TRACTEBEL ENGINEERING Ltda.

Sede – Escritório de Belo Horizonte
Rua Paraíba, 1122 - 14º andar - Savassi
CEP: 30.130-918 - Belo Horizonte, MG - BRASIL
tel.: +55 31 3249 7600
contato@tractebel.engie.com
tractebel-engie.com.br

RELATÓRIO DE AUDITORIA DA SEGURANÇA DO PROCESSO PRODUTIVO, TRATAMENTO DE EFLUENTES E GESTÃO DE ÁGUAS

ITEM H: AVALIAR O PROJETO DE GESTÃO E DE MONITORAMENTO DE ÁGUAS (SUBTERRÂNEA, SUPERFICIAL, REUSO, PLUVIAL E ÁGUA) EM TERMOS DA CAPTAÇÃO, TRANSPORTE, TRATAMENTO E DESTINO

Cliente: Alunorte – Alumina do Norte do Brasil

Identificação do Projeto: Auditoria de Processo Produtivo, Tratamento de Efluentes e Gestão de Águas

Código Cliente: Não se aplica

Código Tractebel: W.002610.001-D-MN00-N-RE-009

REVISÃO	DATA DA ELABORAÇÃO	ELABORADOR	VERIFICADOR	APROVADOR
0	18/09/2025	V. Albernaz	N Castro	V Magalhaes
B	04/08/2025	D Bentes / P Miranda	N Castro	V Magalhaes
A	07/01/2024	D Bentes / P Miranda	N Castro	V Magalhaes

SUMÁRIO

1 IDENTIFICAÇÃO DO REPRESENTANTE LEGAL DO EMPREENDEDOR 3

2 EQUIPE TÉCNICA 3

3 GLOSSÁRIO 5

4 INTRODUÇÃO 7

5 ESCOPO 8

6 OBJETIVO 9

7 METODOLOGIA 9

7.1 PREMISSAS ADOTADAS 10

8 DADOS UTILIZADOS 12

9 DESCRIÇÃO GERAL 16

9.1 LOCALIZAÇÃO 16

10 ANÁLISE DE CONFORMIDADE 18

10.1 Análise de Informações sobre a Gestão Empresarial 18

10.2 Avaliação do projeto de gestão e de monitoramento de águas 19

10.3 Gestão de Águas 20

10.4 Monitoramento de Águas 29

10.5 Campanhas de Amostragens Vinculadas ao TAC 4.1 35

10.5.1 Metodologia 35

10.5.2 Resultados 36

11 CONSIDERAÇÕES FINAIS 38

12 REFERÊNCIAS BIBILIOGRÁFICAS 40

1 IDENTIFICAÇÃO DO REPRESENTANTE LEGAL DO EMPREENDEDOR

Quadro 1-1- – Identificação do empreendedor

EMPREENDEDOR	ALUNORTE - ALUMINA DO NORTE DO BRASIL S/A
CNPJ	05.848.387/0003-16
ENDEREÇO	Rodovia PA, 481, km 12, Distrito de Murucupi, Barcarena, Pará
CONTATO	Evandro Leão
E-MAIL	leao.evandro.gomes@hydro.com

Quadro 1-2 – Identificação do empreendimento

EMPREENDIMENTO	Planta industrial da Alunorte em Barcarena - PA
LOCALIZAÇÃO	Rodovia PA, 481, km 12, Distrito de Murucupi, Barcarena, Pará

Quadro 1-3 – Identificação das empresas responsáveis pela auditoria

EMPREENDEDOR	TRACTEBEL ENGINEERING LTDA
CNPJ	33.633.561/0001-87
ENDEREÇO	Rua Paraíba, 1122 Conjunto 1401, 14º andar, Funcionários, Belo Horizonte – MG, CEP 30130-918
CONTATO	Cristiane Vieira
E-MAIL	cristiane.vieira@tractebel.engie.com
EMPREENDEDOR	ECERO – MIRANDA E BENTES ENGENHEIROS ASSOCIADOS LDTA
CNPJ	39.654.171/0001-70
ENDEREÇO	Rua Dois n. 120A, Coqueiro, Belém – PA, CEP 66670-330
CONTATO	Daniel Bentes
E-MAIL	daniel@ecero.com.br

2 EQUIPE TÉCNICA

Para a realização desta auditoria, a Tractebel efetuou uma parceria para o escopo técnico específico do processo produtivo e avaliação da conformidade de gestão de águas e tratamento de efluentes com a empresa Ecero. Desta forma, lista-se abaixo todos os coordenadores, a equipe técnica e as empresas, contratadas pela Alunorte, para a elaboração deste Relatório de Auditoria relativo ao Termo de Compromisso de Ajustamento de Conduta (item 4.1).

Tabela 2-1 - Coordenação e equipe técnica

COORDENAÇÃO E RESPONSABILIDADE TÉCNICA					
NOME DO PROFISSIONAL	**FORMAÇÃO PROFISSIONAL**	**EMPRESA**	**Nº ART**	**CREA**	**RESPONSABILIDADE NO ESTUDO**
Cristiane Vieira	Engenheira Civil	TRACTEBEL	MG20242850057	57945D MG	Responsável Técnica pela empresa
Viviane Magalhães	Engenheira Civil	TRACTEBEL	MG20242869753	94502D MG	Gestora da Unidade de Negócio
Nelson Castro	Engenheiro Hídrico	TRACTEBEL	MG20242870089	146045D MG	Gerente do Contrato
Daniel Bentes	Engenheiro Ambiental. MSc.	ECERO	PA20241217575	CONFEA 1508366551	Engenheiro Coordenador

EQUIPE TÉCNICA		
NOME DO PROFISSIONAL	**FORMAÇÃO PROFISSIONAL**	**RESPONSABILIDADE NO ESTUDO**
Pedro Miranda	Engenheiro Ambiental, MSc.	Engenheiro Ambiental
Clauderino Batista	Engenheiro Químico, Dr.	Engenheiro Químico
Alexandre Lessa	Hidrogeólogo	Especialista em áreas contaminadas
Paulo Marinho	Engenheiro Químico	Analista Ambiental
Patricia Machado	Engenheira Civil	Analista Ambiental
Bianca Rubia	Engenheira Ambiental e Sanitária	Analista Ambiental
Alex Simplício	Engenheiro Civil	Engenheiro Civil
Brenner Aguiar	Estudante de Eng. Ambiental	Estagiário
Pedro Penna	Engenheiro Mecânico	Planejamento de Projeto

3 GLOSSÁRIO

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

“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.

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 e subsidiária da Hydro.

ANA – Agência Nacional das Águas e Saneamento Básico

ART – Anotação de Responsabilidade Técnica

COEMA – Conselho Estadual do Meio Ambiente

CDF – Certificado de Destinação Final de Resíduos

CMD – Central de Materiais Descartados

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

CONFEA – Conselho Federal de Engenharia e Agronomia

CTF/AIDA – Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental

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

Hydro – Norsk Hydro ASA – Empresa Norueguesa, que tem na produção de alumínio o seu principal negócio e signatária do TAC.

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

ISO – Organização Internacional para Padronização

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

LAS/RAS – Relatório Ambiental Simplificado

LO – Licença de Operação

MMA – Ministério do Meio Ambiente e Mudanças Climáticas

MPF – Ministério Público Federal

MPPA – Ministério Público do Estado do Pará

MRN – Mineração Rio do Norte

MTR – Manifesto de Transporte de Resíduos

NBR – Norma Brasileira

PAE – Plano de Ação de Emergência

PDF – Formato de Documento Portátil

PEAD – Polietileno de Alta Densidade

PGRS - Plano de Gestão de Resíduos Sólidos

RCA – Relatório de Controle Ambiental

RIAA – Relatório de Informações Ambientais Anuais

RT – Relatório Técnico

SEMAS – Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade do Pará

SGR – Sistema de Gestão de Resíduos

SINIR – Sistema Nacional de Informações Sobre a Gestão de Resíduos

TAC – Termo de Ajustamento de Conduta

4 INTRODUÇÃO

A Alunorte é a maior refinaria de alumina do mundo fora da China. Suas operações foram iniciadas em julho de 1995 com o objetivo de produzir alumina para abastecer a Albras. A alumina é a matéria-prima do alumínio e é produzida a partir da bauxita, através do processo denominado Bayer. A refinaria recebe bauxita da Mineração Paragominas por meio de um mineroduto e da Mineração Rio do Norte (MRN) via o porto de Vila do Conde. Em 2010, a Vale vendeu a Alunorte para a Norsk Hydro, consolidando sua posição como líder mundial na produção de alumina.

A presente auditoria foi realizada em conformidade com o contrato nº 4600011982 celebrado entre TRACTEBEL ENGINEERING LTDA e a ALUNORTE – ALUMINA DO NORTE DO BRASIL S/A, com o objetivo de elaborar relatórios detalhados sobre a Segurança do Processo Produtivo, Tratamento de Efluentes e Gestão de Águas. Este trabalho atende às exigências estabelecidas no Termo de Compromisso de Ajustamento de Conduta (TAC), resultante do Inquérito Civil - IC n° 001/2018-MP (SIMP n°000654-710/2018) MPPA, Inquérito Civil n° 000980-040/2018 (Portaria no 12/2018) MPPA, Inquérito Civil no 1.23.000.000498/2018-98 MPF (MPF).

Neste contexto, a auditoria tem como escopo a análise detalhada do **Item H – Avaliar o projeto de gestão e de monitoramento de águas (subterrânea, superficial, reuso, pluvial e água) em termos da captação, transporte, tratamento e destino**. A gestão de águas na Alunorte é realizada pela operação do Sistema Integrado de Armazenamento Temporário, Transferência e Tratamento de Efluentes Líquidos (LO Nº 12847/2021), o qual é composto pela complexa interligação de diferentes componentes como circuitos de drenagem, bacias de armazenamento, estações de bombeamento e estações de tratamento de efluentes. Esse sistema é monitorado por uma rede de pontos de monitoramento online, além de uma rede de amostragem que acompanha tanto os componentes do sistema, quanto o ambiente adjacente.

O objetivo desta auditoria foi avaliar a conformidade do projeto de gestão e de monitoramento de águas (subterrânea, superficial, reuso, pluvial e água) em termos da captação, transporte, tratamento e destino.

A metodologia baseou-se na **análise documental** para atestar os procedimentos e protocolos de segurança; a **inspeção física** *in loco* para validar procedimentos e processos; **análise crítica e modelagem** para acreditar a segurança ambiental; além de entrevistas com os trabalhadores, comparando os resultados encontrados com os requisitos da legislação vigente e melhores práticas, evidenciando através de um parecer técnico se aquele determinado item auditado está conforme ou não conforme. Adicionalmente, os principais pontos de observação da auditoria foram agrupados em termos da Segurança do Balanço Hídrico, do Projeto de Destinação Adequada de Águas, da Informação e Tomada de Decisão, do Design Experimental e Amostragem.

O processo de auditoria foi realizado baseado na NBR ISO 19011:2018 – Diretrizes para auditoria de sistemas de gestão, sendo de responsabilidade da equipe auditora verificar todos os dados apresentados, seguindo o princípio de reportar com veracidade e exatidão as constatações de auditoria nos respectivos relatórios de

auditoria. É válido ressaltar que, devido ao volume, complexidade e sigilo industrial, os dados auditados não são apresentados neste relatório.

A auditoria concluiu que a Alunorte atende a legislação vigente e as boas práticas relacionadas ao projeto de gestão e de monitoramento de águas (subterrânea, superficial, reuso, pluvial e água) em termos da captação, transporte, tratamento e destino, estando todos os itens em conformidade, constando algumas observações e oportunidades de melhorias.

5 ESCOPO

O Termo de Compromisso de Ajustamento de Conduta foi firmado com a finalidade de assegurar que a refinaria opere em conformidade com as normas ambientais e de segurança vigentes, minimizando os impactos ambientais e garantindo a segurança dos trabalhadores e da comunidade local. A auditoria visa avaliar a eficácia das medidas implementadas pela refinaria em relação aos itens abaixo:

A. Análise geral do processo produtivo completo de alumina, identificando a possível existência de não conformidades na planta da refinaria Alunorte em Barcarena;

B. Análise do dimensionamento da rede de drenagem, considerando o regime pluviométrico regional de Barcarena, suas oscilações e outras contribuições;

C. Análise dos dispositivos de Tratamento de Efluentes Industriais (ETEI) e bacias de espera quanto ao seu dimensionamento em relação às águas residuais (processo e pluvial);

D. Analisar a qualidade do efluente lançado no rio Pará, após tratamento adequado, em atendimento a Resolução Conama nº 430/2011, inclusive com análise quanto a metais, avaliação físico-química e de resíduos orgânicos, incluindo também os instrumentos e mecanismos de aferição existentes. Para avaliação do parâmetro Fósforo Total, deverá ser utilizado como referência o limite estabelecido pela resolução CONSEMA-RS 355-2017 (1mg/L, considerando vazão de efluente> 10.000m³/d). Os parâmetros urânio, sulfato, nitrato, nitrito e cloreto deverão ser quantificados ainda que não previstos na resolução Conama 430/2011, para fins de complementar as análises em conjunto com os outros parâmetros e estudos previstos;

E. Estudo de modelagem matemática ambiental 3D para avaliar as zonas de influência referentes ao lançamento de efluentes no rio Pará, considerando as oscilações noturnas e diurnas, regime de marés, sazonalidade e uso das praias de Itupanema, Caripi, Conde, Beja, Ilha Trambioca e Ilha do Capim.

F. Análise de parâmetro de lançamento atuais, confrontando-os à exigência atual do órgão licenciador e normativas vigentes;

G. Análise e indicação da destinação adequada aos resíduos gerados pela produção, devendo ser identificada a forma de destinação final adequada à legislação vigente e sustentabilidade ambiental;

H. Avaliar o projeto de gestão e de monitoramento de águas (subterrânea, superficial, reuso, pluvial e água residuária industrial) em termos da captação, transporte, tratamento e destino;

I. Avaliar o projeto de gestão e de monitoramento dos subprodutos sólidos gerados pelo processo produtivo e unidades de tratamento de águas em termos da geração, transporte, tratamento e destino; e

J. Inventário de caracterização de resíduos (líquidos e sólidos), em termos quali-quantitativos, em todas as etapas do sistema de geração, processamento e disposição de resíduo do projeto DRS2.

6 OBJETIVO

Avaliar, através das evidências documentais (vide Capítulo 8) e vistorias realizadas ao longo do processo de auditoria, se a Alunorte está cumprindo todos os requisitos necessários para a segurança da operação da refinaria considerando o item H do TAC auditado.

7 METODOLOGIA

A auditoria deste relatório foi realizada referente ao item H do TAC 4.1, e foram baseadas em análises documentais descritas no Plano de Trabalho e em evidências obtidas durante a inspeção em campo entre os dias 06 e 09 de agosto de 2024 e 01 a 03 de outubro de 2024:

a) Análise do racional de representatividade dos fluxos hídricos do processo produtivo e do Sistema Integrado de Armazenamento Temporário, Transferência e Tratamento de Efluentes Líquidos da Alunorte.
b) Verificação de documentação do órgão licenciador referente à limites, determinações específicas relacionadas ao lançamento de efluentes pela Alunorte.
c) Levantamento e análise de documentação técnica existente referente direta e indiretamente à qualidade e quantidade de efluentes gerados na planta, desde a produção ao lançamento (entradas e saídas), incluindo formulários de campo, registros de medições in situ ou on-line. A Figura 7-1 apresenta o mapa contendo os pontos de monitoramento de efluentes contidos no RCA/PCA da Alunorte que foi um dos objetivos de análise da auditoria.

Figura 7-1 – Pontos de Monitoramento de Efluentes. RCA / PCA (documento: S22023-AAS-RL001-0 2023)

d) Avaliação dos instrumentos e mecanismos de aferição existentes, tais como planos e programas de monitoramento de efluentes, atividades de monitoramento ou medições “in situ” dos efluentes lançados, procedimentos de amostragem, dentre outros, de forma a mapear o histórico de medições realizadas nos efluentes gerados.

e) Conferência de registros de anormalidades, não conformidades, ou documentações. base dados ou outras fontes similares existentes.

f) Avaliação dos laudos e resultados disponibilizados pela Alunorte, em formato pdf e em formato excel, para estruturação de banco de dados, referentes a um período de até 72 meses;

g) Análise dos parâmetros amostrados e analisados bem como datas, localidades, tipo de matriz hídrica, coletores e demais informações constantes na documentação;

h) Avaliação do plano de monitoramento hídrico, considerando o monitoramento da qualidade das águas (pluviais, subterrâneas e superficiais) e águas residuárias (efluentes e sanitário), definindo os pontos e metodologia de coleta de amostras, parâmetros analíticos e metodologias de análise.

7.1 PREMISSAS ADOTADAS

Para a realização da auditoria, foi considerado o plano de trabalho aprovado pelas entidades signatárias ao TAC 4.1 (W.002610.001-D-MN00-N-RE-021_REV_D), o qual indicou algumas premissas para a condução.

- A auditoria foi realizada no estado atual da Alunorte para o **processo produtivo, tratamento e lançamento de efluentes e gestão de águas,** ou seja, diante da situação encontrada na planta. No

entanto, para realizar a avaliação da conformidade ambiental foi necessário avaliar dados históricos e atuais em regiões chaves do processo considerados como fundamentais nas análises, visando identificar ao final do conjunto de itens do TAC 4.1 (totalizando 10 itens de A à J), se a refinaria está segura ou não para as operações.

- A auditoria foi prevista para ser realizada em 150 dias úteis, conforme Termo de Referência de contratação.
- Não é considerado objeto desta auditoria a planta da Mineração Paragominas (MPSA) na cidade de Paragominas/PA, bem como o mineroduto que interliga até a cidade de Barcarena/PA.
- Não é considerado nesta auditoria a área portuária, exceto no que tange aos estudos de modelagem ambiental.

Após as análises, as informações foram sintetizadas em formatos de tabelas e classificadas em quatro categorias indicando a conformidade, oportunidade de melhoria, observação e não conformidade acompanhado dos devidos motivos e as evidências que levaram a tais constatações. Para os itens conformes, foi realizado duas subclassificações: oportunidade de melhoria, que são os itens que já estão conformes e foram identificados ganhos de eficiência, segurança ou sustentabilidade ou, observação, que são pontos que, embora não apresentem Não Conformidades, apresentam falhas importantes, e requerem monitoramento para prevenir eventuais riscos e garantir a continuidade da conformidade. Neste sentido, é possível que o item avaliado possua mais de um enquadramento, que significa uma complementação a conformidade. Portanto, as categorias adotadas foram as seguintes:

Em Conformidade: quando os documentos, processos e práticas atendem integralmente as normas e legislação ambiental.

Oportunidade de Melhoria: quando identificadas práticas que, apesar de conformes, podem ser otimizadas para ganhos de eficiência, segurança ou sustentabilidade.

Observação: quando identificados pontos que, embora não apresentem Não Conformidades, apresentam falhas importantes, e requerem monitoramento para prevenir eventuais riscos e garantir a continuidade da conformidade.

Não Conformidade: quando foram observadas falhas ou desvios em relação as nomas e legislação ambiental, que podem comprometer a segurança ou controle ambiental.

8 DADOS UTILIZADOS

Após a solicitação dos dados pela **TRACTEBEL**, um grande volume de informações foi enviado pela Alunorte para análise. Todos os arquivos foram analisados e aqueles que foram mais relevantes para a análise foram selecionados e avaliados para compor este relatório, conforme detalhado na Tabela 8-1. É válido ressaltar que foram disponibilizados mais de 5.000 arquivos para avaliação da equipe auditora até a data de emissão deste relatório.

Tabela 8-1 - Dados utilizados

N°	Item	Tipo	Justificativa	Data Recebimento	Link do documento no SharePoint Auditoria TAC 4.1	Obs.	Data Recebimento - Solicitações Complementares	Documentos disponibilizados/ Observações
1	**Efluentes**							
1.1	Concentração dos parâmetros monitorados no ponto "ETE-Saída" dos últimos 72 meses, organizados em forma de painel (tabular, com as colunas representando as variáveis e as linhas as observações)	Planilhas .xlsx ou .csv	Necessário para estimativa da carga poluente, do grau de segurança e de estabilidade das plantas de tratamento			Devem ser enviados todos os dados de monitoramento coletados no período especificado, de acordo com o esforço amostral empregado pela equipe de coleta ou periodicidade de registro de equipamentos automatizados. A planilha deve ser enviada em painel, com os dados quantitativos na forma "numérica", separador decimal deve ser a "," e a nomenclatura dos pontos devem estar em conformidade com aquela apresentada no RIAA. Arquivos em PDF com a tabela de dados não atendem a essa demanda	24/10/2024	Documentos disponibilizados de forma on line
1.2	Concentração dos parâmetros monitorados no ponto "Canal de Lançamento" dos últimos 72 meses, organizados em forma de painel (tabular, com as colunas representando as variáveis e as linhas as observações)	Planilhas .xlsx ou .csv					24/10/2024	
1.3	Concentração dos parâmetros monitorados no ponto "Calha Parshall" dos últimos 72 meses, organizados em forma de painel (tabular, com as colunas representando as variáveis e as linhas as observações)	Planilhas .xlsx ou .csv					24/10/2024	
1.4	Concentração dos parâmetros monitorados em pontos que correspondam a entrada de tratamento (ETE e ETEI) dos últimos 72 meses, organizados em forma de painel (tabular, com as colunas representando as variáveis e as linhas as observações)	Planilhas .xlsx ou .csv	Necessário para estimativa da carga poluente e eficiência das plantas de tratamento				23/10/2024	
1.5	Concentração dos parâmetros monitorados no ponto de automonitoramento dos últimos 72 meses, organizados em forma de painel (tabular, com as colunas representando as variáveis e as linhas as observações) e considerando periodicidade horária	Planilhas .xlsx ou .csv	Necessário para modelagem do grau de segurança e de estabilidade das plantas de tratamento				02/09/2024	
							02/10/2024	
1.6	Medições de vazão na entrada e saída de pontos de tratamento dos últimos 72 meses (entrada e saída da ETE; entrada e saída da ETEI), organizados em forma de painel (tabular, com as colunas representando as variáveis e as linhas as observações)	Planilhas .xlsx ou .csv	Necessário para a estimativa da carga poluente e balanço hídrico das plantas de tratamento				18/10/2024	A ETE possui medição de vazão apenas na entrada da estação, disponibilizados no link da linha a seguir.
							18/10/2024	Documentos disponibilizados de forma on line
							23/10/2024	
1.7	Arquivos georreferenciados dos pontos de monitoramento de efluentes, emissários e de lançamentos	.shp, .gpkg ou simple feature (R)	Necessário para avaliar a adequabilidade do programa de monitoramento de efluentes				16/10/2024	
2	**Água superficial e subterrânea**							
2.1	Concentração dos parâmetros monitorados nos pontos "RPM","RPJ","RMN","IPJ" e "RMEC" dos últimos 72 meses, organizados em forma de painel (tabular, com as colunas representando as variáveis e as linhas as observações)	Planilhas .xlsx ou .csv	Necessário para qualificar o grau de segurança das operações da refinaria e identificar potenciais de			Devem ser enviados todos os dados de monitoramento coletados no período especificado, de acordo com o esforço amostral empregado	24/10/2024	

N°	Item	Tipo	Justificativa	Data Recebimento	Link do documento no SharePoint Auditoria TAC 4.1	Obs.	Data Recebimento - Solicitações Complementares	Documentos disponibilizados/ Observações
2.2	Concentração dos parâmetros monitorados nos pontos "PM-103R","PM-108R","PM-120R","PM-122R", "PM-112" e "P-10R" dos últimos 72 meses, organizados em forma de painel (tabular, com as colunas representando as variáveis e as linhas as observações)	Planilhas .xlsx ou .csv	melhoria nos programas de monitoramento de água superficial e subterrânea			pela equipe de coleta. A planilha deve ser enviada em painel, com os dados quantitativos na forma "numérica", separador decimal deve ser a "," e a nomenclatura dos pontos devem estar em conformidade com aquela apresentada no RIAA. Arquivos em PDF com a tabela de dados não atendem a essa demanda	24/10/2024	Documento disponibilizado de forma on line
	Arquivos georreferenciados das descargas para os cenários simulados de dispersão de efluentes (períodos seco e chuvoso): pluma com concentrações (mínima, máxima e percentil 90), e direção de fluxo hídrico	.shp, .gpkg ou simple feature (R)	Necessário para avaliar a adequabilidade do programa de monitoramento de água superficial				23/10/2024	As informações relativas ao item E, serão fornecidas durantes as reuniões de alinhamento técnico.
	Arquivos georreferenciados dos pontos de monitoramento de água superficial e subterrânea	.shp, .gpkg ou simple feature (R)					16/10/2024	
2.3	Relatório técnico sobre Estudos hidrogeológicos, indicando a direção preferencial de fluxos subterrâneos	Documentos e anexos	Necessário para qualificar a dispersão de fluxo subterrâneo e correlacionar com não conformidades identificadas no RIAA				18/10/2024	
2.4	Relatório técnico sobre os Testes de estanqueidade das geomembranas nos sistemas receptores de efluentes e rejeitos	Documentos e anexos					18/10/2024 18/10/2024	
3	**Fluxo hídrico na planta**							
3.1	Dados diários de vazão de entrada e saída (água captada, água industrial, água de resfriamento, água desmineralizada, água para caldeiras (alta e média pressão), água de combate a incêndios etc., contemplando todas as unidades produtivas da planta e utilidades), organizados em forma de painel (tabular, com as colunas representando as variáveis e as linhas as observações) dos últimos 24 meses, com sua respectiva unidade produtiva identificada	Planilhas .xlsx ou .csv	Necessário para realizar o mapeamento do processo produtivo com o objetivo de identificar os fluxos hídricos, contabilizando a água entre seus processos e/ou unidades produtivas, determinando as entradas e saídas, e definindo macro fronteiras operacionais			Devem ser enviados todos os dados de monitoramento coletados no período especificado, de acordo com o esforço amostral empregado pela equipe de coleta ou periodicidade de registro de equipamentos automatizados. A planilha deve ser enviada em painel, com os dados quantitativos na forma "numérica" e separador decimal deve ser a ","	18/10/2024	Documentos disponibilizados de forma on line
3.2	Dados diários de vazão de consumo dos poços de captação, organizados em forma de painel (tabular, com as colunas representando as variáveis e as linhas as observações) dos últimos 24 meses, com sua respectiva fonte de captação identificada	Planilhas .xlsx ou .csv					18/10/2024	
3.3	Dados diários de volume útil e volume utilizado nos sumps operantes nas áreas de DRS, organizados em forma de painel (tabular, com as colunas representando as variáveis e as linhas as observações) dos últimos 24 meses, com sua respectiva fonte de captação identificada	Planilhas .xlsx ou .csv					04/10/2024	

N°	Item	Tipo	Justificativa	Data Recebimento	Link do documento no SharePoint Auditoria TAC 4.1	Obs.	Data Recebimento - Solicitações Complementares	Documentos disponibilizados/ Observações
3.4	Mapeamento de Processos de Geração de Efluentes e Resíduos e Plano de Monitoramento de Efluentes e Águas" (2019)	Documento, suas respectivas planilhas e anexos					17/07/2024 23/07/2024	Documentos disponibilizados de forma on line
3.5	Níveis típicos de precipitação e evaporação diária, mensal e anual para o site	Documentos e anexos	Necessário para modelagem do balanço hídrico				23/07/2024	

9 DESCRIÇÃO GERAL

De acordo com as informações disponibilizadas pela empresa auditada, a Alunorte foi constituída em junho de 1978, tendo por objetivo principal a industrialização de alumina, matéria-prima na produção de alumínio. A Companhia entrou em operação em 1995, com a capacidade de produção de 1.100 mil toneladas de alumina por ano. Em 1999, devido às melhorias operacionais implantadas, a capacidade nominal plena foi redefinida, passando para 1.500 mil toneladas/ano. Em abril de 2003 a Companhia concluiu o Projeto de Expansão 1 de seu Parque Industrial, elevando a sua capacidade de produção para 2,3 milhões de toneladas/ano e durante o ano de 2004 a produção atingiu 2,5 milhões de toneladas/ano. No 1º trimestre de 2006 entraram em operação as linhas 4 e 5 do Projeto de Expansão 2, tendo atingido a plena capacidade de produção, elevando para 4,4 milhões de toneladas/ano a capacidade da planta. No 4º trimestre de 2008 entraram em produção as linhas 6 e 7 do Projeto de Expansão 3, tendo atingido a plena capacidade de produção, por meio do processo químico Bayer, elevando para 6,3 milhões de toneladas/ano a capacidade da planta. Em dezembro de 2021, ocorreu a aprovação final para início da fase de execução do projeto Alunorte Fuel Switch (AFS), que tem como objetivo fazer a substituição do óleo BPF, usado como combustível para parte do parque de caldeiras de geração de vapor e dos calcinadores (última etapa da produção de alumina) por gás natural. (Relatório de Administração da Alunorte, 2023).

No processo produtivo da Alumina são utilizados alguns insumos principais como: bauxita, soda cáustica, água e carvão para as caldeiras. Além destes citados, diversos produtos químicos como aditivos, floculantes e ácido sulfúrico são necessários para o tratamento de águas industriais. No entanto, a geração de resíduos deve ser avaliada no âmbito também de uma planta industrial de enormes dimensões, onde se tem no dia a dia inúmeras condições que geram resíduos como refeitórios, reformas de prédios, reformas de vias, manutenção de máquinas e equipamentos, entre outros.

9.1 LOCALIZAÇÃO

A refinaria da Alunorte e seus respectivos Depósitos de Resíduos Sólidos 1 (DRS1) e 2 (DRS2) estão situados no município de Barcarena, no estado do Pará, a aproximadamente 110 km de Belém. O DRS1 está localizado nas proximidades da rodovia PA-481, entre a planta industrial da Alunorte e o DRS2, conforme apresenta figura a seguir.

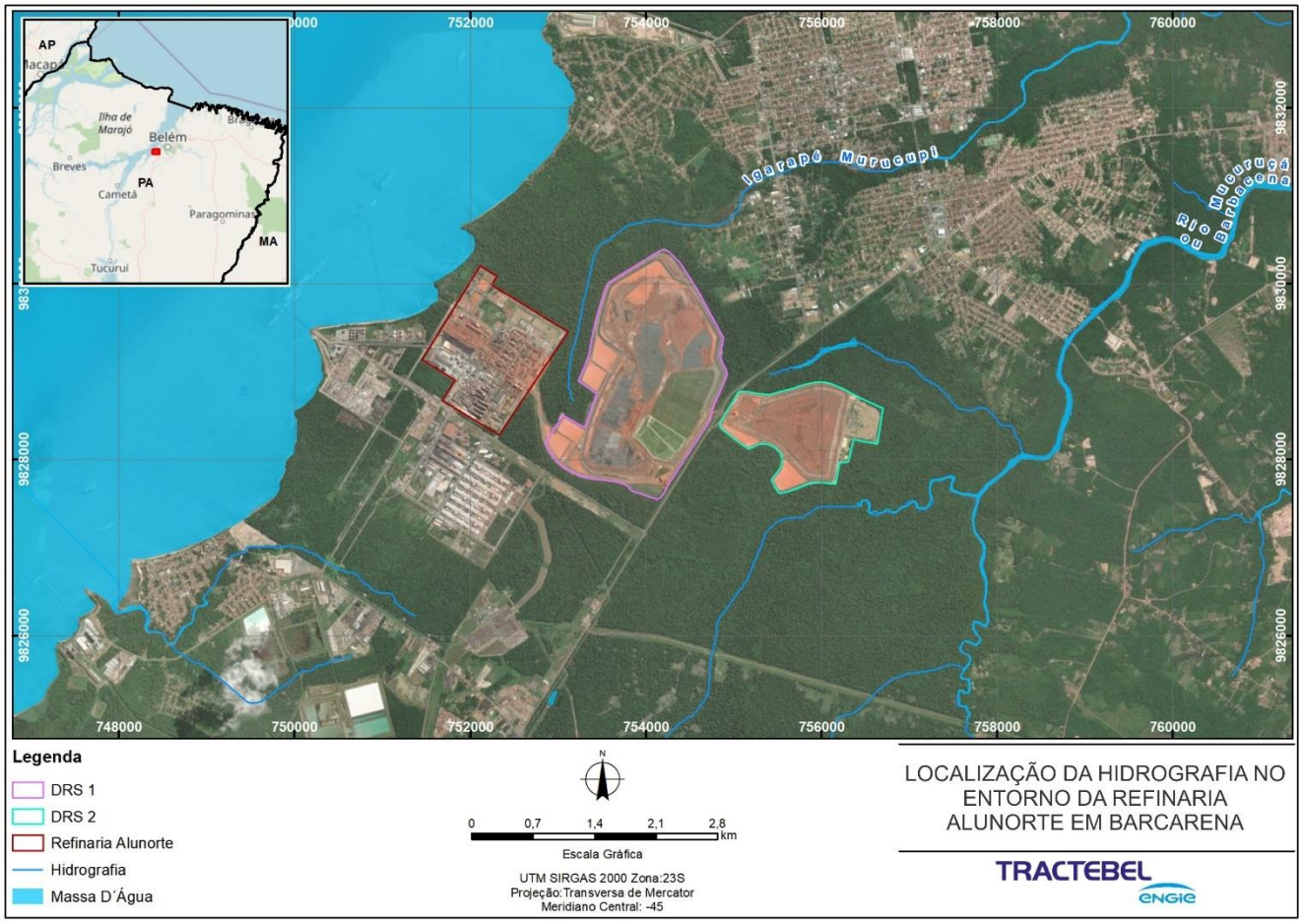


Figura 9-1: Mapa de localização da planta geral das instalações da Alunorte.

Elaboração: TRACTEBEL, 2025.

10 ANÁLISE DE CONFORMIDADE

10.1 Análise de Informações sobre a Gestão Empresarial

Cabe registrar que para os técnicos da auditoria chegarem as análises aqui descritas, além da metodologia principal de avaliação documental e visita in loco, foram verificadas documentações relativas à gestão empresarial no que tange aos processos de certificação padrão ISO como por exemplo: Gestão de Ativos (ISO 55001) e Responsabilidade Social (SA 8000), Saúde e Segurança (ISO 45001), Meio Ambiente (ISO 14001), Qualidade (ISO 9001) e *Aluminium Stewardship Initiative* (ASI). Todas estas normas são indicadores de realização de boas práticas dentro da indústria e consequente minimizações de riscos operacionais, ou seja, para alcançar tais certificações é preciso que a empresa realize uma série de ações recorrentes visando padronizar processos e treinar os colaboradores e apresentar evidências de melhoria contínua.

A implementação dos padrões ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 e ISO 45001:2018 traz benefícios para a segurança das operações em uma indústria de alumínio. A ISO 9001:2015, focada na gestão da qualidade, assegura que os processos produtivos sejam padronizados e continuamente melhorados, reduzindo a ocorrência de falhas e aumentando a confiabilidade dos produtos. Isso minimiza riscos operacionais que poderiam comprometer a segurança dos trabalhadores e do ambiente de trabalho.

A ISO 14001:2015, que trata da gestão ambiental, é crucial para uma indústria de alumínio mitigar possíveis impactos ao meio ambiente. A adoção deste padrão ajuda a identificar e controlar os aspectos ambientais das operações, promovendo práticas sustentáveis e a conformidade com a legislação ambiental. Isso não apenas protege o meio ambiente, mas também reduz o risco de acidentes ambientais que poderiam afetar a saúde e a segurança dos trabalhadores e da comunidade ao redor.

Por fim, a ISO 45001:2018, que se concentra na gestão de saúde e segurança ocupacional, é essencial para garantir um ambiente de trabalho seguro e saudável. Este padrão ajuda a identificar perigos, avaliar riscos e implementar controles eficazes para prevenir acidentes e doenças ocupacionais. Em uma indústria de alumínio, onde os trabalhadores estão expostos a diversos riscos, a implementação da ISO 45001:2018 é fundamental para proteger a integridade física e mental dos colaboradores, promovendo uma cultura de segurança e bem-estar no local de trabalho.

No âmbito do Sistema de Gestão Integrado (SGI) uma consideração importante para a análise desta auditoria foi a existência de processos de trabalho padronizados que auxiliam o dia a dia das equipes da operação. Outro ponto avaliado foi a existência dos procedimentos de treinamentos para novos colaboradores visando a garantia da do repasse da informação operacional necessária para o colaborador trabalhar na refinaria. A Figura 10-1 apresenta uma das telas do sistema INOSA utilizado para armazenar os procedimentos administrativos como treinamentos para novos colaboradores, por exemplo.

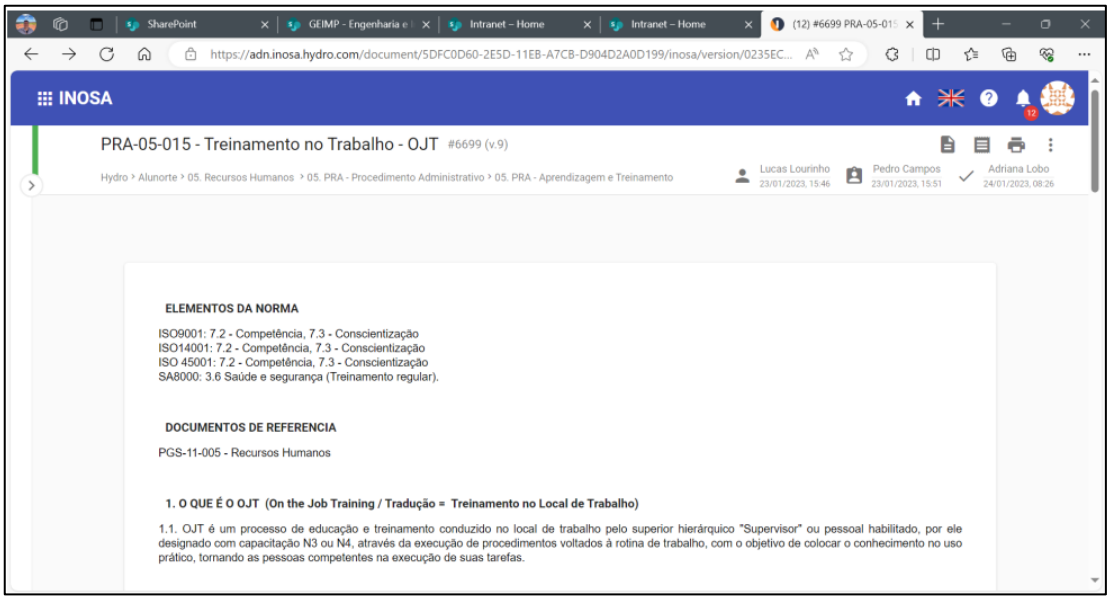


Figura 10-1 - Plataforma INOSA – Apresentação de treinamento para trabalhar.

Outras iniciativas puderam ser conferidas como a Conecta (programa interno de melhoria), aplicação da filosofia BABS (*Bauxite and Alumina Business System*) que é a utilização de princípios de Processos de Trabalhos Padronizados, Relações Definidas entre Cliente e Fornecedor, Fluxo Otimizado, Equipes Dedicadas e Liderança Visível. A Alunorte conta com a utilização de software para registro, monitoramento e acompanhamento da evolução das tratativas de desvios e perdas, perante a alta direção (aplicação de conceitos de FCA, sigla em inglês para Falha, Causa e Ação).

10.2 Avaliação do projeto de gestão e de monitoramento de águas

O protocolo adotado para a análise de conformidade do **Item H – Avaliar o projeto de gestão e de monitoramento de águas (subterrânea, superficial, reuso, pluvial e água) em termos da captação, transporte, tratamento e destino**, é subdividido em três etapas.

- Análise documental para atestar protocolos de segurança;
- Inspeção física in loco para validar procedimentos e processos; e
- Análise crítica e modelagem para acreditar a segurança ambiental.

Os pontos de atenção do protocolo empregado estão divididos nas duas subseções relacionadas a seguir 10.3 Gestão de Águas e 10.4 Monitoramento de Águas.

Na primeira subseção, os pontos de atenção sobre a gestão de águas são agrupados em termos da Segurança do Balanço Hídrico, do Projeto de Destinação Adequada de Águas, e Informação e Tomada de Decisão conforme detalhado a seguir.

- *Segurança do Balanço Hídrico*: abrange a captação e o transporte de águas, sendo avaliada a partir do mapeamento do processo produtivo para identificar e contabilizar os fluxos hídricos de entrada e saída, além de validar o balanço hídrico da refinaria em termos de sua segurança para o ambiente.
- *Projeto de Destinação Adequada de Águas*: engloba o tratamento e a destinação final de águas, isto é, a Estação de Tratamento de Efluentes Industriais e a Estação de Tratamento de Efluentes Sanitários, avaliadas em termos da eficiência de remoção de constituintes de interesse, e da estabilidade e confiabilidade na qualidade do efluente lançado no ambiente;
- *Informação e tomada de decisão*: engloba a interseção entre a *gestão* e o *monitoramento* de águas, sendo avaliado em termos da capacidade e uso dos dados de monitoramento, ou da realização de estudos ambientais específicos para mitigar a materialização de riscos e ampliar a segurança ambiental do empreendimento.

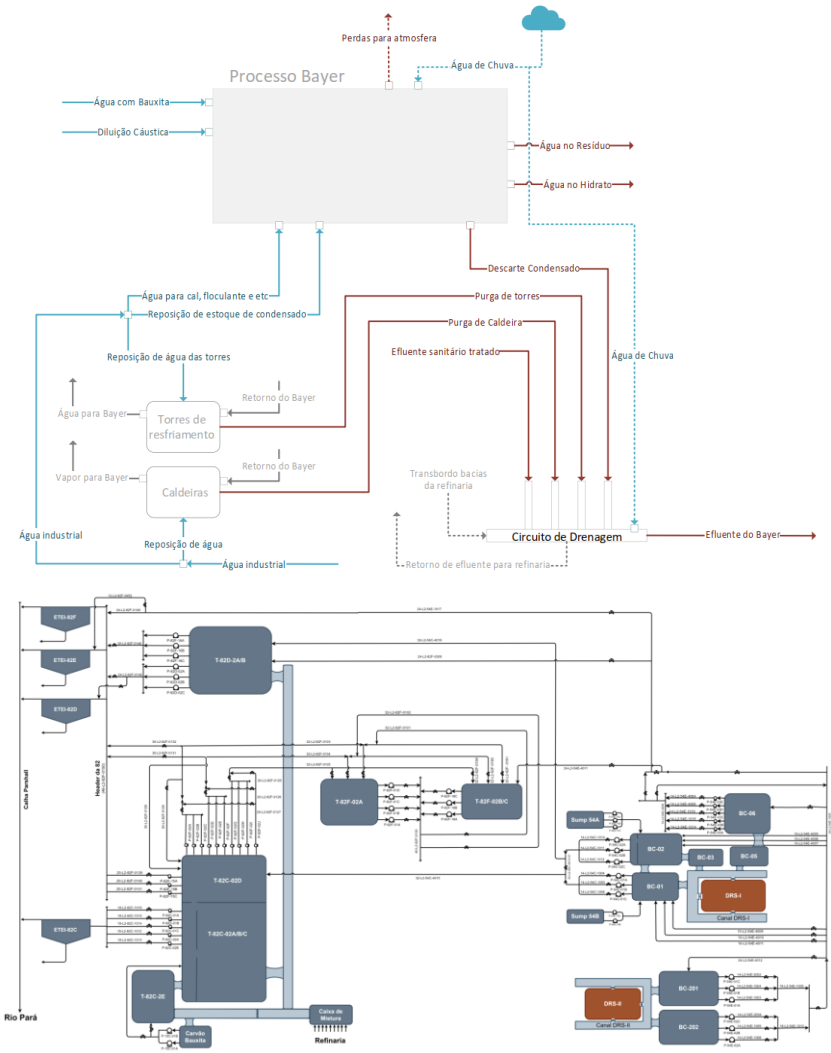
Na segunda subseção, os pontos de atenção sobre o monitoramento de águas são agrupados em termos do Design Experimental e Amostragem, conforme detalhado a seguir:

- *Design Experimental*: compreende a avaliação da correta alocação de pontos de monitoramento, tendo em vista o objetivo de detectar eventuais desvios nos padrões de qualidade ambiental.
- *Amostragem*: abrange a definição da metodologia de coleta de amostras de água, adequabilidade dos parâmetros analíticos acompanhados e do emprego de metodologias de análise.

Em adição, ressaltam-se como tópicos fora de escopo do item H: a Análise de parâmetro de lançamento atuais de outorga, de lançamento de efluentes, sobre o dimensionamento dos dispositivos que compõe o Sistema Integrado de Armazenamento Temporário, Transferência e Tratamento de Efluentes Líquido, e sobre a estanqueidade de sistemas de recepção de efluentes, previamente avaliados nos itens D/F, C do TAC 4.1 e no TAC 3.1.

10.3 Gestão de Águas

Tópico	Segurança do Balanço Hídrico da Refinaria: Identificação, quantificação e análise dos fluxos de entrada e saída das águas de Processo e do Sistema Integrado de Armazenamento Temporário, Transferência e Tratamento de Efluentes Líquidos
Área	N.A. (Não Aplicável)
Documento (s)	LO 12847/2021 – Sistema Integrado de transferência de efluentes ÁREA 82 – Sistema de Efluentes – Bacia 82F-2º Plano de Ação de Emergência (PAE) Nota Técnica – Sistema de Gerenciamento de Precipitações Pluviométricas ÁREA 54A/B – Depósitos de Resíduos Sólidos – DRS1 E DRS2 Atualização dos Estudos de Chuvas Intensas Apresentação: [TAC 4.1] Gestão de Recursos Hídricos - Parte I - 07.08.2024 Dados Níveis das Bacias – ETEI.xlsx Dados Hídricos – 2022-2024 – Valores.xlsx

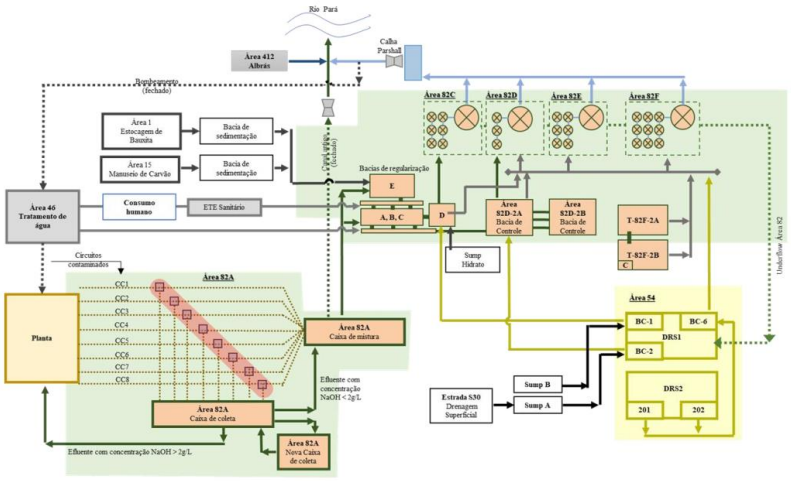
Figura (s)	 **Figura 10-2: Ilustrativo - Fluxos de entrada e saída do Sistema Integrado de Tratamento de Efluentes e Processos. Fonte: Alunorte (arquivo: [TAC 4.1] Gestão de Recursos Hídricos - Parte I - 07.08.2024)**
Evidência	Considerando o caráter amostral da auditoria, as áreas abaixo relacionadas foram inspecionadas para identificar desvios e confirmar os fluxos de entrada e saída de águas e efluentes da Refinaria, sendo elas: • *Processos*: Desaguamento (Área 03E), Moagem (Área 02A/B), Digestão (Área 04B), Preparação de Floculante (Área 33C), Clarificação (Área 28C), Filtro Prensa (Área 34E), Evaporação (Área 13A/B), Precipitação (Área 07B), Espessamento de Hidrato (Área 06B) e Filtração de Hidrato (Área 09A); • *Sistema Integrado de Armazenamento Temporário, Transferência e Tratamento de Efluentes Líquidos*: Caixa de Mistura (Área 82A), Bacias de Carvão e Bauxita, Bacias de Armazenamento T-82F-02A/B/C e T-82C-02A/B/C/D/E, Clarificador (T-82C-05), Calha Parshall e o Depósito de Resíduos Sólidos 1 (Bacia 01,02 e 06). As áreas foram previamente selecionadas para se obter um panorama representativo do fluxo hídrico do Sistema Integrado de Tratamento de Efluentes e do Processo Bayer (Figura 10-2). Durante as inspeções, **não foram identificados desvios de projeto**, isto é, pontos de entrada ou saída não reportados na documentação fornecida pela empresa objeto de auditoria. Todos os componentes avaliados se apresentavam operantes.

	A quantificação dos fluxos de entrada e saída do Sistema Integrado de Tratamento de Efluentes e do Processo Bayer foi realizado a partir de dados históricos fornecidos pela Alunorte, abrangendo: • *Processos* (m³/h): produção de água industrial – captação, vazão de entrada e saída de água desmineralizada (14A/B/C/D), água de caldeira e água de *make up* de torres de resfriamento; • *Sistema Integrado de Tratamento de Efluentes*: nível de volume acumulado em % das bacias T-82C-2E, bacia de Carvão / Bauxita, Sump (A) de efluentes da área 34, Sump (A) de efluentes da área 34, bacia T-82C-02C, bacia T-82C-02D, bacia T-82D-02A, bacia T-82F-02A, bacia T-82F-02B. Os dados foram analisados com o objetivo de identificar tendências e anomalias no comportamento dos fluxos que comprometessem a segurança do balanço hídrico da refinaria, avaliando a eficácia do sistema de tratamento dos efluentes, a previsibilidade de operação de fluxos e cenários de sobrecarga do sistema. Neste contexto, os dados **demonstraram estabilidade/previsibilidade no comportamento dos fluxos hídricos do processo**, implicando em um **comportamento adequado nos níveis de controle das bacias de armazenamento** temporário de efluentes. Diante das informações apresentadas, a conformidade do presente item é classificada como "**Conforme**".
Conformidade	**(X) Conforme** ( ) Não Conforme ( ) Observação ( ) Oportunidade de melhoria

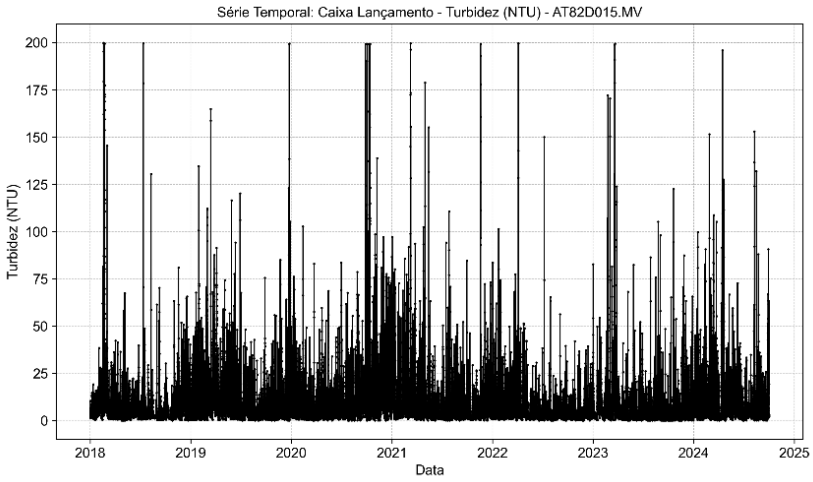
Tópico	Segurança do Balanço Hídrico da Refinaria: Avaliação das medidas de Adaptação do Sistema Integrado de Armazenamento Temporário, Transferência e Tratamento de Efluentes Líquidos a Eventos Climáticos Extremos – Chuvas Intensas.
Área	N.A. (Não Aplicável)
Documento (s)	LO 12847/2021 – Sistema Integrado de transferência de efluentes; ÁREA 82 – Sistema de Efluentes – Bacia 82F-2º Plano de Ação de Emergência (PAE); Nota Técnica – Sistema de Gerenciamento de Precipitações Pluviométricas; ÁREA 54A/B – Depósitos de Resíduos Sólidos – DRS1 E DRS2 Atualização dos Estudos de Chuvas Intensas; [2024-10-16T11-07-01] Legasys Storm - Resultados - Chuva Deca 8h.
Figura (s)	 **Figura 10-3: Evidência da inspeção do simulador Legasys Storm. Fonte: Tractebel**
Evidência	A avaliação da resiliência do Sistema Integrado de Transferência de Efluentes diante de cenários climáticos extremos, nesse caso, de chuvas intensas, foi avaliada a partir da análise documental e da inspeção de simulações no *software* Legasys Storm desenvolvido para a Refinaria Alunorte, realizada no dia 16 de outubro de 2024.

	A partir da análise documental, verificou-se que as **premissas** adotadas pelo *software* se mostraram **adequadas**, considerando cenários conservadores com excedência de fluxos pluviométricos, além da **correta interconexão entre os diferentes componentes do sistema** integrado. Estudos internos demonstraram a **robustez** do sistema diante de chuvas deca milenares de 405,4 mm em 24h, uma vez que não houve galgamento das bacias (transbordamento). Adicionalmente, há previsão de diminuição do volume de águas de escoamento da Área de Disposição de Resíduos Sólidos em função da revegetação da área, reforçando a segurança do balanço hídrico na Refinaria. Em relação a simulação inspecionada no *software*, **delimitou-se um cenário extremo** de precipitação de 330 mm em 8h. Nesse cenário, **não houve a detecção de galgamento** das bacias, assegurando a conformidade do sistema em suportar eventos extremos. No entanto, é importante ressaltar que nesse cenário as bacias alcançaram níveis críticos de volume ocupado (conforme esperado), considerando uma indisponibilidade em média de 30% em seu volume inicial de acordo com premissa adotada pela auditada. Diante das informações apresentadas, a conformidade do presente item é classificada como "**Conforme**".
Conformidade	**(X) Conforme** ( ) Não Conforme ( ) Observação ( ) Oportunidade de melhoria

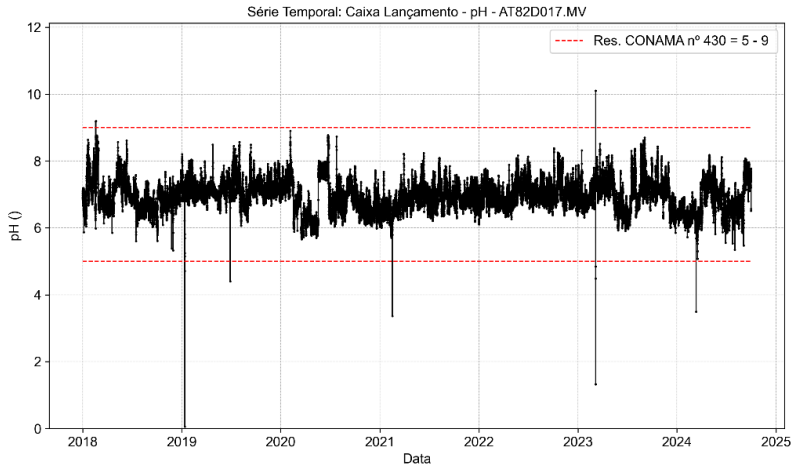
Tópico	Projeto de destinação adequada de águas: Destinação de efluente sanitário tratado e Eficiência de remoção de DBO pela Estação de Tratamento de Efluentes Industriais – ETEI.
Área	N.A. (Não Aplicável)
Documento (s)	PRA-10-028- Programa de Gestão de Recursos Hídricos para atendimento de condicionante; Declaração de Carga Potencialmente Poluidora, Anexo 1 – RT-3500-97-V-025_Carga poluidora. (cód 189) RIAA. Refinaria (LO nº 10423-2017) - Ano base 2017-2018; (cód 190) RIAA. Refinaria (LO nº 10423-2017) - Ano base 2018-2019; (cód 191) RIAA. Refinaria (LO nº 10423-2017) - Ano base 2019-2020; (cód 192) RIAA. Refinaria - Ano base 2020-2021; (cód 193) RIAA. Refinaria - Ano base 2021 (julho a dezembro de 2021); (cód 194) RIAA. Refinaria - Ano base 2022 (janeiro a dezembro de 2022)

Figura (s)	 **Figura 10-4: Fluxograma Hídrico da Alunorte apresentado no Anexo 1 da Declaração de Carga Potencialmente Poluidora. Fonte: Alunorte (arquivo: Declaração de Carga Potencialmente Poluidora, Anexo 1 – RT-3500-97-V-025_Carga poluidora.pdf)**
Evidência	Conforme apresentado pela documentação fornecida, o efluente sanitário tratado (processo biológico em um sistema compacto de lodo ativado com aeração prolongada) não é diretamente destinado ao corpo receptor, sendo inicialmente lançado nas bacias de regularização onde, antes de sua recepção final, é misturado junto às águas residuárias do processo e ao efluente bruto produzido nos Depósitos de Resíduos Sólidos (Figura 10-4). O tratamento realizado pela ETEI consiste na redução de pH e remoção de sólidos suspensos, não havendo, portanto, adição de tratamento complementar para remoção da carga orgânica, uma vez que não há emprego de processos biológicos que removam o carbono orgânico presente nas partículas dissolvidas do efluente. A auditada informa que para fins de cálculo da eficiência de remoção de DBO, utiliza-se como “ponto de saída”, a “concentração de DBO monitorada na saída da ETEI (ponto denominado no plano de monitoramento de Calha Parshall)”. Neste contexto, destaca-se que a Alunorte possui outorga vigente para o lançamento de efluentes, emitida pelo órgão gestor de recursos hídricos (SEMAS/PA). A destinação do efluente sanitário tratado, bem como a eficiência de remoção de DBO pela ETE/ETEI, encontra-se em conformidade com a legislação vigente. Como oportunidade de melhoria, recomenda-se adequação na metodologia de cálculo da eficiência de remoção de DBO pela estação de tratamento.
Conformidade	**(X) Conforme** ( ) Não Conforme ( ) Observação (X) Oportunidade de melhoria

Tópico	Projeto de destinação adequada de águas: Performance da Estação de Tratamento de Efluentes Industriais – ETEI para a remoção de sólidos suspensos.
Área	N.A. (Não Aplicável)
Documento (s)	Dados Efluentes TAC – 2018.xlsx/pdf; Dados Efluentes TAC – 2019.xlsx/pdf; Dados Efluentes TAC – 2020.xlsx/pdf; Dados Efluentes TAC – 2021.xlsx/pdf; Dados Efluentes TAC – 2022.xlsx/pdf; Dados Efluentes TAC – 2023.xlsx/pdf; MonitoramentoHidrico_2018-2024.xlsx/pdf

Figura (s)	 **Figura 10-5: Variação temporal dos níveis de turbidez medidos pelo equipamento AT82D016.MV. Fonte: Alunorte (arquivo: ST_Turbidez AT82D015MV.png)** **Figura 10-6: Acúmulo de sólidos observado no Canal de Lançamento do Efluente Tratado em período de inatividade de operação da ETEI durante as inspeções físicas realizadas na Refinaria.** **Figura 10-7: Aumento de turbidez (turvamento) observado no Clarificador da ETEI durante as inspeções físicas realizadas na Refinaria. Clarificador em operação (01/10/2024).**

Evidência	Nesta análise, empregou-se a abordagem probabilística ajustada a distribuição log-normal apresentada por Von Sperling & Oliveira (2007), para avaliar a **estabilidade** e a **confiabilidade** do tratamento realizado pela ETEI para remoção de sólidos suspensos. A performance de uma planta de tratamento de efluentes é estável quando há baixa variação nas concentrações observadas no efluente tratado e é confiável quando atende aos padrões de referência definidos às concentrações observadas ao longo do tempo. A análise foi realizada utilizando os dados de monitoramento online (2018 a 2024) para o parâmetro turbidez na escala horária e considerou os padrões de atendimento definidos na CONAMA 357/2005 para águas doces Classe II, tendo em vista que o Art. 12 da Res. CONAMA 430/2011 estabelece: • *"O lançamento de efluentes em corpos de água, com exceção daqueles enquadrados na classe especial, não poderá exceder as condições e padrões de qualidade de água estabelecidos para as respectivas classes, nas condições da vazão de referência ou volume disponível, além de atender outras exigências aplicáveis*" (BRASIL, 2011). Neste contexto, identificou-se que: • A ETEI apresentou confiabilidade satisfatória, uma vez que o valor esperado de turbidez no efluente atendeu ao padrão de referência adotado durante 99,8% do período de funcionamento considerado (2018-2024); • Em 0,2% dos casos, a ETEI apresentou variações mais acentuadas nos níveis de turbidez, considerando tanto seu funcionamento geral, quanto recortes sazonais, diários, mensais e anuais, sugerindo oportunidades de adequação técnica. Essa variação pode ser claramente observada nos picos e nas medições atípicas de turbidez apresentados na Figura 10-5, que são recorrentes durante a série histórica; Importante destacar que a Figura 10-6 e a Figura 10-7 capturadas durante as inspeções realizadas na ETEI corroboram com as análises aqui apresentadas, visto que o acúmulo de sólidos no canal de lançamento e o turvamento observado no clarificador sugerem a ocorrência de eventos atípicos na operação. A Resolução CONAMA nº 430/2011 não estabelece VMP para turbidez. Contudo, para acompanhamento da performance do processo, adota-se voluntariamente, como mera referência, os padrões fixados pela Resolução CONAMA nº 357/2005. Com base em tais critérios voluntários, tem-se que o atendimento ao padrão de referência da turbidez em 99,8% em um universo de 60 mil dados brutos (incluindo períodos de manutenção), entre 2018 e 2024, reforça a confiabilidade do tratamento do efluente realizado na ETEI. Em vista disso, a maior parte dos resultados incluídos nesses 0,2%, refere-se a momentos de paradas e partidas do processo, e variabilidades operacionais, assim como as possíveis ocorrências de distúrbios na operação da sonda, que é um equipamento altamente sensível com calibração periódica. Em síntese, a ETEI pode ser considerada uma planta que **alcança confiabilidade satisfatória** em relação ao padrão de referência adotado, tornando a **conformidade** do presente item classificada como "Observação".
Conformidade	**(X) Conforme** ( ) Não Conforme (X) Observação ( ) Oportunidade de melhoria

Tópico	Projeto de destinação adequada de águas: Performance da Estação de Tratamento de Efluentes Industriais – ETEI para a redução de pH.
Área	N.A. (Não Aplicável)
Documento (s)	Dados Efluentes TAC – 2018.xlsx/pdf; Dados Efluentes TAC – 2019.xlsx/pdf; Dados Efluentes TAC – 2020.xlsx/pdf; Dados Efluentes TAC – 2021.xlsx/pdf; Dados Efluentes TAC – 2022.xlsx/pdf; Dados Efluentes TAC – 2023.xlsx/pdf; MonitoramentoHidrico_2018-2024.xlsx/pdf
Figura (s)	 **Figura 10-8: Variação temporal dos níveis de pH medidos pelo equipamento AT82D017.MV na saída do tratamento. Fonte: Alunorte (arquivo: ST_pH AT82D017MV.png)**
Evidência	Nessa análise, empregou-se a abordagem probabilística ajustada a distribuição gaussiana discutida por Von Sperling & Oliveira (2007), para avaliar a **estabilidade** e a **confiabilidade** do tratamento realizado pela ETEI na redução das condições alcalinas do efluente. A análise foi realizada para os dados de pH coletados via monitoramento online por hora, considerando os padrões de lançamento definidos na Res. CONAMA 430/2011. Neste contexto, identificou-se que: • A ETEI apresentou operação estável no tratamento de redução de pH, considerando tanto seu funcionamento geral, quanto recortes sazonais, diários, mensais e anuais; • A ETEI apresentou confiabilidade plena, uma vez que o valor esperado de pH no efluente atendeu ao padrão de referência adotado durante ≈100% do período de funcionamento considerado (2018-2024). Em síntese, a ETEI pode ser considerada uma planta de tratamento **estável** e que alcança a **confiabilidade plena** para redução de basicidade, uma vez que a proporção de valores em não-conformidade observados na Figura 10-8 representam 0,005% dos dados e não apresentam recorrência seguida de tendências consistentes de aumento/diminuição, sugerindo que essas medições atípicas resultam de erros de medição dos aparelhos de monitoramento. Portanto, a conformidade do presente item é classificada como “**Conforme**”.
Conformidade	**(X) Conforme** ( ) Não Conforme ( ) Observação ( ) Oportunidade de melhoria

Tópico	Informação e tomada de decisão: Camadas de Proteção do Sistema de Gestão Ambiental
Área	N.A. (Não Aplicável)
Documento (s)	MonitoramentoHidrico_2018-2024.xlsx/pdf; MonitoramentoHidrico_2018-2024_ASUB_DRS1.xlsx MonitoramentoHidrico_2021-2024_ASUB_DRS2.xlsx Relatório Técnico de Densidade de Drenagem do DRS1 – FG-2201-NHB-A-BA-RT07-02.pdf; (cód 114) RCA-PCA Cap.7.1.7; (cód 118) RCA-PCA Cap.8;

	(cód 189) RIAA. Refinaria (LO nº 10423-2017) - Ano base 2017-2018; (cód 190) RIAA. Refinaria (LO nº 10423-2017) - Ano base 2018-2019; (cód 191) RIAA. Refinaria (LO nº 10423-2017) - Ano base 2019-2020; (cód 192) RIAA. Refinaria - Ano base 2020-2021; (cód 193) RIAA. Refinaria - Ano base 2021 (julho a dezembro de 2021); (cód 194) RIAA. Refinaria - Ano base 2022 (janeiro a dezembro de 2022).
Figura (s)	N.A. (Não Aplicável)
Evidência	A partir da análise exploratória dos dados de monitoramento (2018 a 2024) compartilhados pela auditada e da avaliação da documentação fornecida, foram identificados padrões geoquímicos anômalos em alguns pontos de monitoramento de águas subterrâneas para o parâmetro condutividade elétrica, alcalinidade e para os íons Sulfato e Sódio, incomuns nas concentrações observadas ao quimismo local, nos pontos PM-112, P-10R, PM-108R e PM-103R localizados a jusante do fluxo subterrâneo em relação as bacias “BC1”, “BC2” e “BC6” no Depósito de Resíduos Sólidos – DRS 1, conforme destacado a seguir: • Os parâmetros Condutividade Elétrica e Sódio apresentaram série temporal não-estacionária aleatória seguida por ponto de inflexão com acréscimo nas medições registradas e desvio do comportamento entendido como de “background”; • Os parâmetros Alcalinidade e Sulfato apresentaram série temporal não-estacionária aleatória seguida por picos nas medições registradas e desvio do comportamento entendido como de “background”; • Os parâmetros Sódio e Sulfato apresentaram correlação, respectivamente, forte e moderada com as medições registradas para o parâmetro Alcalinidade. Os dados inicialmente compartilhados compreendiam o esforço amostral empregado entre os anos de 2018 e 2019 para a estrutura DRS1. Por conta disso, a auditoria realizou uma nova solicitação de dados e a partir da série atualizada até 2024, identificou-se que houve continuidade nos padrões anômalos anteriormente identificados, incluindo: • Distribuição anômala para o Sódio e uma medição atípica de alcalinidade (apenas um registro disponível) no ponto PM-07A localizado na estrutura DRS2, apesar do retorno recente às condições entendidas como “background” para o Sódio. Importante destacar que a identificação do comportamento usual ou de “background” para os parâmetros analisados, considerou dados apresentados no estudo de Lima & Kobayashi (1988) e dados inclusos no Relatório de Controle Ambiental da auditada para áreas classificadas como “Áreas de controle”. Diante desses pontos de atenção, o posicionamento da auditada e as camadas de proteção de seu sistema de gestão ambiental foram avaliados em fóruns realizados na modalidade híbrida (22/11/2024 e 29/11/2024), e remota (05/12/2024), em que se destaca: • Após solicitação da equipe de auditoria, a auditada apresentou análise interna sobre os dados analisados, enfatizando tendência monotônica de decréscimo recente para o Sódio e Sulfato para a estrutura DRS1; • A auditada informou que os dados analisados foram reportados ao órgão ambiental considerando o período entre os anos de 2018 e 2019, e que nos anos seguintes somente os parâmetros condicionados foram reportados ao órgão ambiental; • A auditada apresentou o resultado das investigações nomeadas de “estudos de assinatura química” sobre parâmetros normatizados pela Res. CONAMA 420 de 2009, que “*[...] estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por [...] substâncias em decorrência de atividades antrópicas*”;

	• A auditada apresentou uma série de melhorias implementadas, dentre elas, a instalação de novas tubulações em aço carbono no DRS1, aderente a questão reportada pela auditoria; • Adicionalmente, a partir da emissão da Licença LO nº 15352, emitida em 17/01/2025, houve o acréscimo dos parâmetros Sódio, Sulfato e Condutividade Elétrica no monitoramento regular de águas subterrâneas da empresa auditada. Neste contexto, verificou-se que as **camadas de proteção do sistema de gestão ambiental** da auditada estão **operantes** e **permitem a identificação de desvios** ou comportamentos geoquímicos anômalos para subsidiar tomadas de decisão subsequentes. Neste sentido, o item é classificado **em conformidade** com a observação sobre a incorporação dos parâmetros Sódio e Sulfato no monitoramento regular a partir da emissão da Licença LO nº 15352, emitida em 17/01/2025.
Conformidade	**(X) Conforme** ( ) Não Conforme (X) Observação ( ) Oportunidade de melhoria

10.4 Monitoramento de Águas

Tópico	Design experimental: Águas subterrâneas
Área	N.A. (Não Aplicável)
Documento (s)	MonitoramentoHidrico_2018-2024.xlsx/pdf; MonitoramentoHidrico_2018-2024_ASUB_DRS1.xlsx MonitoramentoHidrico_2021-2024_ASUB_DRS2.xlsx PRA-10-028- Programa de Gestão de Recursos Hídricos para atendimento de condicionante; Declaração de Carga Potencialmente Poluidora, Anexo 1 – RT-3500-97-V-025_Carga poluidora. (cód 114) RCA-PCA Cap.7.1.7; (cód 118) RCA-PCA Cap.8; (cód 189) RIAA. Refinaria (LO nº 10423-2017) - Ano base 2017-2018; (cód 190) RIAA. Refinaria (LO nº 10423-2017) - Ano base 2018-2019; (cód 191) RIAA. Refinaria (LO nº 10423-2017) - Ano base 2019-2020; (cód 192) RIAA. Refinaria - Ano base 2020-2021; (cód 193) RIAA. Refinaria - Ano base 2021 (julho a dezembro de 2021); (cód 194) RIAA. Refinaria - Ano base 2022 (janeiro a dezembro de 2022).
Figura (s)	N.A. (Não Aplicável)
Evidência	O presente Item é classificado como “**Conforme**” visto que há rede de monitoramento ativa para o acompanhamento de diferentes parâmetros de qualidade da água subterrânea para os Depósitos de Resíduos Sólidos 1 e 2, e para a planta. Adicionalmente, ainda que os atuais pontos de monitoramento se mostrem adequadamente alocados em relação ao fluxo subterrâneo de águas, destaca-se que além dos poços hoje acompanhados, há uma extensa rede de outros poços disponíveis que podem ser inclusos no monitoramento, implicando em ganhos de representatividade amostral para diferentes finalidades como por exemplo, para a detecção/confirmação de desvios na qualidade ambiental.
Conformidade	**(X) Conforme** ( ) Não Conforme ( ) Observação ( ) Oportunidade de melhoria

Tópico	Amostragem: Águas Subterrâneas
Área	N.A. (Não Aplicável)
Documento (s)	PRA-10-028- Programa de Gestão de Recursos Hídricos para atendimento de condicionante; MonitoramentoHidrico_2018-2024.xlsx/pdf; MonitoramentoHidrico_2018-2024_ASUB_DRS1; MonitoramentoHidrico_2018-2024_ASUB_DRS2.

Figura (s)	N.A. (Não Aplicável)
Evidência	O presente Item é classificado como "**Conforme**", uma vez que, internamente, é realizado o monitoramento de parâmetros hidroquímicos necessários para identificar eventuais interferências do empreendimento na matriz hídrica subterrânea. Além disso, o reporte desses parâmetros é proposto em um estudo em fase de análise pelo órgão ambiental regulador.
Conformidade	**(X) Conforme** ( ) Não Conforme ( ) Observação ( ) Oportunidade de melhoria

Tópico	Design experimental: Águas Superficiais
Área	N.A. (Não Aplicável)
Documento (s)	PRA-10-028- Programa de Gestão de Recursos Hídricos para atendimento de condicionante; RT- 4600012367-WL005-97-Z-00001 MonitoramentoHidrico_2018-2024.xlsx/pdf.
Figura (s)	N.A. (Não Aplicável)
Evidência	Este item analisou a distribuição espacial da malha amostral para monitoramento da qualidade da água no rio Pará. Anteriormente à renovação da LO, realizada em 17/01/2025, o ponto de montante (RPM) por estar localizado na zona de mistura, era afetado pela carga de efluente lançado pela ETEI, ainda que por um efeito adicional pouco expressivo, com taxas de diluição empíricas menores que 5% e considerando concentrações de background nulas, conforme a modelagem de dispersão de efluentes fornecidas pela empresa auditada. Com a renovação da LO da Refinaria (LO nº 15352, emitida em 17/01/2025), foi implementada a alteração dos pontos do rio Pará à montante e à jusante do lançamento do efluente industrial para locais fora do limite da zona de mistura. A nova localização dos pontos foi evidenciada no capítulo 9 do RCA/PCA. Adicionalmente, é importante informar que as coletas das amostras de água superficial ocorrem somente na maré vazante, visando minimizar a possibilidade de influência do lançamento da Alunorte na análise. Portanto, o item está em conformidade, visto que a melhoria locacional dos pontos foi realizada com a renovação da LO nº 15352, emitida em 17/01/2025.
Conformidade	**(X) Conforme** ( ) Não Conforme ( ) Observação ( ) Oportunidade de melhoria

Tópico	Amostragem: Águas Superficiais
Área	N.A. (Não Aplicável)
Documento (s)	PRA-10-028- Programa de Gestão de Recursos Hídricos para atendimento de condicionante; MonitoramentoHidrico_2018-2024.xlsx/pdf.
Figura (s)	N.A. (Não Aplicável)
Evidência	O presente Item é classificado como "**Conforme**", uma vez que é realizado o monitoramento de parâmetros hidroquímicos necessários para identificar eventuais interferências do empreendimento na matriz hídrica superficial. Além disso, houve a inclusão de parâmetros e de pontos a partir da Licença LO nº 15352, emitida em 17/01/2025.
Conformidade	**(X) Conforme** ( ) Não Conforme ( ) Observação ( ) Oportunidade de melhoria

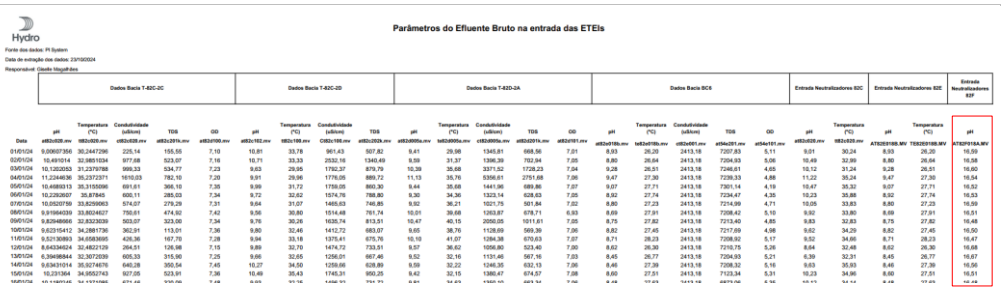
Tópico	Design Experimental e Amostragem: Águas pluviais, de reuso e residuária industrial
Área	N.A. (Não Aplicável)

Documento (s)	PRA-10-028- Programa de Gestão de Recursos Hídricos para atendimento de condicionante; Declaração de Carga Potencialmente Poluidora, Anexo 1 – RT-3500-97-V-025_Carga poluidora. Nota Técnica – Sistema de Gerenciamento de Precipitações Pluviométricas Apresentação: [TAC 4.1] Gestão de Recursos Hídricos - Parte I - 07.08.2024 Dados Níveis das Bacias – ETEI.xlsx Dados Hídricos – 2022-2024 – Valores.xlsx
Figura (s)	N.A. (Não Aplicável)
Evidência	Somado às informações apresentadas na subseção 10.3 Gestão de Águas, o presente item é classificado como "**Conforme**" dado a extensa rede de monitoramento online e a quantidade de registros tanto para vazão, quanto para parâmetros de caracterização genérica como pH, temperatura e turbidez, por exemplo. Somado a isso, esses dados são continuamente checados e determinam os procedimentos que devem ser empregados na gestão de águas da refinaria, principalmente no âmbito de seu balanço hídrico.
Conformidade	**(X) Conforme** ( ) Não Conforme ( ) Observação ( ) Oportunidade de melhoria

Tópico	Design Experimental e Amostragem: Efluentes Sanitários
Área	N.A. (Não Aplicável)
Documento (s)	PRA-10-028- Programa de Gestão de Recursos Hídricos para atendimento de condicionante; Declaração de Carga Potencialmente Poluidora, Anexo 1 – RT-3500-97-V-025_Carga poluidora. (cód 189) RIAA. Refinaria (LO nº 10423-2017) - Ano base 2017-2018; (cód 190) RIAA. Refinaria (LO nº 10423-2017) - Ano base 2018-2019; (cód 191) RIAA. Refinaria (LO nº 10423-2017) - Ano base 2019-2020; (cód 192) RIAA. Refinaria - Ano base 2020-2021; (cód 193) RIAA. Refinaria - Ano base 2021 (julho a dezembro de 2021); (cód 194) RIAA. Refinaria - Ano base 2022 (janeiro a dezembro de 2022).
Figura (s)	N.A. (Não Aplicável)
Evidência	No tópico "Projeto de destinação adequada de águas: Destinação de efluente sanitário tratado e Eficiência de remoção de DBO pela Estação de Tratamento de Efluentes Industriais – ETEI", identificou-se uma oportunidade de melhoria no método de cálculo de eficiência da ETE. No entanto, há, atualmente, o adequado monitoramento tanto na entrada, quanto na saída da ETE de parâmetros relacionados a presença de carga orgânica e de coliformes que, como anteriormente apontado, pode ser utilizado para calcular a eficiência de remoção de DBO na ETE. Ainda assim, esta auditoria sugeriu a inclusão do parâmetro Nitrogênio amoniacal para monitoramento na ETE, dado a sua regulação pela Res. CONAMA 430/2011 e sua ocorrência esperada em efluentes de natureza sanitária. O parâmetro foi incorporado à Licença de Operação vigente (LO nº 15352/2025). Destaca-se ainda, a empresa auditada informou que realiza o acompanhamento do parâmetro mencionado para o efluente tratado.
Conformidade	**(X) Conforme** ( ) Não Conforme ( ) Observação ( ) Oportunidade de melhoria

Tópico	Design experimental: Efluentes Industriais
Área	N.A. (Não Aplicável)
Documento (s)	PRA-10-028- Programa de Gestão de Recursos Hídricos para atendimento de condicionante; Declaração de Carga Potencialmente Poluidora, Anexo 1 – RT-3500-97-V-025_Carga poluidora. (cód 189) RIAA. Refinaria (LO nº 10423-2017) - Ano base 2017-2018; (cód 190) RIAA. Refinaria (LO nº 10423-2017) - Ano base 2018-2019; (cód 191) RIAA. Refinaria (LO nº

	10423-2017) - Ano base 2019-2020; (cód 192) RIAA. Refinaria - Ano base 2020-2021; (cód 193) RIAA. Refinaria - Ano base 2021 (julho a dezembro de 2021); (cód 194) RIAA. Refinaria - Ano base 2022 (janeiro a dezembro de 2022).
Figura (s)	 Figura 10-9 – Pontos de Monitoramento de Efluentes. RCA / PCA (documento: S22023-AAS-RL001-0 2023)
Evidência	De acordo com as licenças vigentes durante o período de execução da auditoria, LO nº 10423/2017, 12843/2021 e 12847/2021, a malha amostral para os efluentes era composta por: • pontos de amostragem de efluente tratado oriundo da ETEI: o Calha Parshall (1°32’20.76” 48°44’11.90”); e o Canal de Lançamento (1°32’17.29” 48°44’18.05”); • ponto de monitoramento após o tratamento na ETE: o Saída da ETE (1°32’56.52” 48°43’58.64”); e • pontos de amostragem de controle de tratamento (efluente bruto): o 82C-2ABC (1°32’16.85” 48°44’4.86”). o 82D-2B (1°32’10.27” 48°44’0.92”). o BC2 (1º33’15.92” 48º43’32.35”); o BC-201 (1º33’10.79” 48º42’18.69”); e o BC-202 (1º33’16.70” 48º42’10.54”). Ressalta-se que, em 17/01/2025, foi emitida a LO nº 15352/2025, que manteve a malha amostral acima descrita e acresceu novos pontos para o monitoramento de efluente bruto: nos Clarificadores C, D, E e F, e nas bacias 82D-2A, BC1 e BC6. A nova localização dos pontos pode ser evidenciada na Figura 10-9. Portanto, o item avaliado está em conformidade com legislação e as melhores práticas.
Conformidade	**(X) Conforme** ( ) Não Conforme ( ) Observação ( ) Oportunidade de melhoria

Tópico	Amostragem: Efluentes Industriais.
Área	N.A. (Não Aplicável)
Documento (s)	Dados Efluente Bruto – 2022-2024.pdf/xlsx.
Figura (s)	 Parâmetros do Efluente Bruto na entrada das ETEIs Hydro Fonte dos dados: PI System Data de extração dos dados: 23/10/2024 Responsável: Gisele Magalhães Dados Bacia T-82C-2C | Dados Bacia T-82C-2D | Dados Bacia T-82D-2A | Dados Bacia BC6 | Entrada Neutralizadores E2C | Entrada Neutralizadores E2E | Entrada Neutralizadores E2F Data | pH | Temperatura (°C) | Condutividade (uS/cm) | TDS | OD | pH | Temperatura (°C) | Condutividade (uS/cm) | TDS | pH | Temperatura (°C) | Condutividade (uS/cm) | TDS | OD | pH | Temperatura (°C) | Condutividade (uS/cm) | TDS | OD | pH | Temperatura (°C) | pH | Temperatura (°C) | pH 01/01/24 | 9,00607356 | 30,2447296 | 225,14 | 155,55 | 7,10 | 10,81 | 33,78 | 961,43 | 507,82 | 9,41 | 29,98 | 1345,81 | 669,56 | 7,01 | 8,03 | 26,20 | 2413,18 | 7207,83 | 5,11 | 9,01 | 30,24 | 8,93 | 26,20 | 16,59 02/01/24 | 10,4691014 | 32,9851034 | 977,68 | 523,07 | 7,16 | 10,71 | 33,33 | 2532,16 | 1340,49 | 9,59 | 31,37 | 1396,39 | 702,94 | 7,05 | 8,80 | 26,64 | 2413,18 | 7204,93 | 5,06 | 10,49 | 32,99 | 8,80 | 26,64 | 16,58 03/01/24 | 10,1352053 | 31,2379786 | 988,33 | 534,77 | 7,23 | 9,63 | 29,95 | 1792,37 | 879,79 | 10,39 | 35,68 | 3371,52 | 1728,23 | 7,04 | 9,28 | 26,51 | 2413,18 | 7246,61 | 4,65 | 10,12 | 31,24 | 9,28 | 26,51 | 16,60 04/01/24 | 11,2244636 | 35,2372371 | 1610,03 | 782,10 | 7,20 | 9,91 | 29,96 | 1776,05 | 889,72 | 11,13 | 35,76 | 5356,61 | 2751,68 | 7,06 | 9,47 | 27,30 | 2413,18 | 7239,33 | 4,88 | 11,22 | 35,24 | 9,47 | 27,30 | 16,54 05/01/24 | 10,4688313 | 35,3155096 | 691,61 | 366,10 | 7,35 | 9,99 | 31,72 | 1759,05 | 860,30 | 9,44 | 35,68 | 1441,96 | 689,86 | 7,07 | 9,07 | 27,71 | 2413,18 | 7301,14 | 4,19 | 10,47 | 35,32 | 9,07 | 27,71 | 16,52 06/01/24 | 10,2262607 | 35,87845 | 600,11 | 285,03 | 7,34 | 9,72 | 32,62 | 1574,76 | 788,80 | 9,30 | 34,36 | 1323,14 | 628,63 | 7,05 | 8,92 | 27,74 | 2413,18 | 7234,47 | 4,35 | 10,23 | 35,88 | 8,92 | 27,74 | 16,53 07/01/24 | 10,0520759 | 33,8259063 | 574,07 | 279,29 | 7,31 | 9,64 | 31,07 | 1465,63 | 746,85 | 9,92 | 36,21 | 1021,75 | 501,84 | 7,02 | 8,80 | 27,23 | 2413,18 | 7214,99 | 4,71 | 10,05 | 33,83 | 8,80 | 27,23 | 16,59 08/01/24 | 9,91964039 | 33,8024627 | 750,61 | 474,92 | 7,42 | 9,56 | 30,80 | 1514,48 | 761,74 | 10,01 | 39,68 | 1263,87 | 678,71 | 6,93 | 8,69 | 27,91 | 2413,18 | 7208,42 | 5,10 | 9,92 | 33,80 | 8,69 | 27,91 | 16,51 09/01/24 | 9,8248666 | 32,8323039 | 503,07 | 323,00 | 7,34 | 9,76 | 30,26 | 1635,74 | 813,51 | 10,47 | 40,15 | 2050,05 | 1011,61 | 7,05 | 8,75 | 27,82 | 2413,18 | 7213,40 | 4,85 | 9,83 | 32,83 | 8,75 | 27,82 | 16,48 10/01/24 | 9,623115412 | 34,288736 | 362,91 | 113,01 | 7,36 | 9,80 | 32,46 | 1412,72 | 683,07 | 9,65 | 38,76 | 1128,69 | 569,39 | 7,06 | 8,82 | 27,45 | 2413,18 | 7217,69 | 4,98 | 9,62 | 34,29 | 8,82 | 27,45 | 16,50 11/01/24 | 9,52139853 | 34,6583695 | 439,36 | 167,70 | 7,28 | 9,94 | 33,18 | 1375,41 | 675,76 | 10,10 | 41,07 | 1084,38 | 670,63 | 7,07 | 8,71 | 28,23 | 2413,18 | 7208,92 | 5,17 | 9,52 | 34,66 | 8,71 | 28,23 | 16,47 12/01/24 | 8,64334624 | 32,4822129 | 264,51 | 126,98 | 7,15 | 9,89 | 32,70 | 1474,72 | 733,51 | 9,57 | 36,62 | 1056,80 | 523,40 | 7,00 | 8,62 | 26,30 | 2413,18 | 7210,75 | 5,26 | 8,64 | 32,48 | 8,62 | 26,30 | 16,68 13/01/24 | 6,39498644 | 32,3072039 | 605,33 | 315,90 | 7,25 | 9,66 | 32,65 | 1256,01 | 667,46 | 9,52 | 32,16 | 1131,46 | 567,16 | 7,03 | 8,45 | 26,77 | 2413,18 | 7204,93 | 5,21 | 6,39 | 32,31 | 8,45 | 26,77 | 16,67 14/01/24 | 9,63431014 | 35,9274676 | 640,28 | 350,54 | 7,45 | 10,27 | 34,50 | 1259,66 | 628,89 | 9,59 | 32,22 | 1246,35 | 632,13 | 7,06 | 8,46 | 27,39 | 2413,18 | 7208,32 | 5,16 | 9,63 | 35,93 | 8,46 | 27,39 | 16,56 15/01/24 | 10,231364 | 34,9552743 | 927,05 | 523,91 | 7,36 | 10,49 | 35,43 | 1745,31 | 950,25 | 9,42 | 32,15 | 1380,47 | 674,57 | 7,08 | 8,60 | 27,51 | 2413,18 | 7123,34 | 5,31 | 10,23 | 34,86 | 8,60 | 27,51 | 16,51 **Figura 10-10: Extrato da base de dados de efluentes brutos, com destaque às medições de pH > 14. Fonte: Alunorte (arquivo: Dados Efluente Bruto – 2022-2024.pdf).**
Evidência	Considerando o conjunto de dados de **efluentes brutos** analisados coletados pela Rede de Monitoramento Online, foi identificada alteração apenas no parâmetro pH para a entrada do Efluente Bruto na 82-F. A Alunorte esclareceu que se trata de um dos equipamentos que compõe uma extensa rede de monitoramento on-line para avaliação do processo, sem representatividade para fins de controles ambientais. Ademais, o resultado não é indicativo de que há não conformidade no tratamento do pH, pois o equipamento analisado consiste na primeira etapa de uma cadeia de três neutralizadores, de forma que os dados de monitoramento ambiental demonstram a eficiência do tratamento, verificado por esta auditoria nos itens D e F do TAC 4.1. Dessa forma, apesar da observação encontrada com relação ao registro do parâmetro pH a avaliação do item não configura descumprimento normativo ou legal, conforme estabelecido na definição do status de conformidade. A Alunorte possui certificação na ISO 55.001, que visa as melhores práticas de manutenção de ativos esteja devidamente validada e alinhada às melhores práticas do setor.
Conformidade	**(X) Conforme** ( ) Não Conforme (X) Observação ( ) Oportunidade de melhoria

Tópico	Design experimental e Amostragem: Evidência de campo sobre a Rede de Monitoramento Online
Área	N.A. (Não Aplicável)
Documento (s)	N.A. (Não Aplicável)
Figura (s)	 **Figura 10-11: Registro de equipamento de monitoramento online discutido durante a inspeção *in loco*.**
Evidência	Durante as inspeções realizadas nos componentes da ETEI (que estava com operação inativa durante a inspeção), identificou-se que um dos equipamentos de **monitoramento online** – **AT82D100**, que é responsável pela medição de **oxigênio dissolvido,** entre outros parâmetros, conforme informado pelo gestor encarregado, estava **medindo um valor não representativo para a escala de variação do parâmetro em questão** (Figura 10-11). No entanto, a parte da equipe técnica de apoio presente no local próximo ao equipamento demonstrou desconhecimento sobre qual parâmetro o equipamento realmente mensurava, citando, inclusive, parâmetros não monitorados pela rede de monitoramento online, além de não demonstrar domínio sobre a correta interpretação dos dados registrados. É importante destacar que a equipe presente acionou outros setores via rádio, os quais **justificaram que o equipamento funcionava e aferia os resultados adequadamente**. Nesse contexto, o Item em questão é classificado com a conformidade, visto que foi uma questão pontual ocorrida durante a inspeção dos técnicos da auditoria e indica a necessidade de treinamento específico da equipe técnica que acompanhou o time de auditoria sobre condições de medição do parâmetro em questão.
Conformidade	**(X) Conforme** ( ) Não Conforme (X) Observação ( ) Oportunidade de melhoria

10.5 Campanhas de Amostragens Vinculadas ao TAC 4.1

10.5.1 Metodologia

Durante os dias 9, 10 e 13 de dezembro de 2024 foram realizadas as coletas de amostras com o acompanhamento da equipe de técnicos da Alunorte, por integrantes do time de auditoria de Tractebel e representantes da sociedade civil.

As coletas das amostras foram realizadas pelo laboratório ALS Global, responsável pelas coletas e análises ambientais de águas e efluentes da Alunorte durante o período da auditoria. O acompanhamento das amostragens e as análises foram realizados pelo laboratório auditor SGS Geosol, contratado pela Tractebel. Ambos os laboratórios possuem acreditação pela ABNT NBR ISO/IEC 17025:201.

A Tractebel foi responsável pela definição dos pontos e parâmetros de coleta, com o objetivo de verificar e validar tanto a metodologia de amostragem quanto os resultados obtidos. As coletas ocorreram nos pontos que estão previstos no plano regular de amostragem das matrizes ambientais para o mês de dezembro. Metodologicamente, realizar a coleta nessas condições permite uma análise mais representativa dos dados em relação à série histórica. Os pontos de amostragem foram definidos pela Tractebel são apresentados na Tabela 10-1.

Tabela 10-1 – Relação dos pontos de coleta e as respectivas datas de amostragem.

MATRIZ	REFERÊNCIA	PONTO DE AMOSTRAGEM	AMOSTRAGEM	DESCRIÇÃO	DATA DE COLETA
Efluente Bruto	Resolução CONAMA 430/2011 E Resolução CONSEMA/RS nº 355/2017 para o Fósforo Total	ETE-2 ETES	Triplicata	Saída da Estação de Tratamento de Efluente Sanitário - ETE	10/12/2024
		82C-2ABC	Triplicata	Bacia de controle – Efluente industrial bruto da Refinaria (área 82)	13/12/2024
		BC-06 Bacia	Composta	Bacia de controle do DRS1	10/12/2024
		Bacia 1 / 2	Composta		10/12/2024
Efluente Tratado		Calha Parshall	Triplicata	Efluente Industrial Tratado – Calha Parshall da ETEI (área 82)	13/12/2024
		Canal Lançamento	Triplicata	Efluente Industrial Tratado – Calha Parshall da ETEI (área CDP)	13/12/2024
Águas Subterrânea	Resolução CONAMA nº 396/2008, para água destinada ao consumo humano.	PM-122R	Triplicata	Poço de monitoramento DRS1	09/12/2024
		PM-112 Subterrânea	Duplicata		10/12/2024

Os parâmetros avaliados foram selecionados de forma a contemplar todos aqueles já realizados de forma rotineira no monitoramento da Alunorte, incluindo todos os parâmetros previstos na Resolução CONAMA nº 430/2011. Em conformidade com o Item D do TAC 4.1, foram incluídas as análises de urânio, sulfato, nitrato, nitrito e cloreto para as amostras de efluente, assim como o Fósforo Total, que seguiu os critérios da Resolução CONSEMA/RS nº 355/2017. Analogamente, para os parâmetros de água subterrânea foram avaliados todos os parâmetros listados na Resolução CONAMA nº 396/2008, sendo acrescidos os parâmetros de Alcalinidade Total, Alumínio Dissolvido, Condutividade Elétrica, Sódio Dissolvido e pH. A lista de todos os parâmetros analisados por matriz ambiental encontra-se no Anexo 1.

Representantes da sociedade civil estiveram presentes no dia 13/12/2024, em virtude da relevância da coleta de efluente tratado para fins de representatividade da eficiência do processo de tratamento, conforme apresentado na Figura 10-12.

Figura 10-12 - Explicações realizadas para os representantes da sociedade civil.

10.5.2 Resultados

Todos os parâmetros das amostras de efluente estiveram em conformidade com as legislações (Resolução CONAMA nº 430/2011 e CONSEMA/RS nº 355/2017 para Fósforo total). Para água subterrânea, não foram observados parâmetros em desacordo com os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 396/2008 – para água destinada ao consumo humano – com exceção do resultado para o Ferro Total nos poços PM-112 e PM-122R, com valor médio de 2,56 mg/L e de 3,0 mg/L, respectivamente, cujo limite é de 0,3 mg/L. O estudo de Viglio (2008), ao analisar águas destinadas ao abastecimento público no estado do Pará, identificou concentrações de ferro variando entre 0,002 e 6,66 mg/L na região — intervalo que abrange os valores obtidos nas amostragens deste estudo —, atribuindo tais concentrações a fatores naturais, geogênicos, relacionados às condições geológicas e ao fluxo de águas subterrâneas. Segundo Gonçalves et al. (2022), o intenso intemperismo químico, aliado à rápida decomposição da matéria orgânica em ambientes com elevada acidez, favorece a mobilização de metais como alumínio e ferro, devido às propriedades do solo, o que pode resultar na

presença desses elementos em águas subterrâneas. Complementarmente, ressalta-se que os pontos de monitoramento PM-112 e PM-122R não são pontos de captação de água para consumo humano.

11 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com as análises realizadas, a Alunorte encontra-se em conformidade com a legislação vigente no que se refere ao projeto de gestão e monitoramento das águas subterrâneas, superficiais, pluviais, de reuso e águas residuárias industriais, abrangendo os processos de captação, transporte, tratamento e destinação. As oportunidades de melhoria e observações identificadas no escopo da Gestão de Águas estão relacionadas principalmente aos tópicos “Projeto de Destinação Adequada de Águas” e “Informação e Tomada de Decisão”. Em síntese, observou-se potencial de aprimoramento na metodologia de cálculo da eficiência de remoção de carga biológica na planta. Além disso, destaca-se como ponto relevante a inclusão dos parâmetros sódio e sulfato no monitoramento regular, conforme estabelecido na Licença de Operação nº 15352, emitida em 17/01/2025, o que contribui para o fortalecimento e a robustez das informações fornecidas à SEMAS/PA.

Adicionalmente, o “Projeto de Destinação Adequada de Águas” foi destacado com uma observação, dado a variação verificada no tratamento para remoção de sólidos suspensos da ETEI em face ao Art. 12 da Res. CONAMA 430/2011. Para essa observação, entende-se que a inserção de protocolos de monitoramento e de controle a partir da concentração de sólidos suspensos ou de turbidez na entrada do tratamento contribua para subsidiar a resolução da questão identificada. Para compreender a potencial interferência ambiental associada a ETEI, a auditada dispõe de informações sobre a capacidade de suporte do corpo hídrico receptor em relação a diluição do efluente em questão.

O monitoramento das águas, no que se refere à matriz de águas residuárias e efluentes, mostrou-se, de modo geral, satisfatório, apresentando suficiência amostral e dados consistentes que reforçam a confiabilidade operacional da ETEI. Ressalta-se, entretanto, a importância de manter os equipamentos em boas condições de funcionamento, com manutenções regulares e atualizações sempre que necessário, além de assegurar a capacitação contínua da equipe, por meio de treinamentos e reciclagens periódicas, a fim de garantir a manutenção da conformidade observada.

Em relação às amostragens realizadas sob o âmbito do TAC 4.1, todas as amostras de efluente atenderam aos limites estabelecidos pelas Resolução CONAMA nº 430/2011 e a Resolução CONSEMA/RS nº 355/2017para o Fósforo Total. No que tange às amostras de água subterrânea, os resultados estiveram em conformidade com os limites da Resolução CONAMA nº 396/2008, aplicável à água destinada ao consumo humano, com exceção do Ferro Total nos poços PM-112 e PM-122R. De acordo com Viglio (2008) e Gonçalves et al. (2022), as concentrações de ferro observadas na região são compatíveis com padrões naturais, sendo atribuídas a fatores geogênicos relacionados às condições geológicas locais, ao fluxo de águas subterrâneas e à mobilização de metais promovida pelo intemperismo químico e pelas características ácido-orgânicas do solo.

Por fim, destacam-se as ações e os investimentos apresentados pela Alunorte a esta auditoria ao longo do processo de análise, com o objetivo de reduzir a necessidade de utilização da capacidade total disponível de suas bacias de armazenamento e do sistema de ETEI. Projetos como o recobrimento do DRS1 e o reuso de água dentro da planta contribuem significativamente para a segurança do tratamento e o posterior lançamento

das águas no rio Pará. Ademais, foram apresentadas a esta auditoria diversas pesquisas científicas voltadas à compreensão das operações da refinaria e de seu entorno, com foco na segurança operacional, no meio ambiente e na relação com a sociedade.

12 REFERÊNCIAS BIBILIOGRÁFICAS

Oliveira, S. C., & Von Sperling, M. (2008). Reliability analysis of wastewater treatment plants. Water Research, 42(4-5), 1182-1194. https://doi.org/10.1016/j.watres.2007.09.001

LIMA, W. N & KOBAYASHI, C. N. Sobre o quimismo predominante nas águas do sistema flúvio-estuarino de Barcarena, PA. Geochimica Brasiliensis, 2 (1): 53-71, 1988. Disponível em: https://geobrasiliensis.emnuvens.com.br/geobrasiliensis/article/view/15/pdf.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, p. 89-92, 16 maio 2011.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, p. 58-63, 18 mar. 2005.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução nº 396, de 03 de abril de 2008. Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, p. 66-68, 07 abr. 2005.