto antes de sua execução.

Além do Processo de Liberação de Escavação, a ENVIRO-TEC elaborou em conjunto com a HYDRO ALUNORTE uma Análise de Prevenção de Riscos (“APR”) detalhada conjuntamente pelos profissionais da ENVIRO-TEC e da HYDRO ALUNORTE, que teve a finalidade de identificar e comunicar todos os riscos potenciais associados às diversas atividades realizadas pela ENVIRO-TEC, bem como identificar os riscos e as precauções específicos para cada uma das áreas operacionais que foram designadas para a execução das sondagens, assim como as precauções correspondentes que seriam aplicadas para minimizar estes riscos.

Adicionalmente, foram realizados Diálogos Diários de Segurança (*DDS*), documentados pelos profissionais da ENVIRO-TEC no início de dia. O propósito do DDS foi de destacar e/ou atualizar, para os profissionais da ENVIRO-TEC, quais as precauções específicas relevantes às atividades de cada dia, assim como avaliar o estado físico/mental de cada funcionário antes do início das atividades do projeto de cada dia.

O medidor Hanna Phem solo HI99121, utilizado para medir o pH direto nos solos, e o medidor Horiba U-52, utilizado para as medidas de pH, condutividade elétrica, turbidez, temperatura, salinidade, Eh e Sólidos Totais Dissolvidos na água, foram devidamente calibrados com soluções de calibração originais dos fabricantes desses instrumentos imediatamente antes do início das atividades de amostragem.

2.2 Investigação Preliminar Inicial da Área de Vazamento das Águas Pluviais

No dia 22 de fevereiro de 2018, a ENVIRO-TEC coletou 41 amostras de solo nas áreas a jusante da SUMP 45, entre o ponto de vazamento e o Igarapé Murucupi, distribuídas de acordo com o Plano de Amostragem estabelecido. Cada amostra de solo foi coletada

com o trado manual de duas polegadas de diâmetro, construído de aço inox, e devidamente limpo. A matéria de solo foi retirada do trado utilizando uma colher limpa, também feita de aço inox, e colocada dentro uma bacia limpa de aço inox, onde a medida de pH de solo foi realizada direto na amostra com o instrumento Hanna PHEM, devidamente calibrado, conforme apresentado na Tabela 2-1. Todas as informações das medidas, incluindo os resultados, foram registradas no caderno de campo, conforme apresentado na Tabela 2-4. Todos os equipamentos foram devidamente lavados/descontaminados com água destilada entre as amostras. A localização de cada uma dessas amostras de solo é apresentada nas Figuras 2-1a e 2-1b.

Tabela 2-1: Medidas de Calibração do Equipamento Horiba U-52 e Hanna PHEM

Data:	Hora:	ENVIRO-TEC Horiba U-52 (S/N: 5BF57J4W)				
		pH:	Cond.: (mS/cm)	Turb.: (NTU)	Sal.: (%)	O.D. (mg/l)
22.02.18	Começo do dia (Cal.): 10:16	4,01	4,50	0	0,24	7,56
	Meio do dia (Desv.) 13:11	4,02	4,51	0	0,24	7,82
	Meio do dia (Cal.)	*	*	*	*	*
	Final do dia (Desv.)	*	*	*	*	*
Data:	Hora:	ENVIRO-TEC Hanna PHEM (S/N: 02100051991)				
		pH-1:	pH-2:	Resposta:		
22.02.18	Começo do dia (Cal.): 10:04	4,01	7,01	OK		
	Meio do dia (Desv.) 13:17	4,01	7,01	OK		
	Meio do dia (Cal.)	*	*	*		
	Final do dia (Desv.)	*	*	*		

* = Não aplicável porque o tempo de utilização do instrumento foi menos de 4 horas.

Uma revisão dos dados obtidos indicou que o maior valor de pH detectado nessa porção da Investigação Preliminar estava associado à amostra SO-01 (7,82) de solo superficial coletada na saída da Antiga Tubulação das Águas Pluviais (Desativada). As concentrações de pH nos solos ao redor da área avermelhada apresentaram valores entre 4,79-6,50 e as concentrações de pH nos solos coletados ao longo do perímetro externo, não avermelhados, apresentaram valores entre 4,94-6,40, indicando nenhuma diferença na qualidade dos solos dentro e fora da área avermelhada. As concentrações de pH nos solos coletados nas linhas a jusante variam entre 4,80-7,33, também, sem evidência de impacto ambiental.

Esses resultados indicam que as águas pluviais que transbordaram da SUMP 45 e escoaram na área de floresta a jusante da SUMP 45 não estavam contaminadas pelo processo industrial da HYDRO ALUNORTE e não causaram nenhum impacto negativo na qualidade dos solos que entraram em contato com essas águas pluviais.

Em apoio à avaliação da qualidade dos efluentes de água pluvial que escoaram na área avermelhada, a ENVIRO-TEC coletou uma amostra da água da Bacia Temporária (Amostra SW-01) e mediu os seguintes parâmetros usando o instrumento Horiba U-52, devidamente calibrado: pH, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido, turbidez,



PREPARADO PARA: Hydro Alunorte, Barcarena, PA

ID DO PROJETO: Hydro-Alunorte-015/16

PREPARADO POR: Luís Pinto

DATA: Mar. 2016

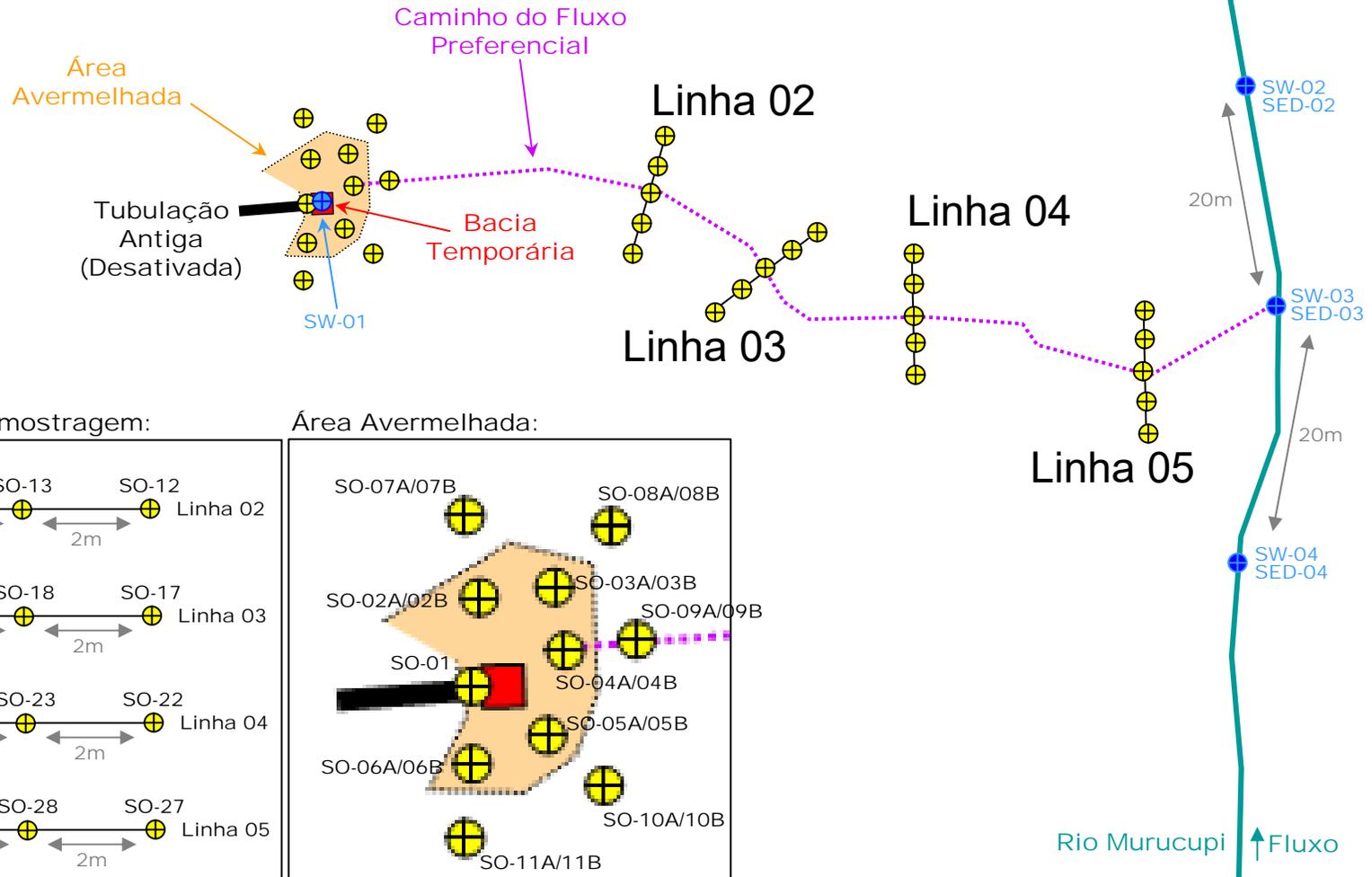
TÍTULO:

Figura 2-1a
Localização dos Pontos de Investigação
no Entorno da SUMP 45
HYDRO ALUNORTE - Bacarena, PA - Brasil

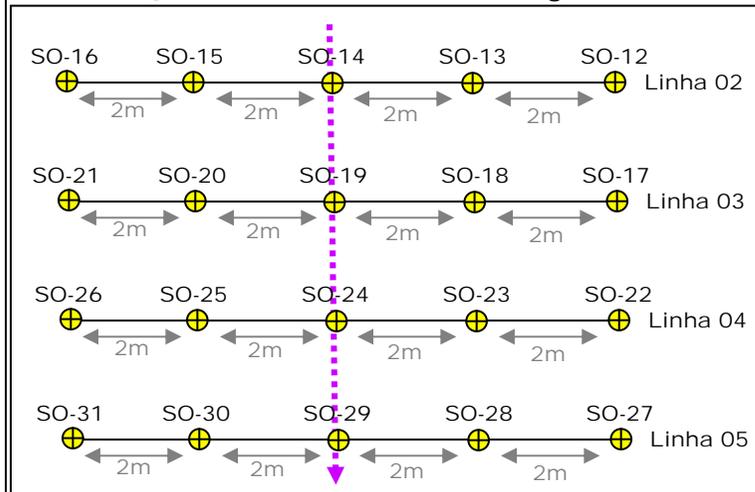
ESCALA:

Revisão No.: 0

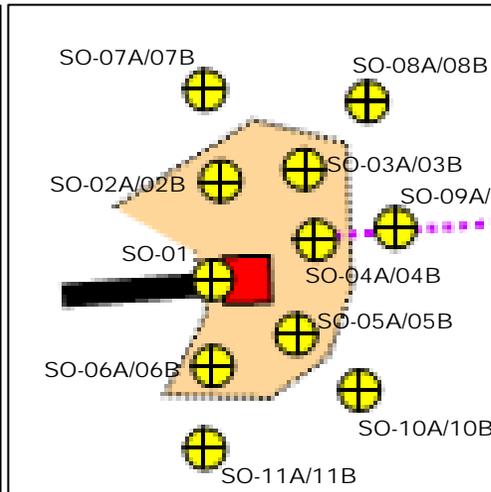
● - Pontos de Monitoramento da Qualidade das águas superficiais e sedimentos coletados pela ENVIRO-TEC



Identificação dos Pontos de Amostragem:



Área Vermelha:



PREPARADO PARA: Hydro Alunorte, Bacarena, PA

ID DO PROJETO: Hydro Alunorte-032/18

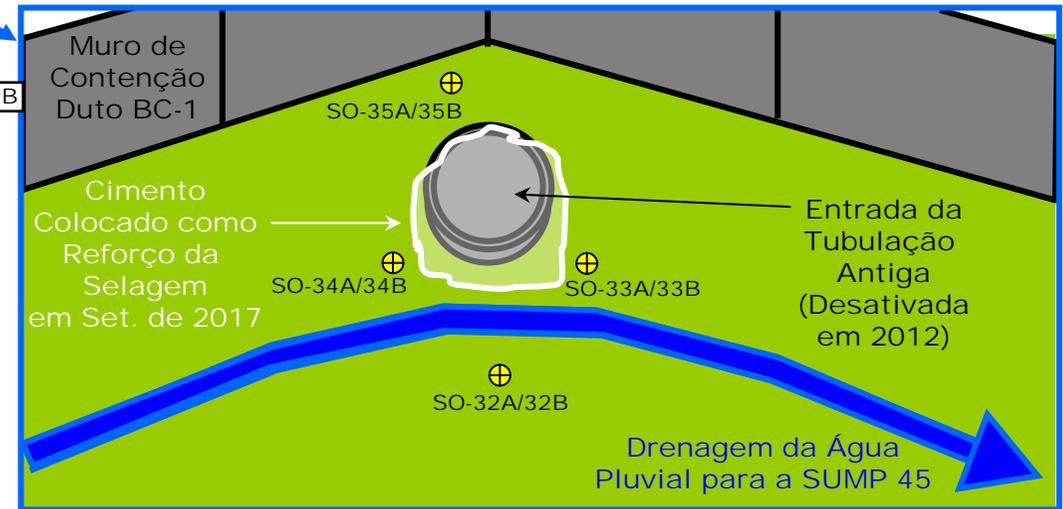
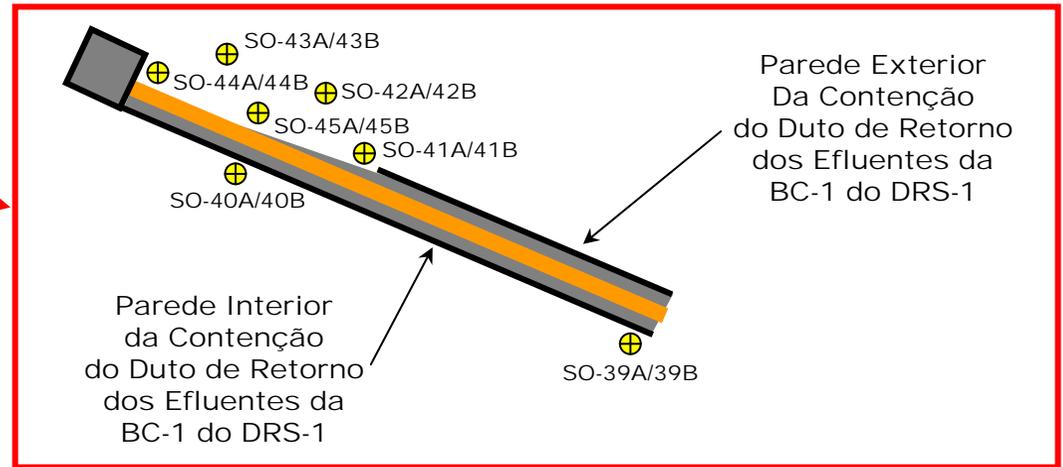
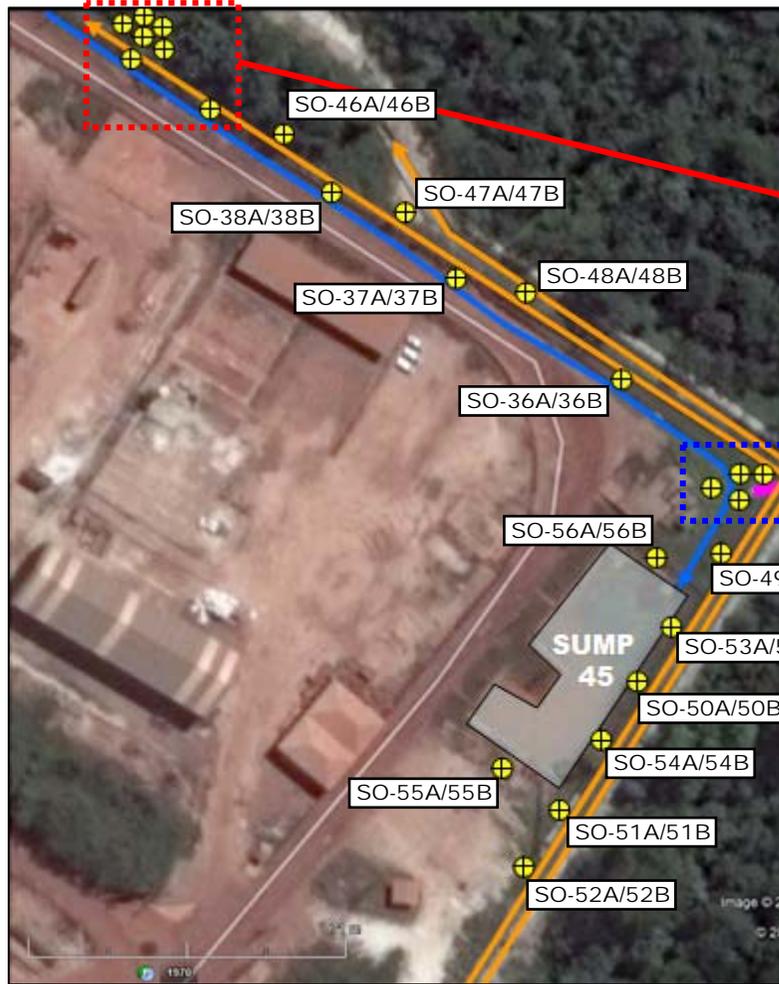
PREPARADO POR: Jeffrey W. Fortner DATA: Fev. 2018

TÍTULO:

Figura 2-1b
Localização dos Pontos de Investigação
no Entorno da SUMP 45
HYDRO ALUNORTE - Bacarena, PA - Brasil

ESCALA: Como Indicado

Revisão No.: 0



PREPARADO PARA: Hydro Alunorte, Barcarena, PA

ID DO PROJETO: Hydro Alunorte-032/18

PREPARADO POR: Jeffrey W. Fortner DATA: Fev. 2018

TÍTULO:

Figura 2-1c
Localização dos Pontos de Investigação
no Entorno da SUMP 45
HYDRO ALUNORTE - Bacarena, PA - Brasil

ESCALA: Como Indicado

Revisão No.: 0

salinidade, temperatura, Eh e sólidos totais dissolvidos. Os resultados dessas análises são consistentes com água pluvial sem evidências de contaminação química e são apresentados na Tabela 2-2, abaixo:

Tabela 2-2: Resultados de Monitoramento da Água na Bacia Temporária (22 de Fev. de 2018)

Ponto	pH	Condutividade Elétrica (mS/cm)	Oxigênio Dissolvido (mg/l)	Turbidez (NTU)	Temperatura (°C)	Salinidade (%)	Eh (mV)	Sólidos Totais Dissolvidos (g/l)
SW-01	6,07	0,150	4,45	544	28,5	0,05	264	0,095

Em apoio à avaliação da qualidade do Igarapé Murucupi, e para determinar se existem evidências de impacto na qualidade da água e/ou dos sedimentos no igarapé associados às atividades industriais da HYDRO ALUNORTE, a ENVIRO-TEC coletou 3 conjuntos de amostras de água superficial e sedimentos ao longo do curso do igarapé, incluindo uma amostra no ponto onde o caminho preferencial de drenagem intersectou o igarapé; uma amostra localizada a cerca de 20m a montante desse ponto; e uma amostra localizada a cerca de 20m a jusante do mesmo ponto.

Para maximizar a representatividade dessas amostras, o programa de amostragem foi iniciado no ponto mais a jusante do igarapé e prosseguiu na direção contra fluxo até o ponto mais a montante. Da mesma forma, as amostras da água superficial sempre foram coletadas antes da coleta da amostra dos sedimentos correspondentes. A qualidade da água no Igarapé Murucupi foi medida diretamente, com a colocação do probe do Horiba direto no igarapé. Um resumo das medidas registradas nos três pontos é apresentado na Tabela 2-3 abaixo:

Tabela 2-3: Resultados de Monitoramento da Água no Igarapé Murucupi (22 de Fev. de 2018)

Ponto	pH	Condutividade Elétrica (mS/cm)	Oxigênio Dissolvido (mg/l)	Turbidez (NTU)	Temperatura (°C)	Salinidade (%)	Eh (mV)	Sólidos Totais Dissolvidos (g/l)
SW-02	5,15	0,095	1,25	203	26,9	0,00	320	0,062
SW-03	5,19	0,098	1,20	150	26,8	0,00	318	0,064
SW-04	5,20	0,100	0,53	180	26,2	0,00	318	0,065

Esses resultados da água do igarapé não apresentam nenhuma evidência de impacto negativo em sua qualidade. O único parâmetro que chamou atenção são os baixos valores do oxigênio dissolvido. Porém, esses valores baixos de oxigênio dissolvido são altamente consistentes com o afeito de afloramento das águas subterrâneas.

A coleta dos sedimentos em cada ponto do igarapé foi realizada com o trado manual e as análises de pH desses sedimentos utilizou o mesmo processo das medidas do solo. Os resultados de pH desses sedimentos são apresentados na Tabela 2-1 e indicaram a mesma faixa de variação dos solos, com concentrações de 4,55-6,42.

Tabela 2-4: pH de Solos e Sedimentos a Jusante da Tubulação Desativada (22 de Fev. de 2018)

Local	Ponto de Amostra	Data de Coleta	Hora de Análise	Intervalo de Amostra	Resultado de Análise de pH	Temperatura (°C)
Saída de Tubulação	SO-01	22.02.18	11:10	0,0 - 0,1m	7,82	26,9
Área Avermelhada	SO-02A	22.02.18	11:10	0,0 - 0,1m	6,40	27,2
	SO-02B	22.02.18	11:15	0,5 - 0,6m	5,85	28,0
Área Avermelhada	SO-03A	22.02.18	11:17	0,0 - 0,1m	5,40	28,0
	SO-03B	22.02.18	11:20	0,5 - 0,6m	5,20	28,3
Área Avermelhada	SO-04A	22.02.18	11:21	0,0 - 0,1m	5,56	27,0
	SO-04B	22.02.18	11:23	0,5 - 0,6m	4,79	27,1
Área Avermelhada	SO-05A	22.02.18	11:30	0,0 - 0,1m	5,90	26,1
	SO-05B	22.02.18	11:32	0,5 - 0,6m	6,01	25,3
Área Avermelhada	SO-06A	22.02.18	11:35	0,0 - 0,1m	6,50	26,3
	SO-06B	22.02.18	11:36	0,5 - 0,6m	5,15	26,0
Perímetro Exterior	SO-07A	22.02.18	11:40	0,0 - 0,1m	4,94	27,0
	SO-07B	22.02.18	11:43	0,5 - 0,6m	5,77	26,8
Perímetro Exterior	SO-08A	22.02.18	11:45	0,0 - 0,1m	5,87	27,9
	SO-08B	22.02.18	11:45	0,5 - 0,6m	5,73	27,1
Perímetro Exterior	SO-09A	22.02.18	11:48	0,0 - 0,1m	6,11	27,4
	SO-09B	22.02.18	11:48	0,5 - 0,6m	5,85	27,1
Perímetro Exterior	SO-10A	22.02.18	11:50	0,0 - 0,1m	5,72	26,4
	SO-10B	22.02.18	11:50	0,5 - 0,6m	5,97	26,3
Perímetro Exterior	SO-11A	22.02.18	11:52	0,0 - 0,1m	6,40	26,1
	SO-11B	22.02.18	11:52	0,5 - 0,6m	5,59	25,7
Linha 02	SO-12	22.02.18	12:08	0,0 - 0,1m	6,60	26,8
Linha 02	SO-13	22.02.18	12:09	0,0 - 0,1m	7,18	26,4
Linha 02	SO-14	22.02.18	12:10	0,0 - 0,1m	7,33	26,8
Linha 02	SO-15	22.02.18	12:11	0,0 - 0,1m	6,74	27,3
Linha 02	SO-16	22.02.18	12:12	0,0 - 0,1m	6,53	26,8
Linha 03	SO-17	22.02.18	12:15	0,0 - 0,1m	6,22	26,2
Linha 03	SO-18	22.02.18	12:15	0,0 - 0,1m	5,47	26,2
Linha 03	SO-19	22.02.18	12:18	0,0 - 0,1m	6,29	26,2
Linha 03	SO-20	22.02.18	12:20	0,0 - 0,1m	6,01	26,1
Linha 03	SO-21	22.02.18	12:20	0,0 - 0,1m	5,62	25,9
Linha 04	SO-22	22.02.18	12:20	0,0 - 0,1m	5,32	25,2
Linha 04	SO-23	22.02.18	12:23	0,0 - 0,1m	4,88	25,1
Linha 04	SO-24	22.02.18	12:25	0,0 - 0,1m	4,80	25,1
Linha 04	SO-25	22.02.18	12:27	0,0 - 0,1m	5,25	25,1
Linha 04	SO-26	22.02.18	12:28	0,0 - 0,1m	4,82	25,2
Linha 05	SO-27	22.02.18	12:30	0,0 - 0,1m	5,38	25,7
Linha 05	SO-28	22.02.18	12:30	0,0 - 0,1m	5,39	25,8
Linha 05	SO-29	22.02.18	12:31	0,0 - 0,1m	5,46	25,8
Linha 05	SO-30	22.02.18	12:32	0,0 - 0,1m	5,72	25,5
Linha 05	SO-31	22.02.18	12:33	0,0 - 0,1m	5,59	25,4
Igarapé Murucupi - A Jusante	SED-02	22.02.18	12:36	0,0 - 0,1m	6,42	25,6
Igarapé Murucupi - O Ponto 5	SED-03	22.02.18	12:40	0,0 - 0,1m	4,55	25,9
Igarapé Murucupi - A Montante	SED-04	22.02.18	12:53	0,0 - 0,1m	5,19	26,0

2.3 Investigação Preliminar Suplementar da Área no Entorno da SUMP 45

Como as águas pluviais do transbordamento da SUMP 45 representam a fonte das águas pluviais que infiltraram pela Antiga Tubulação de Drenagem das Águas Pluviais Desativada, a ENVIRO-TEC realizou uma caracterização preliminar da qualidade dos solos no entorno da SUMP 45; no entorno da boca do conjunto das antigas tubulações desativadas encapsuladas com concreto; e ao longo dos muros de contenção interiores e exteriores do Duto de Retorno dos Efluentes do BC-1. O Duto de Retorno dos Efluentes do BC-1 foi o receptor das águas pluviais que foram recuperadas e retornadas ao sistema de Gestão das Águas Pluviais.

Todas as atividades da amostragem nessas áreas, que incluíram a coleta e análises de 50 amostras de solo multi-níveis (0,0-0,1m e 0,5-0,6m) dos 25 pontos apresentados nas Figuras 2-1a e 2-1c, foram realizadas no dia 06 de março de 2018, usando as mesmas metodologias e práticas de amostragem e análise de pH nos solos descritos anteriormente. As informações de calibração do medidor Hanna PHEM nesse dia são apresentadas na Tabela 2-5. Um resumo dos resultados correspondentes é apresentado na Tabela 2-6.

Tabela 2-5: Medidas de Calibração do Equipamento Horiba U-52 e Hanna PHEM

Data:	Hora:	ENVIRO-TEC Hanna PHEM (S/N: 02100051991)		
		pH-1:	pH-2:	Resposta:
06.03.18	Começo do dia (Cal.): 10:18	4,01	7,01	OK
	Meio do dia (Desv.) 15:31	4,01	7,01	OK
	Meio do dia (Cal.)	*	*	*
	Final do dia (Desv.)	*	*	*

* = Não aplicável porque o tempo de utilização do instrumento foi menos de 4 horas.

Tabela 2-6: pH de Solos no Entorno da SUMP 45 (06 de Mar. de 2018)

Local	Ponto de Amostra	Data de Coleta	Hora de Análise	Intervalo de Amostra	Resultado de Análise de pH	Temperatura (°C)
Ao Redor da Boca do Tubo Desativado	SO-32A	06.03.18	10:26	(0,0 - 0,1m)	7,70	30,9
	SO-32B	06.03.18	10:29	(0,5 - 0,6m)	6,83	29,7
Ao Redor da Boca do Tubo Desativado	SO-33A	06.03.18	10:31	(0,0 - 0,1m)	7,32	29,5
	SO-33B	06.03.18	10:33	(0,5 - 0,6m)	7,35	29,6
Ao Redor da Boca do Tubo Desativado	SO-34A	06.03.18	10:35	(0,0 - 0,1m)	7,48	29,1
	SO-34B	06.03.18	10:40	(0,5 - 0,6m)	7,56	29,5
Ao Longo do Muro Interior Nordeste do Duto BC-1	SO-35A	06.03.18	10:41	(0,0 - 0,1m)	6,43	31,0
	SO-35B	06.03.18	10:46	(0,5 - 0,6m)	5,62	29,6
Ao Longo do Muro Interior Nordeste do Muro BC-1	SO-36A	06.03.18	10:51	(0,0 - 0,1m)	5,42	28,2
	SO-36B	06.03.18	10:57	(0,5 - 0,6m)	5,09	29,9
Ao Longo do Muro Interior Nordeste do Duto BC-1	SO-37A	06.03.18	11:00	(0,0 - 0,1m)	6,68	31,3
	SO-37B	06.03.18	11:04	(0,5 - 0,6m)	5,70	31,5
Ao Longo do Muro Interior Nordeste do Duto BC-1	SO-38A	06.03.18	11:07	(0,0 - 0,1m)	6,81	29,9
	SO-38B	06.03.18	11:11	(0,5 - 0,6m)	5,50	30,0

Tabela 2-6: pH de Solos no Entorno da SUMP 45 (06 de Mar. de 2018) - continuação

Local	Ponto de Amostra	Data de Coleta	Hora de Análise	Intervalo de Amostra	Resultado de Análise de pH	Temperatura (°C)
Ao Longo do Muro Interior Nordeste do Duto BC-1	SO-39A	06.03.18	11:14	(0,0 - 0,1m)	7,31	31,4
	SO-39B	06.03.18	11:16	(0,5 - 0,6m)	5,30	30,2
Ao Longo do Muro Interior Nordeste do Duto BC-1	SO-40A	06.03.18	11:20	(0,0 - 0,1m)	6,51	30,1
	SO-40B	06.03.18	11:22	(0,5 - 0,6m)	5,44	30,0
Área no Final do Muro Exterior Nordeste do Duto BC-1	SO-41A	06.03.18	11:42	(0,0 - 0,1m)	5,53	29,0
	SO-41B	06.03.18	11:46	(0,5 - 0,6m)	4,65	29,2
Área no Final do Muro Exterior Nordeste do Duto BC-1	SO-42A	06.03.18	11:36	(0,0 - 0,1m)	5,62	29,0
	SO-42B	06.03.18	11:39	(0,5 - 0,6m)	4,65	29,1
Área no Final do Muro Exterior Nordeste do Duto BC-1	SO-43A	06.03.18	11:33	(0,0 - 0,1m)	4,15	29,5
	SO-43B	06.03.18	11:35	(0,5 - 0,6m)	4,25	28,9
Área no Final do Muro Exterior Nordeste do Duto BC-1	SO-44A	06.03.18	11:29	(0,0 - 0,1m)	4,68	30,7
	SO-44B	06.03.18	11:32	(0,5 - 0,6m)	5,53	29,5
Área no Final do Muro Exterior Nordeste do Duto BC-1	SO-45A	06.03.18	11:23	(0,0 - 0,1m)	4,72	29,1
	SO-45B	06.03.18	11:27	(0,5 - 0,6m)	4,07	29,5
Ao Longo do Muro Exterior Nordeste do Duto BC-1	SO-46A	06.03.18	11:50	(0,0 - 0,1m)	5,47	28,8
	SO-46B	06.03.18	11:55	(0,5 - 0,6m)	4,16	29,2
Ao Longo do Muro Exterior Nordeste do Duto BC-1	SO-47A	06.03.18	11:59	(0,0 - 0,1m)	6,46	30,1
	SO-47B	06.03.18	12:01	(0,5 - 0,6m)	5,20	29,0
Ao Longo do Muro Exterior Nordeste do Duto BC-1	SO-48A	06.03.18	12:03	(0,0 - 0,1m)	6,22	29,6
	SO-48B	06.03.18	12:06	(0,5 - 0,6m)	5,37	28,9
Ao Longo do Muro Interior Sudeste do Duto BC-1	SO-49A	06.03.18	16:17	(0,0 - 0,1m)	4,98	28,9
	SO-49B	06.03.18	16:19	(0,5 - 0,6m)	4,82	27,3
Ao Longo do Muro Interior Sudoeste do Duto BC-1	SO-50A	06.03.18	16:21	(0,0 - 0,1m)	4,60	28,7
	SO-50B	06.03.18	16:23	(0,5 - 0,6m)	5,41	27,2
Ao Longo do Muro Interior Sudeste do Duto BC-1	SO-51A	06.03.18	16:25	(0,0 - 0,1m)	6,68	28,4
	SO-51B	06.03.18	16:28	(0,5 - 0,6m)	5,45	27,1
Ao Longo do Muro Interior Sudeste do Muro BC-1	SO-52A	06.03.18	16:31	(0,0 - 0,1m)	5,40	28,2
	SO-52B	06.03.18	16:32	(0,5 - 0,6m)	4,92	27,4
No Entorno da SUMP 45	SO-53A	06.03.18	16:34	(0,0 - 0,1m)	6,97	29,3
	SO-53B	06.03.18	16:03	(0,5 - 0,6m)	6,11	28,5
No Entorno da SUMP 45	SO-54A	06.03.18	16:07	(0,0 - 0,1m)	7,32	29,3
	SO-54B	06.03.18	16:09	(0,5 - 0,6m)	5,47	27,6
No Entorno da SUMP 45	SO-55A	06.03.18	16:13	(0,0 - 0,1m)	6,03	29,7
	SO-55B	06.03.18	16:15	(0,5 - 0,6m)	5,33	27,5
No Entorno da SUMP 45	SO-56A	06.03.18	15:38	(0,0 - 0,1m)	7,06	30,7
	SO-56B	06.03.18	15:43	(0,5 - 0,6m)	6,54	28,7

Os resultados da avaliação dos valores de pH no solo do entorno da SUMP 45, da boca das antigas tubulações de drenagem das águas pluviais desativadas e ao longo dos muros interiores e exteriores de contenção do Duto de Retorno dos Efluentes da BC-1 proveniente do DRS-1 são muito similares com os resultados obtidos no lado externo da Refinaria entre o Ponto de Vazamento dos tubos desativados e o Igarapé Murucupi. Em ambos os casos, o pH nunca apresentou valores alcalinos ($\text{pH} > 8,0$) - o principal indicador de impacto por licores ou resíduos do processo industrial da HYDRO ALUNORTE. De fato, todas as 50 amostras de solo coletadas nessa avaliação

suplementar apresentaram somente valores neutros ou até ácidos. O pH natural dos solos da região é levemente ácido com valores entre 4,0-6,0 considerados comuns. O pH natural da água (o padrão neutro da escala de pH) é 7,0.

Como resultado, a ENVIRO-TEC concluiu que não foi identificada nenhuma evidência indicando que os efluentes da água pluvial que transbordaram da SUMP 45 no dia 17 de fevereiro de 2018; alagaram o Pátio das Contratadas; infiltraram em uma das antigas tubulações desativadas de drenagem das águas pluviais; e vazaram para terreno exterior da área funcional da Refinaria da HYDRO ALUNORTE, estavam contaminados por licores ou resíduos do processo industrial da HYDRO ALUNORTE, ambos caracterizados por alcalinidade alta (pH > 11,0).

3.0 Conclusões e Recomendações

No dia 16 para 17 de fevereiro de 2018, ocorreu um evento de chuva intenso, fora do comum. Como consequência, o limite do sistema de captação das águas pluviais no Pátio das Contratadas da HYDRO ALUNORTE foi superado, causando um transbordo na SUMP 45. O Pátio das Contratadas é uma área afastada das operações principais da Refinaria, e é considerado uma área de baixo risco de impactos ambientais relacionados ao processo industrial principal da Refinaria.

Como resultado deste evento de chuvas intensas e o transbordamento da SUMP 45, a maior parte do Pátio das Contratadas ficou alagada. Esse alagamento não afetou as áreas operacionais da Refinaria, que incluem sistemas de captação e drenagem das águas pluviais independentes do Pátio das Contratadas. Todas as águas pluviais associadas ao transbordamento da SUMP 45 se concentraram na esquina leste do terreno, ao redor da SUMP 45, e foram contidas dentro da área do Pátio das Contratadas por causa da presença de um dique inclinado que apóia o transporte feito pelos 3 dutos de retorno dos efluentes dos Depósitos de Resíduos Sólidos (DRS-1 e DRS-2) e que serviu como dique de contenção dessas águas pluviais transbordadas.

Porém, ocorreu um pequeno vazamento dessas águas pluviais para o outro lado dessa barreira de contenção através de uma antiga tubulação de drenagem das águas pluviais que foi desativada em 2012, quando a SUMP 45 foi construída. A desativação inicial deste tubo envolveu seu preenchimento com solo no lado interno da Refinaria. A HYDRO ALUNORTE indicou que em setembro de 2017 essa desativação foi reforçada com colocação de sacos de areia e o encapsulamento subsequente com concreto. Porém, como resultado do alagamento da área, os solos abaixo desse encapsulamento e dentro a tubulação desativada supersaturou, permitindo a infiltração pelo tubo e o vazamento subsequente para os solos do outro lado do dique.

A cor dessas águas pluviais foi caracterizada como vermelha, e a passagem dessas águas ao longo da superfície natural externa foi bem marcada pelos sedimentos finos avermelhados correspondentes. Essa coloração é resultado da presença do Pátio de Bauxita próximo ao Pátio das Contratadas. A Bauxita é um solo natural (classificado como Classe 2B - Inerte de acordo com a NBR-10.004) e é a matéria prima do processo da HYDRO ALUNORTE. Essa matéria prima no Pátio de Bauxita permanece em condições naturais de solo porque ainda não entrou no processo industrial da Refinaria. A coloração avermelhada da superfície a jusante do ponto de vazamento através do antigo tubo desativado estava limitada aos arredores bem próximos da tubulação.

Esse vazamento foi descoberto pelo HYDRO ALUNORTE no dia 18 de fevereiro de 2018, e a empresa implementou uma série de ações no mesmo dia, direcionadas ao estancamento do vazamento e a captação das águas vazadas que foram retornadas ao Sistema de Gestão das Águas Pluviais. No dia 19 de Fevereiro de 2018, um técnico do Departamento de Meio Ambiente da HYDRO ALUNORTE realizou uma investigação

da qualidade dos solos no ponto de vazamento e ao longo do caminho preferencial de escoamento das águas pluviais até o Igarapé Murucupi, cerca de 90m distante, para determinar se existiam evidências de um impacto ambiental associado ao evento do vazamento. Neste caso, foram coletadas 5 amostras de solo superficial ao longo do caminho, que foram analisadas para pH. Além disso, as condições do Igarapé Murucupi foram observadas e o pH da água do igarapé foi medido *in situ*. Como resultado, o técnico da HYDRO ALUNORTE reportou que não foi identificada nenhuma evidência de impacto nos solos superficiais ou no Igarapé Murucupi por licores do processo ou resíduos de bauxita.

Com objetivo de obter uma avaliação independente dos potenciais impactos associados a este evento do transbordamento da SUMP 45 do Pátio das Contratadas, e o pequeno vazamento subsequente dessa água pluvial, a HYDRO ALUNORTE contratou a ENVIRO-TEC. A ENVIRO-TEC realizou uma Investigação Preliminar dos impactos ambientais potenciais na área do pequeno vazamento externo e nas áreas a jusante até o Igarapé Murucupi no dia 22 de fevereiro, que incluiu também, uma avaliação preliminar da água superficial e sedimentos dentro o Igarapé Murucupi. Como a preocupação das comunidades ao redor focou na possibilidade de que esse vazamento estava contaminado por licores do processo ou resíduos de bauxita, a investigação focou no pH dos solos, sedimentos e águas superficiais porque ambos os licores do processo e os resíduos de bauxita são alcalinos com valores de pH bem altos ($\text{pH} > 11,0$), e não é possível a passagem dessas substâncias no meio ambiente sem deixar rastros alcalinos bem evidentes nos meios onde passam. No dia 06 de março, a ENVIRO-TEC realizou uma investigação suplementar no entorno da SUMP 45, da boca da antiga tubulação desativada e ao longo dos lados internos e externos do dique de apoio estrutural dos dutos de retorno dos efluentes provenientes DRS-1 e DRS-2.

Os resultados da Investigação Preliminar inicial (22.02.18) e suplementar (06.03.18) produziram dados muito similares. Em ambos os casos, o pH nunca apresentou valores alcalinos ($\text{pH} > 8,0$) - o principal indicador de impacto por licores ou resíduos do processo industrial da HYDRO ALUNORTE. De fato, todas as amostras de solo (50 internas e 4 externas), água superficiais/sedimentos (3 no Igarapé Murucupi) e água pluvial (1 na bacia temporária) coletadas nessa Investigação Preliminar apresentaram somente valores neutros ou até ácidos. O pH natural dos solos da região é levemente ácido, com valores entre 4,0-6,0 considerados comuns. O pH natural da água (o padrão neutro da escala de pH) é 7,0.

Como resultado, a ENVIRO-TEC concluiu que os efluentes da água pluvial que transbordaram da SUMP 45 no dia 17 de fevereiro de 2018, subsequentemente alagando o Pátio das Contratadas e infiltrando por uma antiga tubulação desativada de drenagem das águas pluviais, por fim vazando para o terreno externo da área funcional da Refinaria da HYDRO ALUNORTE, não deixaram nenhuma evidência de alteração significativa do pH nas áreas investigadas. A ausência de alterações alcalinas, tanto no solo interno e externo, e nas águas superficiais e sedimentos, indica que essa água pluvial não foi contaminada por licores ou resíduos do processo industrial da HYDRO

ALUNORTE. Além disso, não foram identificadas evidências de que as águas pluviais que vazaram do antigo tubo desativado alcançaram o Igarapé Murucupi.

Levando em consideração todos os aspectos desse evento de transbordamento da SUMP 45 e o pequeno vazamento externo das águas pluviais do alagamento do Pátio das Contratadas, a ENVIRO-TEC recomenda:

- ☞ Uma revisão do dimensionamento da volume/capacidade projetada da SUMP 45 e a readequação baseada no volume potencial de água pluvial recebida na noite de 16 de fevereiro de 2018. Além disso, a operação da SUMP 45 deve incluir uma bomba reserva disponível, no evento de falha da bomba principal;
- ☞ A desativação das antigas tubulações de água pluvial do Pátio das Contratadas não foi adequada e deve ser refeita da seguinte forma: 1) Remover os materiais de encapsulamento e de preenchimento do lado interno desses tubos; 2) Soldar chapas de aço na entrada e saída de cada um dos três tubos para eliminar o risco de infiltrações futuras; e 3) realizar um encapsulamento com concreto completo das 3 tubulações;
- ☞ Estabelecer um programa de inspeção e manutenção associado aos muros de contenção interiores e exteriores dos dutos de retorno dos efluentes de águas pluviais da BC-1 e BC-2 provenientes do DRS-1. A extensão do muro exterior do duto de retorno BC-1 deve ser igual do muro interior. Esses dutos devem ser substituídos por tubos de aço, como o duto de retorno do DRS-2, antes da expiração da vida útil dessas manilhas de concreto em contato com líquidos extremamente alcalinos.
- ☞ Realizar um programa de monitoramento rotineiro da qualidade dos corpos de água superficial no entorno das operações industriais da HYDRO ALUNORTE para estabelecer as condições naturais (background) da água regional. O programa analítico desse programa de monitoramento deve incluir todas as Substâncias Químicas de Interesse (SQIs) características do processo industrial da HYDRO ALUNORTE e os parâmetros inorgânicos definidos pela legislação federal da água potável em vigor. Esse programa de monitoramento deve ser integrado com o programa rotineiro de monitoramento da água subterrânea da HYDRO ALUNORTE para fornecer uma avaliação abrangente da qualidade e do relacionamento dinâmico desses diferentes regimes hidráulicos.