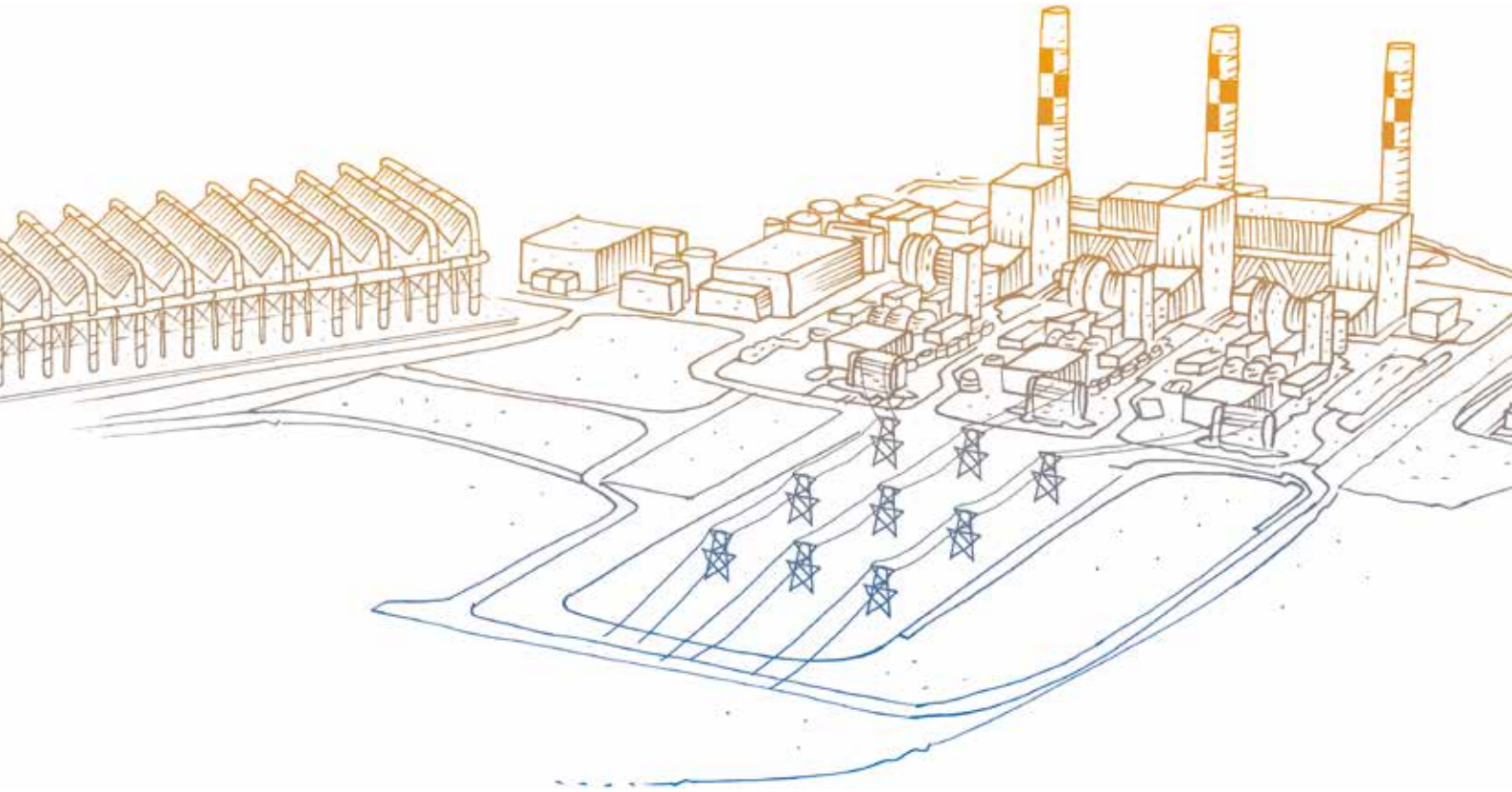
Usina Termelétrica

Norte Fluminense 2

EIA ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL



Ecologus
Engenharia Consultiva

EDF
Norte Fluminense

VOLUME 4

Índice

Volume 1:

1 Apresentação 1-1/7
1.1 Breve Apresentação do Projeto, Objetivos e Justificativas 1-17
1.1.1 Tecnologias Adotadas 1-2/7
1.1.2 Principais Recursos Naturais 1-4/7
1.1.3 Recursos Industriais 1-4/7
1.1.4 Recursos Energéticos 1-4/7
1.1.5 Controles Ambientais 1-5/7
1.1.6 Plano de Desenvolvimento e Cronograma de Implantação 1-5/7

2 Informações Gerais 2-1/12
2.1 Identificação do Empreendedor 2-1/12
2.2 Identificação da Empresa Responsável pelos Estudos 2-2/12

3 Estudo de Alternativas e Caracterização do Empreendimento 3-1//176
3.1 Contextualização Mundial e Nacional 3-1/176
3.2 Localização 3-10/176
3.3 Objetivos do Empreendimento 3-14/176
3.4 Justificativas do Empreendimento e Estudo de Alternativas 3-15/176
3.4.1 Justificativa do Empreendimento 3-15/176
3.4.1.1 Plano Decenal de Energia 2017-2027 ..... 3-17/176
3.4.1.2 O Novo Mercado do Gás Natural 3-19/176
3.4.1.3 O Modelo Regulatório do Setor Elétrico Brasileiro e o Despacho Termelétrico 3-19/176
3.4.1.4 Benefícios Gerados com a Implantação 3-24/176
3.4.2 Alternativas Locacionais 3-24/176
3.4.2.1 Abordagem Regional 3-24/176
3.4.2.2 Abordagem Local 3-27/176
3.4.2.3 Escolha do Terreno 3-33/176
3.4.2.4 Avaliação das Alternativas de Terreno da Usina 3-47/176
3.4.3 Alternativas Tecnológicas 3-52/176
3.4.3.1 Alternativas Tecnológicas Gerais para Geração de Energia 3-52/176
3.4.3.2 Alternativas Tecnológicas para Turbinas a Gás 3-55/176
3.4.3.3 Alternativas Tecnológicas para o Sistema de Refrigeração 3-60/176
3.5 Descrição do Empreendimento 3-63/176
3.5.1 Dados Gerais 3-63/176
3.5.1.1 Usina Termelétrica 3-63/176
3.5.1.2 Gasoduto e Linha de Transmissão 3-64/176
3.5.2 Planta Geral 3-68/176
3.5.3 Unidades de Geração Termelétrica 3-84/176
3.5.4 Combustíveis e Demais Insumos 3-92/176
3.5.5 Transporte Rodoviário de Insumos e Subprodutos 3-94/176
3.5.6 Sistemas de Captação e Tratamento de Águas 3-97/176
3.5.7 Sistemas de Drenagem e Proteção de Corpos Hídricos 3-107/176

3.5.8 Sistemas de Resfriamento da Planta 3-109/176
3.5.9 Sistemas de Saneamento Ambiental 3-111/176
3.5.9.1 Para os Efluentes Líquidos 3-111/176
3.5.9.2 Para os Efluentes Gasosos (Emissões Atmosféricas) 3-118/176
3.5.9.3 Para os Resíduos Sólidos e Líquidos 3-132/176
3.5.10 Linha de Transmissão 3-140/176
3.5.11 Aspectos Construtivos e Desmobilização 3-143/176
3.5.11.1 Limpeza do Terreno 3-143/176
3.5.11.2 Serviços de Terrraplanagem 3-143/176
3.5.11.3 Drenagem Superficial 3-146/176
3.5.11.4 Proteção de Taludes 3-146/176
3.5.11.5 Estrada de Serviço e Acesso 3-147/176
3.5.11.6 Canteiro de Obras 3-147/176
3.5.11.7 Tráfego de Veículos e Sinalização 3-153/176
3.5.11.8 Cuidados Ambientais da Fase de Construção 3-154/176
3.5.11.9 Construção da UTE 3-156/176
3.5.11.10 Construção da Linha de Transmissão 3-157/176
3.5.11.11 Construção do Gasoduto 3-164/176
3.5.11.12 Desmobilização 3-173/176
3.5.11.13 Cronograma Geral da Implantação 3-173/176
3.5.12 Mão de Obra 3-175/176
3.5.12.1 Jornada de Trabalho 3-175/176
3.5.12.2 Alojamentos e Hospedagens 3-175/176

4 Legislação Aplicável 4-1/31
4.1 Domínio 4-1/31
4.2 Utilidade Pública 4-2/31
4.3 Compatibilidade com o Zoneamento 4-3/31
4.4 Avaliação de Impacto Ambiental e Licenciamento 4-7/31
4.5 Mudanças Climáticas, Emissões Aéreas e Qualidade do Ar da Bacia Aérea 4-9/31
4.5.1 Mudanças Climáticas 4-9/31
4.5.2 Qualidade do Ar e Gestão da Bacia Aérea 4-12/31
4.6 Ruídos 4-17/31
4.7 Qualidade do Solo e Subsolo 4-17/31
4.8 Recursos Hídricos e Conservação Ambiental do Rio Macaé 4-18/31
4.8.1 Área de Preservação Permanente (APP) - Faixa Marginal de Proteção (FMP) 4-18/31
4.8.2 Enquadramento 4-19/31
4.8.3 Captação de Água 4-19/31
4.8.4 Lançamento de Águas Pluviais e Efluentes 4-20/31
4.8.5 Cobrança pelo Uso dos Recursos Hídricos 4-20/31
4.9 Conservação da Vegetação Nativa 4-21/31
4.9.1 Cadastro Ambiental Rural 4-21/31
4.9.2 Áreas de Preservação Permanente 4-21/31
4.9.3 Reserva Legal 4-22/31
4.9.4 Supressão 4-22/31
4.10 Conservação da Fauna Silvestre Nativa 4-23/31
4.11 Patrimônio Arqueológico 4-23/31
4.12 Resíduos Sólidos 4-24/31
4.13 Movimentação de Terra e Uso de Recursos Minerais 4-26/31
4.14 Áreas Protegidas e Compensação Ambiental 4-26/31
4.15 Áreas Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade 4-26/31

4.16 Monitoramento 4-31/31
4.17 Populações Tradicionais 4-31/31
4.18 Ementário da Legislação Aplicável 4-31/31

5 Planos e Programas 5-1/19
5.1 Planos e Programas Municipais 5-2/19
5.1.1 Plano Diretor 5-2/19
5.1.2 Plano Municipal de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica – PMMA 5-3/19
5.1.3 Plano Municipal de Saneamento Ambiental de Macaé (PMSA) 5-4/19
5.1.4 Plano Municipal de Saneamento Básico de Macaé 5-4/19
5.1.5 Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos (PGIRS) 5-5/19
5.1.6 Plano de Contingência de Proteção e Defesa Civil do Município de Macaé 5-5/19
5.1.7 Rodovia Transportuária 5-6/19
5.2 Planos e Programas Estaduais 5-6/19
5.2.1 Zoneamento Ecológico Econômico do Estado do Rio de Janeiro 5-6/19
5.2.2 Plano Estadual de Recursos Hídricos 5-7/19
5.2.3 Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica Macaé e das Ostras 5-7/19
5.2.4 Programa de Restauração Florestal 5-10/19
5.2.5 Programa de Apoio às Unidades de Conservação 5-11/19
5.2.6 Plano Estadual de Controle de Emissões Atmosféricas 5-11/19
5.3 Planos e Programas Federais 5-11/19
5.3.1 Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima (PNA), ... 5-11/19
5.3.2 Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar (PRONAR) 5-12/19
5.3.3 Projeto Biodiversidade e Mudanças Climáticas na Mata Atlântica 5-12/19
5.4 Planos e Programas Corporativos 5-14/19
5.4.1 Usinas Termelétricas 5-14/19
5.4.2 Reativação da UHE Glicério 5-15/19
5.4.3 Complexo Logístico e Industrial de Macaé – CLIMA 5-15/19
5.4.4 Terminal Portuário de Macaé (TEPOR) 5-16/19
5.4.5 Programa de Educação Ambiental na Bacia de Campos (PEA –BC) 5-17/19
5.4.6 Projet/19o REMA 5-18/19
5.4.7 Projetos Socioambientais da Petrobras na Bacia de Campos 5-18/19
5.5 Investimentos de Compensação Ambiental em Unidades de Conservação Públicas e Privadas 5-19/19

6 Alternativas Locacionais e Tecnológicas 6-1/1

Volume 2:

7 Diagnóstico Ambiental 7-1/17
7.1 Definição das Áreas de Estudo 7.1-1/17
7.1.1 Área Diretamente Afetada 7.1-2/17
7.1.2 Áreas de Estudo sobre o Meio Físico 7.1-5/17
7.1.2.1 Meteorologia, Clima e Qualidade do Ar 7.1-5/17
7.1.2.2 Hidrografia e Recursos Hídricos 7.1-8/17
7.1.2.3 Hidrogeologia 7.1-9/17
7.1.2.4 Geologia e Geomorfologia 7.1-9/17
7.1.2.5 Terrenos e Solos 7.1-10/17
7.1.3 Áreas de Estudo do Meio Biótico 7.1-12/17
7.1.4 Áreas de Estudo do Meio Socioeconômico 7.1-14/17
7.2 Caracterização dos Aspectos do Meio Físico 7.2-1/134
7.2.1 Geologia e Geomorfologia 7.2-1134
7.2.1.1 Geologia Estrutural e Sedimentar 7.2-1134
7.2.1.2 Geomorfologia 7.2-24134
7.2.2 Cavidades 7.2-45134
7.2.2.1 Cavidades – Principais Conclusões 7.2-49134
7.2.3 Sismicidade 7.2-49134
7.2.3.1 Sismicidade - Principais Conclusões 7.2-56134
7.2.4 Terrenos e Solos (Pedologia) 7.2-56134
7.2.4.1 Caracterização Morfológica dos Principais Tipos de Solo 7.2-56134
7.2.4.2 Aptidão Agrícola dos Solos na Bacia do Rio Macaé 7.2-67134
7.2.4.3 Suscetibilidade dos Solos a Acidificação 7.2-73134
7.2.4.4 Aspectos Pedológicos – Principais Conclusões 7.2-77134
7.2.5 Hidrogeologia (Recursos Hídricos Subterrâneos) 7.2-78134
7.2.5.1 Aquíferos e Águas Subterrâneas 7.2-78134
7.2.5.2 Qualidade das Águas Subterrâneas 7.2-85134
7.2.5.3 Caracterização da Hidrogeologia do Fluxo Subterrâneo na Área da UTE 7.2-89134
7.2.5.4 Principais Conclusões 7.2-98134
7.2.6 Hidrologia de Superfície 7.2-99134
7.2.6.1 Vazões na Bacia do Rio Macaé 7.2-105134
7.2.6.2 Recursos Hídricos Superficiais 7.2-106134
7.2.6.3 Recursos Hídricos com Transposição de Vazão 7.2-106134
7.2.6.4 Demandas Hídricas na Bacia do rio Macaé 7.2-107134
7.2.6.5 Levantamento de Dados Primários de Vazões 7.2-111134
7.2.6.6 Rio Teimoso 7.2-113134
7.2.6.7 Qualidade das Águas Superficiais 7.2-117134
7.2.7 Meteorologia e Qualidade do Ar 7.2-134134
7.2.7.1 Climatologia Regional 7.2-134134
7.2.7.2 Qualidade do Ar 7.2-134134
7.2.7.3 Ruídos 7.2-134134
7.3 Meio Biótico 7.3-1/297
7.3.1 Unidades de Conservação e Áreas Prioritárias para Conservação 7.3-1/297
7.3.2 Diagnóstico da Biota 7.3-7/297
7.3.2.1 Metodologia 7.3-7/297
7.3.2.2 Área de Estudo 7.3-52/297
7.3.2.3 Área Diretamente Afetada e Entorno 7.3-118/297
7.3.2.4 Área de Influência do Gasoduto 7.3-291/297

7.4 Meio Socioeconômico 7.4-1/112
7.4.1 Dinâmica Populacional 7.4-4/112
7.4.1.1 Processo Histórico de Ocupação Regional 7.4-4/112
7.4.1.2 Caracterização da População Total 7.4-5/112
7.4.1.3 Composição da População por Sexo e Faixas Etárias 7.4-6/112
7.4.1.4 Razão de Dependência 7.4-8/112
7.4.1.5 Crescimento Populacional e Fluxos Migratórios 7.4-9/112
7.4.1.6 Densidade Demográfica 7.4-17/112
7.4.1.7 Ocupação da População, Emprego e Renda 7.4-27/112
7.4.1.8 Índice de Desenvolvimento Humano Municipal IDH-M 7.4-32/112
7.4.2 Caracterização Econômica 7.4-32/112
7.4.2.1 PIB por Setores Econômicos 7.4-32/112
7.4.2.2 Produção Agropecuária e Pesca 7.4-34/112
7.4.2.3 Setor de Petróleo e Gás 7.4-38/112
7.4.3 Uso e Ocupação do Solo 7.4-41/112
7.4.3.1 Área de Influência Indireta 7.4-41/112
7.4.3.2 Área de Influência Direta e Área Diretamente Afetada 7.4-49/112
7.4.4 Infraestrutura Urbana 7.4-49/112
7.4.4.1 Habitação e Saneamento 7.4-49/112
7.4.4.2 Saúde 7.4-55/112
7.4.4.3 Segurança Pública 7.4-59/112
7.4.4.4 Educação 7.4-61/112
7.4.4.5 Transporte 7.4-74/112
7.4.4.6 Energia Elétrica 7.4-85/112
7.4.4.7 Comunicação e Informação 7.4-87/112
7.4.5 Lazer e Turismo 7.4-90/112
7.4.5.1 Infraestrutura de Turismo 7.4-90/112
7.4.5.2 Pontos Turísticos e de Lazer 7.4-91/112
7.4.5.3 Locais e Atividades de Lazer da População da AID 7.4-92/112
7.4.6 Organização Social 7.4-93/112
7.4.6.1 Área de Influência Indireta 7.4-93/112
7.4.6.2 Grupos de Interesse Atuantes na AID 7.4-96/112
7.4.7 Populações Tradicionais e Usos dos Recursos Naturais 7.4-97/112
7.4.7.1 Área de Influência Indireta 7.4-97/112
7.4.7.2 Áreas de Influência Direta e Diretamente Afetada 7.4-102/112
7.4.8 Recursos Históricos 7.4-102/112
7.4.8.1 Área de Influência Indireta 7.4-102/112

Volume 3:

8 Avaliação de Impacto 8-1/162
8.1 Identificação e Caracterização dos Impactos 8-1/162
8.1.1 Metodologia de Avaliação de Impactos Ambientais 8-2/162
8.1.1.1 Fundamentação Geral 8-2/162
8.1.1.2 Termos e Definições 8-4/162
8.1.1.3 Diretrizes e Critérios Técnicos de Classificação e Valoração dos Impactos Ambientais 8-6/162
8.1.2 Premissas de Engenharia e outras Relevantes à Avaliação de Impactos 8-16/162
8.1.3 Inter-Relações entre as Atividades do Empreendimento e seus Aspectos Ambientais 8-18/162
8.1.3.1 Atividades e Aspectos na Fase de Planejamento 8-18/162
8.1.3.2 Atividades e Aspectos Ambientais na Fase de Instalação 8-19/162
8.1.3.3 Atividades e Aspectos Ambientais na Fase de Operação. 8-24/162
8.2 Avaliação dos Impactos Ambientais 8-29/162
8.2.1 Descrição dos Impactos sobre o Meio Físico 8-29/162
8.2.1.1 Perda de Solo Superficial 8-29/162
8.2.1.2 Indução de Processos Erosivos 8-33/162
8.2.1.3 Interferências com a Drenagem Local 8-37/162
8.2.1.4 Alterações na Qualidade das Águas de Corpos Hídricos pelo Carreamento de Sedimentos 8-42/162
8.2.1.5 Contaminação Acidental de Solos e Água Subterrânea.... 8-45/162
8.2.1.6 Alteração na Qualidade das Águas (a Jusante do Lançamento dos Efluentes da UTE) 8-51/162
8.2.1.7 Alteração dos Níveis de Ruídos 8-55/162
8.2.1.8 Alteração da Qualidade do Ar 8-65/162
8.2.1.9 Acidificação de Solos 8-90/162
8.2.2 Descrição dos Impactos sobre o Meio Biótico 8-92/162
8.2.2.1 Perda de Hábitats e Espécimes Vegetais 8-93/162
8.2.2.2 Perturbação e Afugentamento da Fauna Terrestre 8-99/162
8.2.2.3 Aumento do Risco de Atropelamento Acidental da Fauna Terrestre 8-104/162
8.2.2.4 Efeitos na Cobertura Vegetal Causados por Poluição Atmosférica 107/162
8.2.2.5 Colisão de Avifauna com a Linha de Transmissão 8-112/162
8.2.3 Descrição dos Impactos sobre o Meio Socioeconômico 8-116/162
8.2.3.1 Expectativa Social e Mobilização Comunitária Gerada pela Divulgação da Construção da UTE / Gasoduto. 8-116/162
8.2.3.2 Alteração da Rotina Social 8-120/162
8.2.3.3 Geração de Emprego e Renda 8-125/162
8.2.3.4 Dispensa de Mão de Obra 8-129/162
8.2.3.5 Dinamização da Economia Local 8-131/162
8.2.3.6 Indução do Fluxo Migratório 8-134/162
8.2.3.7 Pressão sobre a Oferta de Serviços Públicos e Infraestrutura 8-136/162
8.2.3.8 Aumento de Tráfego nas Vias de Acesso 8-138/162
8.2.3.9 Aumento do Risco de Acidentes de Trânsito 8-144/162
8.2.3.10 Interferências sobre Patrimônio Arqueológico 8-146/162
8.2.3.11 Modificação de Uso do Solo em Faixas de Servidão 8-149/162

8.2.3.12 Alteração da Capacidade Instalada de Energia. 8-155/162
8.2.3.13 Percepção de Risco. 8-156/162
8.3 Matriz de Impactos 8-159/162

9 Área de Influência e Análise Integrada..... 9-1/57
9.1 Áreas de Influência 9-1/57
9.1.1 Áreas de Influência dos Impactos sobre o Meio Físico 9-2/57
9.1.1.1 Clima e Qualidade do Ar.....9-2/57
9.1.1.2 Hidrografia e Recursos Hídricos 9-6/57
9.1.1.3 Geologia.....9-9/57
9.1.1.4 Geomorfologia.....9-9/57
9.1.1.5 Hidrogeologia 9-9/57
9.1.1.6 Solos - Pedologia - Susceptibilidade à Erosão e Susceptibilidade à Acidificação.....9-12/57
9.1.1.7 Ruído.....9-17/57
9.1.2 Áreas de Influência do Meio Biótico 9-19/57
9.1.3 Áreas de Influência sobre o Meio Socioeconômico 9-22/57
9.2 Análise Integrada 9-27/57
9.2.1 O Projeto e sua Área de Influência.....9-27/57
9.2.2 Aspectos Contribuintes 9-28/57
9.2.3 Visão Integrada.....9-31/57
9.2.3.1 A integração dos Fatores Físicos 9-31/57
9.2.3.2 A integração Físico-Biótica 9-42/57
9.2.3.3 Interface Homem e Ambiente 9-49/57

10 Medidas Mitigadoras e Programas Ambientais 10-1/61
10.1 Programas de Mitigação..... 10-4/61
10.1.1 Plano Ambiental de Construção 10-6/61
10.1.1.1 Introdução 10-6/61
10.1.1.2 Objetivo..... 10-6/61
10.1.1.3 Público-Alvo 10-7/61
10.1.1.4 Diretrizes..... 10-7/61
10.1.1.5 Inter-Relações com outros Planos e Programas.....10-13/61
10.1.1.6 Programas do Plano Ambiental de Construção 10-14/61
10.1.2 Programa de Controle de Transporte e Tráfego 10-19/61
10.1.2.1 Introdução 10-19/61
10.1.2.2 Objetivos 10-19/61
10.1.2.3 Público-Alvo 10-20/61
10.1.2.4 Diretrizes.....10-20/61
10.1.2.5 Responsável pela Implantação.....10-22/61
10.1.2.6 Inter-Relações com outros Planos e Programas.....10-22/61
10.1.3 Programa de Educação Ambiental 10-22/61
10.1.3.1 Introdução 10-22/61
10.1.3.2 Objetivos 10-23/61
10.1.3.3 Público-Alvo 10-24/61
10.1.3.4 Diretrizes.....10-24/61
10.1.3.5 Responsável pela Implantação.....10-25/61
10.1.3.6 Inter-Relações com outros Planos e Programas.....10-25/61
10.1.4 Programa de Mão de Obra e Fornecedores Locais 10-25/61
10.1.4.1 Introdução 10-25/61
10.1.4.2 Objetivos 10-26/61
10.1.4.3 Público-Alvo 10-26/61

10.1.4.4 Diretrizes 10-27/61
10.1.4.5 Responsável pela Implantação 10-28/61
10.1.4.6 Inter-Relações com outros Planos e Programas 10-28/61
10.1.5 Programa de Comunicação Social 10-28/61
10.1.5.1 Introdução 10-28/61
10.1.5.2 Objetivos 10-29/61
10.1.5.3 Público-Alvo 10-30/61
10.1.5.4 Diretrizes 10-31/61
10.1.5.5 Responsável pela Implantação 10-32/61
10.1.5.6 Inter-Relações com outros Planos e Programas 10-33/61
10.1.6 Programa de Prospecção e Resgate do Patrimônio Arqueológico 10-33/61
10.1.6.1 Introdução 10-33/61
10.1.6.2 Objetivos 10-33/61
10.1.6.3 Público-Alvo 10-34/61
10.1.6.4 Diretrizes 10-34/61
10.1.6.5 Responsável pela Implementação do Programa 10-35/61
10.1.6.6 Inter-Relações com outros Planos e Programas 10-35/61
10.1.7 Programa de Gerenciamento de Resíduos e Efluentes na Operação 10-35/61
10.1.7.1 Introdução 10-35/61
10.1.7.2 Objetivos 10-36/61
10.1.7.3 Público-Alvo 10-36/61
10.1.7.4 Diretrizes 10-37/61
10.2 Programas de Monitoramento 10-39/61
10.2.1 Programa de Monitoramento da Biota Terrestre 10-39/61
10.2.1.1 Monitoramento da Fauna Terrestre 10-39/61
10.2.1.2 Monitoramento de Bioindicadores de Qualidade do Ar 10-41/61
10.2.2 Programa de Monitoramento da Qualidade da Água 10-45/61
10.2.2.1 Introdução 10-45/61
10.2.2.2 Objetivos 10-47/61
10.2.2.3 Público-Alvo 10-47/61
10.2.2.4 Diretrizes 10-48/61
10.2.2.5 Responsável pela Implementação do Programa 10-50/61
10.2.2.6 Inter-Relações com outros Planos e Programas 10-50/61
10.2.3 Programa de Monitoramento da Qualidade do Ar e Meteorologia 10-51/61
10.2.3.1 Introdução 10-51/61
10.2.3.2 Objetivos 10-52/61
10.2.3.3 Público-Alvo 10-53/61
10.2.3.4 Diretrizes 10-53/61
10.2.3.5 Responsáveis pela Implementação do Programa 10-54/61
10.2.3.6 Inter-Relações com outros Planos e Programas 10-54/61
10.2.4 Programa de Monitoramento das Emissões Atmosféricas 10-55/61
10.2.4.1 Introdução 10-55/61
10.2.4.2 Objetivos 10-55/61
10.2.4.3 Público-Alvo 10-56/61
10.2.4.4 Diretrizes 10-56/61
10.2.4.5 Responsáveis pela Implementação do Programa 10-57/61
10.2.4.6 Inter-Relações com outros Planos e Programas 10-57/61
10.2.5 Programa de Monitoramento e Controle de Ruídos da Operação 10-58/61
10.2.5.1 Introdução 10-58/61
10.2.5.2 Objetivos 10-58/61
10.2.5.3 Público-Alvo 10-59/61

10.2.5.4 Diretrizes 10-59/61
10.2.5.5 Responsáveis pela Implementação do Programa 10-60/61
10.2.5.6 Inter-Relações com outros Planos e Programas 10-60/61
10.3 Programas de Compensação Ambiental 10-60/61
10.3.1 Plantio Compensatório da Supressão de Vegetação 10-60/61
10.3.1.1 Introdução 10-60/61
10.3.1.2 Objetivos 10-61/61
10.3.1.3 Diretrizes 10-61/61
10.3.1.4 Público-Alvo 10-61/61
10.3.1.5 Responsável pela Implementação do Programa 10-61/61

11 Compensação Ambiental 11-1/4
11.1 Plano de Compensação Ambiental (Lei do SNUC) 11-1/4
11.1.1 Introdução 11-1/4
11.1.2 Proposição de Unidades de Conservação para Fins de Compensação 11-1/4
11.1.3 Público-Alvo 11-2/4
11.1.4 Responsável pela Implementação do Plano 11-2/4
11.2 Compensação Energética de Térmicas a Combustíveis Fósseis a Serem Instaladas no Estado do Rio de Janeiro 11-2/4
11.2.1 Introdução 11-2/4
11.2.2 Proposição do Projeto Compensatório 11-3/4
11.2.3 Público-Alvo 11-4/4

12 Estudo de Análise de Risco 12-1

13 Conclusão 13-1/9

14 Equipe Técnica 14-1/5

15 Referências Bibliográficas 15-1/47

Volume 4:

- **Capítulo 2 – Informações Gerais**
  - **Anexo 2.2-1**: Anotação de Responsabilidade Técnica - Ecologus

- **Capítulo 3 – Estudo de Alternativas e Caracterização do Empreendimento**
  - **Anexo 3.5.2-1**: Layout Geral – 27/02
  - **Anexo 3.5.2-2**: Instalações Provisórias da Planta
  - **Anexo 3.5.2-3**: Estrada de Acesso Externo a Planta
  - **Anexo 3.5.2-4**: Estudo da Drenagem Pluvial
  - **Anexo 3.5.2-5**: Rede de Drenagem
  - **Anexo 3.5.2-6**: Deposito de Resíduos
  - **Anexo 3.5.3-1**: Fluxograma de Processo
  - **Anexo 3.5.6-1**: Estação de Bombeamento - Extensão
  - **Anexo 3.5.6-2**: Fluxogramas do Balanço de Água
  - **Anexo 3.5.6-3**: Fluxograma de Processo de Tratamento de Água
  - **Anexo 3.5.9-1**: Fluxogramas do Balanço de Água e de Efluentes
  - **Anexo 3.5.9-2**: Fluxograma de Processo de Tratamento de Efluentes
  - **Anexo 3.5.9-3**: Carta de Garantia do Fabricante
  - **Anexo 3.5.9-4**: Inventario GEE - UTE NF2
  - **Anexo 3.5.10-1**: Linha de Transmissão
  - **Anexo 3.5.11-1**: Terraplenagem, Acesso e Preparação do Solo
  - **Anexo 3.5.11-2**: Cronograma de Implantação do Empreendimento

- **Capítulo 4: Legislação Aplicável**
  - **Anexo 4-1**: Conjunto de Leis e Regulamentos
  - **Anexo 4-2**: Certidão de uso do Solo

- **Capítulo 7: Diagnóstico Ambiental**
  - **Anexo 7.2.1-1**: Relatório de Sondagens Geotécnicas
  - **Anexo-7.2.5-1**: Relatório de Instalação de Piezômetros
  - **Anexo-7.2.5-2**: Laudos Finais Água Subterrânea
  - **Anexo-7.2.7-1**: Diagnóstico Climático
  - **Anexo-7.2.7-2**: Diagnóstico da Qualidade do Ar
  - **Anexo-7.2.7-3**: Ruído
  - **Anexo-7.3.2-1**: Planilha do Censo – Amostragem
  - **Anexo 7.4-1**: Carta à Associação dos Moradores do Aterrado do Imburo – AMAI e Apresentação na reunião do Imburo
  - **Anexo 7.4-2**: Ata de Reunião Ordinária da Plenária do Comitê de Bacia 1 Hidrográfica dos Rios Macaé e das Ostras

- **Capítulo 8: Avaliação de Impactos Ambientais**
  - **Anexo 8.2.1-1:** Relatório de Simulação Acústica
  - **Anexo 8.2.1-2:** Estudo de Dispersão Atmosférica

Estudo de Impacto Ambiental - EIA

Usina Termelétrica Norte Fluminense 2 (UTE NF2).

Ecologus
Engenharia Consultiva

Fevereiro, 2020
Rev. 00

EDF Norte Fluminense

CAPÍTULO 2

ANEXOS

Ecologus
Engenharia Consultiva

Fevereiro, 2020
Rev. 00

ANEXO 2.2-1

ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ECOLOGUS

Ecologus
Engenharia Consultiva

Fevereiro, 2020
Rev. 00

1ª Via - CONTRATADO

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

CREA-RJ

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Rio de Janeiro

ART de Obra ou Serviço
20201902780 61
INICIAL

1. Responsável Técnico

JAIME JOSE DE OLIVEIRA JUNIOR

Título profissional: **ENGENHEIRO ELETRICISTA**

RNP: **0502094184**

Registro: **1988101127**

Empresa contratada: -

Registro: -

2. Dados do contrato

Contratante: **USINA TERMELETRICA NORTE FLUMINENSE S.A.** CPF/CNPJ: **03258983000159**
AVENIDA ALMIRANTE BARROSO
Complemento: **17 ANDAR** Bairro: **CENTRO** Nº: **52**
Cidade: **RIO DE JANEIRO** UF: **RJ** CEP: **20031000**
Contrato: **T-30508700-2019-0006** Celebrado em: **10/12/2019** Tipo de Contratante: **PESSOA JURIDICA DE DIREITO PRIVADO**
Valor do Contrato: **R$ 10.000,00**

3. Dados da Obra/Serviço

RODOVIA BR 101
Complemento: . Bairro: **SEVERINA** Nº: **KM161**
Cidade: **MACAE** UF: **RJ** CEP: **27910970**
Data de Início: **10/12/2019** Previsão de término: **10/12/2020**
Finalidade: **INDUSTRIAL** Código: **EDFNF 2**
Proprietário: **USINA TERMELETRICA NORTE FLUMINENSE S.A.** CPF/CNPJ: **03258983000159**

4. Atividade técnica

Quantidade	Unidade	Pavimento
1.671,00	MW	-

12 CONSULTORIA
25 ESTUDO DE VIABILIDADE TECNICO-ECONOMICA
49 PROJETO
73 OUTROS
175 OUTROS

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

5. Observações

ELABORAÇÃO DE PROJETO CONCEITUAL, VIABILIZAÇÃO TECNICO ECONOMICA E APOIO NA CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO PARA LICENCIAMENTO AMBIENTAL DA UTE NORTE FLUMINENSE 2, EM MACAÉ/RJ. O PROJETO CONSIDERA UMA USINA EM CICLO COMBINADO A GÁS NATURAL COM POTÊNCIA INSTALADA DE 1671 MW, LINHA DE TRANSMISSÃO DE 500 KV, GASODUTO, ADUTORA DE ÁGUA E EMISSÁRIO DE EFLUENTES.

6. Declarações

Cláusula compromissória: qualquer conflito ou litígio originado do presente contrato, bem como sua interpretação ou execução, será resolvido por arbitragem, de acordo com a Lei nº 9.307, de 23 de setembro de 1996, por meio do Centro de Mediação e Arbitragem - CMA vinculado ao Crea-RJ, nos termos do respectivo regulamento por arbitragem que, expressamente, as partes declaram concordar.
Acessibilidade: Declara a aplicabilidade das regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas da ABNT, na legislação específica e no Decreto nº 5.296, de 2 de dezembro de 2004, às atividades profissionais acima relacionadas.

7. Entidade de classe

SENGE - SINDICATO DOS ENGENHEIROS NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO SENGE

8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

Macaé 11 de Dezembro de 19

JAIME JOSE DE OLIVEIRA JUNIOR - 98178307

USINA TERMELETRICA NORTE FLUMINENSE S.A. - 03258983000159

9. Informações

- **A ART é válida somente quando quitada, mediante apresentação do comprovante do pagamento ou conferência no site do Crea-RJ: www.crea-rj.org.br/servicos/autenticidade**
- **A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.crea-rj.org.br/servicos/autenticidade.**
- **A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.**

www.crea-rj.org.br atend.merito@crea-rj.org.br
Tel: (21) 2179-2007 Rua Buenos Aires, 40 - Rio de Janeiro - RJ

CREA-RJ

Valor ART: R$150,44 Registrada em 10/12/2019 Valor Pago: R$150,44 Nosso Número: 28078570000699934

EDF
Ricardo Barsotti
Diretor Jurídico, de Riscos e Compliance Brasil
OAB/SP: 174.268

1ª Via - CONTRATADO

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

CREA-RJ

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Rio de Janeiro

ART de Obra ou Serviço
20201901943 73
INICIAL

1. Responsável Técnico

EDSON CRUZ DE SA

Título profissional: **ENGENHEIRO CIVIL**

RNP: **2001497393**

Registro: **1975101660**

Empresa contratada: **ECOLOGUS ENGENHARIA CONSULTIVA LTDA**

Registro: **1994200716**

2. Dados do contrato

Contratante: **USINA TERMELETRICA NORTE FLUMINENSE S.A.** CPF/CNPJ: **03258983000159**

AVENIDA ALMIRANTE BARROSO
Complemento: **17 ANDAR** Bairro: **CENTRO** Nº: **52**

Cidade: **RIO DE JANEIRO** UF: **RJ** CEP: **20031000**

Contrato: **1345** Celebrado em: **10/06/2019** Tipo de Contratante: **PESSOA JURIDICA DE DIREITO PRIVADO**

Valor do Contrato: **R$ 855.000,00**

3. Dados da Obra/Serviço

RODOVIA BR 101
Complemento: **FAZENDA SEVERINA** Bairro: **FAZENDA SEVERINA** Nº: **KM 161**

Cidade: **MACAE** UF: **RJ** CEP: **27910970**

Data de Início: **02/09/2019** Previsão de término: **02/09/2020**

Finalidade: **AMBIENTAL**

Proprietário: **USINA TERMELETRICA NORTE FLUMINENSE S.A.** CPF/CNPJ: **03258983000159**

4. Atividade técnica

Quantidade	Unidade	Pavimento
1,00	un	-

12 CONSULTORIA
14 COORDENACAO TECNICA
24 ESTUDO
73 OUTROS
175 OUTROS

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

5. Observações

COORDENAÇÃO DOS SERVIÇOS DE GERENCIAMENTO E ELABORAÇÃO DO ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL EIA E RELATÓRIO DE IMPACTO AMBIENTAL RIMA, CONSIDERANDO TAMBÉM A REALIZAÇÃO DE AUDIÊNCIA PÚBLICA NECESSÁRIOS A O PROCESSO DE LICENCIAMENTO PRÉVIO DA USINA TERMELÉTRICA A GÁS NATURAL UTE NF2; DA LINHA DE TRANSMISSÃO LIGANDO A UTE À SUBESTAÇÃO LAGOS; E DOS GASODUTOS ASSOCIADOS À USINA; LOCALIZADA NO MUNICÍPIO DE MACAÉ.

6. Declarações

Cláusula compromissória: qualquer conflito ou litígio originado do presente contrato, bem como sua interpretação ou execução, será resolvido por arbitragem, de acordo com a Lei nº 9.307, de 23 de setembro de 1996, por meio do Centro de Mediação e Arbitragem - CMA vinculado ao Crea-RJ, nos termos do respectivo regulamento por arbitragem que, expressamente, as partes declaram concordar.
Acessibilidade: Declaro a aplicabilidade das regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas da ABNT, na legislação específica e no Decreto nº 5.296, de 2 de dezembro de 2004, às atividades profissionais acima relacionadas.

7. Entidade de classe

SENGE - SINDICATO DOS ENGENHEIROS NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO SENGE

8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

_____ de _____ de ____

EDSON CRUZ DE SA - 05147245716

USINA TERMELETRICA NORTE FLUMINENSE S.A. - 03258983000159

9. Informações

- **A ART é válida somente quando quitada, mediante apresentação do comprovante do pagamento ou conferência no site do Crea-RJ: www.crea-rj.org.br/servicos/autenticidade**
- **A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.crea-rj.org.br/servicos/autenticidade.**
- **A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.**

www.crea-rj.org.br atendimento@crea-rj.org.br
Tel: (21) 2179-2007 Rua Buenos Aires, 40 - Rio de Janeiro - RJ

CREA-RJ

Valor ART: R$226,50 Registrada em: 03/09/2019 Valor Pago: R$226,50 Nosso Número: 280786700000687534

EDF Norte Fluminense

CAPÍTULO 3

ANEXOS

Ecologus
Engenharia Consultiva

Fevereiro, 2020
Rev. 00

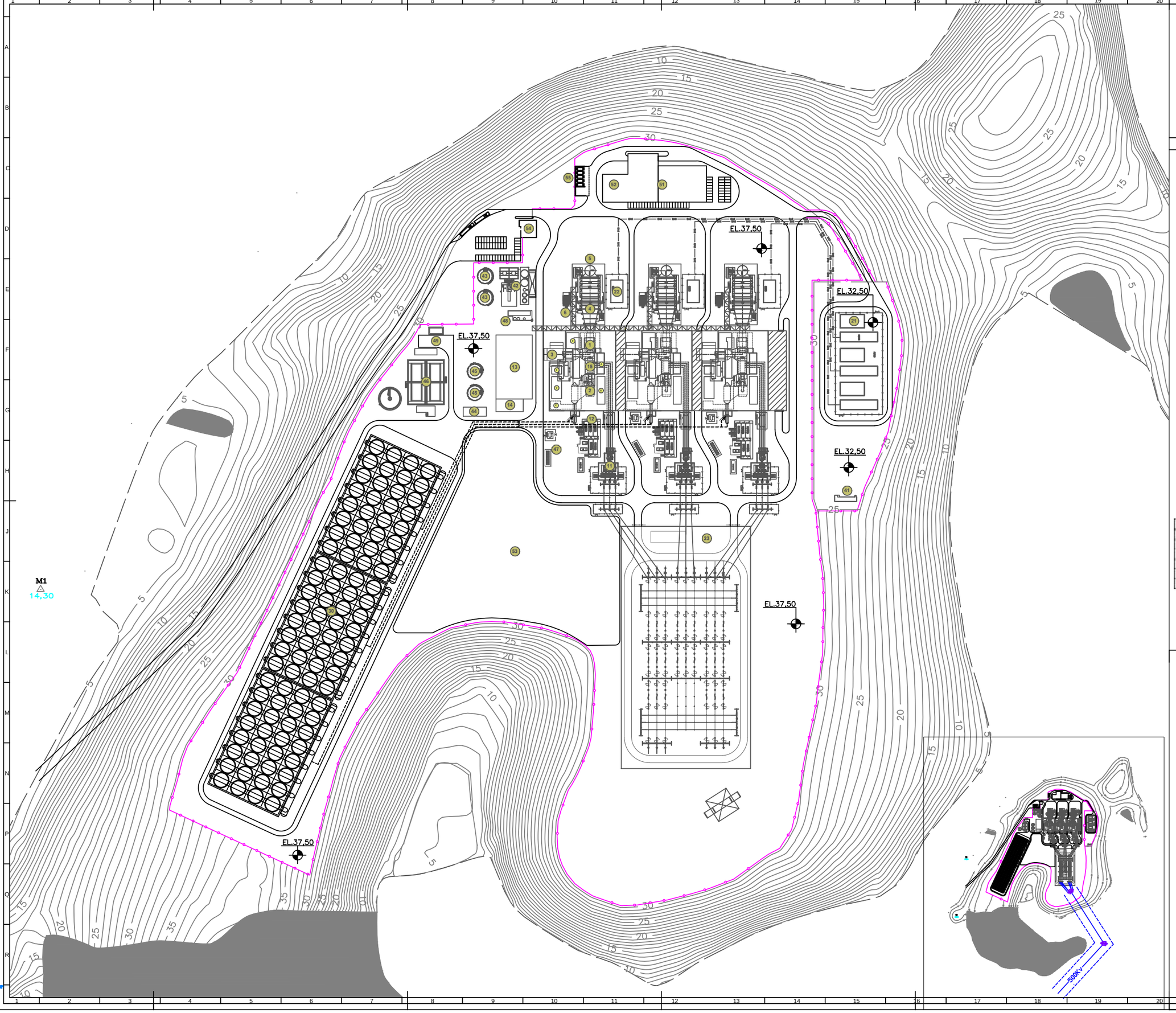
EDF Norte Fluminense

ANEXO 3.5.2-1

LAYOUT GERAL – 27/02

Ecologus
Engenharia Consultiva

Fevereiro, 2020
Rev. 00



LEGENDA

PREDIO

NUMERO	SIGLA	NOME
1	UMC	TURBINA A GAS
2	UMG	TURBINA VAPOR
3	UMA	EDIFICIO FILTRO DO AR DE ALIMENTAÇÃO
4	KBL	CALDEIRA DE RECUPERAÇÃO
5	UKH	CHAMINÉ DE EXAUSTÃO
6	UKR	CALDEIRA AUXILIAR
11		TRANSFORMADOR PRINCIPAL
12		CENTRO DE PAINEIS DE CONTROLE
13		SALA DE CONTROLE PRINCIPAL
14		GERADOR DE EMERGÊNCIA
15		GERADOR
21		ESTAÇÃO DE PRÉ-AQUECIMENTO DO GÁS
22		SALA DE BAIXA DA TURBINA A GÁS
23		SUBESTAÇÃO ELÉTRICA
30		RECIPROCADORES AAR
41		
42		ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE AGUA (ETA)
43		TANQUE DE AGUA DESMINERALIZADA
44		BOMBA DE AGUA DE INCÊNDIO
45		TANQUE DE AGUA DE INCÊNDIO
46		ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE EFLUENTES (ETE)
47		ESTOCAGEM DE CODIFINE
48		COMPRESSORES DE AR
49		LABORATÓRIO E ESTOCAGEM DE PRODUTOS QUÍMICOS
51		PREDIO DA ADMINISTRAÇÃO
52		OFICINAS DE MANUTENÇÃO E ALMOXARIFADO
53		INSTALAÇÕES TEMPORÁRIAS (CANTEIROS)
54		Portaria
55		ESTOCAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS

TURBINA A GÁS

A	SALA DE LUBRIFICAÇÃO
B	ÁREA PARA COMPONENTES AUXILIARES DO OPERADOR
C	ÁREA PARA O SISTEMA DE POLIMENTO DE CONDENSADO
D	ÁREA PARA O CIRCUITO FECHADO DE AGUA DE RESFRIAMENTO E SERVIÇO
E	ÁREA PARA COMPONENTES AUXILIARES DA TURBINA VAPOR
F	ÁREA PARA COMPONENTES AUXILIARES DA TURBINA A GÁS

Este desenho não pode ser usado, copiado ou cedido fora dos termos contratuais.

Responsável Técnico:
Jaime jose de Oliveira Junior
CREA:
1988101127 - RJ

Atualização	Data	Desenhado por	Verificado por	Data	Descrição	Aprovado por
C	07/02/2020	W. Blanco	C. Cassola	FUS	Atualização de acordo com "Comentários_EIA" (ponto 4.4.6.5)	J. Oliveira A. Damouna
B	28/11/2019	W. Blanco	C. Cassola	FUS	Atualização de coordenadas	J. Oliveira A. Damouna
A	22/11/2019	W. Blanco	C. Cassola	FUS	EMISSÃO ORIGINAL	J. Oliveira A. Damouna

Projeto da Usina:

USINA TERMELÉTRICA
Norte Fluminense 2

Tecnologista: | Proprietário: | Contratante:

EDF-DPNT-DTEAM
EDF-Ingeum
CAP AMPERE
1, Place Pleyel
93250 SAINT DENIS
Tel : 01 43 69 15 45

Código: T 30508700 2019 000711
(Setor | Código do Serviço | Ano | Número de Série)

Escala	Título:
1 /1000	NORTE FLUMINENSE 2
	LAYOUT GERAL

Formato	Título do Projeto:
A0	
Folha	Código Interno: Y NF 000 PPPP GA M 0711
1/1	

Processo de Classificação: M1
Sistema de Classificação: KKS
Projeto de Referência:
Classificação:

Estudo de Viabilidade ☒ Projeto Básico ☐ Engenharia de Detalhamento ☐

Identificação e Referências Transmitidas:

EDF-DPNT-DTEAM
EDF-Ingeum
CAP AMPERE
1,Place Pleyel
93250 SAINT DENIS
Tel : 01 43 69 15 45

ANEEL: 2302170000E-NORTE1810
Tipo de Arquivo: P2
Validade da Unidade:

Revisão:	Confidencial: ☐	Limitado: ☐	E.D.F.: ☒	Livre: ☐	Reservado E. EDF SA: ☐	Planta	Unidade
Arquivo:	YNF000PPPPGAM0711-CFUS.dwg						

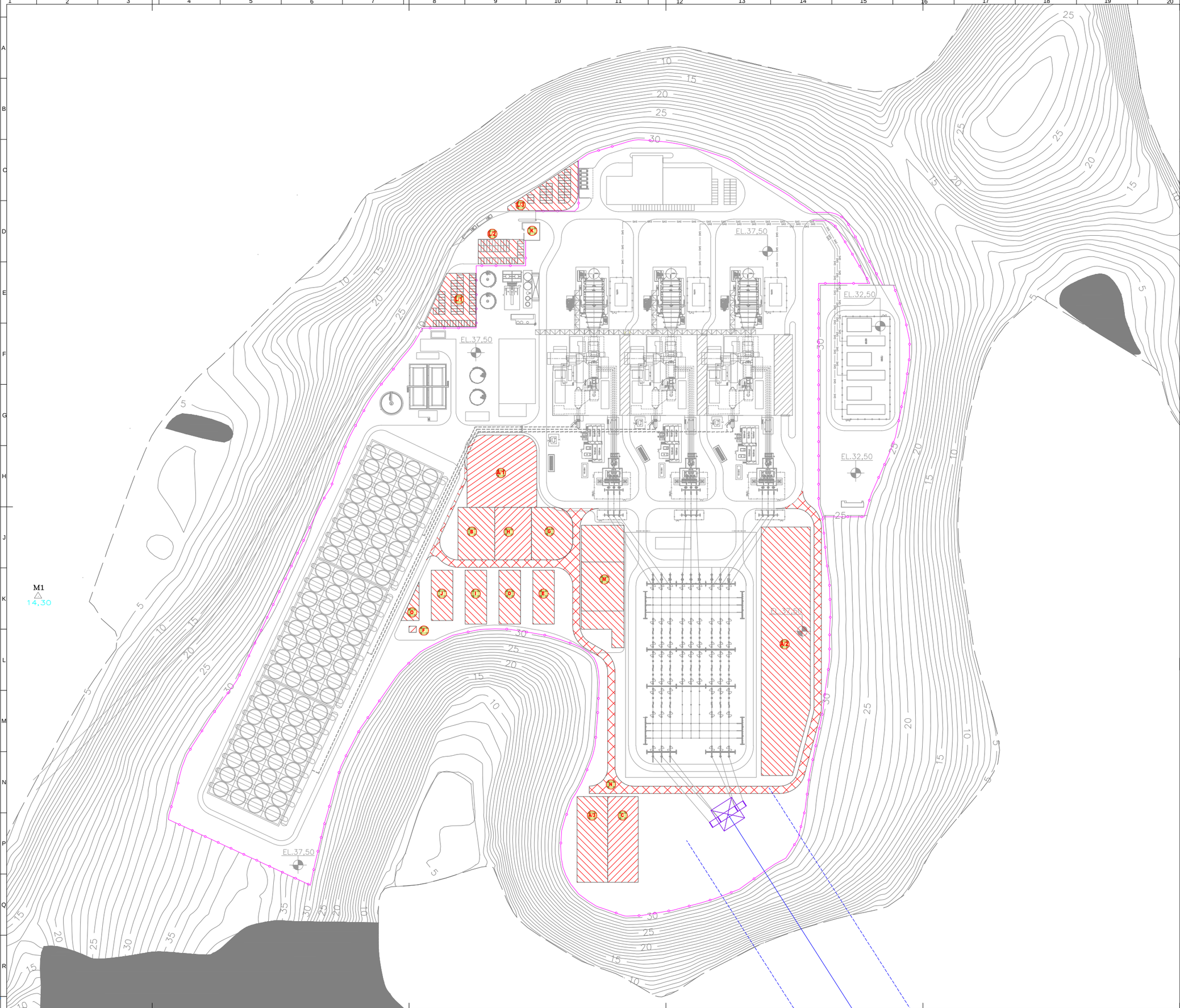
ARQUIVO

ANEXO 3.5.2-2

INSTALAÇÕES PROVISÓRIAS DA PLANTA

Ecologus
Engenharia Consultiva

Fevereiro, 2020
Rev. 00



DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

T-30508700-2019-000711 LAYOUT GERAL
T-30508700-2019-000712 ESTOCAGEM DE RESÍDUOS SOLIDOS

LEGENDA

Referência	Áreas destina para o canteiro de obras	Superfície (m²)
A (=A1+A2+A3)	Área de laydown para o armazenamento ao tempo de componentes dos equipamentos de linha principal	11.700
B	Almoxarifado de equipamentos e materiais	1.350
C	Almoxarifado de equipamentos ao tempo	1.750
D	Área de escritórios dos empreiteiros de montagem eletromecânica	770
E	Área de escritórios dos empreiteiros de construção civil	770
F	Ambulatório	80
G	Área destinada para os centros de treino e simulação	1.150
H	Área destinada ao "cais shop"	1.230
I	Refeitório	770
J	Banheiros e Vestiários	720
K	Guaritas	180
L (=L1+L2+L3)	Estacionamento (147 vagas)	3.470
M	Estacionamento de veículos pesados	3.420
N	Área para obras provisórias	6.000
O	Estacionamento	1.700

Este desenho não pode ser usado, copiado ou cedido fora dos termos contratuais.

Responsável Técnico:
Jaime jose de Oliveira Junior
CREA:
1988101127 - RJ

B	07/02/2020	W. Blanco	C. Cassola	FUS	Atualização de acordo com "Comentários_EIA" (ponto 4.4.6.5)	J. Oliveira A. Dannoune
A	22/11/2019	W. Blanco	C. Cassola	FUS	EMISSÃO ORIGINAL	J. Oliveira A. Dannoune
Atualização	Data	Desenhado por	Verificado por	Status	Descrições	Aprovado por

Projeto da Usina:

USINA TERMELÉTRICA Norte Fluminense 2

Tecnologistes: | Proprietário: | Contratante

EDF-DPNT-DTEAM
EDF-Ingeum
CAP AMPERE
1, Place Pleyel
93250 SAINT DENIS
Tel : 01 43 69 15 45

Código: T 30508700 2019 000713
Setor | Código de Serviço | Ano | Número de Série

Escala: 1 /1000
Tamanho: A0
Folha: 1/1

Título: NORTE FLUMINENSE 2

Instalações provisórias da planta

Título do Projeto:

Código Interno: Y NF 000 PPPP GA M 0713

Processo de Qualidade: M1
Sistema de Codificação: KKS
Projeto de Referência:
Classificação:
EDTP: 30217001/E-NORTE1819
Tipo de Desenho: P2
Validade da Unidade: Planta | Unidade

Estudo de Viabilidade ☒ Projeto Básico ☐ Engenharia de Detalhamento ☐

Identificação e Referências Transmitidas:

EDF-DPNT-DTEAM
EDF-Ingeum
CAP AMPERE
1,Place Pleyel
93250 SAINT DENIS
Tel : 01 43 69 15 45

Emissão: Confidencial : ☐ Limitado : ☐ E.D.F. : ☒ Livre : ☐ Copyright © EDF SA

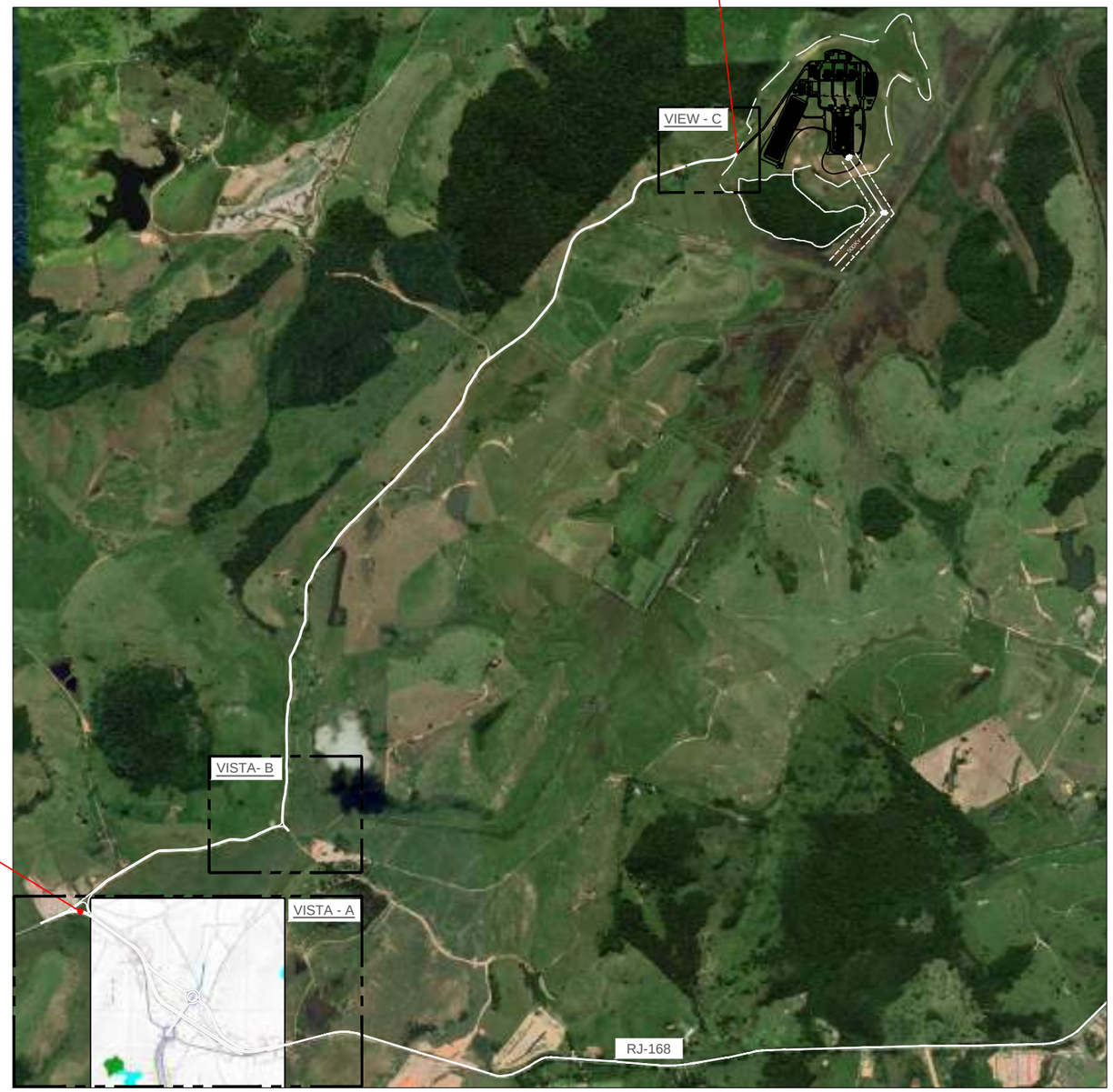
Arquivo: YNF000PPPPGAM0713-BFUS.dwg

ANEXO 3.5.2-3

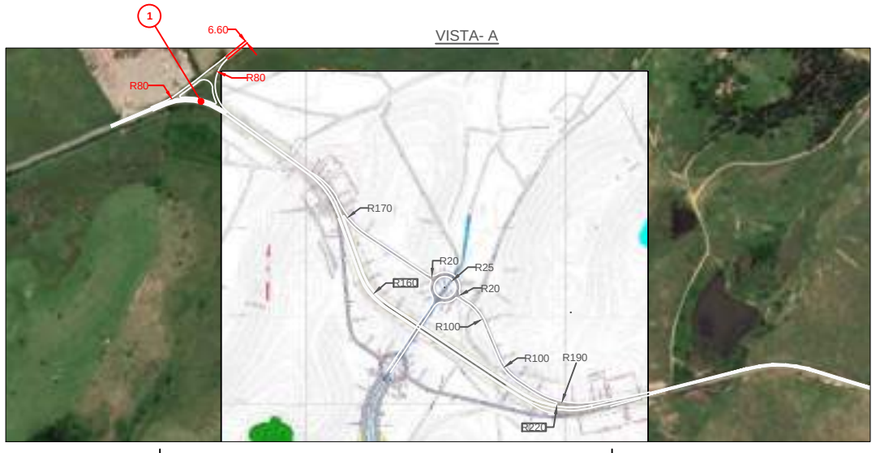
ESTRADA DE ACESSO EXTERNO A PLANTA

Ecologus
Engenharia Consultiva

Fevereiro, 2020
Rev. 00



VISTA- A



VISTA - B

VISTA - C

Este desenho não pode ser usado, copiado ou cedido fora dos termos contratuais.

Responsável Técnico:
Jaime jose de Oliveira Junior
CREA:
1988101127 - RJ

Atualização	Data	Desenhado por	Verificado por	Status	Descrições	Aprovado por
B	04/02/2020	W. Blanco	C. Cassola	FUS	Atualização de acordo com "Comentários_EIA" (ponto 4.4.6.5)	J. Oliveira A. Dannoune
A	22/09/2019	W. Blanco	C. Cassola	FUS	EMISSÃO ORIGINAL	J. Oliveira A. Dannoune

Projeto da Usina :

USINA TERMELÉTRICA
Norte Fluminense 2

Tecnologista :

Proprietário :

Contratante :

EDF-DPNT-DTEAM
EDF-Ingeum
CAP AMPERE
1, Place Pleyel
93150 SAINT DENIS
Tel : 01 43 69 15 45

Código :

T ' 30508700 ' 2019 ' 000744
Setor | Código de Serviço | Ano | Número de Série

Escala	Título	Processo de Qualidade
1 /1000 1 /500	NORTE FLUMINENSE 2 Estrada de acesso externo a planta	M1
Formato: A0	Título do Projeto :	Sistema de Codificação: KKS
Folha: 1/1	Código Interno : Y NF 000 PPPP GA M 0744	Projeto de Referência:
Estudo de Viabilidade X	Projeto Básico ☐ Engenharia de Detalhamento ☐	Classificação:

Identificação e Referências Transmitidas

EDF-DPNT-DTEAM
EDF-Ingeum
CAP AMPERE
1,Place Pleyel
93250 SAINT DENIS
Tel : 01 43 69 15 45

EDITC: 138217000LE-NORTE1813

Tipo de Desenho: P2

Unidade da Usina/Bloco:

Planta	Unidade

Direção : Confidencial ☐ Limitado : ☐ E.D.F. : X Livre ☐ Copyright © - EDF SA

Arquivo : YNF000PPPPGAM0744-BFUS.dwg

EDF Norte Fluminense

ANEXO 3.5.2-4

ESTUDO DA DRENAGEM PLUVIAL

Ecologus
Engenharia Consultiva

Fevereiro, 2020
Rev. 00

ESTUDO DA DRENAGEM PLUVIAL

1. Objetivo

Este documento tem o objetivo de apresentar a metodologia dos estudos utilizados para cálculo do Sistema de Drenagem Pluvial da UTE NF 2.

1.1 Estudo da Drenagem na Fase de Implantação

Esta parte tem como objetivo apresentar a metodologia utilizada para o cálculo do fluxo máximo esperado de água da chuva durante a fase de implementação do projeto NF2.

1.1.1 Características das chuvas

Segundo dados do GPRH - Grupo de Pesquisa em Recursos Hídricos - DEA - UFV (Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa), a intensidade da chuva pode ser calculada de acordo com a fórmula da IDF (Intensidade / Duração / Frequência):

$$i = \frac{K\ x\ T^{a}}{(t+b)^{c}}$$

Onde:
i = intensidade média máxima de precipitação em mm/h
T = período de retorno da chuva em anos, adotado como 25 anos
t = duração da precipitação em minutos, adotada como 10 minutos

K, a, b, c = parâmetros relativos à localidade:
- K = 444.258
- a = 0.263
- b = 6.266
- c = 0.655

Com isso, obtemos um i = 166,7 mm/h

1.1.2 Área de Influência

A área de escoamento superficial é a área total do local, 21 ha ("A").

1.1.3 Coeficiente de escoamento superficial

O coeficiente de escoamento “C” permite levar em consideração que parte da chuva recebida na superfície é infiltrada.

Para o período de implementação, foi adotado um coeficiente de escoamento superficial ("C") de 40%.

1.1.4 Cálculo do fluxo

O fluxo é calculado de acordo com a Fórmula Racional, que se baseia na suposição de que, em uma bacia hidrográfica submetida a uma precipitação de intensidade uniforme "i" (m/s), por um período de tempo suficiente para que toda a superfície desta bacia hidrográfica esteja submetida à mesma precipitação, o fluxo "Q" obtido na saída será proporcional à quantidade de água precipitada e ao coeficiente de escoamento "C" (caracterizando esta bacia). Se "A" (m²) representa a área da bacia hidrográfica, temos:

$$Q = C.I.A$$

O que fornece, no nosso caso, um pico de fluxo de Q = 3,9 m³/s.

Nesta fase do projeto, a correção do pico de fluxo por um coeficiente de alongamento não foi considerada. Portanto, o pico de fluxo Q é conservador.

1.1.5 Conclusão

O estudo de drenagem para o período de implantação conclui com uma vazão de chuvas de cerca de 3,9 m³/s, que serão drenados para os canais artificiais existentes.

1.2 Estudo da Drenagem na Fase de Operação

Esta parte tem como objetivo apresentar a metodologia utilizada para o cálculo do fluxo máximo esperado de água da chuva durante a fase de operação do projeto NF2.

1.2.1 Características das chuvas

Segundo dados do GPRH - Grupo de Pesquisa em Recursos Hídricos - DEA - UFV (Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa), a intensidade da chuva pode ser calculada de acordo com a fórmula da IDF (Intensidade / Duração / Frequência):

$$i = \frac{K\ x\ T^{a}}{(t+b)^{c}}$$

Onde:
i = intensidade média máxima de precipitação em mm/h
T = período de retorno da chuva em anos, adotado como 25 anos
t = duração da precipitação em minutos, adotada como 10 minutos

K, a, b, c = parâmetros relativos à localidade:
- K = 444.258
- a = 0.263
- b = 6.266
- c = 0.655

Com isso, obtemos um i = 166,7 mm/h

1.2.2 Área de Influência

A superfície do local na fase de operação foi dividida em sub-bacias hidrográficas, cada uma com características homogêneas. Essas sub-bacias hidrográficas e suas superfícies são apresentadas no desenho YNF000PPPPGAM0714 - Drenagem Pluvial (T-30508700-2019-000714).

1.2.3 Coeficiente de escoamento superficial

Um coeficiente de escoamento "C", que permite levar em conta que uma parte da chuva recebida na superfície é infiltrada, foi atribuído especificamente a cada sub-bacia hidrográfica, dependendo de suas características. Eles são apresentados no item a seguir.

Exemplos de coeficientes comuns de escoamento superficial são:

- Superfícies totalmente impermeabilizadas (coberturas, calçadas e calçadas):	0,90
- Trilhos de emulsão ou superfície:	0,35
- Cascalho:	0,20
- Superfícies com vegetação:	0,16

1.2.4 Cálculo do fluxo

O fluxo na saída de cada sub-bacia hidrográfica é calculado de acordo com a Fórmula Racional, que se baseia na suposição de que, em uma sub-bacia hidrográfica sujeita a uma precipitação de intensidade uniforme "i" (m/s), por um período de tempo suficiente para que todas as superfícies desta bacia hidrográfica estejam submetidas à mesma precipitação, o fluxo "Q" obtido na saída será proporcional à quantidade de água precipitada e ao coeficiente de escoamento "C" (caracterizando esta bacia). Se "A" (m²) representa a área de superfície desta sub-bacia hidrográfica, temos:

$$Q = C.I.A$$

O que fornece, no nosso caso, os seguintes fluxos de pico:

Sub-bacia hidrográfica	Área	A (m²)	C	Q (m³/s)
A1	Subestação Elétrica	31.800	0,50	0,74
A2	Canteiro de obras	20.380	0,25	0,24
A3	ACC (Condensadores a Ar)	31.720	0,20	0,29
A4	Armazenamento e Trat. de água	17.030	0,70	0,55
A5	Prédio Administrativo	6.430	0,70	0,21
A6	Caldeira Tr1	6.170	0,70	0,20
A7	Caldeira Tr2	5.470	0,70	0,18
A8	Caldeira Tr3	5.940	0,70	0,19
A9	Gas	11.470	0,70	0,37
A10	Transformador principal Tr1	4.780	0,70	0,15
A11	Transformador principal Tr2	3.930	0,70	0,13
A12	Transformador principal Tr2	4.110	0,70	0,13
TOTAL		**149.230**		**3,40**

Nesta fase do projeto, a correção dos fluxos de pico por um coeficiente de alongamento não foi considerada. Portanto, os fluxos Q são conservadores.

1.2.5 Dimensionamento da rede de drenagem

Os diâmetros dos tubos de drenagem são calculados para cada sub-bacia hidrográfica, dependendo dos fluxos acima e das inclinações da rede, de acordo com a fórmula de Manning-Strickler:

$$V = K\ x\ R^{2/3}\ I^{1/2} \quad e \quad Q = V.S = K\ x\ R^{2/3}\ x\ I^{1/2}\ x\ S$$

Onde:

- K = Os modernos processos de pré-fabricação permitem adotar, no caso de tubos de concreto armado, a um coeficiente K de 90;

- R = raio hidráulico do tubo;
- I = inclinação da rede;
- S = seção transversal do tubo.

A rede de drenagem e os diâmetros dos tubos são apresentados no desenho YNF000PPPPGAM0714 - Drenagem Pluvial (T-30508700-2019-000714).

1.2.6 Conclusão

O estudo de drenagem para o período de operação conclui com um fluxo total de chuvas de cerca de 3,4 m³ / s, que serão drenados para os canais artificiais existentes, através de um tubo com diâmetro de 1.000 mm.

Esse valor é conservador, pois na realidade apenas a água da chuva limpa é coletada nessa rede. A água de áreas com risco de poluição é direcionada para um separador de óleo, depois para a estação de tratamento da planta e, finalmente, para o ponto de descarga localizado no local da NF1.

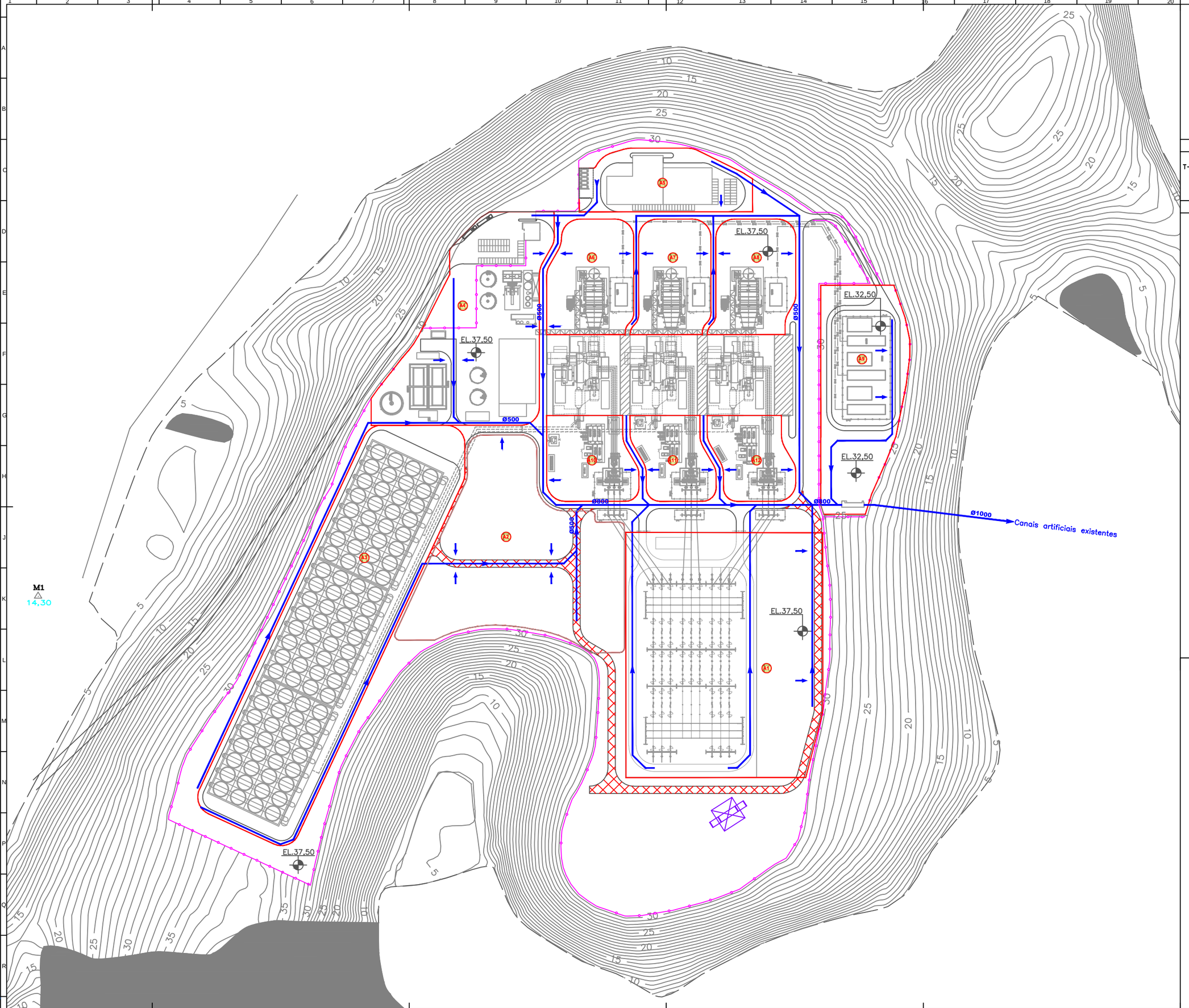
EDF Norte Fluminense

ANEXO 3.5.2-5

REDE DE DRENAGEM

Ecologus
Engenharia Consultiva

Fevereiro, 2020
Rev. 00



NP

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

T-30508700-2019-000711 LAYOUT GERAL

LEGENDA

Referência	Area	superficie (m2)
A1	Estação elétrica	11800
A2	Canteiro de obras	20380
A3	ACC	31720
A4	Armazenamento e tratamento de água	1700
A5	Edifício administrativo	6630
A6	Caldeira Tr1	6170
A7	Caldeira Tr2	5470
A8	Caldeira Tr3	5940
A9	Gás	11470
A10	Transformador principal Tr1	4780
A11	Transformador principal Tr2	3600
A12	Transformador principal Tr3	4130

- Coleta e drenagem de águas superficiais
- Area drenada
- Encerramento
- Rua provisórias para obra

Este desenho não pode ser usado, copiado ou cedido fora dos termos contratuais.

Responsável Técnico:
Jaime jose de Oliveira Junior
CREA:
1988101127 - RJ

Atualização	Data	Desenhado por	Verificado por	Status	Descrições	Aprovado por
B	07/02/2020	W. Blanco	C. Cassola	FUS	Atualização de acordo com "Comentários_EIA" (ponto 4.4.6.5)	J. Oliveira A. Dannoura
A	22/11/2019	W. Blanco	C. Cassola	FUS	EMISSÃO ORIGINAL	J. Oliveira A. Dannoura

Projeto da Usina:

USINA TERMELÉTRICA Norte Fluminense 2

Tecnologistes: | Procedistes: | Formalistes:

EDF-DPNT-DTEAM
EDF-Ingeum
CAP AMPERE
1, Place Pleyel
93250 SAINT DENIS
Tel : 01 43 69 15 45

Codes:

T 30508700 2019 000714
Setor | Código de Serviço | Ano | Número de Série

Escala: 1 /1000
Formato: A0
Folha: 1/1

Título:
NORTE FLUMINENSE 2

Rede de Drenagem

Título do Projeto:

Código Interno: Y NF 000 PPPP GA M 0714

Processo de Qualidade: M1
Sistema de Codificação: KKS
Projeto de Referência:
Classificação:
EDMS: E382170001/E-NORTE1819
Rev de Projeto: P2
Validade da Unidade: Planta | Unidade

Estudo de Viabilidade ☒ Projeto Básico ☐ Engenharia de Detalhamento ☐

Identificação e Referências Transmitidas:

EDF-DPNT-DTEAM
EDF-Ingeum
CAP AMPERE
1,Place Pleyel
93250 SAINT DENIS
Tel : 01 43 69 15 45

Emissão: Confidencial ☐ Limitado ☐ E.D.F. ☒ Livre ☐ Copyright © - EDF SA

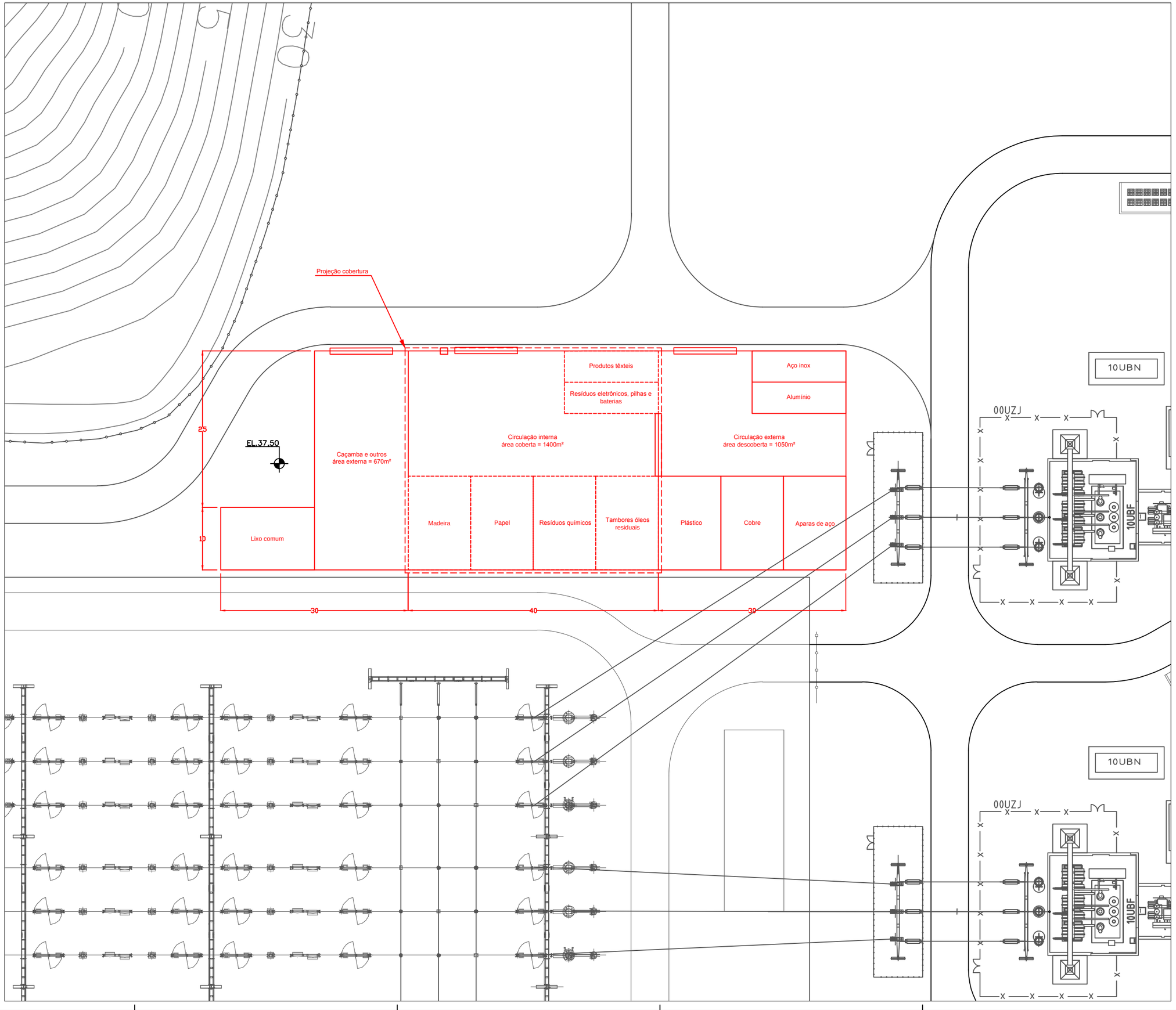
Arquivo: YNF000PPPPGAM0714-BFUS.dwg

ANEXO 3.5.2-6

DEPOSITO DE RESÍDUOS

Ecologus
Engenharia Consultiva

Fevereiro, 2020
Rev. 00



DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

T-30508700-2019-000711 Layout Geral
T-30508700-2019-000713 Instalações provisórias da planta

Este desenho não pode ser usado, copiado ou cedido fora dos termos contratuais.

Responsável Técnico:
Jaime jose de Oliveira Junior
CREA:
1988101127 - RJ

B	07/02/2020	W. Blanco	C. Cassola	FUS	Atualização de acordo com "Comentários_EIA" (ponto 4.4.6.5)	J. Oliveira A. Dannouna
A	19/11/2019	W. Blanco	C. Cassola	FUS	EMISSÃO ORIGINAL	J. Oliveira A. Dannouna
Atualização	Data	Desenhado por	Verificado por	Status	Descrições	Aprovado por

Projeto da Usina:

USINA TERMELÉTRICA Norte Fluminense 2

Tecnologista:

Proprietário:

Construtor:

EDF-DPNT-DTEAM
EDF-Ingeurn
CAP AMPERE
1, Place Pleyel
93250 SAINT DENIS
Tel : 01 43 69 15 45

Código:

T 30508700 2019 000712
Setor | Código de Serviço | Ano | Número de Série

Escala: 1 /200
Formato: A0
Folha: 1/1

Título:
NORTE FLUMINENSE 2
Armazenamento padrão de resíduos sólidos

Título do Projeto:

Código Interno: Y NF 000 PPPP GA M 0712

Processo de Qualidade: M1
Sistema de Codificação: KKS
Projeto de Referência:
Classificação:

Estudo de Viabilidade ☒ Projeto Básico ☐ Engenharia de Detalhamento ☐

Identificação e Raiz/Arvore Transmissão:

EDF-DPNT-DTEAM
EDF-Ingeurn
CAP AMPERE
1,Place Pleyel
93250 SAINT DENIS
Tel : 01 43 69 15 45

EIC/TE
T3821700SUENORTE1833
Tipo de Desenho: P2
Unidade da Unidade:

Permissão: Confidencial ☐ Limitado ☐ E.D.F. ☒ Livre ☐ Concessão © - EDF SA

Arquivo: YNF000PPPPGAM0712-BFUS.dwg

Planta | Unidade

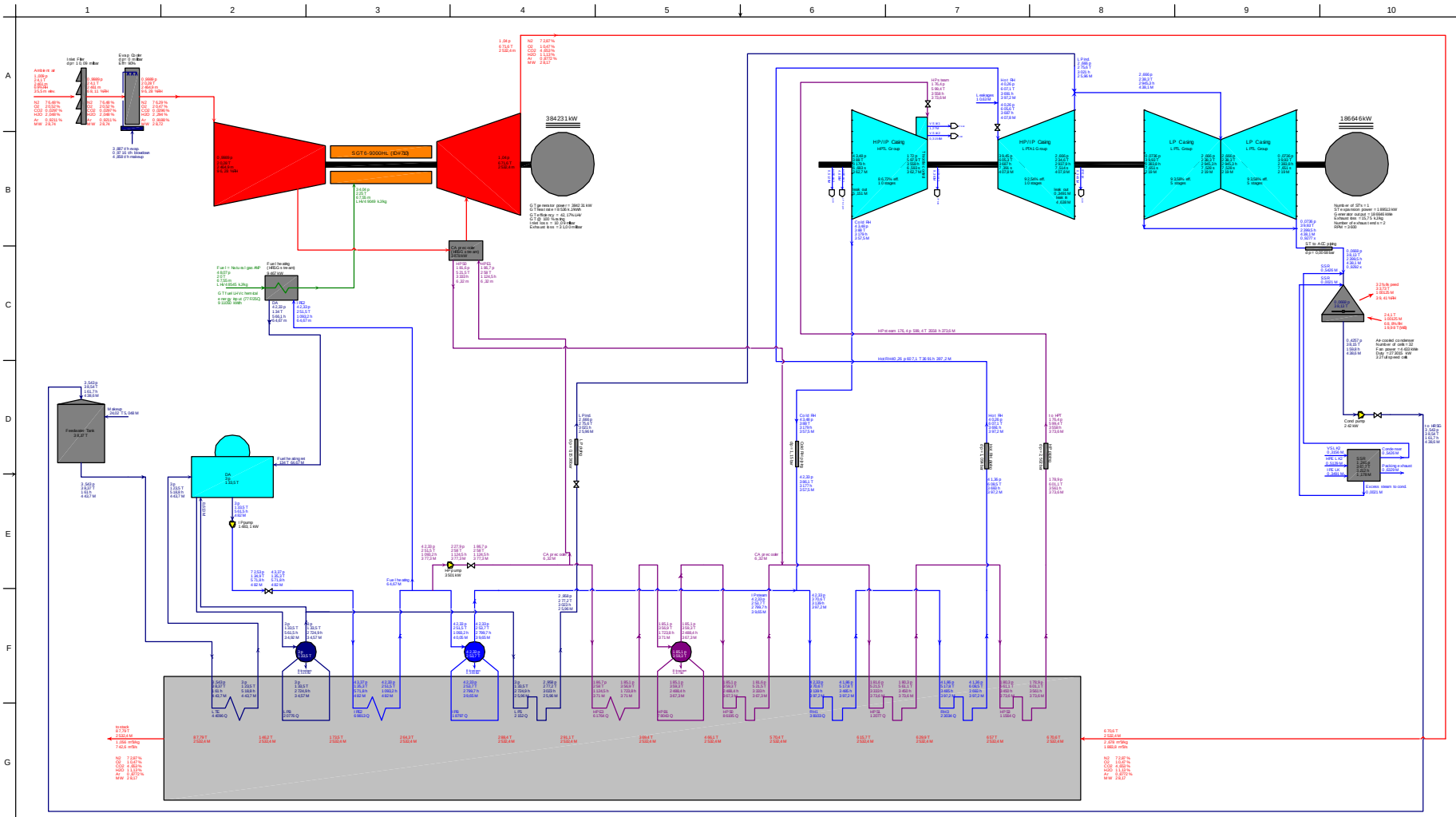
EDF Norte Fluminense

ANEXO 3.5.3-1

FLUXOGRAMA DE PROCESSO

Ecologus
Engenharia Consultiva

Fevereiro, 2020
Rev. 00


SGT6-9000HL (6DF7B)
384231 kW
186646 kW
HP/IP Casing
HP/IL Group
HP/IP Casing
LP1A1 Group
LP Casing
LP1L Group
LP Casing
LP1L Group
Feedwater Tank
DA
Pump
Pump
Pump

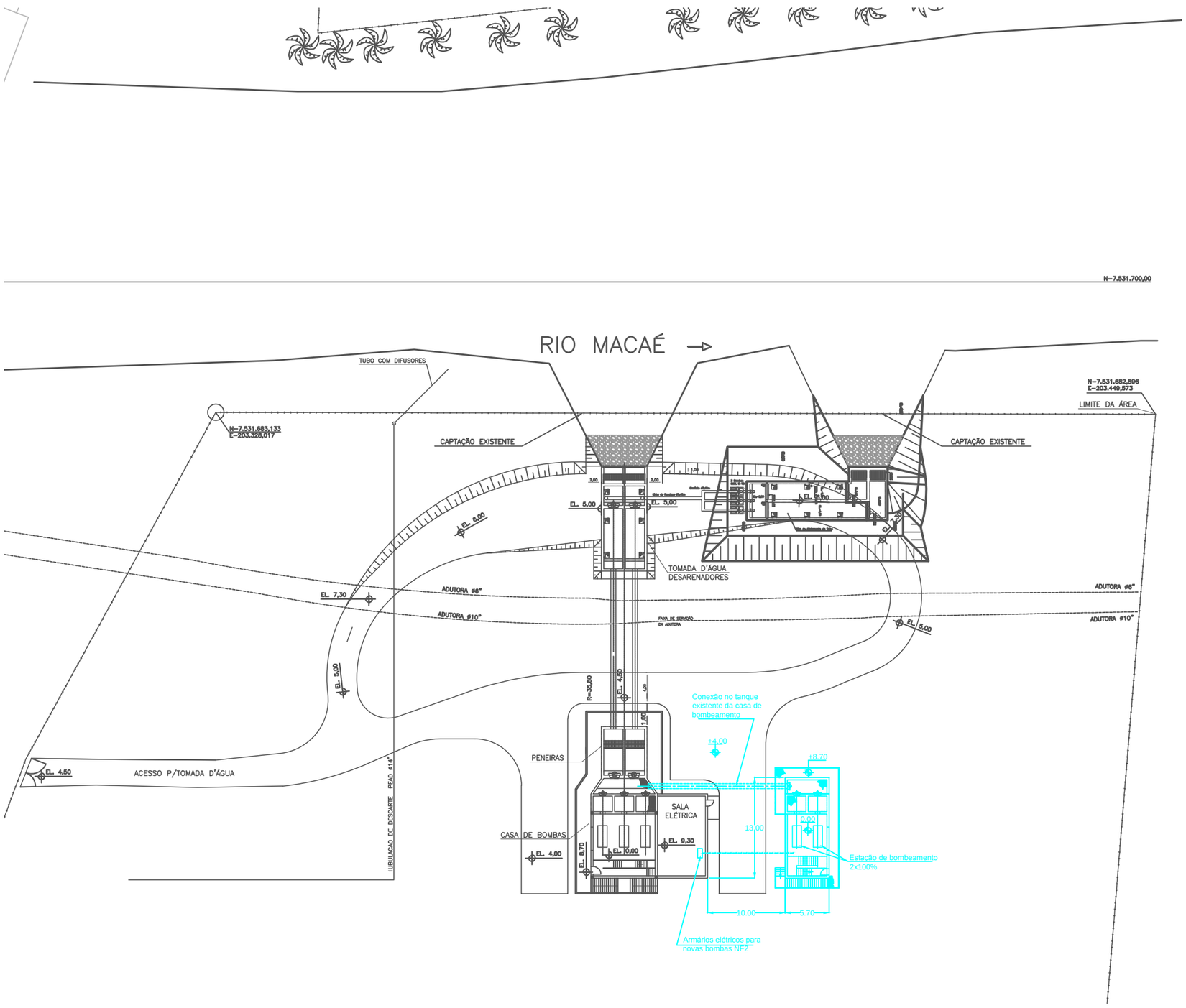
EDF Norte Fluminense

ANEXO 3.5.6-1

ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO – EXTENSÃO

Ecologus
Engenharia Consultiva

Fevereiro, 2020
Rev. 00



NP

PW

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

34.040-D	Planta de localização desarenador paralelo
T-30508700-2019-000711	Layout geral

Este desenho não pode ser usado, copiado ou cedido fora dos termos contratuais.

Responsável Técnico:
Jaime jose de Oliveira Junior
CREA:
1988101127 - RJ

Atualização	Data	Desenhado por	Verificado por	Status	Descrições	Aprovado por
C	07/02/2020	W. Blanco	C. Cassola	FUS	Atualização de acordo com "Comentários_EIA" (ponto 4.4.6.5)	J. Oliveira A. Dannoune
B	30/01/2020	W. Blanco	C. Cassola	FUS	EDIÇÃO ATUALIZADA	J. Oliveira A. Dannoune
A	19/11/2019	W. Blanco	C. Cassola	FUS	EMISSÃO ORIGINAL	J. Oliveira A. Dannoune

Projeto da Usina:

USINA TERMELÉTRICA Norte Fluminense 2

Tecnologistas:

Proprietário: edf Norte Fluminense

Construtores:

EDF-DPNT-DTEAM
EDF-Ingeum
CAP AMPERE
1, Place Pleyel
93250 SAINT DENIS
Tel : 01 43 69 15 45

Código:

T 30508700 2019 000742
Setor | Código de Serviço | Ano | Número de Série

Escala: 1 /200

Título:

NORTE FLUMINENSE 2
Extensão da estação
de bombeamento existente

Processo de Modificação: M1

Formato: A0

Título do Projeto:

Sistema de Codificação: KKS

Folha: 1/1

Código Interno: Y NF 000 PPPP GA M 0742

Projeto de Referência:

Classificação:

Estudo de Viabilidade ☒ Projeto Básico ☐ Engenharia de Detalhamento ☐

Identificação e Referências Transmitidas:

EDF-DPNT-DTEAM
EDF-Ingeum
CAP AMPERE
1,Place Pleyel
93250 SAINT DENIS
Tel : 01 43 69 15 45

EDTP: E382170001E-NORTE1813

Rev de Desenho: P2

Validade da Liberação: Planta | Unidade

Emissão: Confidencial ☐ Limitado ☐ E.D.F. ☒ Livre ☐ Copyright © - EDF SA

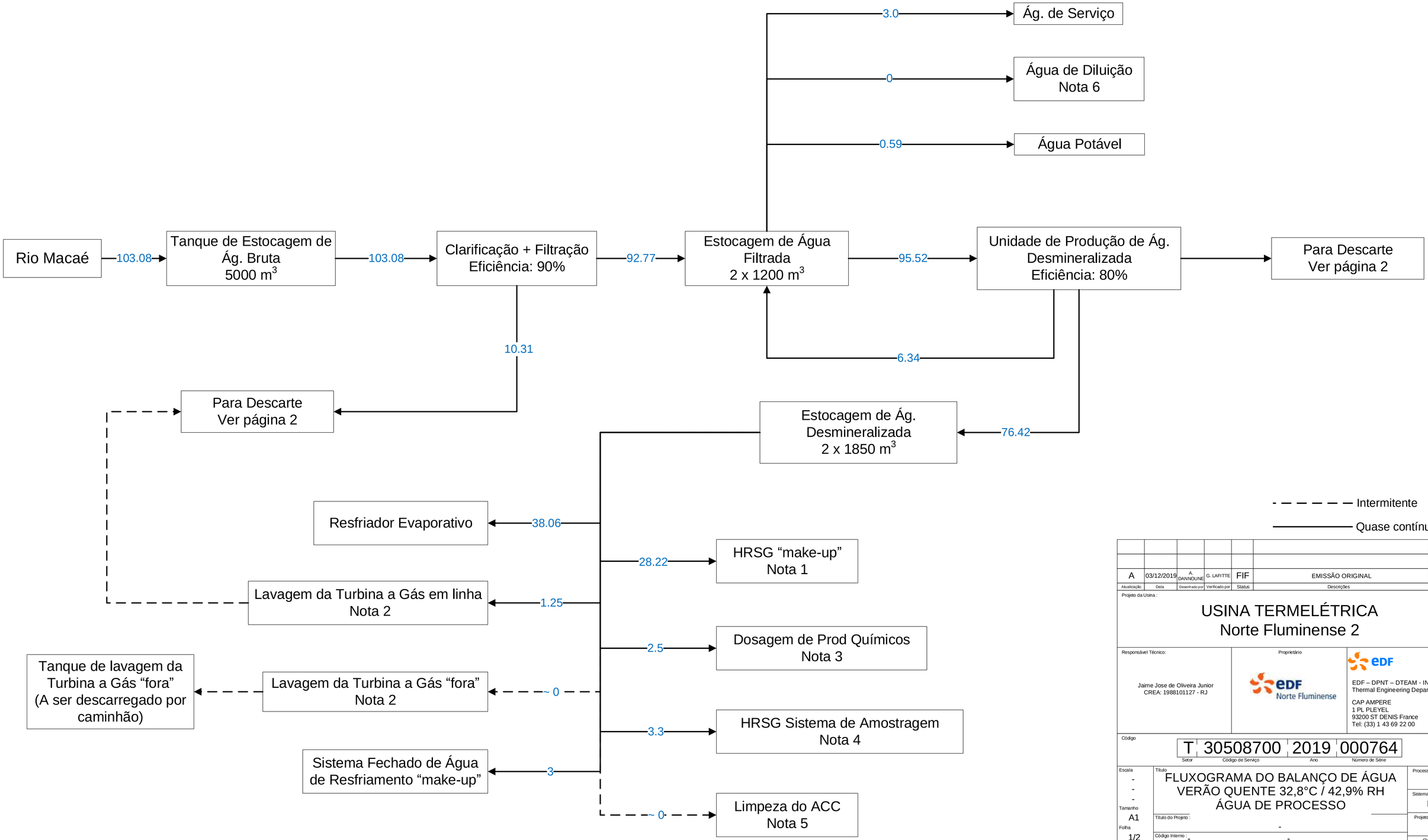
Arquivo: YNF000PPPPGAM0742-CFUS.dwg

ANEXO 3.5.6-2

FLUXOGRAMAS DO BALANÇO DE ÁGUA

Ecologus
Engenharia Consultiva

Fevereiro, 2020
Rev. 00



Notas Gerais : Os valores das vazões são dadas em m³/h
Nota 1 : 1 partida por dia e com taxa de "blowdown" de 2%
Nota 2 : 5 m^3 de água para lavagem em linha duas vezes por dia por unidade e 14m³ /ano.
Nota 3 : 20 m^3 de dosagem de produtos químicos por dia/unidade
Nota 4 : 11 Amostragem por unidade com 100l/h por ponto de amostragem.
Nota 5 : Considerado como 0, feito duas vezes ao ano (quase 20m³)
Nota 6 : Não foi considerado Ág de Diluição, devido o refriamento natural na lagoa de tratamento e da lagoa final de descarte, e a distância entre a localização da planta e o ponto de descarte.

Atualização	Data	Desenhado por	Verificado por	Status	Descrições	Aprovado por
A	03/12/2019	A. DANNOUNE	G. LAFITTE	FIF	EMISSÃO ORIGINAL	J. Oliveira

Projeto da Usina :

USINA TERMELÉTRICA Norte Fluminense 2

Responsável Técnico:
Jaime Jose de Oliveira Junior
CREA: 1988101127 - RJ

Proprietário: EDF Norte Fluminense

Contratante:
EDF – DPNT – DTEAM - INGEUM
Thermal Engineering Department
CAP AMPERE
1 PL PLEYEL
93200 ST DENIS France
Tel: (33) 1 43 69 22 00

Código: T | 30508700 | 2019 | 000764
Setor | Código de Serviço | Ano | Número de Série

Escala: - - -
Tamanho: A1
Folha: 1/2

Título: FLUXOGRAMA DO BALANÇO DE ÁGUA VERÃO QUENTE 32,8°C / 42,9% RH ÁGUA DE PROCESSO

Título do Projeto : -

Código Interno : - -

Estudo de Viabilidade ☐ Projeto Básico ☒ Engenharia de Detalhamento ☐

Identificação e Referências Transmitidas :

EDF – DPNT – DTEAM - INGEUM
Thermal Engineering Department
CAP AMPERE
1 PL PLEYEL
93200 ST DENIS France
Tel: (33) 1 43 69 22 00

Processo de Qualidade: -
Sistema de Codificação: KKS
Projeto de Referência: -
Classificação: -
EOTP: E3601700001/E.HOPT0100.30
Tipo de Desenho: -
Validade da Unidade : Planta - Unidade -

Emissão : Confidencial : ☐ Limitado : ☐ E.D.F. : ☒ Livre : ☐
Arquivo : - - - -

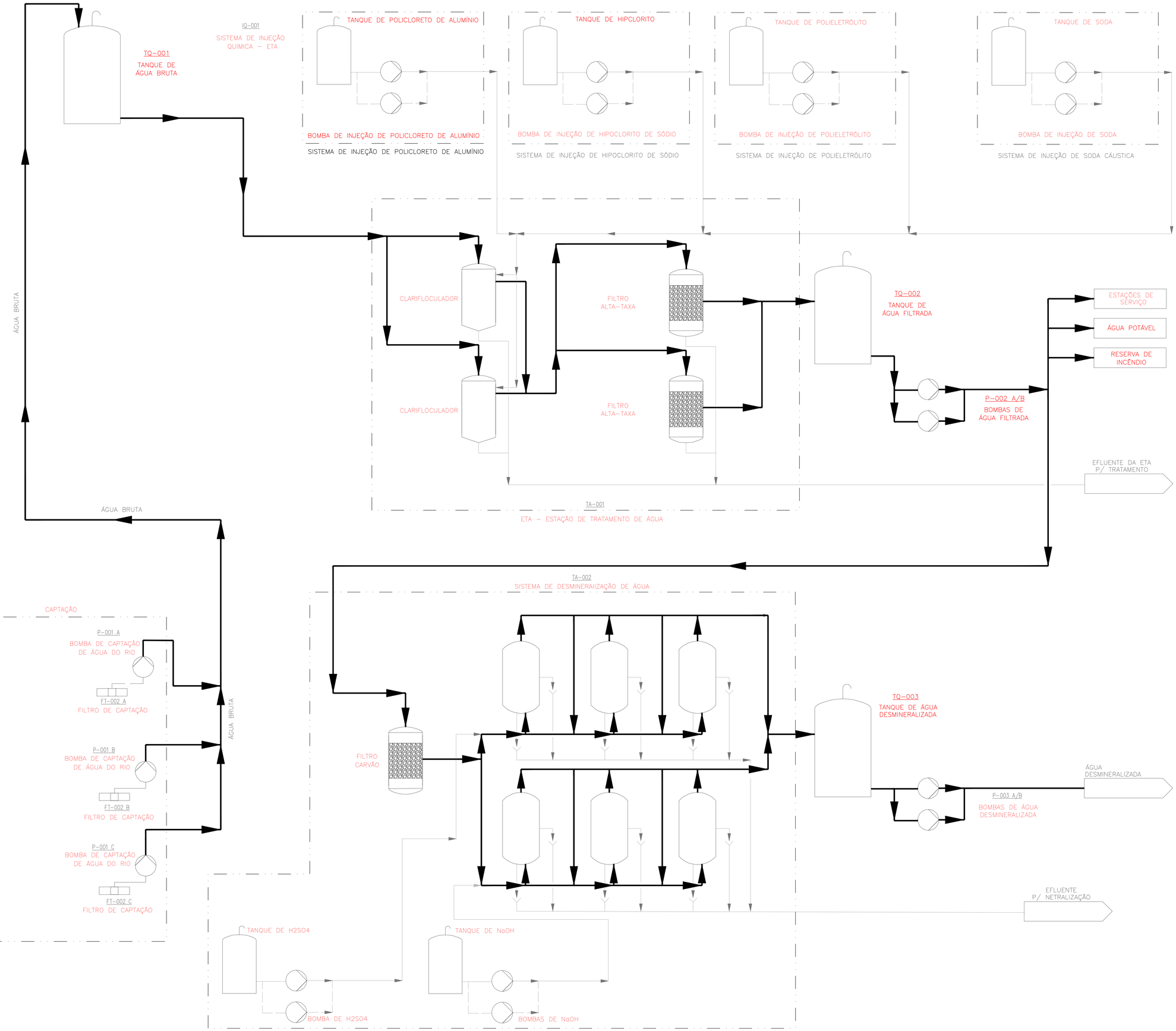
© EDF SA.
Este desenho não pode ser usado, copiado ou cedido fora dos termos contratuais.

ANEXO 3.5.6-3

FLUXOGRAMA DE PROCESSO DE TRATAMENTO DE ÁGUA

Ecologus
Engenharia Consultiva

Fevereiro, 2020
Rev. 00



LEGENDA

- LINHA PRINCIPAL
- LINHA SECUNDÁRIA

Este desenho não pode ser usado, copiado ou cedido fora dos termos contratuais.

Responsável Técnico:
Jaime jose de Oliveira Junior
CREA:
1988101127 - RJ

Atualização	Data	Desenhado por	Verificado por	Status	Descrições	Aprovado por
A	24/02/2020	Planave	A. Dannoune	FUS	EMISSÃO ORIGINAL	J. Oliveira

Projeto da Usina :

USINA TERMELÉTRICA Norte Fluminense 2

Tecnologista :

Proprietário : EDF Norte Fluminense

Contratante : EDF-DPNT-DTEAM EDF-Ingeum, CAP AMPERE, 1, Place Pleyel, 93250 SAINT DENIS, Tel : 01 43 69 15 45

Código :

Setor	Código de Serviço	Ano	Número de Série
T	30508700	2020	00029

Escala : -

Tamanho : A0

Folha : 1/1

Título : NORTE FLUMINENSE 2 Fluxograma de Processo Tratamento de Água

Título do Projeto :

Código Interno : Y NF G++ PPPP FD M 0029

Processo de Qualidade : M1

Sistema de Codificação : KKS

Projeto de Referência :

Classificação :

Estudo de Viabilidade ☒ Projeto Básico ☐ Engenharia de Detalhamento ☐

Identificação e Referências Transmitidas :

EDF-DPNT-DTEAM EDF-Ingeum, CAP AMPERE, 1,Place Pleyel, 93250 SAINT DENIS, Tel : 01 43 69 15 45

EDTP : E3D/17/001/LE-NORTE1/B13

Tipo de Desenho : P1

Validade da Unidade :

Planta	Unidade

Emissão : Confidencial : ☐ Limitado : ☐ E.D.F. : ☒ Livre : ☐ Copyright © - EDF SA

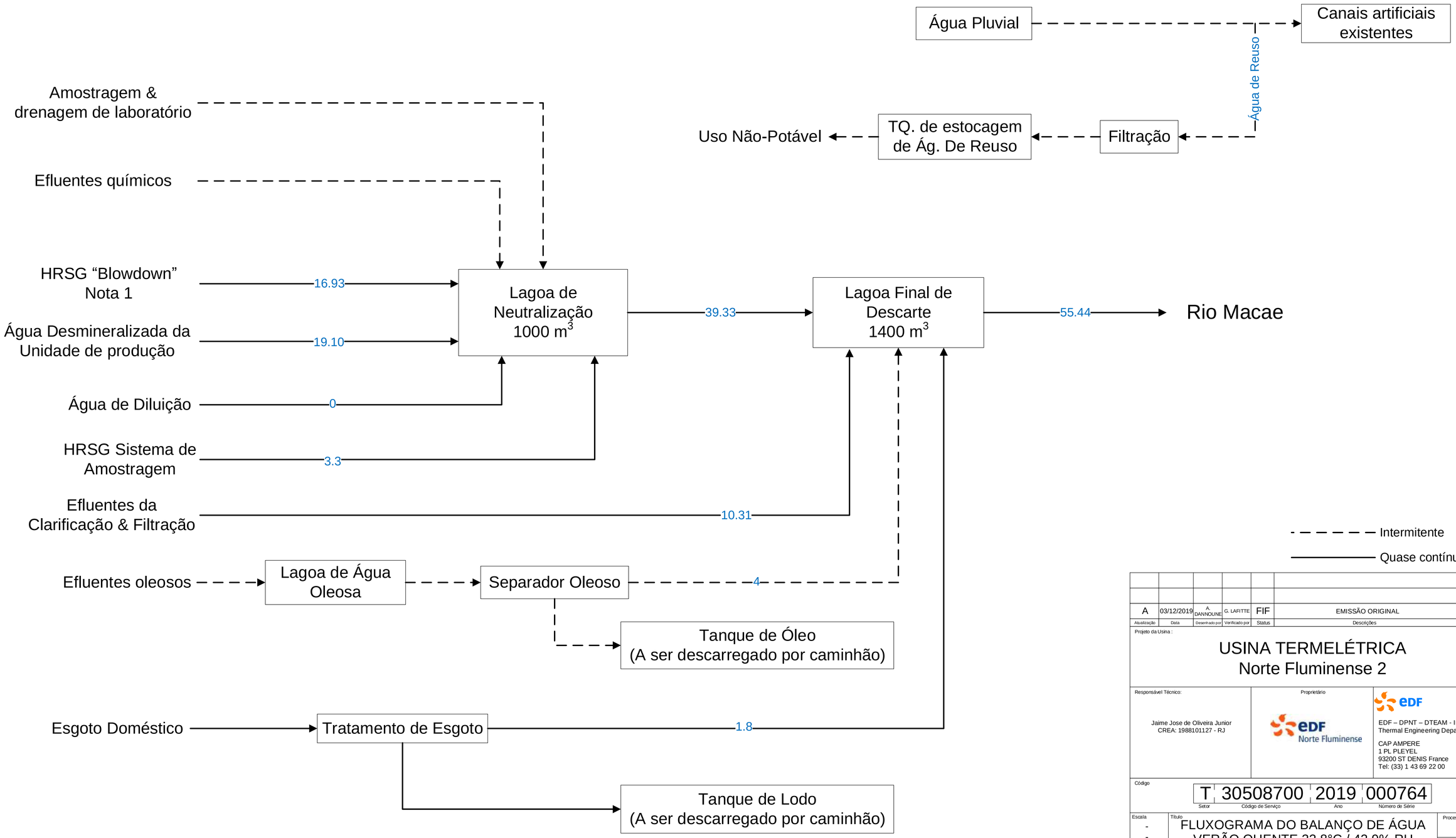
Arquivo : YNFG++PPPPFDM0029-AFUS.dwg

ANEXO 3.5.9-1

FLUXOGRAMAS DO BALANÇO DE ÁGUA E DE EFLUENTES

Ecologus
Engenharia Consultiva

Fevereiro, 2020
Rev. 00



Notas Gerais : Valores de vazão são dadas para as 3 unidades em m³/h
Nota 1 : A avaliação da vazão de "blowdown" foi estimada considerando uma perda por evaporação de 40% do "make-up" da HRSG.

Atualização	Data	Desenhado por	Verificado por	Status	Descrições	Aprovado por
A	03/12/2019	A. DANNOUNE	G. LAFITTE	FIF	EMISSÃO ORIGINAL	J. Oliveira

Projeto da Usina :

USINA TERMELÉTRICA Norte Fluminense 2

Responsável Técnico:
Jaime Jose de Oliveira Junior
CREA: 1988101127 - RJ

Proprietário
EDF Norte Fluminense

Contratante
EDF – DPNT – DTEAM - INGEUM
Thermal Engineering Department
CAP AMPERE
1 PL PLEYEL
93200 ST DENIS France
Tel: (33) 1 43 69 22 00

Código: T | 30508700 (Setor / Código de Serviço) | 2019 (Ano) | 000764 (Número de Série)

Escala: - - -
Tamanho: A1
Folha: 2/2

Título: FLUXOGRAMA DO BALANÇO DE ÁGUA VERÃO QUENTE 32,8°C / 42,9% RH EFLUENTES

Título do Projeto : -
Código Interno : - -

Processo de Qualidade: -
Sistema de Codificação: KKS
Projeto de Referência: -
Classificação: -
EOTP: -
Tipo de Desenho: -
Validade da Unidade : Planta - Unidade -

Estudo de Viabilidade ☐ Projeto Básico ☒ Engenharia de Detalhamento ☐

Identificação e Referências Transmitidas :

EDF – DPNT – DTEAM - INGEUM
Thermal Engineering Department
CAP AMPERE
1 PL PLEYEL
93200 ST DENIS France
Tel: (33) 1 43 69 22 00

Emissão : Confidencial : ☐ Limitado : ☐ E.D.F. : ☒ Livre : ☐
Arquivo : - - - -

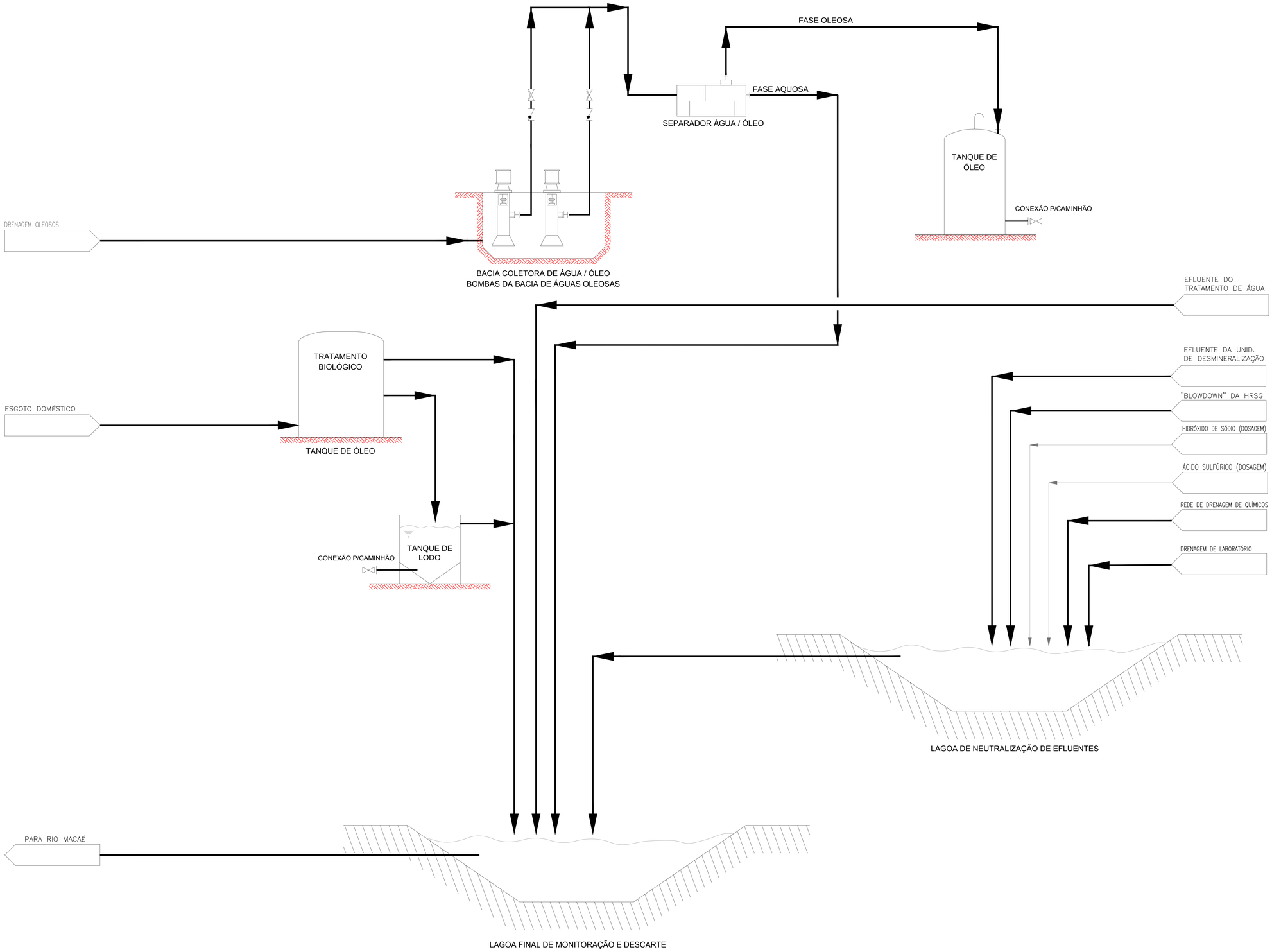
© EDF SA.
Este desenho não pode ser usado, copiado ou cedido fora dos termos contratuais.

ANEXO 3.5.9-2

FLUXOGRAMA DE PROCESSO DE TRATAMENTO DE EFLUENTES

Ecologus
Engenharia Consultiva

Fevereiro, 2020
Rev. 00



LEGENDA

LINHA PRINCIPAL

LINHA SECUNDÁRIA

Este desenho não pode ser usado, copiado ou cedido fora dos termos contratuais.

Responsável Técnico:
Jaime jose de Oliveira Junior
CREA:
1988101127 - RJ

Atualização	Data	Desenhado por	Verificado por	Status	Descrições	Aprovado por
A	24/02/2020	Planave	A. Dannoune	FUS	EMISSÃO ORIGINAL	J. Oliveira

Projeto da Usina :

USINA TERMELÉTRICA
Norte Fluminense 2

Tecnologista :

Proprietário :

Norte Fluminense

Contratante :

EDF-DPNT-DTEAM
EDF-Ingeum
CAP AMPERE
1, Place Pleyel
93250 SAINT DENIS
Tel : 01 43 69 15 45

Código :

Setor	Código de Serviço	Ano	Número de Série
T	30508700	2020	000028

Escala
-

Tamanho
A0

Folha
1/1

Título :
NORTE FLUMINENSE 2
Fluxograma de Processo
Tratamento de Efluentes

Título do Projeto :

Código Interno : Y NF GMX PPPP FD M 0028

Processo de Qualidade
M1

Sistema de Codificação
KKS

Projeto de Referência

Classificação

Estudo de Viabilidade ☒ Projeto Básico ☐ Engenharia de Detalhamento ☐

Identificação e Referências Transmitidas :

EDF-DPNT-DTEAM
EDF-Ingeum
CAP AMPERE
1,Place Pleyel
93250 SAINT DENIS
Tel : 01 43 69 15 45

EDTP
E3801700/LE-NORTE1813/2

Tipo de Desenho
P2

Validade da Unidade :

Planta	Unidade

Emissão : Confidencial : ☐ Limitado : ☐ E.D.F. : ☒ Livre : ☐

Copyright © - EDF SA

Arquivo : YNFGMXPPPPFDM0028-AFUS.dwg

ANEXO 3.5.9-3

CARTA DE GARANTIA DO FABRICANTE

Ecologus
Engenharia Consultiva

Fevereiro, 2020
Rev. 00

SIEMENS

Oscar Campana
Vice President Sales
Siemens Gas & Power
Avenida Mutinga 3800
São Paulo - SP, 05110-902

Julie Bourreau
Project Engineer
EDF Ingeum
International Projects & Services
1, place Pleyel
93200 SAINT-DENIS

São Paulo, February 12, 2020

Dear Ms. Bourreau,

Please find below the requested guaranteed values for emissions of the SGT6-9000HL with regards to the UTE Norte Fluminense expansion project.

HRSG STACK EMISSIONS, PER HRSG (Based on USEPA test methods) at full power:

- NOx: ≤ 22 ppmvd @ 15%O2
- CO: ≤ 10 ppmvd @ 15%O2
- Ratio NO2/NOx: ≤ 10% (estimated)

NOTES:

- Nox ppmvd @ 15% O2, and CO ppmvd @ 15% O2 are guaranteed.
- Expected NO2/NOx ratio is less than 10%.
- The fuel gas composition is (Mol %) CH4 93.8%, N2 0.7%, CO2 0.5%, C2H6 4%, C3H8 1% and 0.2 grains/100SCF of sulfur.
- mg/Nm3 values at 15% O2 and 0C.
- Gas fuel must be in compliance with the Siemens Gas Fuel Specification.
- Emissions exclude ambient air contributions and are for steady-state conditions.
- Please be advised that the information contained in this transmittal has been prepared and is being transmitted per customer request specifically.

Oscar Campana
Vice President Sales

SIEMENS

Norte Fluminense

Estimated SGT5-9000HL Emissions

1S Combined Cycle / Platform Combustor

Estimated Emissions Data Sheet

February 10, 2020

SITE CONDITIONS:	CASE 1	CASE 2	CASE 3	CASE 4	CASE 5	CASE 6	CASE 7	CASE 8	CASE 9
FUEL TYPE	Natural Gas	Natural Gas	Natural Gas	Natural Gas	Natural Gas	Natural Gas	Natural Gas	Natural Gas	Natural Gas
GT LOAD LEVEL	100%	100%	40%	100%	100%	40%	100%	100%	40%
NET FUEL HEATING VALUE, kJ/kg (LHV)	48,546	48,516	48,546	48,546	48,516	48,546	48,546	48,546	48,546
GROSS FUEL HEATING VALUE, kJ/kg (HHV)	53,530	53,500	53,530	53,530	53,500	53,530	53,530	53,530	53,530
AMBIENT DRY BULB TEMPERATURE, °C	15.1	15.1	15.1	24.0	24.0	24.0	39.2	39.2	39.2
AMBIENT RELATIVE HUMIDITY, %	84.1	84.1	84.1	80.0	80.0	80.0	70.5	70.5	70.5
AMBIENT PRESSURE, bar	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01
EVAPORATIVE COOLER STATUS	ON	OFF	OFF	ON	OFF	OFF	ON	OFF	OFF
GT FUEL FLOW, kg/hr	75,947	75,000	39,614	74,484	73,506	38,815	71,698	70,082	37,303
HRSG EXHAUST GAS									
STACK EXHAUST FLOW, kg/s	709.7	700.4	468.6	748.2	739.4	495.2	7 0.2	704.7	497.5
STACK EXHAUST TEMPERATURE, °C	77.2	77.0	70.2	77.9	77.5	70.9	78.8	78.2	72.9
OXYGEN, VOL%	10.02	10.27	11.72	9.80	10.09	11.84	9.67	9.77	11.40
CARBON DIOXIDE, VOL%	4.89	4.88	4.12	4.98	4.87	4.11	4.87	4.85	4.09
WATER VOL%	11.25	11.10	8.07	11.77	11.60	10.15	10.11	10.84	11.40
NITROGEN, VOL%	72.89	73.05	75.52	72.56	74.66	73.85	71.51	71.70	72.85
ARGON VOL%	0.86	0.86	0.56	0.85	0.85	0.86	0.84	0.84	0.85
MOLECULAR WEIGHT	28.12	28.18	28.27	28.11	28.15	28.17	28.18	28.27	28.11
HRSG STACK EMISSIONS, PER HRSG (Based on USEPA test methods):									
NO_x ppmvd @ 15% O_2	22	22	22	22	22	22	22	22	22
NO_x mg/Nm3	45	45	45	45	45	45	45	45	45
NO_x kg/hr as NO_2	148.5	145.9	74.0	149.7	141.5	73.4	137.2	133.9	70.4
CO, ppmvd @ 15% O_2	10	10	10	10	10	10	10	10	10
CO mg/Nm3	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5
CO kg/hr	40.6	40.7	20.7	39.6	39.3	20.4	38.0	37.8	19.5

NOTES:

- NO_x, ppmvd @ 15% O2 and CO, ppmvd @ 15% O2 are guaranteed. All other data is estimated.
- Expected NO/NOx ratio is less than 10%.
- The fuel gas composition is (Mol %): CH1 93.6%, N2 0.7%, CO2 0.5%, C2+6.4%, C3H8 1% and 0.2 grains/ 100SCF of sulfur.
- Ingested moisture at 15% O2 and 0C
- Gas fuel must be in compliance with the Siemens Gas Fuel Specification.
- Emissions exclude ambient air contribution and run transient start-up and down.
- Please be advised that the information contained in this transmittal has been prepared and is being transmitted per customer request specifically for information purposes only. Data included in any permit application or Environmental Impact Statement will study the customer's responsibility

EDF Norte Fluminense

ANEXO 3.5.9-4

INVENTARIO GEE - UTE NF2

Ecologus
Engenharia Consultiva

Fevereiro, 2020
Rev. 00

Fonte	Atividade		Fator de Emissão				Emissão		
	Unidade	Valor	CH4 FE (scf/mile-h)	CH4 FE (scm/km-h)	CH4 FE (scfh/station)	CH4 FE (scmh/station)	CH4 (scm/h)	CH4 (Kg/h)	CH4 (g/s)
Gasoduto	Extensão (km)	17,0	0,3500	0,0062			0,1047	0,0749	0,0208
City Gate (M&R) >300psig	Numero	1			179,8000	5,0914	5,0914	3,6424	1,0118
Total								**3,7173**	**1,0326**

	g/m2/s
GASODUTO	1,00E-04
CITY	**1,01E-04**

conversão

	multiplicar	
Cubic feet (ft^3)	Cubic metres (m^3)	0.028317
Mile	Kilometer	1.6093

Weight Units:

1 lb = 0.4536 kg

According to my application of Avogadro, for the same pressure, I find the following values:
0 C, 0.716 kg/m^3.
15 C, 0.678 kg/m^3 (which coincides with Aire Liquide)
20 C, 0.667 kg/m^3
25 C, 0.656 kg/m^3.

IPCC in its Reference Manual (IPCC, 1996, vol. 3, p. 1.124) mentions values of 0.7154 at 0 C and 0.6666 for 20 C. They also mention that, considering that the density depends on the pressure and temperature, these values should be specified when citing volume measurements.

Table 4 - Default Methane Emission Factors for Distributions (Table W-7) (2)

Population Emission Factors - Distribution Mains, Gas Service[2]	
Unprotected Steel	12.58
Protected Steel	0.35
Plastic	1.13
Cast Iron	27.25
Population Emission Factors - Distribution Services, Gas Service[2]	
Unprotected Steel	0.19
Protected Steel	0.02
Plastic	0.001
Copper	0.03

Note: - For Mains, Emission Factor is in scf/mile-hour
- For Services, Emission Factor is in scf/service-hour

above grade station

M&R Stations

Table 2 below presents an overview of AD and CH_4 EFs used in the 2015 GHGIto develop CH_4 emission estimates for M&R stations. Emissions are calculated separately for stations with metering and regulating versus regulator stations, versus regulator vault (below grade) stations. AD and EFs are also stratified by station inlet pressure.

Table 2. Year 2013 M&R Station Data in the 2015 GHGI

Station Type & Inlet Pressure (psig)	AD (# stations)	AD source	CH4 EF (scf/h/station)	CH4 EF source	CH4 Emissions (MT CO2e)
M&R >300	4,095	GRI/EPA, PHMSA, EIA	179.80	GRI/EPA	3,105,893
M&R 100-300	14,945	GRI/EPA, PHMSA, EIA	95.60	GRI/EPA	6,006,585
M&R <100	7,988	GRI/EPA, PHMSA, EIA	4.31	GRI/EPA	145,225
Reg >300	4,478	GRI/EPA, PHMSA, EIA	161.90	GRI/EPA	3,057,637
Reg-Vault >300	2,650	GRI/EPA, PHMSA, EIA	1.30	GRI/EPA	14,419
Reg 100-300	13,545	GRI/EPA, PHMSA, EIA	40.50	GRI/EPA	2,313,984
Reg-Vault 100-300	6,086	GRI/EPA, PHMSA, EIA	0.15	GRI/EPA	4,620
Reg 40-100	40,648	GRI/EPA, PHMSA, EIA	1.04	GRI/EPA	178,308

A massa molecular do CH4 é:
MM=16g/mol
R=0,082atm.L/mol.K

a) Nas CNTP
T=273K
P=1atm

d=P.MM/R.T
d=1.16/(0,082.273)
d=0,715g/L

Conversion Factor:

This is the density of CH_4 and converts volume of CH_4 to mass of CH_4. The density is taken at 20°C and 1 atmosphere pressure and has a value of $0.67 \bullet 10^{-6}$ Gg m^{-3}.

Pressão

1 Bar = 14,5038 Psi

Fórmula para um resultado aproximado, multiplique o valor de pressão por 14,504

Pressão máxima 115 BAR na entrada do city gate 1667,937 psig

M&R>300 psig

GEE

TURBINA	GAS NATURAL			
Capacidade		Turbina 1	Turbina 2	Total
	MWhr	148	148	296
Consumo de combustível	m3/dia	1003578,26	1003578,26	2007156,52

1355,4 4,88 277,7459016

Quadro 4-1: emissão dos gases de efeito estufa –

Pollutant		Fator de Emissão (kg/TJ)	MWhr	TJ/H	KG/H	t/ano	Potencial de Aquecimento Global (3)	t/ano CO e	kgCOe/MWhr
CO2		56100	1713,00	6,17	345957,48	3.030.587,52	1,00	3.030.587,52	**201,96**
CH4		1,0	1713,00	6,17	6,1668	54,02	30,00	1.620,64	**0,11**
N2O		3,0	1713,00	6,17	18,5004	162,06	265,00	42.946,83	**2,86**
								3.075.154,99	**204,93**

Nota:

1. Fatores para CO2 baseados na "TABLE 2.2 DEFAULT EMISSION FACTORS FOR STATIONARY COMBUSTION IN THE ENERGY INDUSTRIES (kg of greenhouse gas per TJ on a Net Calorific Basis) - 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories" Valores default" (**Apêndice 1- Trecho 1-4)**;

2. Fatores para CH4 e N2O baseados na "TABLE 2.6 Utility Source Emissions Factors - natural gas- Combined Cycle (kg of greenhouse gas per TJ of energy input) - 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories" (Apêndice 1- Trecho 1-5)
3. Fatores baseados no Appendix 8-A do (https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WG1AR5_Chapter08_FINAL.pdf) (Apêndice 1- Trecho 1-6);

FUGITIVAS AMENTO DE EQUIPAMENTO

Fonte	Atividade		Fator de Emissão				Emissão		
	Unidade	Valor	CH4 FE (scf/mile-h)	CH4 FE (scm/km-h)	CH4 FE (scfh/station)	CH4 FE (scmh/station)	CH4 (scm/h)	CH4 (Kg/h)	CH4 (g/s)
Gasoduto	Extensão (km)	17,0	0,3500	0,0062			0,1047	0,0749	0,0208
City Gate (M&R) >300psig	Numero	1			179,8000	5,0914	5,0914	3,6424	1,0118
Total								**3,7173**	**1,0326**

Quadro 4-1: emissão dos gases de efeito estufa – fugitivas

Pollutant		Fator de Emissão (kg/MMBtu) (1)	MWhr	MMBTU/H	t/ano	Potencial de Aquecimento Global (2)	t/ano CO e
CH4					32,5635	30,00	976,91
							976,91

turbina + fugitivas **total** **3.076.131,89** **t/ano CO e**

205,00 **kgCOe/MWhr**

Referência "Table 2.2 Default Emission Factors for Stationary Combustion In the Energy Industries (kg of greenhouse gas per TJ on a Net Calorific Basis) - 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories".

TABLE 2.2
DEFAULT EMISSION FACTORS FOR STATIONARY COMBUSTION IN THE ENERGY INDUSTRIES
(kg of greenhouse gas per TJ on a Net Calorific Basis)

Fuel	CO_2			CH_4			N_2O		
	Default Emission Factor	Lower	Upper	Default Emission Factor	Lower	Upper	Default Emission Factor	Lower	Upper
Natural Gas	56 100	54 300	58 300	1	0.3	3	0.1	0.03	0.3

TABLE A–1 TO SUBPART A OF PART 98—GLOBAL WARMING POTENTIALS
[100-Year Time Horizon]

Name	CAS No.	Chemical formula	Global warming potential (100 yr.)
Carbon dioxide	124–38–9	CO_2	1
Methane	74–82–8	CH_4	21
Nitrous oxide	10024–97–2	N_2O	310
HFC–23	75–46–7	CHF_3	11,700
HFC–32	75–10–5	CH_2F_2	650
HFC–41	593–53–3	CH_3F	150
HFC–125	354–33–6	C_2HF_5	2,800
HFC–134	359–35–3	$C_2H_2F_4$	1,000
HFC–134a	811–97–2	CH_2FCF_3	1,300
HFC–143	430–66–0	$C_2H_3F_3$	300
HFC–143a	420–46–2	$C_2H_3F_3$	3,800
HFC–152	624–72–6	CH_2FCH_2F	53
HFC–152a	75–37–6	CH_3CHF_2	140
HFC–161	353–36–6	CH_3CH_2F	12
HFC–227ea	431–89–0	C_3HF_7	2,900
HFC–236cb	677–56–5	$CH_2FCF_2CF_3$	1,340
HFC–236ea	431–63–0	CHF_2CHFCF_3	1,370
HFC–236fa	690–39–1	$C_3H_2F_6$	6,300
HFC–245ca	679–86–7	$C_3H_3F_5$	560
HFC–245fa	460–73–1	$CHF_2CH_2CF_3$	1,030
HFC–365mfc	406–58–6	$CH_3CF_2CH_2CF_3$	794
HFC–43–10mee	138495–42–8	$CF_3CFHCFHCF_2CF_3$	1,300
Sulfur hexafluoride	2551–62–4	SF_6	23,900
Trifluoromethyl sulphur pentafluoride	373–80–8	SF_5CF_3	17,700
Nitrogen trifluoride	7783–54–2	NF_3	17,200
PFC–14 (Perfluoromethane)	75–73–0	CF_4	6,500
PFC–116 (Perfluoroethane)	76–16–4	C_2F_6	9,200
PFC–218 (Perfluoropropane)	76–19–7	C_3F_8	7,000

TABLE 2.6
UTILITY SOURCE EMISSION FACTORS

		Emission factors[1] (kg/TJ energy input)	
Basic technology	**Configuration**	**CH_4**	**N_2O**
Liquid Fuels			
Residual Fuel Oil/Shale Oil Boilers	Normal Firing	r 0.8	0.3
	Tangential Firing	r 0.8	0.3
Gas/Diesel Oil Boilers	Normal Firing	0.9	0.4
	Tangential Firing	0.9	0.4
Large Diesel Oil Engines >600hp (447kW)		4	NA
Solid Fuels			
Pulverised Bituminous Combustion Boilers	Dry Bottom, wall fired	0.7	r 0.5
	Dry Bottom, tangentially fired	0.7	r 1.4
	Wet Bottom	0.9	r 1.4
Bituminous Spreader Stoker Boilers	With and without re-injection	1	r 0.7
Bituminous Fluidised Bed Combustor	Circulating Bed	1	r 61
	Bubbling Bed	1	r 61
Bituminous Cyclone Furnace		0.2	1.6
Lignite Atmospheric Fluidised Bed		NA	r 71
Natural Gas			
Boilers		r 1	n 1
Gas-Fired Gas Turbines >3MW		r 4	n 1
Large Dual-Fuel Engines		r 258	NA
Combined Cycle		n 1	n 3

Analisando o documento do inventário de emissões de GEE da NF2, percebemos alguns pontos que gostaríamos de discutir com você.

1. **Fatores de emissão do gás natural:** entendemos que ao consultar a referência do IPCC, você adotou o "upper limit" dos gases. Usualmente, em nossos inventários de GEE na NF (que são apresentados ao INEA anualmente e auditados por uma parte independente) utilizamos o valor "default". Além disso, para o caso de CH4 e N2o, consideramos os valores de ciclo combinado apresentados na tabela 2.6 do mesmo relatório.
2. **GWP:** consideramos os valores do AR-5 (https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WG1AR5_Chapter08_FINAL.pdf) sendo: CH4= 30 e N2O=265 (Appendix 8.A)

Estamos à disposição caso você queira conversar sobre isso.

O Observatório do Clima (SEEG) na sua Coleção 6 - Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa do Brasil 1970–2017, São Paulo, Novembro de 2018 (http://seeg.observatoriodoclima.eco.br) indica uma emissão de gases do efeito estufa pelo setor de energia de 431Mt/ano CO2e em 2017. A geração de energia representa cerca de 11% do setor de energia – 59 Mt/ano CO2e.

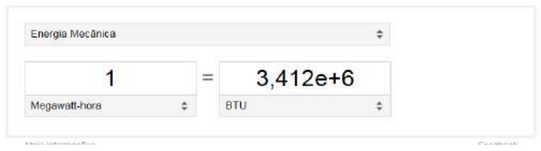
2017			**NF2**
energia	**431000000 t/ano CO e**		**0,71** %
geração	**59000000 t/ano CO e**		**5,21** %

valores de ciclo combinado apresentados na tabela 2.6

Utility Source Emissions Factors - natural gas- Combined Cycle -

Megawatt hours to terajoules conversion factor

1 megawatt hour is equal to 0,0036 terajoules



QUADRO 4-1: EMISSÕES DE GEE PROVENIENTES DA UTE NF2 - (ESCOPO 1) - CENÁRIO I - CICLO COMBINADO

	POLUENTE	FATOR DE EMISSÃO (KG/TJ) (1)	MWHR	TJ/H	KG/H	T/ANO	POTENCIAL DE AQUECIMENTO GLOBAL (2)	T/ANO CO2 E
Turbinas	CO2	58.300,0	1.355,40	4,88	284.471,35	2.491.969,04	1,00	2.491.969,04
	CH4	3,0	1.355,40	4,88	14,64	128,23	21,00	2.692,87
	N2O	0,3	1.355,40	4,88	1,46	12,82	310,00	3.975,18
	Sub-Total							2.498.637,09
ugitivas iasoduto City iate (3)	CH4					36,81	21.00	773.06
	TOTAL							2.499.410,16

egenda
H4 - taxa de emissão de metano; e
I20 - taxa de emissão de óxidos nitrosos;
quivalente.

CO2 - taxa de emissão de dióxido de carbono; e
CO2e - taxa de emissão de dióxido de carbono

ota:
1) Fatores baseados na "TABLE 2.2 DEFAULT EMISSION FACTORS FOR STATIONARY COMBUSTION IN THE ENERGY INDUSTRIES (kg of greenhouse gas per TJ on a Net Calorific Basis) - 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories" (**Apêndice 1- Trecho 1-4**);
(2) Fatores baseados na tabela A-1 do "40 CFR 98 Mandatory Greenhouse Gas Reporting" (**Apêndice 1- Trecho 1.5**); e
(3) Emissão de metano do **Quadro 3-2**.

Fonte	Atividade		Fator de Emissão				Emissão		
	Unidade	Valor	CH4 FE (scf/mile-h)	CH4 FE (scm/km-h)	CH4 FE (scfh/station)	CH4 FE (scmh/station)	CH4 (scm/h)	CH4 (Kg/h)	CH4 (g/s)
Gasoduto	Extensão (km)	6,5	0,3500	0,0062			0,0400	0,0286	0,0080
City Gate (M&R) >300psig	Numero	1			179,8000	5,0914	5,0914	3,6424	1,0118
Total								**3,6710**	**1,0197**

GASODUTO
CITY

T/ANO
0,250868 GASODUTO
31,90729 CITYGATE
32,15816

conversão

multiplicar

Cubic feet (ft^3)	Cubic metres (m^3)	0.028317
Mile	Kilometer	1.6093

Weight Units:

1 lb = 0.4536 kg

According to my application of Avogadro, for the same pressure, I find the following values:
0 C, 0.716 kg/m^3.
15 C, 0.678 kg/m^3 (which coincides with Aire Liquide)
20 C, 0.667 kg/m^3
25 C, 0.656 kg/m^3.

IPCC in its Reference Manual (IPCC, 1996, vol. 3, p. 1.124) mentions values of 0.7154 at 0 C and 0.6666 for 20 C. They also mention that, considering that the density depends on the pressure and temperature, these values should be specified when citing volume measurements.

city gate areapoy 10000 m2 1,012E-04 g/m2/s

gasoduto areapoy 13 208 m2 3,825E-05 g/m2/s

Table 4 - Default Methane Emission Factors for Distributions (Table W-7) (2)

Population Emission Factors - Distribution Mains, Gas Service[2]	
Unprotected Steel	12.58
Protected Steel	0.35
Plastic	1.13
Cast Iron	27.25
Population Emission Factors - Distribution Services, Gas Service[2]	
Unprotected Steel	0.19
Protected Steel	0.02
Plastic	0.001
Copper	0.03

Note: - *For Mains, Emission Factor is in scf/mile-hour*
- *For Services, Emission Factor is in scf/service-hour*

above grade station

Converter de (Sistema Métrico)	Para	Multiplicar por
quilogramas por centímetro² (kg/cm²)	quilogramas por milímetro² (kg/mm²)	0.01
quilogramas por centímetro² (kg/cm²)	libras por polegada quadrada (psi)	14.22334

M&R Stations

Table 2 below presents an overview of AD and CH_4 EFs used in the 2015 GHGI to develop CH_4 emission estimates for M&R stations. Emissions are calculated separately for stations with metering and regulating, versus regulator stations, versus regulator vault (below grade) stations. AD and EFs are also stratified by station inlet pressure.

Table 2. Year 2015 M&R Station Data in the 2015 GHGI

Station Type & Inlet Pressure (psig)	AD (# stations)	AD source	CH_4 EF (scf/h/station)	CH_4 EF source	CH_4 Emissions (MT CO_2e)
M&R >300	4,095	GRI/EPA, PHMSA, EA	179.80	GRI/EPA	3,105,933
M&R 100-300	14,946	GRI/EPA, PHMSA, EA	95.60	GRI/EPA	6,030,595
M&R <100	7,988	GRI/EPA, PHMSA, EA	4.31	GRI/EPA	345,225
Reg >300	4,478	GRI/EPA, PHMSA, EA	161.90	GRI/EPA	3,057,637
Reg-Vault >300	2,693	GRI/EPA, PHMSA, EA	1.30	GRI/EPA	14,419
Reg 100-300	13,548	GRI/EPA, PHMSA, EA	48.50	GRI/EPA	2,313,694
Reg-Vault 100-300	6,086	GRI/EPA, PHMSA, EA	0.35	GRI/EPA	4,910
Reg 40-100	40,648	GRI/EPA, PHMSA, EA	1.04	GRI/EPA	178,388

Pressão máxima 99, 9985 kgf/cm² na entrada do city gate 1422,313 psig

A massa molecular do CH4 é:
MM=16g/mol
R=0,082atm.L/mol.K

a) Nas CNTP
T=273K
P=1atm

d=P.MM/R.T
d=1.16/(0,082.273)
d=0,715g/L

Conversion Factor:

This is the density of CH_4 and converts volume of CH_4 to mass of CH_4. The density is taken at 20°C and 1 atmosphere pressure and has a value of $0.67 \bullet 10^{-6}$ Gg m^{-3}.

Table 6-1. Facility-Level Average Fugitive Emission Factors

Source	Emission Factor Original Units	Precision (± %) [a]	Gas Content Basis of Factor	Emission Factor [b] Converted Units
Production				
Onshore gas production	57.21 lb $CH_4/10^6$scf produced	44	78.8 mole % CH_4	2.595E-02 tonnes CH_4/scf 9.164E-01 tonnes CH_4/m^3
Offshore gas production	22.88 lb $CH_4/10^6$scf produced	Not available	78.8 mole % CH_4	1.038E-02 tonnes CH_4/scf 3.665E-01 tonnes CH_4/m^3
Onshore oil production	0.5164 lb CH_4/bbl produced	Not available	78.8 mole % CH_4	2.342E-04 tonnes CH_4/bbl 1.473E-03 tonnes CH_4/m^3
Offshore oil production	0.2066 lb CH_4/bbl produced	Not available	78.8 mole % CH_4	9.371E-05 tonnes CH_4/bbl 5.894E-04 tonnes CH_4/m^3
Gas processing plants	64.32 lb $CH_4/10^6$scf processed	69	87 mole % CH_4	2.918E-02 tonnes CH_4/scf 1.030E+00 tonnes CH_4/m^3
Gas storage stations	1,489,000 lb CH_4/station	57	93.4 mole % CH_4	6.754E+02 tonnes CH_4/station
Gas transmission pipelines				
CH_4 from pipeline leaks	7,923 lb CH_4/mile-yr	84	93.4 mole % CH_4	3.594E+00 tonnes CH_4/mile-yr 2.233E+00 tonnes CH_4/km-yr
CO_2 from oxidation [c]	7.59 lb CO_2/mile-yr	65	2 mole % CO_2	3.443E-03 tonnes CO_2/mile-yr 2.139E-03 tonnes CO_2/km-yr
CO_2 from pipeline leaks	466.7 lb CO_2/mile-yr	84	2 mole % CO_2	2.117E-01 tonnes CO_2/mile-yr 1.315E-01 tonnes CO_2/km-yr
Crude transmission pipelines	Negligible		Negligible	
Gas distribution pipelines				
CH_4 from pipeline leaks	3,551 lb CH_4/mile-yr	48	93.4 mole % CH_4	1.611E+00 tonnes CH_4/mile-yr 1.001E+00 tonnes CH_4/km-yr
CO_2 from oxidation [c]	1,237 lb CO_2/mile-yr	69	2 mole % CO_2	5.611E-01 tonnes CO_2/mile-yr 3.486E-01 tonnes CO_2/km-yr
CO_2 from pipeline leaks	235.6 lb CO_2/mile-yr	45	2 mole % CO_2	1.069E-01 tonnes CO_2/mile-yr 6.640E-02 tonnes CO_2/km-yr
Refining [d]	0.53 kg THC/m^3 crude feedstock	Not available		8.43E-05 tonnes THC/bbl feedstock 5.30E-04 tonnes THC/m^3 feedstock

Source: Shires, T.M. and C.J. Loughran. *GHGCalc Version 1.0 Emission Factor Documentation*, Draft, Gas Technology Institute (GTI), January 2002, Tier 1 fugitive emission factors from Table 4-26.

[a] Precision is based on a 90% confidence interval from the data used to develop the original emission factor.

[b] The CH_4 emission factors can be adjusted based on the relative concentrations of CH_4 and CO_2 to estimate CO_2 emissions

[c] A portion of CH_4 emitted from underground pipeline leaks is oxidized to form CO_2

[d] Source: European Environment Agency (EEA), *Joint EMEP/CORINAIR Atmospheric Emission Inventory Guidebook*, Third Edition, EEA, Copenhagen, 2001, updated October 2002. Refinery fugitive emission factor from Group 4, page B411-9, which is based on: Canadian Petroleum Products Institute (CPPI) and Environment Canada. *Atmospheric Emissions from Canadian Petroleum Refineries and the Associated Gasoline Distribution System for 1988*, CPPI and Environment Canada, CPPI Report No. 91-7, prepared by B.H. Levelton & Associates Ltd. and RTM Engineering Ltd., 1991. Refinery fugitive emission factor is on a total hydrocarbon (THC) basis and must be converted to a CH_4 basis using a site-specific or assumed CH_4 stream content. However, refineries tend to have insignificant CH_4 fugitive equipment leak emissions.

Inventário das Emissões de Gases do Efeito Estufa – Cenário I

UTE Norte Fluminense 2

Licença Prévia para o Projeto de Implantação de Usina Termelétrica

INVENTÁRIO DE EMISSÃO DE GASES DO EFEITO ESTUFA

UTE NF2

APRESENTAÇÃO

O inventário aqui apresentado refere-se às emissões de Gases do Efeito Estufa –GEE, provenientes da operação da UTE Norte Fluminense 2 – Cenário I. O empreendimento se localiza no município de Macaé, no Estado do Rio de Janeiro.

O empreendimento envolve as seguintes unidades:

- ✓ UTE NF2
- ✓ City Gate
- ✓ Gasoduto

A UTE NF2 irá gerar, um total de 1.713 MW, em ciclo combinado. A Turbina a Gás utilizada é da Siemens modelo SGT6- 9000HL, que permite eficiência em ciclo combinado, superior a 63%.

O gás natural que alimentará a UTE Norte Fluminense 2 será fornecido através do City-Gate, derivado do gasoduto no volume de 6.730.000 Nm³/dia. O gasoduto UTE NF2 será enterrado e terá 17 km de extensão.

Índice

1.0 Introdução 3
1.1 UTE Norte Fluminense II - Descrição 3
1.2 Gasoduto UTE NF2 - Descrição 4
1.3 City Gate da UTE NF2 - Descrição 4
2.0 Sistema de Controle Adotado e Atendimento aos Padrões de Emissão - Fugitivas 5
3.0 Emissão Fugitiva de Metano - Vazamento de Equipamentos - Cenário I 5
4.0 Inventário de Gases do Efeito Estufa (GEE) - Cenário I 8
5.0 Parâmetros de Modelagem 9
6.0 Bibliografia 9

Apêndices:

- Apêndice 1: Trechos Originais
- Apêndice 2: Inputs para a Modelagem
- Apêndice 3: Memória de Cálculo

Lista de Quadros

Quadro 1- 1: Dados da Turbina da UTE NF2 4
Quadro 1- 2: Dados do Gasoduto da UTE NF2 4

Quadro 3- 1: Estimativa de Emissão de COVs – vazamento de equipamentos 6
Quadro 3- 2: Emissão Fugitiva Metano – Vazamento de Equipamentos- Gasoduto e City Gate 7

Quadro 4- 1: Emissões de GEE Provenientes da UTE NF2 - (Escopo 1) - Cenário I 8

Quadro A1- 1: Emissão de Poluentes do Ar - fonte areapoly - UTE .NF2- Cenário I 18

Lista de Trechos

Trecho 1- 1: Referência " Inventário de Emissão de Poluentes do Ar – Vazamento de Equipamentos"....10

Trecho 1- 2: item 3 - Emissão Fugitiva de Metano - Vazamento de Equipamentos no Gasoduto....11

Trecho 1- 3: item 3 - Emissão Fugitiva de Metano - Vazamento de Equipamentos....12

Trecho 1- 4: item 4 Emissão de Gases do Efeito Estufa....13

Trecho 1- 5: item 4 Emissão de Gases do Efeito Estufa....14

Trecho 1- 6: item 4 Emissão de Gases do Efeito Estufa (GEE)....15

1.0 Introdução

O **Termo de Referência – TR** (Processo IBAMA: Nº 02001.006482/2019-45), para o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) - Licenciamento Ambiental da UTE Norte Fluminense II, Macaé/RJ, visando a obtenção de **Licença Prévia -** define os **Procedimentos para o Licenciamento** e determina que a avaliação dos impactos ambientais deve considerar: (1) os impactos relacionados especificamente com o empreendimento e instalações associadas (**Cenário I**); e (2) bem como os efeitos cumulativos e/ ou sinérgicos de origem natural e antrópica, principalmente com relação a projetos propostos, em implantação ou em operação na mesma área de influência (**Cenário II**);.

No **item 3.5** - **Descrição do Empreendimento** - Para os Efluentes Gasosos (emissões atmosféricas) o **TR** determina:

> Apresentar a estimativa das emissões de gases do efeito estufa, conforme fatores de emissão e metodologias de cálculo estabelecidas em documentos de referência reconhecidamente aceitos para a aplicação aqui proposta (por ex.: "Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories (IPCC)" ou "Tool to Calculate Project or Leakage of CO2 emissions from Fossil Fuel Combustion (UNFCCC)".
>
> O inventário de emissões de Gases de Efeito Estufa, deverá indicar:
>
> 8.1. Taxas anuais;
>
> 8.2. Taxa por unidade de energia gerada [tGEE/MWh]; e
>
> 8.3. Contribuição do empreendimento à elevação do inventário nacional para o setor elétrico.

O inventário de GEE inclui o inventario de emissões fugitivas de metano e analisa as seguintes unidades do empreendimento:

- ✓ UTE NF2
- ✓ City Gate
- ✓ Gasoduto

1.1 UTE Norte Fluminense 2 - Descrição

A Usina Termelétrica Norte Fluminense 2 empregará sistema de geração a ciclo combinado, para a produção total de 1.713 MWhr.

A **UTE NF2** utilizará a turbina como componente principal de módulo com configuração Siemens 3 x 1 x 1 x 1 SGT6-9000HL que inclui a turbina a gás, caldeira de recuperação de calor e turbina a vapor.

A **UTE NF2** utilizará 3 módulos de 571 MWhr. No **Quadro 1-1** estão apresentados os dados técnicos principais da UTE NF2.

Quadro 1- 1: Dados da Turbina da UTE NF2

	Turbina Ciclo Combinado Siemens 3 x 1 x 1 x 1 SGT6-9000HL			
	1 unidade	**1 unidade**	**1 unidade**	**Total de 3 unidades**
Potência instalada bruta (objeto da LP)	571 MW	571 MW	571 MW	1.713 MW
Combustível (1)	Gás natural	Gás natural	Gás natural	-
Consumo do Combustível (1)	2.243.333,33 m^3/dia	2.243.333,33 m^3/dia	2.243.333,33 m^3/dia	6.730.000,00 m^3/dia

Nota:

(1) Dados fornecidos pelo Gerente de Projetos e Engenharia da EDF.

1.2 Gasoduto UTE NF2 - Descrição

No **Quadro 1-2** estão apresentados os dados do gasoduto.

Quadro 1- 2: Dados do Gasoduto da UTE NF2

	Tanque de Diesel
Características	Tubo enterrado de aço carbono API 5L Grau X60 PSL-2
Extensão	17 km
Diametro nominal	14"
Vazão	6.730.000 m³/dia
Pressão máxima	115 bar na entrada do city gate

Nota:

(1) Dados fornecidos pelo Gerente de Projetos e Engenharia da EDF.

1.3 City Gate da UTE NF2 - Descrição

O City-Gate, será composto basicamente das seguintes instalações:

- Filtragem
- Regulagem de pressão
- IP
- Medição de vazão
- Medição de gás de suprimento de instrumentação
- Sistema de controle local
- Sistema Supervisório
- Utilidades

Não há previsão de aquecimento do gás.

2.0 Sistema de Controle Adotado e Atendimento aos Padrões de Emissão -Fugitivas

A movimentação de combustível através de dutos e bombas resulta em pequena emissão de COVs por perda não intencional. A resolução CONAMA 382 não fixa padrão de emissão para hidrocarbnetos/COV.

As emissões fugitivas de metano provenientes de vazamento de equipamentos serão controladas por um programa de inspeção áudio/visual/olfatório (AVO) para detecção de vazamento. Como o gás natural é odorizado com pequenas quantidades de mercaptanas o programa AVO atende.

Os dutos serão fornecidos por fabricante tradicional com experiência comprovada e serão de aço carbono API 5L X60, fabricados com revestimento anticorrosivo interno e externo.

3.0 Emissão Fugitiva de Metano - Vazamento de Equipamentos - Cenário I

A equação básica do algoritmo de estimativa das emissões, segundo a EPA (1999; 1997b) para fatores sem controle pode ser expressa como:

E = A x FE x (1 – ER/100)

Onde,

E - Estimativa da emissão para a fonte;
A – Nível de atividade;
FE – Fator de emissão sem controle; e
ER – Eficiência global da redução das emissões, expressa em porcentagem e igual a eficiência do mecanismo de captura versus a eficiência do mecanismo de controle.

Para fatores de emissão com controle, o termo (1 – ER/100) já está incorporado, sendo a equação simplificada e representada como:

E = A x FE

Onde,

E - Estimativa da emissão para a fonte;

A – Nível de atividade; e

FE – Fator de emissão com controle

TURBINA

O projeto da TURBINA usará várias bombas, conexões, válvulas, flanges, etc. que são fontes fugitivas de emissão de COVs.

A estimativa das emissões para cada tipo de componente pode ser feita utilizando fatores de emissão da seguinte literatura:

> *"1995 Protocol for Equipment Leak Emission Estimate, EPA-453 R-95-017 Tabela 2-2 "Oil &Gas Production Operations Average Emissions Factors".*

O **Quadro 3-1** a seguir apresenta a base de cálculo das emissões de COVs provenientes do vazamento em equipamentos.

Quadro 3- 1: Fatores - Estimativa de Emissão de COVs – vazamento de equipamentos

Componente	Serviço	Fator de Emissão	N.º de componentes		Emissão de COV	
		kg/h/fonte (1)	N.º (2)	total	kg/h	g/s
Válvulas	Líquido pesado	0.00023	ND			
Bombas	Líquido pesado	0.02100	ND			
Conexões	Líquido pesado	0.00025	ND			
Conexões de amostragem	Líquido pesado	0.01500	ND			
Open-end linhas	Líquido pesado	0.00230	ND			
Total de Emissões Fugitivas de Equipamentos						

Nota:
*1- Fator de Emissão Utilizado - "EPA-453 R-95-017 Tabela 2-2 para Refinery Average Emissions Factors" **(Apêndice A –Trecho Original 1-1**).*
2- Número de componentes - não disponível nessa fase do projeto.

As informações sobre o número de componentes estarão disponíveis após o detalhamento do projeto e assim nessa fase de projeto não existe condição para a estimativa dessas emissões.

Essas emissões não são siginificativas.

GASODUTO e CITY GATE

Existem vários métodos para a estimativa das emissões de metano provenientes de vazamento em equipamentos (componentes Válvulas, Bombas, Conexões, Conexões de amostragem e Open-end linhas) utilizados nos sistemas de distribuição de gás natural. A seleção do método para estimar as emissões deve considerar os dados disponíveis para a estimativa.

A Referência "API American Petroleum Institute, Compendium of Green House Gas Emissions Methodologies for the Oil and Gas Industry, February 2004", aborda metodologias em três níveis:

1. Fator de emissão nível empreendimento (Tabela VII-2 da referência) - mais simples e usado quando não existe disponibilidade da contagem de componentes;
2. Fator de emissão nível equipamento; e
3. Fator de emissão nível componente médio - requer a contagem do número de componentes.

Segundo o API o uso da primeira alternativa é aceitável quando a emissão não é significativa.

Considerando a não disponibilidade, nessa fase do projeto, da contagem do número de componentes no City Gate e Gasoduto, será utilizada a abordagem do fator de emissão "nível empreendimento". Existem várias fontes para esses fatores.

Para o Gasoduto será usado o dado da referência “EPA, 40 CFR Part 98, Subpart W, Table W-7 of Subpart W of Part 98 - Default Methane Emission Factors for Natural Gas Distribution" para aço protegido **(Apêndice A –Trecho Original 1-2**).

Para o City Gate será usado o dado do "EPA - Inventory of U.S. Greenhouse Gas Emissions and Sinks 1990-2014: Revisions to Natural Gas Distribution Emissions, April 2016" para M&R Station (City Gate - above grate) maior que 300 psig- na entrada do City Gate **(Apêndice A –Trecho Original 1-3**).

O **Quadro 3-2** mostra as emissões de metano (hidrocarbonetos) provenientes do gasoduto e City Gate (M&R Stations).

Quadro 3- 2: Emissão Fugitiva Metano – Vazamento de Equipamentos - Gasoduto e City Gate

Fonte	Atividade		Fator de Emissão				Emissão		
	Unid.	Valor	CH_4 FE (1) (scf/mile-h)	CH_4 FE (scm/km-h)	CH_4 FE (2) (scfh/station)	CH_4 FE (scmh/station)	CH_4 (scm/h)	CH_4 (Kg/h)	CH_4 (g/s)
Gasoduto	Extensão	17 (km)	0,3500	0,0062	-	-	0,1047	0,0749	0,0208
City Gate (M&R) >300 psig	Numero	1	-	-	179,8000	5,0914	5,0914	3,6424	1,0118
Total								**3,7173**	**1,0326**

Nota:
(1)- Fator de Emissão Utilizado - "40 CFR Part 98, Subpart W, Table W-7 of Subpart W of Part 98 - Default Methane Emission Factors for Natural Gas Distribution" **(Apêndice A –Trecho Original 1-2**).

(2)- Fator de Emissão Utilizado - "EPA - Inventory of U.S. Greenhouse Gas Emissions and Sinks 1990-2014: Revisions to Natural Gas Distribution Emissions, April 2016" para M&R Station (City Gate - above grate) maior que 300 psig **(Apêndice A –Trecho Original 1-3**).

4.0 Inventário de Gases do Efeito Estufa (GEE) - Cenário I

A queima de combustíveis produz emissão dos seguintes Gases do Efeito Estufa (GEE): dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) e óxido nitroso (N_2O). O monóxido de carbono contribui com a maior parte dos **GEE** numa turbina.

Foram estimadas para o empreendimento **UTE NF2** as Emissões Diretas de GEE (Escopo 1). As taxas de emissão dos GEE foram calculadas pela multiplicação do fator de emissão pela potência ou consumo de gás na **UTE NF2**. Os valores de emissões de gases de efeito estufa foram normalizados de acordo com o equivalente em CO_2, conforme os diferentes potenciais de aquecimento global do CH_4 e N_2O.

O total de emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE) da **UTE NF2** (ciclo combinado) apurado foi de **3.000.734,05 t CO_2 e/ano** (**Quadro 4-** 1).

Quadro 4- 1: Emissões de GEE Provenientes da UTE NF2 - (Escopo 1) - Cenário I

	Poluente	Fator de Emissão (kg/TJ)	MWhr	TJ/h	Kg/h	t/ano	Potencial de Aquecimento Global (3)	t/ano CO2 e	tCO2 e/MWh
Turbinas	CO_2	56.100,0	1.713	6,17	345.957,48	3.030.587,52	1,00	3.030.587,52	
	CH_4	1,0	1.713	6,17	6,1668	54,02	30,00	1.620,64	
	N_2O	3,0	1.713	6,17	18,5004	162,06	265,00	42.946,83	
	Sub-Total							**3.075.154,49**	**204,93**
Fugitivas Gasoduto e City Gate (4)	CH4				3,72	32,56	30.00	976,91	-
	TOTAL							**3.076.131,89**	**205,00**

Legenda
CH4 - taxa de emissão de metano;
N20 - taxa de emissão de óxidos nitrosos;
CO2 - taxa de emissão de dióxido de carbono; e
CO2e - taxa de emissão de dióxido de carbono equivalente.

Nota:
(1) CO2 - Fatores baseados na "TABLE 2.2 DEFAULT EMISSION FACTORS FOR STATIONARY COMBUSTION IN THE ENERGY INDUSTRIES (kg of greenhouse gas per TJ on a Net Calorific Basis) - 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories" – valores *default* (**Apêndice 1- Trecho 1-4)**;
(2) CH4 e N2O - Fatores baseados na " TABLE 2.6 Utility Source Emissions Factors - Natural Gas- Combined Cycle (kg of greenhouse gas per TJ of energy input) - 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories" (**Apêndice 1- Trecho 1-5)**;

(3) Fatores baseados no Appendix 8-A Anthropogenic and Natural Radiative Forcing, Chapter: wg1-ar5-chapter08-finaL (https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WG1AR5_Chapter08_FINAL.pdf). (**Apêndice 1-Trecho 1-6)**; e

(4) Emissão de metano do **Quadro 3-2**.

O Observatório do Clima (SEEG) na sua Coleção 6 - Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa do Brasil 1970–2017, São Paulo, Novembro de 2018 (http://seeg.observatoriodoclima.eco.br) indica uma emissão de gases do efeito estufa pelo setor de energia de 431Mt/ano CO2e em 2017. A geração de energia representa cerca de 11% do setor de energia – 59 Mt/ano CO2e.

A **UTE NF2** irá representar um incremento de 0,71% nas emissões de GEE do setor de energia e de 5,21% do setor de geração de energia.

5.0 Parâmetros de Modelagem

Para a modelagem das emissões fugitivas do gasoduto de 0,0208 g/s de metano sugere-se a utilização de 13 fontes tipo areapoly, com 0.5 m de altura e 4 vértices.

Para a modelagem da emissão do City Gate de 1,0118 g/s de metano sugere-se a utilização de 1 fonte tipo areapoly, com 2,0 m de altura e 4 vértices.

6.0 Bibliografia

1. Chapter 8: Appendix 8-A. Anthropogenic and Natural Radiative Forcing, Chapter: wg1-ar5-chapter08-finaL (https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WG1AR5_Chapter08_FINAL.pdf).
2. Compendium of Greenhouse Gas Emissions Methodologies for The Oil and Gas Industry, American Petroleum Institute-API, February 2004.
3. 40 CFR Part 98, Subpart W, Table W-7 of Subpart W of Part 98 - Default Methane Emission Factors for Natural Gas Distribution.
4. EPA - Inventory of U.S. Greenhouse Gas Emissions and Sinks 1990-2014: Revisions to Natural Gas Distribution Emissions, April 2016.
5. Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa do Brasil 1970–2017- Coleção 6, Observatório do Clima (SEEG), São Paulo, novembro de 2018 (http://seeg.observatoriodoclima.eco.br).
6. Ficha de Informação de Segurança de Produto Químico - FISPQ Nº: Pb0027_P.
7. Improving Methane Emission Estimates for Natural Gas Distribution Companies, Phase II – PE Pipes, Gas Technology Institute, Des Plaines, Illinois, November 2013.
8. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.
9. *1995 Protocol for Equipment Leak Emission Estimate, EPA-453 R-95-017 Table 2-2 "Oil &Gas Production Operations Average Emissions Factors.*
10. Tool to calculate project or leakage CO2 emissions from fossil fuel combustion" UNFCCC/CCNUCC.

APÊNDICE 1 – TRECHOS ORIGINAIS

Trecho 1- 1: Referência " Inventário de Emissão de Poluentes do Ar – Vazamento de Equipamentos"

"1995 Protocol for Equipment Leak Emission Estimate, EPA-453 R-95-017 Tabela 2-2 "Oil &Gas Production Operations Average Emissions Factors".

TABLE 2-2. REFINERY AVERAGE EMISSION FACTORS[a]

Equipment type	Service	Emission factor (kg/hr/source)[b]
Valves	Gas	0.0268
	Light liquid	0.0109
	Heavy liquid	0.00023
Pump seals[c]	Light liquid	0.114
	Heavy liquid	0.021
Compressor seals	Gas	0.636
Pressure relief valves	Gas	0.16
Connectors	All	0.00025
Open-ended lines	All	0.0023
Sampling connections	All	0.0150

[a]Source: Reference 2.

[b]These factors are for non-methane organic compound emission rates.

[c]The light liquid pump seal factor can be used to estimate the leak rate from agitator seals.

Trecho 1- 2: item 3 - Emissão Fugitiva de Metano - Vazamento de Equipamentos no Gasoduto

Cálculo Emissão

Referência "40 CFR Part 98, Subpart W, Table W-7 of Subpart W of Part 98 - Default Methane Emission Factors for Natural Gas Distribution"

Table 4 - Default Methane Emission Factors for Distributions (Table W-7) (2)

Population Emission Factors - Distribution Mains, Gas Service[2]	
Unprotected Steel	12.58
Protected Steel	0.35
Plastic	1.13
Cast Iron	27.25
Population Emission Factors - Distribution Services, Gas Service[2]	
Unprotected Steel	0.19
Protected Steel	0.02
Plastic	0.001
Copper	0.03

Note: - For Mains, Emission Factor is in scf/mile-hour
- For Services, Emission Factor is in scf/service-hour

"

Trecho 1- 3: item 3 - Emissão Fugitiva de Metano - Vazamento de Equipamentos no City Gate

Cálculo Emissão

Referência "EPA - Inventory of U.S. Greenhouse Gas Emissions and Sinks 1990-2014: Revisions to Natural Gas Distribution Emissions, April 2016" para M&R Station (City Gate - above grate) maior que 300 psig.

M&R Stations

Table 2 below presents an overview of AD and CH_4 EFs used in the 2015 GHGI to develop CH_4 emission estimates for M&R stations. Emissions are calculated separately for stations with metering and regulating, versus regulator stations, versus regulator vault (below grade) stations. AD and EFs are also stratified by station inlet pressure.

Table 2. Year 2013 M&R Station Data in the 2015 GHGI

Station Type & Inlet Pressure (psig)	AD (# stations)	AD source	CH_4 EF (scfh/station)	CH_4 EF source	CH_4 Emissions (MT CO_2e)
M&R >300	4,095	GRI/EPA, PHMSA, EIA	179.80	GRI/EPA	3,105,893
M&R 100-300	14,946	GRI/EPA, PHMSA, EIA	95.60	GRI/EPA	6,026,586
M&R <100	7,988	GRI/EPA, PHMSA, EIA	4.31	GRI/EPA	145,225
Reg >300	4,478	GRI/EPA, PHMSA, EIA	161.90	GRI/EPA	3,057,637
Reg-Vault >300	2,630	GRI/EPA, PHMSA, EIA	1.30	GRI/EPA	14,419
Reg 100-300	13,545	GRI/EPA, PHMSA, EIA	40.50	GRI/EPA	2,313,904
Reg-Vault 100-300	6,086	GRI/EPA, PHMSA, EIA	0.18	GRI/EPA	4,620
Reg 40-100	40,648	GRI/EPA, PHMSA, EIA	1.04	GRI/EPA	178,308

Trecho 1- 4: item 4 Emissão de Gases do Efeito Estufa

Cálculo Emissão

Referência "Table 2.2 Default Emission Factors for Stationary Combustion In the Energy Industries (kg of greenhouse gas per TJ on a Net Calorific Basis) - 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories".

TABLE 2.2
DEFAULT EMISSION FACTORS FOR STATIONARY COMBUSTION IN THE ENERGY INDUSTRIES
(kg of greenhouse gas per TJ on a Net Calorific Basis)

Fuel	CO_2			CH_4			N_2O		
	Default Emission Factor	Lower	Upper	Default Emission Factor	Lower	Upper	Default Emission Factor	Lower	Upper
Natural Gas	56 100	54 300	58 300	1	0.3	3	0.1	0.03	0.3

Trecho 1- 5: item 4 Emissão de Gases do Efeito Estufa

Cálculo Emissão

Referência " TABLE 2.6- Utility Source Emissions Factors - Natural Gas- Combined Cycle (kg of greenhouse gas per TJ of energy input) - 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories"

TABLE 2.6
UTILITY SOURCE EMISSION FACTORS

		Emission factors[1] (kg/TJ energy input)	
Basic technology	**Configuration**	**CH_4**	**N_2O**
Liquid Fuels			
Residual Fuel Oil/Shale Oil Boilers	Normal Firing	r 0.8	0.3
	Tangential Firing	r 0.8	0.3
Gas/Diesel Oil Boilers	Normal Firing	0.9	0.4
	Tangential Firing	0.9	0.4
Large Diesel Oil Engines >600hp (447kW)		4	NA
Solid Fuels			
Pulverised Bituminous Combustion Boilers	Dry Bottom, wall fired	0.7	r 0.5
	Dry Bottom, tangentially fired	0.7	r 1.4
	Wet Bottom	0.9	r 1.4
Bituminous Spreader Stoker Boilers	With and without re-injection	1	r 0.7
Bituminous Fluidised Bed Combustor	Circulating Bed	1	r 61
	Bubbling Bed	1	r 61
Bituminous Cyclone Furnace		0.2	1.6
Lignite Atmospheric Fluidised Bed		NA	r 71
Natural Gas			
Boilers		r 1	n 1
Gas-Fired Gas Turbines >3MW		r 4	n 1
Large Dual-Fuel Engines		r 258	NA
Combined Cycle		n 1	n 3

Trecho 1- 6: item 4 Emissão de Gases do Efeito Estufa (GEE)

Cálculo de Emissão

Referência: Appendix 8-A. Anthropogenic and Natural Radiative Forcing, Chapter:wg1-ar5-chapter08-finaL (https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WG1AR5_Chapter08_FINAL.pdf).

Appendix 8.A: Lifetimes, Radiative Efficiencies and Metric Values

Table 8.A.1 | Radiative efficiencies (RE), lifetimes (adjustment times), AGWP and GWP values for 20- and 100-year, and AGTP and GTP values for 20, 50 and 100 years. Climate–carbon feedbacks are included for CO_2, while no climate feedbacks are included for the other components (see discussion in Sections 8.7.1.4 and 8.7.2.1, Supplementary Material and notes below the table; Supplementary Material Table 8.SM.16 gives analogous values including climate–carbon feedbacks for non-CO_2 emissions). For a complete list of chemical names and CAS numbers, and for accurate applications of metric values, see Supplementary Material Section 8.SM.13 and references therein.

Acronym, Common Name or Chemical Name	Chemical formula	Lifetime (Years)	Radiative Efficiency (W m^{-2} ppb^{-1})	AGWP 20-year (W m^{-2} yr kg^{-1})	GWP 20-year	AGWP 100-year (W m^{-2} yr kg^{-1})	GWP 100-year	AGTP 20-year (K kg^{-1})	GTP 20-year	AGTP 50-year (K kg^{-1})	GTP 50-year	AGTP 100-year (K kg^{-1})	GTP 100-year
Carbon dioxide	CO_2	see [1]	1.33e-5	2.08e-14	1	9.17e-14	1	6.84e-16	1	6.07e-16	1	5.47e-16	1
Methane	CH_4	12.4	3.63e-4	2.69e-12	84	2.82e-12	28	4.52e-14	67	8.89e-15	14	2.34e-15	4
Fossil methane †	CH_4	12.4	3.63e-4	2.71e-12	85	2.93e-12	30	4.68e-14	68	9.55e-15	15	2.51e-15	6
Nitrous Oxide	N_2O	121	3.00e-3	8.58e-12	264	2.43e-11	265	1.85e-13	277	1.34e-13	282	1.28e-13	234
Chlorofluorocarbons													
CFC-11	CCl_3F	45.0	0.26	1.32e-10	4660	4.20e-10	4660	4.71e-12	6900	3.81e-12	4890	3.28e-12	2340
CFC-12	CCl_2F_2	100.0	0.32	2.66e-10	10,200	8.08e-10	10,200	7.71e-12	11,000	6.75e-12	11,000	6.42e-12	8470
CFC-13	$CClF_3$	640.0	0.25	2.37e-10	10,900	1.27e-09	13,900	1.95e-12	11,300	8.77e-12	14,000	8.71e-12	15,000
CFC-113	CCl_2FCClF_2	85.0	0.30	1.62e-10	6490	5.34e-10	5820	4.68e-12	6130	3.85e-12	6250	3.45e-12	4410
CFC-114	$CClF_2CClF_2$	190.0	0.31	1.02e-10	7710	3.68e-10	8590	5.68e-12	8190	5.58e-12	8630	4.68e-12	4950
CFC-115	$CClF_2CF_3$	1020.0	0.24	1.46e-10	5860	7.67e-10	7670	4.52e-12	6310	4.01e-12	7030	4.93e-12	9990
Hydrochlorofluorocarbons													
HCFC-21	$CHCl_2F$	1.7	0.15	1.50e-11	543	1.55e-11	148	1.31e-13	19.2	1.58e-14	2.6	1.12e-14	28
HCFC-22	$CHClF_2$	11.9	0.21	1.52e-10	5280	1.62e-10	1760	2.83e-12	4260	1.11e-12	833	1.43e-13	262
HCFC-122	$CHCl_2CF_2Cl$	1.0	0.17	5.40e-12	218	5.40e-12	53	4.85e-14	30	6.25e-15	10	4.43e-15	8
HCFC-122a	$CHFClCCl_2$	3.4	0.21	2.38e-11	945	2.37e-11	258	2.31e-13	426	2.91e-14	48	1.86e-14	36
HCFC-123	$CHCl_2CF_3$	1.3	0.15	7.28e-12	292	7.28e-12	79	6.71e-14	98	8.65e-15	14	6.08e-15	11
HCFC-123a	$CHClFCClF_2$	4.0	0.23	1.37e-11	1050	1.39e-11	370	4.51e-13	659	4.44e-14	72	2.81e-14	51
HCFC-124	$CHFCF_3$	5.9	0.22	4.83e-11	1870	4.82e-11	527	3.43e-13	1150	3.42e-14	121	4.83e-14	74
HCFC-131	CH_2FCCl_2	4.3	0.12	1.43e-11	1210	3.93e-11	388	4.27e-13	624	4.31e-14	61	2.98e-14	47
HCFC-141b	CH_3CCl_2F	9.2	0.14	6.86e-11	2550	2.31e-11	782	1.23e-12	1800	1.67e-13	271	6.05e-14	171
HCFC-142b	CH_3CClF_2	17.2	0.19	1.25e-10	5020	1.82e-10	1980	3.91e-12	4280	8.46e-13	1370	1.95e-13	598
HCFC-225ca	$CHCl_2CF_2CF_3$	1.9	0.22	1.33e-11	469	1.31e-11	127	1.33e-13	119	1.38e-14	22	9.85e-15	16
HCFC-225cb	$CHClFCF_2CClF_2$	5.9	0.29	4.45e-11	1860	4.81e-11	525	7.93e-13	1110	7.42e-14	130	4.93e-14	71
(E)-1-Chloro-3,3,3-trifluoroprop-1-ene	$trans$-$CF_3CH{=}CHCl$	26.3 days	0.14	1.33e-13	5	3.51e-13	1	1.89e-15	2	1.54e-16	<1	1.12e-16	<1

(continued on next page)

Acronym, Common Name or Chemical Name	GWP 100-year
Carbon dioxide	1
Methane	28
Fossil methane‡	30
Nitrous Oxide	265

Appendix 8.A: Lifetimes, Radiative Efficiencies and Metric Values

Table 8.A.1 | Radiative efficiencies (REs), lifetimes/adjustment times, AGWP and GWP values for 20 and 100 years, and AGTP and GTP values feedbacks are included for the other components (see discussion in Sections 8.7.1.4 and 8.7.2.1, Supplementary Material and notes below the ta feedbacks for non-CO_2 emissions). For a complete list of chemical names and CAS numbers, and for accurate replications of metric values, see Sup

Acronym, Common Name or Chemical Name	Chemical Formula	Lifetime (Years)	Radiative Efficiency ($W m^{-2}$ ppb^{-1})	AGWP 20-year ($W m^{-2}$ $yr\ kg^{-1}$)	GWP 20-year	AGWP 100-year ($W m^{-2}$ $yr\ kg^{-1}$)	GWP 100-year
Carbon dioxide	CO_2	see*	1.37e-5	2.49e-14	1	9.17e-14	1
Methane	CH_4	12.4†	3.63e-4	2.09e-12	84	2.61e-12	28
Fossil methane‡	CH_4	12.4†	3.63e-4	2.11e-12	85	2.73e-12	30
Nitrous Oxide	N_2O	121†	3.00e-3	6.58e-12	264	2.43e-11	265
Chlorofluorocarbons							

APÊNDICE 2 – INPUTS PARA MODELAGEM

O **Quadro A1-1** mostra as características das emissões da UTE NF2 - fontes do tipo areapoly - Cenário I.

Quadro A1- 1: Emissão de Poluentes do Ar - fonte areapoly - UTE .NF2- Cenário I

N.º	Nome da Fonte Emissora		Fonte	Coord. X	Coord.Y	T.E.NOX	T.E.CO	T.E.HC	Compr. X	Compr. Y	Ângulo	Alt.Fonte
			ID	UTM (m)	UTM (m)	($g/m^2/s$)	($g/m^2/s$)	($g/m^2/s$)	UTM (m)	UTM (m)	com N (º)	(m)
1		Gasoduto	UNF01			-	-	1,00E-04	4	4	0	0,5
2		Gasoduto	UNF02			-	-	1,00E-04	4	4	0	0,5
3		Gasoduto	UNF03			-	-	1,00E-04	4	4	0	0,5
4		Gasoduto	UNF04			-	-	1,00E-04	4	4	0	0,5
5		Gasoduto	UNF05			-	-	1,00E-04	4	4	0	0,5
6		Gasoduto	UNF06			-	-	1,00E-04	4	4	0	0,5
7		Gasoduto	UNF07			-	-	1,00E-04	4	4	0	0,5
8		Gasoduto	UNF08			-	-	1,00E-04	4	4	0	0,5
9		Gasoduto	UNF09			-	-	1,00E-04	4	4	0	0,5
10		Gasoduto	UNF10			-	-	1,00E-04	4	4	0	0,5
11		Gasoduto	UNF11			-	-	1,00E-04	4	4	0	0,5
12		Gasoduto	UNF12			-	-	1,00E-04	4	4	0	0,5
13		Gasoduto	UNF13			-	-	1,00E-04	4	4	0	0,5
14		City Gate	CNF1			-	-	1,01E-04	100	100	8	2

Nota:
HC - taxa de emissão de hidrocarbonetos.

A3.1 Emissão de Poluentes Atmosféricos - Gasoduto da UTE NF2

Considerando a não disponibilidade, nessa fase do projeto, da contagem do número de componentes no Gasoduto, será utilizada a abordagem de fator de emissão "nível empreendimento". Existem várias fontes para esses fatores.

Para o cálculo das emissões de metano provenientes do ramal do Gasoduto será usado o dado da referência "EPA, 40 CFR Part 98, Subpart W, Table W-7 of Subpart W of Part 98 - Default Methane Emission Factors for Natural Gas Distribution - **table 4**" para aço protegido **(Apêndice 1 –Trecho Original 1-2**). Mencionada na Referência: Referência: "Improving Methane Emission Estimates for Natural Gas Distribution Companies, Phase II – PE Pipes, Gas Technology Institute, Des Plaines, Illinois, November 2013".

Table 4 - Default Methane Emission Factors for Distributions (Table W-7) (2)

Population Emission Factors - Distribution Mains, Gas Service[2]	
Unprotected Steel	12.58
Protected Steel	0.35
Plastic	1.13
Cast Iron	27.25
Population Emission Factors - Distribution Services, Gas Service[3]	
Unprotected Steel	0.19
Protected Steel	0.02
Plastic	0.001
Copper	0.03

Note: - For Mains, Emission Factor is in scf/mile-hour
- For Services, Emission Factor is in scf/service-hour

Quadro de Cálculo - Gasoduto

Fonte	Atividade		Fator de Emissão				Emissão		
	Unidade	Valor	CH4 FE (1) (scf/mile-h)	CH4 FE (scm/km-h)	CH4 FE (2) (scfh/station)	CH4 FE (scmh/station)	CH4 (scm/h)	CH4 (t/ano)	CH4 (g/s)
Gasoduto	Extensão	17 (km)	0,3500	0,0062			0,1047	0,0749	0,0208

Transformações:
O fator de emissão é de 0.35 scf/mile-h. Para a transformação em kg/h foi utilizada a densidade de 0,81 kg/m^3 a 20º (Ficha de Informação de Segurança).

DE	PARA	MULTIPLICAR
ft^3	m3	0,028317
milha	km	1,6093
lb	kg	0,4536

A3.2 Emissão de Poluentes Atmosféricos - City Gate da UTE NF2

Considerando a não disponibilidade, nessa fase do projeto, da contagem do número de componentes no Gasoduto, será utilizada a abordagem de fator de emissão "nível empreendimento". Existem várias fontes para esses fatores.

Para o City Gate será usado o dado do "EPA - Inventory of U.S. Greenhouse Gas Emissions and Sinks 1990-2014: Revisions to Natural Gas Distribution Emissions, April 2016" para M&R Station (City Gate - above grate) **maior que 300 psig-** na entrada do City Gate **(Apêndice 1 –Trecho Original 1-3**).

M&R Stations

Table 2 below presents an overview of AD and CH_4 EFs used in the 2015 GHGI to develop CH_4 emission estimates for M&R stations. Emissions are calculated separately for stations with metering and regulating, versus regulator stations, versus regulator vault (below grade) stations. AD and EFs are also stratified by station inlet pressure.

Table 2. Year 2013 M&R Station Data in the 2015 GHGI

Station Type & Inlet Pressure (psig)	AD (# stations)	AD source	CH_4 EF (scfh/station)	CH_4 EF source	CH_4 Emissions (MT CO_2e)
M&R >300	4,095	GRI/EPA, PHMSA, EIA	179.80	GRI/EPA	3,105,893
M&R 100-300	14,946	GRI/EPA, PHMSA, EIA	95.60	GRI/EPA	6,026,586
M&R <100	7,988	GRI/EPA, PHMSA, EIA	4.31	GRI/EPA	145,225
Reg >300	4,478	GRI/EPA, PHMSA, EIA	161.90	GRI/EPA	3,057,637
Reg-Vault >300	2,630	GRI/EPA, PHMSA, EIA	1.30	GRI/EPA	14,419
Reg 100-300	13,545	GRI/EPA, PHMSA, EIA	40.50	GRI/EPA	2,313,904
Reg-Vault 100-300	6,086	GRI/EPA, PHMSA, EIA	0.18	GRI/EPA	4,620
Reg 40-100	40,648	GRI/EPA, PHMSA, EIA	1.04	GRI/EPA	178,308

Quadro de Cálculo

Fonte	Atividade		Fator de Emissão				Emissão		
	Unidade	Valor	CH4 FE (1) (scf/mile-h)	CH4 FE (scm/km-h)	CH4 FE (2) (scfh/station)	CH4 FE (scmh/station)	CH4 (scm/h)	CH4 (t/ano)	CH4 (g/s)
City Gate (M&R) >300 psig	Número	1			179,8000	5,0914	5,0914	3,6424	1,0118

Transformações:
O fator de emissão é de 179,80 scfh/estação. Para a transformação em kg/h/estação foi utilizada a densidade de 0,81 kg/m^3 a 20º (Ficha de Informação de Segurança).

De	Para	Multiplicar
ft^3	m^3	0,028317

A3.3 Emissão de GEE

A queima de combustíveis produz emissão dos seguintes Gases do Efeito Estufa (GEE): dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) e óxido nitroso (N_2O). O monóxido de carbono contribui com a maior parte dos GEE numa turbina.

Foram estimadas para o empreendimento **UTE NF2** as Emissões Diretas de GEE (Escopo 1). As taxas de emissão dos GEE foram calculadas pela multiplicação do fator de emissão pela potência ou consumo de gás na **UTE NF2**.

Para a estimativa das emissões provenientes da turbina foram utilizados os fatores mostrados na: (1) "Table 2.2 Default Emission Factors for Stationary Combustion in the Energy Industries (kg of greenhouse gas per TJ on a Net Calorific Basis) - 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories"; e (2) "Table 2.6 Utility Source Emissions Factors - Natural Gas- Combined Cycle (kg of greenhouse gas per TJ of energy input) - 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.

Poluente	Fator de Emissão (kg/TJ)	MWhr	TJ/h	Kg/h	t/ano	Potencial de Aquecimento Global	t/ano CO e
CO2	56.100,0	1.713	6,17	345957,48	3.030.587,52	1,00	3.030.587,52
CH4	1,0	1.713	6,17	6,17	54,02	30,00	1.620,64
N2O	3,0	1.713	6,17	18,50	162,06	265,00	42.946,83
total							**3.075.154,99**

Os valores de emissões de gases de efeito estufa foram normalizados de acordo com o equivalente em CO_2, conforme os diferentes potenciais de aquecimento global do CH_4 e N_2O conforme o Appendix 8-A Anthropogenic and Natural Radiative Forcing, Chapter:wg1-ar5-chapter08-finaL(https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WG1AR5_Chapter08_FINAL.pdf

Aos valores estimados para a turbina foram adicionadas as emissões de metano provenientes do gasoduto e city gate.

O total de emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE) da **UTE NF2** (ciclo combinado) apurado foi de **3.000.734,05 t CO_2 e/ano**.

Transformações:

DE	PARA	MULTIPLICAR
MWh	MMBTU/h	3,412
MWh	TJ	0,0036

Equipe Técnica

O presente documento foi elaborado por::

Victória Valli Braile	Engenheira Química	CREA: RJ-11364/D IBAMA: 247633

ANEXO 3.5.10-1

LINHA DE TRANSMISSÃO

Ecologus
Engenharia Consultiva

Fevereiro, 2020
Rev. 00

LEGENDA

- LT 500 kV (Lagos - Campos 2)
- Linha de Transmissão da Usina (500 kV)
- Gasoduto
- Adutora de Água / Emissário de Efluentes
- Faixa de Servidão da LT
- Estrada de Acesso
- Layout
- Limite do terreno
- Rodovia Transportuária
- Curvas de Nível

Pontos de interesse

- CONSUMO DE GÁS
- TRANSMISSÃO
- CONSUMO DE ÁGUA

Torre 1
Torre 2
Torre 3
Torre 4
Torre 5
Torre 6
Torre 7
Torre 8
Torre 9
Torre 10
Torre 11

NOME	X	Y
Torre 1	206770,7002	7529061,6801
Torre 2	206950,9501	7528779,6998
Torre 3	206659,3864	7528465,0261
Torre 4	206362,8708	7528155,0013
Torre 5	206066,3552	7527844,9767
Torre 6	205769,8396	7527534,9519
Torre 7	205473,324	7527224,9272
Torre 8	205174,7462	7526916,8928
Torre 9	204875,4397	7526609,5616
Torre 10	204576,1333	7526302,2303
Torre 11	204426,5515	7525929,1111

Notas :
Número de Torres : 10
Distância entre as torres : 429 m exceto 1º e último intervalos
Distância do primeiro intervalo : 335 m
Distância do último intervalo : 401 m

N

UTE NORTE FLUMINENSE – NF2

Gás, Água e Linha de Transmissão (mapa 4)

0 250 500 1 000 Metros

Responsável Técnico : Jaime Jose de Oliveira Junior CREA : 1988101127 – RJ	Proprietário EDF Norte Fluminense	Contratante EDF - DPNT - DTEAM Ingeum

Este desenho não pode ser usado, copiado ou cedido fora dos termos contratuais.

Cartografia	*Verificação*	*Aprovação*
A. PLIEZ	A. DANNOUNE	Jaime Jose de Oliveira Junior

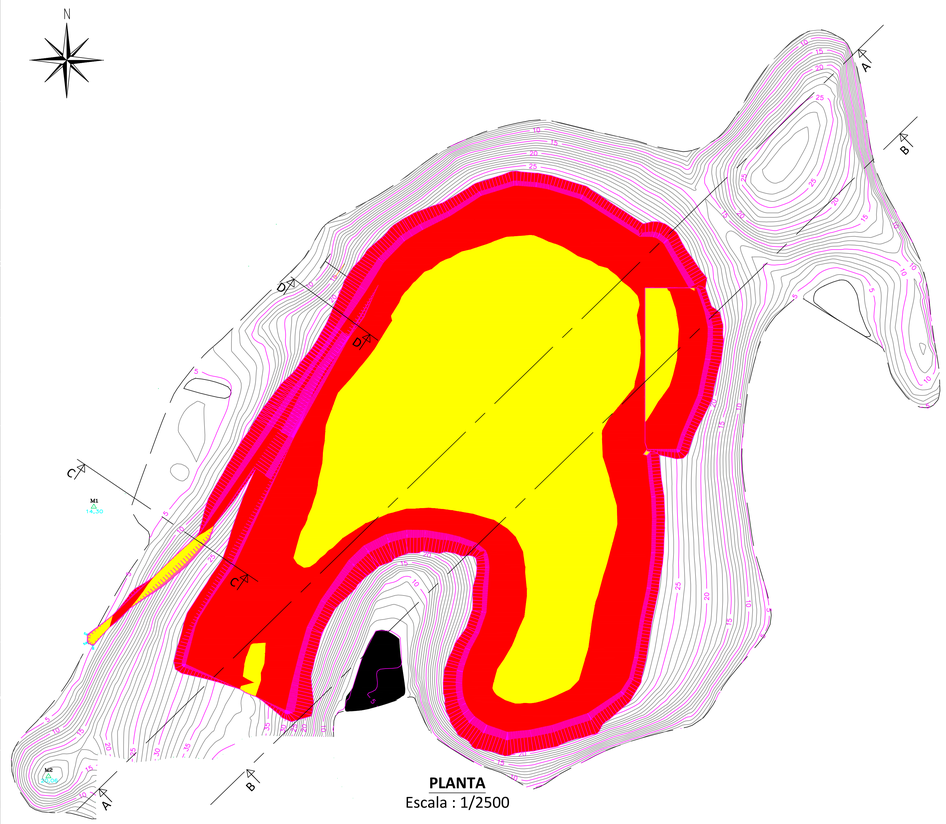
Documentos de Referência : YNF000PPPPGAM0711-BFUS
Coordenadas : SIRGAS 2000 UTM Zone 24S
Última modificação : 19/02/2020

ANEXO 3.5.11-1

TERRAPLENAGEM, ACESSO E PREPARAÇÃO DO SOLO

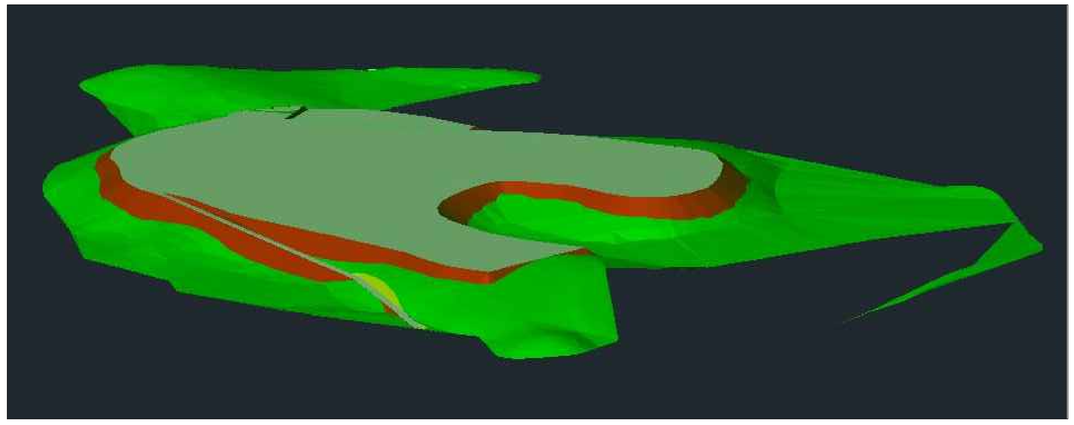
Ecologus
Engenharia Consultiva

Fevereiro, 2020
Rev. 00



PLANTA
Escala : 1/2500

VISTA LESTE



VISTA OESTE

Referências:
Mapeamento topográfico da planta do projeto Norte Fluminense

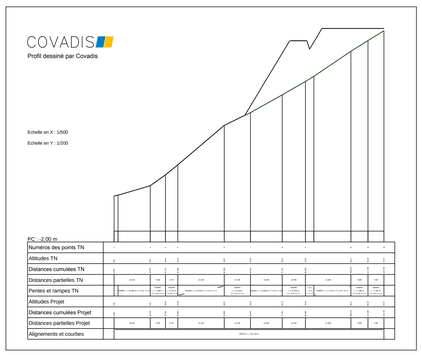
Notas Gerais :
Elevação : +37.5 m
Elevação da estação de gás : 32.5 m

O relatório de volume foi obtido no software COVADIS e software AUTOCAD.
A inclinaçao da escavaçao é $\frac{3}{2}$ (3 horizontal e 2 vertical)

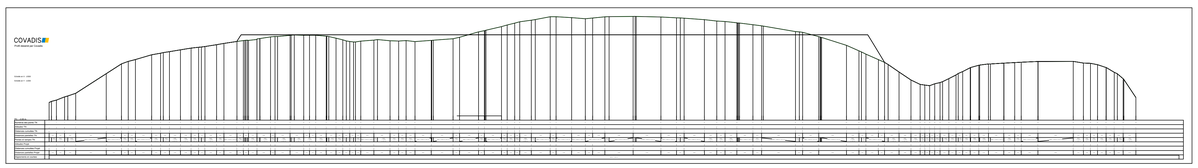
Relatório de Volume

Item	Excavaçã	Aterro	Nível	Considerações	Aterro
Estação de Gás	9444 m³	35.964 m³	+ 32.50 m	No topsoil-stripping work	3/2
ACC	62.780 m³	185.996 m³	+37.50m	0,50 m topsoil-stripping	3/2
Rua de acesso	10.669 m³	32.435 m³	from + 37.50 m to + 5.00 m	0,30 m topsoil-stripping Access road slope : 7%	3/2
Arranjo Geral	452.457 m³	259.035 m³	+ 37.50 m	No topsoil-stripping work	3/2
TOTAL	535 350 m³	513 430 m³			
Delta	21 920 m³	Excavaçã			

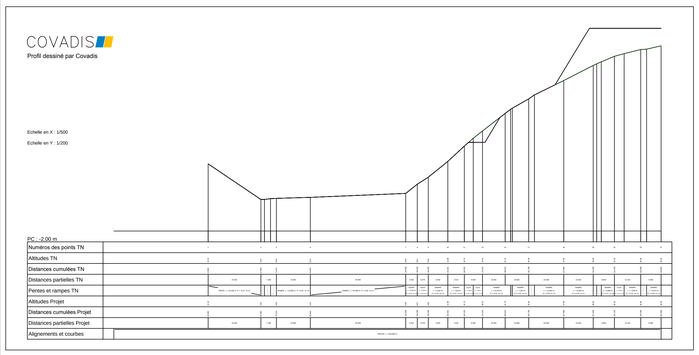
LEGENDA	
Material Escavado	
Material de Aterro	



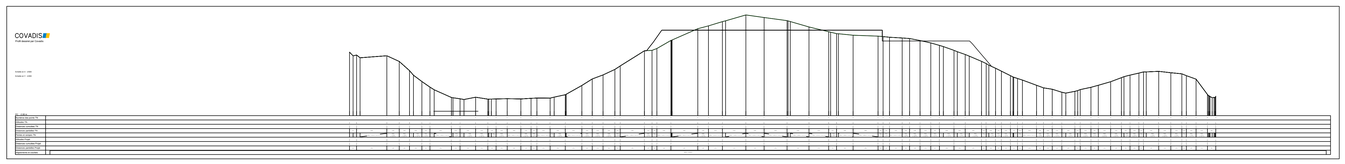
Seção DD
Escala : 1/2000



Seção AA
Escala : 1/5000



Seção CC
Escala : 1/2000



Seção BB
Escala : 1/5000

Este desenho não pode ser usado, copiado ou cedido fora dos termos contratuais.

Responsável Técnico:
Jaime jose de Oliveira Junior
CREA:
1988101127 - RJ

Atualização	Data	Desenhado por	Verificado por	Status	Descrições	Aprovado por
B	07/02/2020	W. Blanco	C. Cassola	FIF	Atualização de acordo com "Comentários_EIA" (ponto 4.4.6.5)	J. Oliveira A. Dannoune
A	15/11/2019	SOMMER	LEHALLE GUIHENEUF	FIF	EMISSÃO ORIGINAL	J. Oliveira A. Dannoune

Projeto da Usina :

USINA TERMELÉTRICA Norte Fluminense 2

Tecnologista :

Proprietário :
EDF Norte Fluminense

Contratante
EDF-DPNT-DTEAM
EDF-Ingeum
CAP AMPERE
1, Place Pleyel
93250 SAINT DENIS
Tél : 01 43 69 15 45

Código :
T 30508700 2019 000740
Setor | Código de Serviço | Ano | Número de Série

Escala
1 : 2000
1 : 2500
1 : 5000

Título :
NORTE FLUMINENSE 2
Terraplenagem, Acesso e preparação do solo

Tamanho
A0

Título do Projeto :
NORTE FLUMINENSE 2

Folha
1/1

Código Interno : Y NF U++ PPPP GA M 0740

Estudo de Viabilidade ☒ Projeto Básico ☐ Engenharia de Detalhamento ☐

Processo de Qualidade
M1

Sistema de Codificação
KKS

Projeto de Referência

Classificação

Identificação e Referências Transmitidas :

EDF-DPNT-DTEAM
EDF-Ingeum
CAP AMPERE
1,Place Pleyel
93250 SAINT DENIS
Tél : 01 43 69 15 45

EOTP
E382170001/E-NORTE1813

Tipo de Desenho
P1

Validade da Unidade :

Planta	Unidade

Emissão : Confidencial : ☐ Limitado : ☐ E.D.F. : ☒ Livre : ☐ Copyright © - EDF SA

Arquivo : T-30508700-2019-000740-BFIF.dwg

ANEXO 3.5.11-2

CRONOGRAMA DE IMPLANTAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

Ecologus
Engenharia Consultiva

Fevereiro, 2020
Rev. 00

UTE Norte Fluminense 2 (UTE NF2)

Cronograma de Implantação do Empreendimento

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	
				mar/22	abr/22	mai/22	jun/22	jul/22	ago/22	set/22	out/22	nov/22	dez/22	jan/23	fev/23	mar/23	abr/23	mai/23	jun/23	jul/23	ago/23	set/23	out/23	nov/23	dez/23	jan/24	fev/24	mar/24	abr/24	mai/24	jun/24	jul/24	ago/24	set/24	out/24	nov/24	dez/24	jan/25	fev/25	mar/25	abr/25	mai/25	jun/25	jul/25	ago/25	set/25	out/25	nov/25	
				ANO 1									ANO 2												ANO 3												ANO 4											
SERVIÇOS PRELIMINARES																																															
Levantamento Topográficos		1	2	3																																										
Estudos Geotécnicos (Sondagens)		1	2	3																																										
TERRAPLANAGENS																																														
Contratação da Terraplanagem				1																																										
Mobilização					1																																									
Limpeza do Terreno						1																																								
Escavação e Aterro						1	2	3																																						
Compactação do Solo									1	2	3																																			
Proteção de Talude												1	2																																	
UTE																																														
Fornecimento dos Principais Equipamentos						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28														
Fornecimento dos Equipamentos Auxiliares									1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20																			
Engenharia (Projetos)				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22																				
Mobilização da Empreiteira na Obra											◆																																			
Serviços de Construção																																														
Underground, fundações e superestruturas													1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12																					
Construção do Predio das Turbinas														1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15																	
Construções na área da Caldeira de Recuperação (HRSG)													1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14																		
Construção nas áreas das unidades auxiliares																1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20											
Prédios Auxiliares, Cercas, Paisagismo, Arruamento, etc																1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28				
Montagem dos Equipamentos Principais e montagens mecânica																	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18													
Montagem dos Equipamentos Auxiliares e montagens mecânica																	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20											
Montagem Elétrica																			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15														
Montagem de Instrumentação e Automação																									1	2	3	4	5	6																
Comissionamento																																														
Pré-Comissionamento																																	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
Comissionamento a quente																																										1	2	3	4	
Teste de Performance																																													1
Operação Comercial																																													◆
SUBESTAÇÃO DA PLANTA - 500 kV																																													
Fornecimentos de Materiais e Equipamentos Principais							1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15																								
Serviços de Construção												1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12																						
Montagens																								1	2	3	4	5	6																
Comissionamento																														1	2	3													
Linha de Transmissão (HV)																																													
Engenharia (Projetos)																																													
Projeto Básico																									1																				
Detalhamento de Estruturas Metálicas, Cabos, OPGW, equipamentos e obras civis																										1	2	3																
Fornecimento																																													
Estruturas Metálicas																										1	2	3	4																
Cabos																										1	2	3	4																
OPGW (Cabo terra óptico)																										1	2	3	4																
Isoladores																										1	2	3	4																
Outros Equipamentos																										1	2	3	4																
Construção e Montagem																																													
Obras civis																											1	2																		
Estruturas Metálicas																												1	2																
Isoladores, Cabos, OPGW, e outros Equipamentos																													1	2														
Comissionamento																															1														
Gasoduto																																													
Mobilização da Obra				1																																									
Engenharia (Projetos)				1	2																																								
Fornecimento dos tubos					1	2	3	4	5	6	7	8																																	
Serviços de Preparação da Área										1	2	3																																	
Transporte, descarregamento e distribuição dos tubos ao longo do traçado												1	2	3																															
Soldagem dos tubos, testes/ensaios de soldagens e tratamento das soldas														1	2	3	4	5	6																									
Abertura das valas, instalação dos tubos nas valas e reaterro																		1	2	3	4	5	6																							
Liberação do local, isolamento (identificação) e recuperação do sist de drenagem																						1	2	3	4	5																			
Comissionamento																										1																			

EDF Norte Fluminense

CAPÍTULO 4

ANEXOS

Ecologus
Engenharia Consultiva

Fevereiro, 2020
Rev. 00

ANEXO 4-1

CONJUNTO DE LEIS E REGULAMENTOS

Ecologus
Engenharia Consultiva

Fevereiro, 2020
Rev. 00

EMENTÁRIO DE LEGISLAÇÃO FEDERAL

CONSTITUIÇÃO FEDERAL	
Constituição Federal de 1988	Diversos dispositivos
CÓDIGO CIVIL – DOMINIALIDADE DOS BENS	
Lei n° 10.406 de 10/01/02	Código Civil
POLÍTICA NACIONAL DE MEIO AMBIENTE	
Geral	
Lei n° 6.938 nº de 31/08/81	Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.
Decreto nº 99.274 de 06/06/90	Regulamenta a Lei 6.938/81
Lei Complementar nº 140 de 08/12/11	Fixa normas, nos termos dos incisos III, VI e VII do caput e do parágrafo único do art. 23 da Constituição Federal, para a cooperação entre a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios nas ações administrativas decorrentes do exercício da competência comum relativas à proteção das paisagens naturais notáveis, à proteção do meio ambiente, ao combate à poluição em qualquer de suas formas e à preservação das florestas, da fauna e da flora; e altera a Lei nº 6.938 de 31/08/1981.
Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA	
Resolução CONAMA nº 390/2007	Dispõe sobre a nova composição das Câmaras Técnicas do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA para o biênio 2007/2009, e dá outras providências
Cadastro Técnico Federal de atividades e instrumentos de defesa ambiental	
Resolução CONAMA nº 001/1988	Dispõe sobre o Cadastro Técnico Federal de atividades e instrumentos de defesa ambiental
IN – IBAMA nº 10/2001	Obriga a inscrição no Cadastro Técnico Federal das pessoas físicas e jurídicas que se dedicam à consultoria técnica relacionada a questões ambientais e à indústria e comércio de equipamentos, aparelhos e instrumentos destinados ao controle de atividade efetiva, ou potencialmente poluidoras, e as que se dedicam a atividades potencialmente poluidoras e/ou extração, produção, transporte e comercialização de produtos potencialmente perigosos ao meio ambiente, assim como de produtos e subprodutos da fauna e flora.

FUNDOS, TAXA DE CONTROLE AMBIENTAL E COMPENSAÇÕES FINANCEIRAS	
Fundo Nacional do Meio Ambiente	
Lei nº 7797 de 10/07/89	Cria o Fundo Nacional do Meio Ambiente
Taxa de Controle e Fiscalização Ambiental – TCFA	
Lei nº 10.165 de 27/12/00	Altera a Lei no 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências
Compensação Financeira para os Estados, Distrito Federal e Municípios	
Lei nº 7.990 de 28/12/89	Institui, para os Estados, Distrito Federal e Municípios, compensação financeira pelo resultado da exploração de petróleo ou gás natural, de recursos hídricos para fins de geração de energia elétrica, de recursos minerais em seus respectivos territórios, plataformas continental, mar territorial ou zona econômica exclusiva, e dá outras providências.
Decreto nº 1 de 11/01/91	Regulamenta o pagamento da compensação financeira instituída pela Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989, e dá outras providências.
ACESSO À INFORMAÇÃO	
Lei nº 12.527 de 18/11/11	Regula o acesso a informações previsto no inciso XXXIII do art. 5o, no inciso II do § 3o do art. 37 e no § 2o do art. 216 da Constituição Federal; altera a Lei no 8.112, de 11 de dezembro de 1990; revoga a Lei no 11.111, de 5 de maio de 2005, e dispositivos da Lei no 8.159, de 8 de janeiro de 1991; e dá outras providências.
Lei nº 10.650 de 16/04/03	Dispõe sobre o Acesso Público aos Dados e Informações Existentes nos Órgãos e Entidades Integrantes do Sisnama
ZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO	
Zoneamento Ecológico-Econômico	
Decreto nº 4.297 de 10/07/02	Regulamenta o art. 9º, inciso II, da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, estabelecendo critérios para o Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil - ZEE, e dá outras providências.

LICENCIAMENTO E AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS	
Geral	
Decreto nº 8.437 de 22/04/15	Regulamenta o disposto no art. 7º, caput, inciso XIV, alínea "h" e parágrafo único da LC nº 140, de 08/12/2011, para estabelecer as tipologias de empreendimentos e atividades cujo licenciamento ambiental será de competência da União.
Resolução CONAMA 237/1997	Dispõe sobre a revisão e complementação dos procedimentos e critérios utilizados para o licenciamento ambiental
Resolução CONAMA nº 001/1986	Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental (Alterada pelas Resoluções nº 11, de 1986, nº 05, de 1987, e nº 237, de 1997)
Modelos de Publicação de Pedidos de Licenciamento	
Resolução CONAMA nº 281/2001	Dispõe sobre modelos de publicação de pedidos de licenciamento, complementando a Resolução CONAMA nº 006/86
Resolução CONAMA nº 006/1986	Dispõe sobre a aprovação de modelos para publicação de pedidos de licenciamento
Audiências Públicas	
Resolução nº CONAMA 09/1987	Dispõe sobre realização de Audiências Públicas no âmbito do Licenciamento Ambiental
Compensação Ambiental	
Decreto nº 6.848 de 14/05/09	Altera e acrescenta dispositivos ao Decreto nº 4.340, de 22 de agosto de 2002, para regulamentar a compensação ambiental.
Resolução CONAMA nº 371/2006	Estabelece diretrizes aos órgãos ambientais para o cálculo, cobrança, aplicação, aprovação e controle de gastos de recursos advindos de compensação ambiental, conforme a Lei no 9.985, de 18 de julho de 2000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza-SNUC e dá outras providências.
Empreendimentos de Geração de Energia Elétrica	
Resolução CONAMA nº 279/2001 -	Estabelece procedimentos para o licenciamento ambiental simplificado de empreendimentos elétricos com pequeno potencial de impacto ambiental
Resolução CONAMA nº 006/1987	Dispõe sobre o licenciamento ambiental de obras do setor de geração de energia elétrica

Empreendimento Mineral	
Resolução CONAMA nº 09//1990	Dispõe sobre normas específicas para o licenciamento ambiental de extração mineral, classes I, III a IX
Resolução CONAMA nº 10/1990	Dispõe sobre a exploração de bens minerais da Classe II, que deverá ser precedida de licenciamento ambiental do órgão estadual de meio ambiente ou do IBAMA, quando couber, nos termos da legislação vigente e desta.
POLÍTICA NACIONAL DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS	
Lei nº 12.187 de 29/12/09	Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC e dá outras providências.
CONSERVAÇÃO DE RIOS, LAGOAS E BREJOS, ÁGUAS SUBTERRÂNEAS – RECURSOS HÍDRICOS – SANEAMENTO	
Código de Águas	
Decreto nº 24.643 de 10/07/1934	Decreta o Código de Águas.
Política Nacional de Recursos Hídricos	
Lei nº 9.433 de 08/01/97	Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989.
Resolução CNRH nº 15/2001	Dispõe sobre a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, e dá outras providências.
Divisão Hidrográfica Nacional	
Resolução CNRH nº 32/2003	Institui a Divisão Hidrográfica Nacional.
Águas Subterrâneas	
Resolução CNRH nº 15/2001	Estabelece diretrizes gerais para a gestão de águas subterrâneas.
Resolução CNRH nº 92/2008	Estabelece critérios e procedimentos gerais para proteção e conservação das águas subterrâneas no território brasileiro.
Resolução CONAMA nº 396/2008	Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências
Resolução CNRH nº 153/2013	Estabelece critérios e diretrizes para implantação de Recarga Artificial de Aquíferos no território Brasileiro

Plano Nacional de Recursos Hídricos	
Resolução CNRH nº 58/2006	Aprova o Plano Nacional de Recursos Hídricos, e dá outras providências
Cadastro de Usuários	
Resolução CNRH nº 22/2002	Aprova diretrizes para o cadastro de usuários de recursos hídricos e para a integração das bases de dados referentes aos usos de recursos hídricos superficiais e subterrâneos.
Classificação, Enquadramento, Efluentes e Balneabilidade	
Resolução CNRH nº 91/2008	Dispõe sobre procedimentos gerais para enquadramento dos corpos de água superficiais e subterrâneos.
Resolução CONAMA nº 430/2011	Dispõe sobre 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.
Resolução CONAMA nº 410/2009	Prorroga o prazo para complementação das condições e padrões de lançamento de efluentes, previsto no art. 44 da Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, e no Art. 3o da Resolução nº 397, de 3 de abril de 2008
Resolução CONAMA nº 397/2008	Altera o inciso II do § 4o e a Tabela X do § 5o, ambos do art. 34 da Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA nº 357, de 2005, que 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
Resolução CONAMA nº 357/2005	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, e dá outras providências
Resolução CONAMA nº 274/2000	Revisa os critérios de Balneabilidade em Águas Brasileiras
NBR 7.229	Projeto, Construção e Operação de Sistemas de Tanques Sépticos.
NBR 9.898	Preservação e Técnicas de Amostragem de Efluentes Líquidos e Corpos Receptores.
Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	
Resolução CNRH nº 16 /2001	Dispõe sobre a outorga de direito de uso de recursos hídricos e dá outras providências.
Resolução CNRH nº 65/2006	Estabelece diretrizes de articulação dos procedimentos para obtenção da outorga de direito de uso de recursos hídricos com os procedimentos de licenciamento ambiental

Resolução ANA nº 135/2002	Estabelece os requisitos para tramitação de pedidos de outorga de direito e de outorga preventiva de uso de recursos hídricos à ANA.
Resolução ANA nº 219/2005	Define as diretrizes para análise e emissão de outorga de direito de uso de recursos hídricos para fins de lançamento de efluentes.
Cobrança pelo Uso dos Recursos Hídricos	
Resolução CNRH nº 48/2005	Estabelece critérios gerais para a cobrança pelo uso dos recursos hídricos.
Telas de Proteção em Bombas de Sucção	
Portaria SUDEPE (atual IBAMA) n° N-012/1982	Estabelece obrigatoriedade de colocação telas de proteção nas bombas de sucção, para evitar a passagem de peixes e alevinos
Recreação e Turismo e Águas Interiores	
Lei nº 11.771 de 17/09/08	Dispõe sobre a Política Nacional de Turismo, define as atribuições do Governo Federal no planejamento, desenvolvimento e estímulo ao setor turístico; revoga a Lei no 6.505, de 13 de dezembro de 1977, o Decreto-Lei no 2.294, de 21 de novembro de 1986, e dispositivos da Lei no 8.181, de 28 de março de 1991; e dá outras providências
Decreto nº 7.381 de 02/12/10	Regulamenta a Lei 11.771, de 17 de setembro de 2008, que estabelece normas sobre a Política Nacional de Turismo.
Uso de produtos e de agentes de processos físicos, químicos ou biológicos em corpos hídricos superficiais para controle populacional de espécies e de poluição	
Resolução CONAMA nº 467/2015	Dispõe sobre critérios para a autorização de uso de produtos ou de agentes de processos físicos, químicos ou biológicos para o controle de organismos ou contaminantes em corpos hídricos superficiais e dá outras providências.
Fauna Aquática, Pesca e Aquicultura	
Ver item especifico sobre Fauna e Pesca Marítima e de Águas Interiores	
Exploração de Recursos Minerais do Leito de Rios e Lagoas	
Ver item especifico sobre Recursos Minerais	
Leito Maior Sazonal, Vegetação Ribeirinha e APP	
Ver item especifico sobre Flora e Vegetação	

Polígono das Secas	
Lei nº 1348 de 10/02/51	Define o Polígono das Secas
Certificado de Avaliação de Sustentabilidade de Obra Hídrica - CERTOH	
Resolução ANA nº 194/02	Certificado de Avaliação de Sustentabilidade de Obra Hídrica - CERTOH
MAR - ZONA COSTEIRA	
Lei do Mar	
Lei nº 8.617 de 04/01/93	Dispõe sobre o Mar Territorial, a Zona Contígua, a Zona Econômica Exclusiva e a Plataforma Continental brasileiros, e dá outras providências.
Decreto nº 8.400 de 04/02/15	Estabelece os pontos apropriados para o traçado da Linha de Base do Brasil ao longo da costa brasileira continental e insular e dá outras providências
BIODIVERSIDADE E PATRIMÔNIO GENÉTICO	
Resolução CONABIO nº 06/2013	Dispõe sobre as metas nacionais de Biodiversidade para 2020
Decreto nº 4.339 de 22/08/02	Institui princípios e diretrizes para a implementação da Política Nacional da Biodiversidade.
CONSERVAÇÃO DA FLORA E DA VEGETAÇÃO	
Lei de Proteção da Vegetação Nativa	
Lei nº 12.651 de 25/05/12	Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências.
Política Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa Plano Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa - PLANAVEG	
Decreto nº 8.972 de 02/01/17	Institui a Política Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa.
Cadastro Ambiental Rural e Programa de Regularização Ambiental - PRA	
Decreto nº 7.830 de 17/10/12	Dispõe sobre o Sistema de Cadastro Ambiental Rural, o Cadastro Ambiental Rural, estabelece normas de caráter geral aos Programas de Regularização Ambiental, de que trata a Lei nº 12.651, de 25 de maio de

	2012, e dá outras providências.
Decreto nº 8.235 de 05/05/14	Estabelece normas gerais complementares aos Programas de Regularização Ambiental dos Estados e do Distrito Federal, de que trata o Decreto no 7.830, de 17 de outubro de 2012, institui o Programa Mais Ambiente Brasil, e dá outras providências.
Lista Oficial de Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção.	
Portaria MMA nº 43/2014	Lista Nacional Oficial de Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção
Áreas de Preservação Permanente (APP)	
Resolução CONAMA nº 429/2011	Dispõe sobre a metodologia de recuperação das Áreas de Preservação Permanente – APPs.
Resolução CONAMA nº 303/2002	Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente.
Restauração e Recuperação das Áreas de Preservação Permanentes e da Reserva Legal	
IN - MMA 05/2009	Dispõe sobre os procedimentos metodológicos para restauração e recuperação das Áreas de Preservação Permanentes e da Reserva Legal
Bioma da Mata Atlântica – Geral	
Lei nº 11.428 de 22/12/06	Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências.
Decreto nº 6.660 de 21/11/08	Regulamenta dispositivos da Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006, que dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica e revoga o Decreto no 750, de 10 de fevereiro de 1993.
Resolução CONAMA nº 249/1999	Diretrizes para a Política de Conservação e Desenvolvimento Sustentável da Mata Atlântica
Bioma da Mata Atlântica – Estágios de Sucessão de Florestas	
Resolução CONAMA nº 388/2007	Dispõe sobre a convalidação das Resoluções que definem a vegetação primária e secundária nos estágios inicial, médio e avançado de regeneração da Mata Atlântica para fins do disposto no art. 4o § 1o da Lei no 11.428, de 22 de dezembro de 2006.
Resolução CONAMA nº 006/1994	Estabelece definições e parâmetros mensuráveis para análise de sucessão ecológica da Mata Atlântica no Rio de Janeiro
Resolução CONAMA nº 010/1993	Estabelece os parâmetros básicos para análise dos estágios de sucessão de Mata Atlântica altera a Resolução nº 04, de 1985. Complementada pelas Resoluções nº. 01, 02, 04, 05, 06, 12, 25, 26, 28, 29,

	30, 31, 32, 33 e 34, de 1994; nº 07, de 1996, nº 261, de 1999, nº 391 e nº 392, de 2007. Alterada pela Resolução nº 11, de 1993. Convalidada pela Resolução nº 388, de 2007.
Bioma da Mata Atlântica - Corte e exploração de espécies ameaçadas de extinção da flora da Mata Atlântica	
Resolução CONAMA nº 317/2002	Regulamentação da Resolução Nº 278, de 24 de maio de 2001, que dispõe sobre o corte e exploração de espécies ameaçadas de extinção da flora da Mata Atlântica.
Resolução CONAMA nº 300/2002	Complementa os casos passíveis de autorização de corte previstos no art. 2º da Resolução nº 278, de 24 de maio de 2001
Resolução CONAMA nº 278/2001	Dispõe contra corte e exploração de espécies ameaçadas de extinção da flora da Mata Atlântica
Árvores Proibidas de Cortes	
Decreto Lei nº 3.583 de 03/08/41	Proíbe a derrubada de cajueiros em áreas rurais do território nacional e dá outras providências.
Documento de Origem Florestal – DOF	
Portaria MMA nº 253/2006	Institui o Documento de Origem Florestal – DOF
IN-IBAMA nº 112/2006	Sistema de Documentação de Origem Florestal – DOF
Plano de manejo florestal sustentável, supressão e corte raso de florestas e formações sucessoras para o uso alternativo do solo, matéria-prima florestal, reposição florestal, licença para o transporte de produtos e subprodutos florestais de origem nativa e publicidade das informações	
Decreto nº 5.975 de 30/11/06	Regulamenta os arts. 12, parte final, 15, 16, 19, 20 e 21 da Lei no 4.771, de 15 de setembro de 1965, o art. 4o, inciso III, da Lei no 6.938, de 31 de agosto de 1981, o art. 2o da Lei no 10.650, de 16 de abril de 2003, altera e acrescenta dispositivos aos Decretos nos 3.179, de 21 de setembro de 1999, e 3.420, de 20 de abril de 2000, e dá outras providências
IN-MMA nº 06/2006	Dispõe sobre a Reposição Florestal e o Consumo de Matéria-Prima Florestal, e dá outras providências.
IN - IBAMA nº 30/2002	Disciplina o cálculo do volume geométrico das árvores em pé, através da equação de volume que especifica e dá outras providências.
Lei nº 13.153 de 31/07/15	Institui a Política Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca e seus instrumentos; prevê a criação da Comissão Nacional de Combate à Desertificação; e dá outras providências
Resolução CONAMA nº 238/1997	Aprova Política Nacional de Controle da Desertificação

CONSERVAÇÃO DA FAUNA – PROTEÇÃO ANIMAL	
Geral	
Lei nº 5.197 de 03/01/67	Dispõe sobre a proteção à fauna e dá outras providências. (Alterada pelas Leis 7.584 de 6/01/87 e 7.653 de 12/02/88).
Fauna Ameaçada	
Portaria MMA nº 444/2014	Lista Nacional Oficial de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção
Portaria MMA nº 445/2014	Peixes e Invertebrados Aquáticos Ameaçados
Corredor de Vegetação Área de Trânsito a Fauna	
Resolução CONAMA nº 009/1996	Estabelece corredor de vegetação área de trânsito a fauna.
Depósito e a Guarda Provisórios de Animais Silvestres Apreendidos ou Resgatados	
Resolução CONAMA nº 457/2013	Dispõe sobre o depósito e a guarda provisórios de animais silvestres apreendidos ou resgatados pelos órgãos ambientais integrantes do Sistema Nacional do Meio Ambiente, como também oriundos de entrega espontânea, quando houver justificada impossibilidade das destinações previstas no §1º o do art. 25, da Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, e dá outras providências
Levantamento, Monitoramento, Salvamento, Resgate e Destinação	
IN - IBAMA nº 146/2007	Estabelece os critérios para procedimentos relativos ao manejo de fauna silvestre (levantamento, monitoramento, salvamento, resgate e destinação) em áreas de influência de empreendimentos e atividades consideradas efetiva ou potencialmente causadoras de impactos à fauna sujeitas ao licenciamento ambiental
Manejo da Fauna	
IN IBAMA nº 7/2015	Institui e normatiza as categorias de uso e manejo da fauna silvestre em cativeiro, e define, no âmbito do IBAMA, os procedimentos autorizativos para as categorias estabelecidas.
IN ICMBIO/IBAMA nº 01/1214	Estabelece procedimentos entre o ICMBio e o IBAMA para o manejo e a conservação de espécies da fauna silvestre brasileira
PESCA MARÍTIMA E DE ÁGUAS INTERIORES – AQUICULTURA	
Lei nº 11.959 de 29/06/09	Dispõe sobre a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável da Aquicultura e da Pesca, regula as atividades pesqueiras, revoga a Lei no 7.679, de 23 de novembro de 1988, e dispositivos do Decreto-Lei

	no 221, de 28 de fevereiro de 1967, e dá outras providências
Decreto nº 2.869 de 09/12/98	Regulamenta a cessão de águas públicas para exploração da aquicultura, e dá outras providências.
Decreto-Lei nº 221 de 28/02/67	Dispõe sobre a proteção e estímulos à pesca e dá outras providências
ORDENAMENTO TERRITORIAL - USO DO SOLO URBANO E RURAL – IMÓVEIS URBANOS E RURAIS	
Uso do Solo Urbano	
Lei nº 10.257 de 10/07/01	Estatuto da Cidade, regulamenta o Capítulo da Política Urbana da Constituição, definindo as diretrizes e os instrumentos que podem ser utilizados pelas Prefeituras para a organização das cidades..
Lei nº 6.766 de 19/12/79	Dispõe sobre o parcelamento do solo urbano e dá outras providências
Lei nº 4.591 de 16/12/64	Dispõe sobre o Condomínio e as incorporações imobiliárias.
Uso do Solo Rural – Imóveis Rurais	
Lei nº 4.504 de 30/11/64	Dispõe sobre o Estatuto da Terra e dá outras providências.
Decreto nº 59.428 de 27/10/66	Regulamenta os Capítulos I e II do Título II, o Capítulo II do Título III, e os arts. 81 - 82 - 83 - 91 - 109 - 111 - 114 - 115 e 126 da Lei nº 4.504, de 30 de novembro de 1964, o art. 22 do Decreto-lei nº 22.239, de 19 de dezembro de 1932, e os arts. 9 - 10 - 11 - 12 - 22 e 23 da Lei nº 4.947, de 6 de abril de 1966 (Condomínio Rural).
Lei nº 5.868 de 12/12/72	Cria o Sistema Nacional de Cadastro Rural e dá outras providências.
Lei nº 6.793 de 05/12/79	Dispõe sobre a matrícula e o registro de imóveis rurais e dá outras providências.
Lei nº 6.746 de 10/12/79	Altera o disposto nos artigos 49 e 50 da Lei nº 4.504, de 30 de novembro de 1964, Estatuto da Terra
MOBILIDADE URBANA	
Lei nº 12.587 de 03/01/12.	Institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana; revoga dispositivos dos Decretos-Leis nos 3.326, de 3 de junho de 1941, e 5.405, de 13 de abril de 1943, da Consolidação das Leis do Trabalho (CLT), aprovada pelo Decreto-Lei no 5.452, de 1o de maio de 1943, e das Leis nos 5.917, de 10 de setembro de 1973, e 6.261, de 14 de novembro de 1975; e dá outras providências.
DEFESA CIVIL	

Lei nº 12.608 de 10/04/12	Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil - PNPDEC; dispõe sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil - SINPDEC e o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil – CONPDEC.
Lei nº 12.340 de 02/12/10	Dispõe sobre as transferências de recursos da União aos órgãos e entidades dos Estados, Distrito Federal e Municípios para a execução de ações de prevenção em áreas de risco de desastres e de resposta e de recuperação em áreas atingidas por desastres e sobre o Fundo Nacional para Calamidades Públicas, Proteção e Defesa Civil; e dá outras providências.
PATRIMÔNIO IMOBILIÁRIO – TERRAS PÚBLICAS – TERRAS DEVOLUTAS	
Lei nº 9.636 de 15/05/98	Dispõe sobre a regularização, administração, aforamento e alienação de bens imóveis de domínio da União, altera dispositivos dos Decretos-Leis nºs 9.760, de 5 de setembro de 1946, e 2.398, de 21 de dezembro de 1987, regulamenta o § 2º do art. 49 do Ato das Disposições Constitucionais Transitórias, e dá outras providências
Decreto nº 99.672 de 06/11/90	Dispõe sobre o Cadastro Nacional de Bens Imóveis da União.
Decreto-lei nº 2.398 de 21/12/87	Dispõe sobre foros, laudêmios e taxas de ocupação relativas a imóveis de propriedade da União, e dá outras providências.
Decreto-lei nº 1.876 de 15/07/81	Dispõe sobre a dispensa de pagamento de foros e laudêmios para os estados e municípios, dentre outros titulares, nos casos que especifica
Decreto-lei nº 1.561 de 13/07/77	Dispõe sobre a ocupação de terrenos da União
Lei nº 6.383 de 07/12/76	Dispõe sobre o processo discriminatório das terras devolutas da União.
Lei nº 5.972 de 11/12/73	Regula o procedimento para o registro da propriedade de bens imóveis discriminados administrativamente ou possuídos pela União
Decreto-lei nº 9.760 de 05/09/46	Dispõe sobre os bens imóveis da União e dá outras providências
Decreto-lei nº 3.438 de 17/07/41	Esclarece e amplia o Decreto-lei nº 2.490, de 16.08.40
Decreto-lei nº 2.490 de 16/08/40	Estabelece novas normas para o aforamento dos terrenos de marinha, e dá outras providências
RECURSOS MINERAIS - GEODIVERSIDADE	
Geral	
Decreto-Lei nº 227 de 28/02/67	Dá nova redação ao Decreto-lei nº 1.985, de 29 de janeiro de 1940 (Código de Minas).
Decreto nº 62.934 de 2/07/68	Aprova o regulamento do Decreto-Lei 227 de 28/02/67

Lei nº 6.567 de 24/08/78	Disciplina a exploração e o aproveitamento das substâncias minerais de classe II, de argilas empregadas no fabrico de cerâmica vermelha, de calcário dolomítico empregado como corretivo de solos na agricultura e de baslato a ser empregado como pedra de revestimento ou ornamental na construção civil.
REMEDIAÇÃO - QUALIDADE DO SOLO	
Resolução CONAMA nº 460/2013	Altera a Resolução CONAMA n. 420, de 28 de dezembro de 2009, que dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e dá outras providências.
Resolução CONAMA nº 420/2009	Dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas
POLUIÇÃO INDUSTRIAL	
Decreto-Lei nº 1.413 de 14/08/75	Dispõe sobre o controle da poluição do meio ambiente provocada por atividades industriais
Decreto nº 76.389 de 03/10/75	Dispõe sobre as medidas de prevenção e controle da poluição industrial, de que trata o Decreto-Lei nº 1.413, de 14 de agosto de 1975, e dá outras providências
Lei nº 6.803 de 02/07/80	Dispõe sobre as diretrizes básicas para o zoneamento industrial nas áreas críticas de poluição
SUBSTÂNCIAS TÓXICAS OU PERIGOSAS - AGROTÓXICOS	
Óleo Diesel, Óleo Lubrificante, Postos de Combustíveis e Serviços	
Resolução CONAMA nº 450/2012	Altera os arts. 9º, 16, 19, 20, 21 e 22, e acrescenta o art. 24-A a Resolução no 362, de 23 de junho de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA, que dispõe sobre recolhimento, coleta e destinação final de óleo lubrificante usado ou contaminado
Resolução CONAMA nº 373/2006	Define critérios de seleção de áreas para recebimento do Óleo Diesel com o Menor Teor de Enxofre-DMTE, e dá outras providências
Resolução CONAMA nº 362/2005	Dispõe sobre o recolhimento, coleta e destinação final de óleo lubrificante usado ou contaminado
Resolução CONAMA nº 319/2002	Dá nova redação a dispositivos da Resolução CONAMA Nº 273, de 29 de novembro de 2000, que dispõe sobre prevenção e controle da poluição em postos de combustíveis e serviços.
Resolução CONAMA nº 273/2000	Dispõe sobre prevenção e controle da poluição em postos de combustíveis e serviços
Resolução CONAMA nº 09/93	Determina que todo o óleo lubrificante usado ou contaminado será obrigatoriamente, recolhido e

	terá uma destinação adequada, de forma a não afetar negativamente o meio ambiente, e dá outras providências.
NBR 14.657	Graxa Lubrificante – Separação de Óleo durante a Armazenagem.
Chumbo, Cádmio e Mercúrio para Pilhas e Baterias	
Resolução CONAMA nº 424/2010	Revoga o parágrafo único do art. 16 da Resolução nº 401, de 4 de novembro de 2008, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA
Resolução CONAMA nº 401/2008	Estabelece os limites máximos de chumbo, cádmio e mercúrio para pilhas e baterias comercializadas no território nacional e os critérios e padrões para o seu gerenciamento ambientalmente adequado, e dá outras providências
Resolução CONAMA nº 228/1997	Dispõe sobre a importação de desperdícios e resíduos de acumuladores elétricos de chumbo
Importação ou Exportação de Material Radioativo	
Resolução CONAMA Nº 024/1994	Exige anuência prévia da CNEN - Comissão Nacional de Energia Nuclear, para toda a importação ou exportação de material radioativo, sob qualquer forma e composição química, em qualquer quantidade
RESÍDUOS SÓLIDOS	
Geral	
Lei nº 12.305 de 02/08/10	Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências
Decreto nº 7.404 de 23/12/10	Regulamenta a Lei no 12.305/10, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa.
Código de Cores para diferentes tipos de resíduos na Coleta Seletiva	
Resolução CONAMA nº 275/2001	Estabelece código de cores para diferentes tipos de resíduos na coleta seletiva
Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais.	
Resolução CONAMA nº 313/2002	Dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais
Resíduos da Construção Civil	
Resolução CONAMA nº 469/2015	Altera a Resolução CONAMA nº 307, de 05 de julho de 2002, que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.

Resolução CONAMA nº 448/2012	Altera os arts. 2º, 4º, 5º, 6º, 8º, 9º, 10 e 11 da Resolução CONAMA nº 307, de 05/0702
Resolução CONAMA nº 307/2002	Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.
NBR 15.112	Resíduos da Construção Civil e Resíduos Volumosos – Áreas de Transbordo e Triagem – Diretrizes para Projeto, Implantação e Operação.
NBR 15.114	Resíduos Sólidos da Construção Civil – Áreas de Reciclagem – Diretrizes para Projeto, Implantação e Operação.
NBR 15.115	Agregados Reciclados de Resíduos Sólidos da Construção Civil – Execução de Camadas de Pavimentação – Procedimentos
NBR 15.116	Agregados Reciclados de Resíduos Sólidos da Construção Civil – Utilização em Pavimentação e Preparo de Concreto sem Função Estrutural– Requisitos.
Pneus	
Resolução CONAMA nº 416/2009	Dispõe sobre a prevenção à degradação ambiental causada por pneus inservíveis e sua destinação ambientalmente adequada, e dá outras providências.
Resolução CONAMA nº 258/1999	Determina que as empresas fabricantes e as importadoras de pneumáticos ficam obrigadas a coletar e dar destinação final ambientalmente adequadas aos pneus inservíveis.
QUALIDADE DO AR E EMISSÕES	
Resolução CONAMA nº 436/2011	Estabelece os limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para fontes fixas instaladas ou com pedido de licença de instalação anteriores a 02 de janeiro de 2007 - Complementa as Resoluções nº 05, de 1989 e nº 382, de 2006.
Resolução CONAMA n.º 491/2018	Dispõe sobre padrões de qualidade do ar.
Resolução CONAMA nº 382/2006	Estabelece os limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para fontes fixas
Resolução CONAMA nº 008/1990	Dispõe sobre padrões de qualidade do ar, previstos no PRONAR.
Resolução CONAMA nº 005/1989 -	Dispõe sobre o Programa Nacional de Controle da Poluição do Ar – PRONAR
PATRIMÔNIO HISTÓRICO, ARQUEOLÓGICO E FOSSILÍFERO	
Geral	
CF de 1988, art. 20 e art. 216	Trata dos bens da União (art. 20) e do patrimônio cultural brasileiro os bens de natureza material e imaterial (art. 216)
Patrimônio Histórico e Artístico Nacional	
Decreto-Lei nº 25 de 30/11/37	Organiza a Proteção do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional.
Patrimônio Arqueológico e Pré-Histórico	
Lei nº 3.924 de 26/07/1961	Dispõe sobre os monumentos arqueológicos e pré-históricos.

Portaria SPHAN nº 07/1988	Estabelece os procedimentos necessários à comunicação prévia, às permissões e às autorizações para pesquisas e escavações arqueológicas em sítios arqueológicos previstas na Lei 3.924/61.
Instrução Normativa do IPHAN nº 001/2015	Estabelece procedimentos administrativos a serem observados pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional nos processos de licenciamento ambiental dos quais participe.
EDUCAÇÃO AMBIENTAL	
Lei nº 9.795 de 27/04/99	Política Nacional de Educação Ambiental
Resolução CONAMA nº 422/2010	Estabelece diretrizes para as campanhas, ações e projetos de Educação Ambiental, conforme Lei no 9.795, de 27 de abril de 1999, e dá outras providências.
TURISMO	
Lei nº 11.771 de 17/09/08	Dispõe sobre a Política Nacional de Turismo, define as atribuições do Governo Federal no planejamento, desenvolvimento e estímulo ao setor turístico; revoga a Lei no 6.505, de 13 de dezembro de 1977, o Decreto-Lei no 2.294, de 21 de novembro de 1986, e dispositivos da Lei no 8.181, de 28 de março de 1991; e dá outras providências
SAÚDE	
Lei nº 8.080 de 19/09/90.	Dispõe sobre as condições para a promoção, proteção e recuperação da saúde, a organização e o funcionamento dos serviços correspondentes e dá outras providências.
RESPONSABILIDADE CIVIL, ADMINISTRATIVA E PENAL	
Constituição Federal	Institui a Ação Popular como instrumento de defesa do patrimônio público, utilizada para pleitear a anulação ou a declaração de nulidade de atos lesivos ao patrimônio publico e a responsabilização pessoal da autoridade
Lei n° 6.938 nº de 31/08/81	Institui o princípio segundo o qual os responsáveis por danos causados ao meio ambiente ou alguns de seus componentes, devem ser responsabilizados e obrigados a compensar os mesmos
Lei nº 7.347 de 24/07/85	Disciplina a ação civil pública de responsabilidade por danos causados ao Meio Ambiente, ao consumidor, a bens e direitos de valor artístico, estético, e da outras providências
Lei nº 9.605 de 12/02/98	Lei de Crimes Ambientais - Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências
Decreto nº 3.179 de 21/09/99	Dispõe sobre a especificação das sanções aplicáveis às condutas e atividades lesivas

EMENTÁRIO DE LEGISLAÇÃO ESTADUAL

EMENTÁRIO DE LEGISLAÇÃO ESTADUAL	
CONSTITUIÇÃO FEDERAL	
Constituição Estadual de 1988	Diversos dispositivos
POLÍTICA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE	
GOVERNANÇA	
Conselho Estadual de Meio Ambiente – CONEMA	
Decreto n° 40.744 de 25/04/07	Dispõe sobre a organização, competência e funcionamento do Conselho Estadual de Meio Ambiente – CONEMA (revoga o Decreto n° 28.615, de 15/06/01). Criado pelo Decreto 9.991 de 05/06/87.
Conselho Estadual de Recursos Hídricos	
Decreto n° 45.804 de 31/10/16	Altera o Decreto Estadual nº 44.115, de 13 de março de 2013, que dispõe sobre o Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Rio de Janeiro, instituído pela Lei Estadual nº 3.239, de 02 de agosto de 1999, e dá outras providências
Resolução CERHI n° 167/2016	Aprova o novo regimento interno do Conselho Estadual de Recursos Hídricos e revoga o anterior.
Fórum de Orientação da Política Ambiental do Estado do Rio de Janeiro	
Decreto nº 21.28 de 23/01/95	Institui o Fórum de Orientação da Política Ambiental do Estado do Rio de Janeiro (regulamentado pelo Decreto N° 21.370 de 05 de junho de 1995)
Comitês de Bacia	
Decreto nº 34.243/03	Institui o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Macaé, que compreende a Bacia do Rio Jurubatiba, Bacia do Rio Imboassica e a Bacia da Lagoa de Imboassica no âmbito do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos
ICMS ECOLÓGICO	
Lei nº 5.100 de 04/10/07.	Altera a Lei nº 2.664, de 27 de Dezembro de 1996, que trata da repartição aos municípios da parcela de 25% (vinte e cinco por cento) do produto da arrecadação do ICMS, incluindo o critério de conservação ambiental, e dá outras providências.
Decreto nº 41.101 de 04/05/09	Estabelece definições técnicas para alocação de percentual a ser distribuído aos municípios em função do ICMS Ecológico.

FUNDOS	
Fundo Estadual de Conservação Ambiental e Desenvolvimento Urbano (FECAM)	
Lei nº 1.060 de 10/11/1986	Cria o Fundo Estadual de Conservação Ambiental (alterado pelas leis 2575, de 19 de junho de 1996; 3520, de 27 de dezembro de 2000; e 4143, de 28 de agosto de 2003)
Fundo Estadual de Recursos Hídricos	
Decreto nº 35.724 de 18/06/04	Dispõe sobre a regulamentação do art. 47 da Lei nº 3.239, de 02 de agosto de 1999, que autoriza o Poder Executivo a instituir o Fundo Estadual de Recursos Hídricos - FUNDRHI, e dá outras providências.
Decreto nº 32.767/ de 11/02/03	Dá nova regulamentação ao artigo 47 da Lei nº 3.239, de 02 de agosto de 1999, que autoriza o poder executivo a instituir o Fundo Estadual de Recursos Hídricos – FUNDRHI e revoga o Decreto nº 30.203, de 13 de dezembro de 2001.
Resolução INEA nº 27/2010	Define regras e procedimentos para arrecadação,aplicação e apropriação de receitas e despesas nas subcontas das regiões hidrográficas e do INEA de recursos financeiros do Fundo Estadual de Recursos Hídricos - FUNDRHI.
Resolução CERHI nº 86/2012	Define a viabilidade da aplicação dos recursos FUNDRHI em ações de saneamento rural incluída no percentual de 70% explicitado no artigo 6º da Lei Estadual nº 5.234, de 05 de maio de 2008
Resolução CERHI nº 94/2012	Dispõe sobre a aplicação de recursos financeiros do FUNDRHI da subconta da compensação financeira com a finalidade de apoio ao Cadastro Ambiental Rural - CAR.
ACESSO À INFORMAÇÃO	
Lei n° 2.541 de 24/04/96	Dispõe sobre a democratização do acesso às informações dos Poderes Executivos, Legislativo e Judiciário do Estado do Rio de Janeiro
Lei nº 2639 de 23/10/96	Regulamenta o artigo 19 da Constituição do Estado do Rio de Janeiro, que prevê o direito de informação de todos os cidadãos acerca dos atos do poder executivo.
Lei n° 1.804 de 26/03/91	Determina que as Indústrias sediadas no Estado do Rio de Janeiro afixem, em locais visíveis, placas que indiquem a natureza dos produtos ali produzidos, e dá outras providências.
Lei n° 1.027 de 06/08/86	Dispõe sobre o controle a informação à população referente a presença de resíduos de agrotóxicos nos produtos hortifrutigranjeiros consumidos no Estado
Lei nº 855 de 17/06/85	Dispõe sobre a divulgação, pelo poder executivo, dos dados relativos ao controle da poluição no Estado do Rio de Janeiro.

BANCO DE DADOS AMBIENTAIS – BDA	
Lei nº 3346 de 29/12/99	Autoriza o Poder Executivo a criar o Banco de Dados Ambientais – BDA
ZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO – ORDENAMENTO TERRITORIAL	
Zoneamento Ecológico-Econômico	
Lei nº 5.067 de 09/07/07	Dispõe sobre o Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Rio de Janeiro e define critérios para a implantação da atividade de silvicultura econômica no Estado do Rio de Janeiro
Macrorregiões Ambientais	
Decreto nº 26.058 de 14/03/00	Define as Macrorregiões Ambientais do Estado do Rio de Janeiro
Áreas de Interesse Especial do Estado	
Lei nº 1.130 de 12/02/87	Define as áreas de interesse especial do Estado e dispõe sobre os imóveis de área superior a 1.000.000m2 (hum milhão de metros quadrados) e imóveis localizados em áreas limítrofes de municípios, para efeito do exame e anuência prévia a projeto de parcelamento do solo para fins urbanos, a que se refere o artigo 13 da Lei nº 6.766/79
Decreto nº 9.760 de 11/03/87	Regulamenta a Lei 1.130/87 e define as normas para uso e ocupação do solo a que deverão submeter-se os projetos de parcelamento e desmembramento
Lei nº 784 de 05/10/84	Estabelece normas para a concessão da anuência prévia do Estado aos projetos de parcelamento do solo para fins urbanos nas áreas declaradas de interesse especial à proteção ambiental
Zoneamento Industrial	
Decreto n.º 31.339 de 04/06/02	Institui o Programa de Fomento ao Desenvolvimento Industrial sustentável do Estado do Rio de Janeiro - Rio Ecopolo e dá outras providências
Lei nº 466 de 21/10/1981	Dispõe sobre o zoneamento industrial no Rio de Janeiro
LICENCIAMENTO E AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS	
Geral	
Lei nº 4.886 de 01/11/06	Dispõe sobre a condição para o Licenciamento Ambiental de Empreendimentos, em geral, no âmbito do Estado do Rio de Janeiro.
Lei nº 3.111 de 18/11/98	Complementa a Lei nº 1356 de 03 de outubro de 1988, estabelecendo o princípio de análise coletiva de EIA/RIMA, quando numa mesma bacia hidrográfica.

Lei nº 2894 de 05/03/1998	Revoga o parágrafo 2º do artigo 1º da Lei 1356
Lei nº 2.535 de 08/04/96	Acrescenta dispositivos a Lei nº 1356.
Lei nº 1.356 de 03/10/88	Dispõe sobre os procedimentos vinculados à elaboração, análise e aprovação dos estudos de impacto ambiental
Decreto-Lei nº 134 de 16/06/75	Dispõe sobre Prevenção e Controle da Poluição do Meio Ambiente no Estado do Rio de Janeiro
Cadastro Técnico Estadual de Atividades Potencialmente Poluidoras ou Utilizadoras de Recursos Ambientais e a Taxa de Controle e Fiscalização Ambiental	
Lei nº 5.438 de 17/04/09	Institui o Cadastro Técnico Estadual de Atividades Potencialmente Poluidoras ou Utilizadoras de Recursos Ambientais e a Taxa de Controle e Fiscalização Ambiental no Estado do Rio de Janeiro, e dá outras providências
Competência do Conselho Diretor e do Diretor Presidente	
Resolução INEA nº 07/2009	Define a competência do Conselho Diretor e do Diretor Presidente para deliberar respectivamente, sobre processos de licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades de alto e médio impacto ambiental, e dá outras providências.
Sistema de Licenciamento Ambiental - SLAM	
Decreto nº 44820 de 02/06/14	Dispõe sobre o Sistema de Licenciamento Ambiental - SLAM e dá outras providências. (Revoga o Decreto nº 42.159 de 02/12/09, que revogou o Decreto nº 1.633 de 21/12/77 – Sistema de Licenciamento de Atividades Poluidoras – SLAP)
Resolução INEA nº 79/2013	Altera os Anexos das Resoluções Inea nº 31/2011 e 32/2011, estabelecendo novos códigos e critérios para enquadramento de atividades de aquicultura continental.
Boletim de Serviço INEA nº 56/2012	Divulga a listagem com os novos códigos de atividades aprovados pela Resolução Inea nº 52 de 19/03/12.
Resolução INEA nº 53/2012	Estabelece os novos critérios para a determinação do porte e potencial poluidor dos empreendimentos e atividades poluidores ou utilizadores de recursos ambientais, bem como os capazes de causar degradação ambiental, sujeitos ao licenciamento ambiental.

Resolução INEA nº 52/2012	Estabelece os novos códigos para o enquadramento de empreendimentos e atividades poluidores ou utilizadores de recursos ambientais, bem como os capazes de causar degradação ambiental, sujeitos ao licenciamento ambiental.
Resolução INEA nº 48/2012	Define o impacto das atividades e empreendimentos para fins de definição da competência para o licenciamento ambiental, e dá outras providências.
Resolução INEA nº 32/2011	Estabelece os critérios para determinação do porte e potencial poluidor dos empreendimentos e atividades, para seu enquadramento nas classes do Slam
Resolução INEA nº 31/2011	Estabelece os códigos a serem adotados pelo Inea para o enquadramento de empreendimentos e atividades sujeitos ao licenciamento ambiental.
Compensação Ambiental e Contribuição por Serviços Ecossistêmicos	
Lei nº 6572 de 31/10/13	Dispõe sobre a compensação devida pelo empreendedor responsável por atividade de significativo impacto ambiental no Estado do Rio de Janeiro, institui a contribuição por serviços ecossistêmicos nos termos da Lei Federal nº 9.985/00 e dá outras providências;
Decreto 43946 de 22/11/12	Regulamenta a contribuição financeira devida pelos serviços ecossistêmicos proporcionados por unidades de conservação estaduais e dá outras providências.
Deliberação CECA nº 4.888/07	Estabelece procedimentos para gradação de impacto ambiental para fins de compensação ambiental, de que trata a Lei no 9.985, de 18/07/2000.
Avaliação de Eventual Contaminação Ambiental do Solo e das Águas Subterrâneas	
Resolução CONEMA nº 44/2012	Dispõe sobre a obrigatoriedade da identificação de eventual contaminação ambiental do solo e das águas subterrâneas por agentes químicos, no processo de licenciamento ambiental estadual
Documento de Enquadramento Urbanístico e Ambiental – DEUA	
Resolução CONEMA nº 50/2013	Estabelece procedimentos vinculados à elaboração do Documento de Enquadramento Urbanístico e Ambiental – DEUA e respectivo modelo padrão a ser adotado pelas prestadoras de serviços públicos no Estado do Rio de Janeiro
Descentralização do Licenciamento Ambiental	
Decreto nº 42.440 de 30/04/10	Altera o Decreto nº 42.050, de 25 de setembro de 2009, que disciplina o procedimento de descentralização do licenciamento ambiental mediante a celebração de convênios com os municípios do Estado do Rio de Janeiro, e dá outras providências

Decreto nº 42.050 de 25/09/09	Disciplina o procedimento de descentralização do licenciamento ambiental mediante a celebração de convênios com os municípios do Estado do Rio de Janeiro, e dá outras providências
Decreto nº 40.980 de 15/10/07	Dá nova redação aos arts. 1º e 3º e ao título do anexo do Decreto nº 40.793, de 5 de junho de 2007, que disciplina o procedimento de descentralização da fiscalização ambiental mediante a celebração de convênios com municípios do Estado do Rio de Janeiro e determina outras providências.
Decreto nº 40.793 de 05/06/07	Disciplina o procedimento de descentralização da fiscalização e do licenciamento ambiental mediante a celebração de convênios com municípios do Estado do Rio de Janeiro que possuam órgão/entidade ambiental competente devidamente estruturado e equipado e dá outras providências
Resolução CONEMA nº 42 de 17/08/12	Dispõe sobre as atividades que causam ou possam causar impacto ambiental local, fixa normas gerais de cooperação federativa nas ações administrativas decorrentes do exercício da competência comum relativas à proteção das paisagens naturais notáveis, à proteção do meio ambiente e ao combate à poluição em qualquer de suas formas, conforme previsto na Lei Complementar nº 140/2011.
Resolução INEA nº 26, de 23/210	Altera a Resolução Inea nº 12, de 8 de junho de 2010, que dispõe sobre os empreendimentos e atividades cujo licenciamento ambiental pode ser transferido aos municípios, por meio de convênio
Resolução INEA nº 12 de 08/06/10	Dispõe sobre os empreendimentos e atividades cujo licenciamento ambiental pode ser transferido aos municípios, por meio de convênio.
Custos de análise e processamento dos requerimentos de licenças, certificados, autorizações e certidões ambientais	
Resolução CONEMA nº 49/2013	Aprova a Revisão 01 da NOP-INEA-02 – Indenização dos custos de análise e processamento dos requerimentos de licenças, certificados, autorizações e certidões ambientais.
Resolução CONEMA nº 19/10	Aprova a NA-051.R-8 – Indenização dos custos de análise e processamento dos requerimentos de licenças, certificados, autorizações e certidões ambientais.
Resolução CONEMA nº 51/2013	Aprova a revisão 01 da NOP-Inea-02 – Indenização dos custos de análise e processamento dos requerimentos de licenças, certificados, autorizações e certidões ambientais.

Norma Operacional INEA nº 02.R-1/2013	Indenização dos custos de análise e processamento dos requerimentos das licenças, certificados, autorizações e certidões ambientais.
Requerimento de Licenças Ambientais	
Deliberação CECA nº 4.848/2007	Aprova a NA-063.R-0 – Procedimentos para Requerimento de Licenças Ambientais
Modelos de Publicação de Pedidos de Licenciamento	
Deliberação CECA nº 4.093/2001	Aprova a NA-052-R1 – Publicação das Licenças Obrigatórias e do Estudo de Impacto Ambiental – EIA.
Pedido, Recebimento e Análise de EIA/RIMA	
Deliberação CECA nº 3.329/1994	Aprova a NA-42.R-9 – Pedido, Recebimento e Análise de Estudo de Impacto Ambiental – EIA e Relatório de Impacto Ambiental – RIMA.
Entrega de Documentos do SLAM	
Resolução INEA nº 37/2011	Regulamenta a entrega aos requerentes dos documentos do Sistema de Licenciamento Ambiental - SLAM.
Elaboração do EIA/RIMA	
Deliberação CECA nº 3.663/1997	Aprova a DZ 041.R13 - Elaboração do EIA/RIMA.
Encerramento de Atividades Potencialmente Poluidoras ou Degradadoras do Meio Ambiente	
Resolução CONEMA nº 02/2008	Aprova a DZ-077 - Diretriz para encerramento de atividades potencialmente poluidoras ou degradadoras do meio ambiente
Processos administrativos de licenciamento ambiental, adequação ambiental de propriedades rurais e recuperação de áreas degradadas.	
Resolução INEA nº 85/2014	Aprova os procedimentos para tramitação de processos administrativos de licenciamento ambiental, adequação ambiental de propriedades rurais e recuperação de áreas degradadas.
Extração de Recursos Minerais	
Deliberação CECA nº 2371/1992	Plano de Controle Ambiental –PCA - concessão de Licença de Operação
Lei nº 6373 de27/12/12	Dispõe sobre os critérios gerais para licenciamento ambiental de extração de bens minerais de utilização imediata na construção civil.

Dutos	
Deliberação CECA/CN nº 4.678/2006	Dutos de gás natural ou manufaturado - Critérios para o licenciamento ambiental
CONSERVAÇÃO DE RIOS, LAGOAS E BREJOS, ÁGUAS SUBTERRÂNEAS – RECURSOS HÍDRICOS – SANEAMENTO	
Política Estadual de Recursos Hídricos	
Lei nº 3.239 de 02/08/99	Institui a Política Estadual de Recursos Hídricos e cria o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos
Programa Estadual de Recursos Hídricos	
Decreto n° 42.029 de 15/06/11	Regulamenta o Programa Estadual de Conservação e Revitalização de Recursos Hídricos - PROHIDRO, previsto nos artigos 5º e 11 da Lei nº 3.239, de 02 de agosto de 1999, que institui a Política Estadual de Recursos Hídricos, e dá outras providências
Divisão Hidrográfica Estadual	
Resolução CERHI nº 107/2013	Aprova nova definição das Regiões Hidrográficas do Estado do Rio de Janeiro e revoga a Resolução CERHI n° 18 de 08/11/08
Plano Estadual de Recursos Hídricos	
Resolução CERHI nº 117/2014	Dispõe sobre a aprovação do plano estadual de recursos hídricos do Estado do Rio de Janeiro (PERHI-RJ).
Faixa Marginal de Proteção – FMP, Projeto de Alinhamento de Rio (PAR), o Projeto de Alinhamento de Orla de Lago (PAO), e a Licença para Extração de Areia (LA)	
Decreto nº 42.356 de 10/03/2010	Dispõe Sobre o Tratamento e a Demarcação das Faixas Marginais de Proteção nos Processos de Licenciamento Ambiental e de Emissões de Autorizações Ambientais no Estado do Rio de Janeiro
Decreto nº 42.484 de 24/05/2010	Disciplina a transferência do procedimento de demarcação da Faixa Marginal de Proteção de Lagos, Lagoas, Lagunas e Cursos D´Água Estaduais aos Municípios
Lei n° 650 de 11/01/83	Dispõe sobre a política estadual de defesa e proteção das bacias fluviais e lacustres do Rio de Janeiro, estabelecendo os instrumentos de proteção e determinando a obrigatoriedade de submissão para licenciamento, ao órgão ambiental competente, de projeto que objetivem a intervenção nas faixas de proteção que define.

Resolução INEA nº 130/2015	Aprova a norma operacional 33 (NOP-INEA-33), para demarcação das faixas marginais de proteção e das faixas non aedificandi de cursos d´água no Estado do Rio de Janeiro.
Portaria SERLA nº 324/2003	Define a Base Legal para Estabelecimento da Largura Mínima da Faixa Marginal de Proteção
Portaria SERLA nº 261-A/1997	Determina Normas para Demarcação de Faixas Marginais de Proteção em Lagos, Lagoas e Lagunas e dá outras providências.
Deliberação CECA nº 48/1979	Aprova o Regulamento de Fiscalização da Superintendência Estadual de Rios e Lagoas – SERLA.
Classificação, Enquadramento, Efluentes e Balneabilidade	
Lei nº 940 de 17/12/85	Dispõe sobre a preservação da coleção hídrica e o tratamento de águas residuárias e resíduos provenientes de indústrias sucro-alcooleiras das regiões canavieiras do Estado
Deliberação CECA nº 4.886/2007	Aprova a DZ-205.R-6 – Diretriz de Controle de Carga Orgânica em Efluentes Líquidos de Origem Industrial – Estado do Rio de Janeiro.
Deliberação CECA nº 1.995/1990	Aprova a DZ 942. R-7 – Estabelece as diretrizes do Programa de Autocontrole de Efluentes Líquidos – PROCON ÁGUA
Deliberação CECA nº 1.007/1986	Aprova a NT-202.R-10 – Critérios e Padrões para Lançamento de Efluentes Líquidos – Estado do Rio de Janeiro
Deliberação CECA nº 19/1978	Aprova a DZ-703.R-4 – Roteiros para Apresentação de Projetos para Tratamento de Efluentes Líquidos – Estado do Rio de Janeiro
Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	
Resolução CERHI nº 09/2003	Estabelece critérios gerais sobre a outorga de direito de uso de recursos hídricos de domínio do Estado do Rio de Janeiro.
Resolução INEA nº 84/2014	Aprova os critérios que estabelecem a concessão de inexigibilidade de documentos de uso insignificante de recursos hídricos
Resolução INEA nº 63/2012	Aprova a normatização e os procedimentos para abertura de processos, análise e emissão de certidão ambiental de uso insignificante de recursos hídricos.
Portaria SERLA nº 567/2007	Estabelece Critérios Gerais e Procedimentos Técnicos e Administrativos para Cadastro, Requerimento e Emissão de Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos de Domínio do

	Estado do Rio de Janeiro, e dá outras providências.
Portaria SERLA nº 555/2007	Estabelece os procedimentos a serem observados para a regularização do uso de água subterrânea e de água superficial nas áreas dotadas de sistema público de abastecimento de água, e dá outras providências.
Cobrança pelo Uso dos Recursos Hídricos	
Lei nº 5.234 de 05/05/08	Altera a Lei nº 4.247, de 16 de dezembro de 2003, que dispõe sobre a cobrança pela utilização dos recursos hídricos de domínio do Estado do Rio de Janeiro e dá outras providências.
Lei nº 4247 de 16/12/03	Dispõe sobre a cobrança pela utilização dos recursos hídricos de domínio do Estado do Rio de Janeiro e dá outras providências
Decreto nº 41.974 de 03/08/09	Regulamenta o art. 24 da Lei nº 4.247, de 16/12/03, e dá outras providências.
Resolução CERHI nº 166/2016	Dispõe sobre a atualização do preço público unitário – PPU da metodologia da cobrança pelo uso dos recursos hídricos Região Hidrográfica VIII – Comitê Macaé e das Ostras
Aplicação de Recursos do Fundo Estadual de Recursos Hídricos	
Resolução INEA nº 27/2010	Define regras e procedimentos para arrecadação, aplicação e apropriação de receitas e despesas nas subcontas das regiões hidrográficas e do INEA de recursos financeiros do Fundo Estadual de Recursos Hídricos (FUNDRHI).
Resolução CERHI n° 110/2013	Dispõe sobre a manutenção de todas as aplicações de recursos financeiros do FUNDRHI anteriormente deliberadas pelos CBHs, após nova divisão das Regiões Hidrográficas
Resolução CERHI nº 51/2010	Determina providências a serem tomadas pelos comitês de bacia hidrográfica e pelo Instituto Estadual do Ambiente (INEA) para a utilização de recursos disponíveis no Fundo Estadual de Recursos Hídricos (Fundrhi).
Credenciamento de Laboratórios Particulares	
Deliberação CECA nº 707/1985	Sistema de credenciamento de laboratórios particulares destinados à realização de análises químicas e biológicas de interesse para o controle da qualidade ambiental
Uso Publico de Rios, Lagoas, Brejos e Represas, Recreação e Turismo e Águas Interiores	
Lei nº 6.589 de 18/11/2013	Dispõe sobre o trânsito por propriedades privadas para o acesso a sítios naturais públicos localizados no âmbito do Estado do Rio de Janeiro.
Exploração de Recursos Minerais do Leito de Rios e Lagoas	

Resolução CONEMA nº 41/2012	Regulamenta, restringe e define a captação de cascalhos (grânulo, seixo rolado, calhau e matacão) do leito de cursos d'água no Estado do Rio de Janeiro.
Câmaras Técnicas do Conselho Estadual de Meio Ambiente	
Resolução CERHI nº 02/2001	Cria as Câmaras Técnicas do Conselho Estadual de Recursos Hídricos e dá outras providências
Diretrizes para formação, organização e funcionamento de Comitês de Bacia Hidrográficas	
Resolução CERHI nº 07/2003	Dispõe sobre procedimentos e estabelece critérios gerais para instalação e instituição dos comitês de bacias hidrográficas
Resolução CERHI nº 05/2002	Estabelece diretrizes para a formação, organização e funcionamento de Comitê de Bacia Hidrográfica, de forma a implementar o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos.
Resolução CERHI nº 77/2011	Dispõe sobre o segmento Poder Público
Resolução CERHI nº 78/2011	Dispõe sobre o segmento Sociedade Civil.
Resolução CERHI nº 79/2011	Dispõe sobre o segmento Sociedade Civil.
Entidade Delegatária	
Lei nº 5.639 de 06/01/10	Dispõe sobre os contratos de gestão entre o órgão gestor e executor da Política Estadual de Recursos Hídricos e entidades delegatárias de funções de agência de água relativos à gestão de recursos hídricos de domínio do estado, e dá outras providências.
Resolução CERHI n° 115/2013	Dispõe AD REFERENDUM sobre os limites de custeio administrativo para as entidades delegatárias de funções de Agência de Água
Resolução CERHI nº 44/2010	Dispõe sobre os limites de custeio administrativo das entidades delegatárias de funções de agência de água e dá outras providências.
Resolução INEA nº 131/2015	Estabelece mecanismos para a prestação de contas, pelas entidades delegatárias de funções de agência de água, dos gastos realizados na execução dos contratos de gestão celebrados nos termos da Lei Estadual nº 5.639, de 06 de janeiro de 2010.
Resolução INEA nº 99/2014	Altera a Resolução INEA nº 44, de 28.11.2011, que estabelece procedimentos para a celebração e execução dos contratos de gestão entre o Inea e as entidades delegatárias com funções de competência das agências de águas
Resolução INEA nº 82/2013	Estabelece os procedimentos a serem adotados pelas entidades delegatárias de funções de competência das agências de água para a seleção e recrutamento de pessoal nos termos do art. 9º da Lei Estadual nº 5.639, de 06 de janeiro de 2010.
Resolução INEA nº 45/2011	Estabelece o manual operativo de procedimentos e critérios de avaliação do cumprimento do

	programa de trabalho dos contratos de gestão entre o INEA e as entidades delegatárias com funções de competência das agências de águas
Resolução INEA nº 44/2011	Estabelece procedimentos para a celebração e execução dos contratos de gestão entre o INEA e as entidades delegatárias com funções de competência das agências de águas
Resolução INEA nº 16/2010	Estabelece os procedimentos a serem adotados pelas entidades delegatárias de funções de competência das agências de água para a elaboração de termos de referência para subsidiar a contratação de obras, serviços e compras com emprego de recursos públicos, nos termos do art. 9º da Lei estadual nº 5.639, de 06 de janeiro de 2010.
Resolução INEA nº 14/2010	Estabelece os procedimentos a serem adotados pelas entidades delegatárias de funções de competência das agências de água para a seleção e recrutamento de pessoal nos termos do art. 9º da Lei estadual nº 5.639, de 06 de janeiro de 2010.
Resolução INEA nº 13/2010	Estabelece os procedimentos a serem adotados pelas entidades delegatárias de funções de competência das agências de água para compras e contratação de obras e serviços com emprego de recursos públicos, nos termos do art. 9º da Lei estadual nº 5.639, de 06 de janeiro de 2010.
CONSERVAÇÃO DA FLORA E DA VEGETAÇÃO	
Geral	
Lei nº 3187 de 12/02/99	Cria Taxa Florestal para viabilizar a Política Florestal no Estado do Rio de Janeiro
Lei nº 1.315 de 07/06/88	Institui a Política Florestal do Estado do Rio de Janeiro e dá outras providências.
Lei n° 690 de 01/12/83	Dispõe sobre a proteção às florestas e demais formas de vegetação natural, e dá outras providências (alterada pela Lei nº 790, de 19/10/1984)
Cadastro Ambiental Rural	
Decreto nº 44.512 de 12/12/13	Regulamenta o Cadastro Ambiental Rural no Estado do Rio de Janeiro
Reposição Florestal	
Resolução Inea nº 89/2014	Dispõe sobre as proporções mínimas aplicáveis para reposição florestal, decorrentes do corte ou supressão de vegetação pertencente às formações florestais nativas e ecossistemas associados do bioma mata atlântica, bem como de intervenções em áreas de preservação permanente APPP, para fins de licenciamento ambiental e/ou de autorização para supressão de vegetação nativa-ASV no Estado do Rio de Janeiro
Recuperação de Áreas Degradadas	

Lei nº 3917 de 22/08/02	Autoriza o Poder Executivo a firmar contratos de arrendamento rural para fins de recuperação e preservação ambiental.
Lei nº 2.942 de 08/05/98	Autoriza o Poder Executivo a criar programa permanente de plantio de árvores
Resolução INEA nº 83/2013	Cria a emissão de autorização ambiental para aprovação de Projetos de Recuperação de Áreas Degradadas - PRAD
Resolução Inea nº 36/2011	Aprova o Termo de Referência para Elaboração de Projetos de Recuperação de Áreas Degradadas - PRAD.
Banco Público de Áreas para Restauração - BANPAR	
Resolução INEA nº 140/16	Dispõe sobre a criação do Banco Público de Áreas para Restauração - BANPAR, no Estado do Rio de Janeiro
Queimada	
Lei nº 2049, de 22/12/92	Dispõe sobre a proibição de queimadas da vegetação no Estado do Rio de Janeiro em áreas e locais que especifica e dá outras providências
Documento de Origem Florestal – DOF	
Portaria IEF/RJ nº 256/ 2008	Dispõe sobre a regularização de pessoas físicas e jurídicas no Sistema DOF – Documento de Origem Florestal
Motosserras	
Lei n° 1.309 de 02/06/1988	Dispõe sobre o uso e comercialização de motosserras
Lei nº 3.705 de 06/11/01	Dispõe sobre a criação do "Dia da Agricultura Natural" e dá outras providências.
CONSERVAÇÃO DA FAUNA – PROTEÇÃO ANIMAL	
Geral	
Lei nº 3900 de 19/07/02	Institui o Código Estadual de Proteção aos Animais, no âmbito do Estado do Rio de Janeiro.
Lista Oficial de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção.	
Portaria SEMA nº 01/98	Lista das espécies da fauna ameaçadas de extinção do Estado do Rio de Janeiro (DOERJ 05/06/98).
Manejo da Fauna	

Resolução Inea nº 72/2013	Estabelece procedimentos vinculados à autorização ambiental para levantamento, coleta, colheita, apanha, captura, resgate, transporte e monitoramento de fauna silvestre
Decreto-Lei nº 230 de 18/07/75	Estabelece normas de controle de insetos e roedores nocivos no Estado do Rio de Janeiro, e dá outras providências
Proibição de comercialização de confecção, artefatos e derivados industrializados de animais silvestres.	
Lei nº 1797 de 27/02/91	Dispõe sobre a proibição de comercialização de confecção, artefatos e derivados industrializados de animais silvestres.
PESCA – AQUICULTURA	
Lei n° 2.423 de 17/08/95	Disciplina a pesca nos cursos d'água do Estado do Rio de Janeiro e adota outras providências
DEFESA CIVIL	
Lei nº 6442 de 02/05/13	Dispõe sobre a incorporação nos planos diretores dos municípios fluminenses dos documentos do Estado do Rio de Janeiro sobre estudos e mapeamentos de áreas de risco.
Lei nº 3.029 de 2/08/98	Regulamenta os incisos IX e XI do art. 261 da Constituição Estadual, e autoriza o Poder Executivo a elaborar o mapeamento de risco e medidas preventivas para a população.
Lei nº 3.131 de 10/12/98	Dispõe sobre a criação de Núcleos Comunitários de Defesa Civil em todo o Estado e dá outras providências
PATRIMÔNIO IMOBILIÁRIO – TERRAS PÚBLICAS – TERRAS DEVOLUTAS	
Lei n° 2.217 de 18/01/94	Dispõe sobre o patrimônio público estadual e dá outras providências
SUBSTÂNCIAS TÓXICAS OU PERIGOSAS - AGROTÓXICOS	
Geral	
Decreto n° 9.522 de 15/12/86	Dispõe sobre o controle da produção, comércio e uso de produtos nocivos à saúde
Resíduos Tóxicos	
Lei nº 3.007 de 09/07/98	Dispõe sobre o transporte, armazenamento e queima de resíduos tóxicos no Estado do Rio de Janeiro
Depósitos subterrâneos e tubulações metálicas para armazenamento ou transporte de combustíveis ou substâncias perigosas	
Lei nº 2.803 de 07/10/97	Dispõe sobre a proibição de depósitos subterrâneos e tubulações metálicas para armazenamento ou transporte de combustíveis ou substâncias perigosas, sem proteção contra a corrosão

Líquidos Combustíveis de Uso Automotivo - Petróleo e seus derivados	
Lei nº 3.610 de 18/07/01	Estabelece normas para o sistema de armazenamento de líquidos combustíveis de uso automotivo (SASC) e dá outras providências.
Lei nº 3.801 de 03/04/02	Institui e impõe normas de segurança para operações de exploração, produção, estocagem e transporte de petróleo e seus derivados, no âmbito do Estado do Rio de Janeiro, regulamenta em parte o art. 276 da Constituição Estadual e dá outras providências.
Brometo de Metila	
Lei nº 3.424 de 21/06/00	Proíbe o uso de Brometo de Metila no Estado no Rio de Janeiro
Clorofluorcarbonos	
Lei n° 2.457 de 08/11/95	Dispõe sobre a proibição da liberação de gases de refrigeração à base de CFCs – Clorofluorcarbono
Lei nº 1.843 de 19/06/91	Proíbe a comercialização e utilização de “sprays” que contenham Clorofluorcarbonos (CFC) como propelentes e dá outras providências
Solvente à Base de Tolueno	
Lei n° 2.600 de 17/07/96	Dispõe sobre o controle e a comercialização de produtos que contenham solvente à base de tolueno.
Ascarel	
Lei nº 3.373 de 24/03/99	Proíbe o uso de substância denominada Ascarel no território do Estado do Rio de Janeiro
Adesivo químico e solventes aromáticos	
Lei nº 3.032 de 02/09/98	Dispõe sobre a fabricação, comercialização e utilização do adesivo químico de contato à base de borracha sintética e natural, bem como os solventes aromáticos no Estado do Rio de Janeiro.
Isocianato de Metila	
Decreto n° 7.818 de 06/12/84	Proíbe, no Estado do Rio de Janeiro, o transporte, a estocagem, e o processamento da substância denominada Isocianato de Metila, e dá outras providências.
Benzina, Éter, Tiner e Acetona	
Lei nº 2.779 de 02/09/97	Benzina,éter,tiner acetona - controle de comercialização
Solventes aromáticos	

Lei nº 3.032 de 02/09/98	Solventes aromáticos – disposições sobre a fabricação, comercialização e utilização
RESÍDUOS SÓLIDOS	
Geral	
	Aprova do Plano Estadual de Resíduos Sólidos
Lei nº 6.805 de 18/06/14	Inclui artigos na Lei nº 4.191, de 30 de setembro de 2003, – Política Estadual de Resíduos Sólidos, instituindo a obrigação da implementação de sistemas de logística reversa de resíduos para resíduos eletroeletrônicos, agrotóxicos, pneus e óleos lubrificantes no âmbito do Estado do Rio de Janeiro.
Lei nº 4.191 de 30/09/03	Dispõe sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos e dá outras providências.
Lei nº 3.009 de 13/07/98	Proíbe o despejo de lixo em locais públicos e dá outras providências.
Lei n° 2.419 de 20/07/95	Cria em áreas administradas pelo Estado e os Municípios depósitos para recolhimento de lixo reciclável mediante convênios firmados com as companhias de limpeza urbana municipais ou suas contratadas e dá outras providências
Lei nº 2.011 de 10/07/92	Dispõe sobre a implementação do Programa de Redução de Resíduos
Resolução CONEMA nº 55/2013	Estabelece padrão de cores para a coleta seletiva simples, a ser adotado na identificação de coletores e veículos transportadores para a separação de resíduos sólidos urbanos e de resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços a ser adotado na identificação de coletores e veículos transportadores, para a separação de resíduos no Estado do Rio de Janeiro,
Deliberação CECA nº 3.327/1994	Estabelece diretrizes para o licenciamento da destinação de resíduos sólidos, semissólidos e líquidos, não passíveis de tratamento convencional, provenientes de quaisquer fontes poluidoras
Deliberação CECA nº 673/1985	Dispõe sobre a implantação do sistema de manifesto de resíduos industriais
Deliberação CECA nº 307/1982	Dispõe sobre a implantação de bolsas de resíduos
Resíduos Industriais Tóxicos.	
Lei nº 1.361, de 06/10/88	Dispõe sobre a estocagem, processamento e disposição final de resíduos industriais tóxicos.
Destruição Térmica de Resíduos	
DZ 1314-R0	Diretriz para licenciamento de processos de destruição térmica de resíduos
Resíduos da Construção Civil	
Norma Operacional INEA 27/2015- C	Norma operacional para o licenciamento de atividades de coleta e transporte rodoviário de resíduos da

	construção civil
Resíduos Perigosos	
Lei nº 2.011 de 10/06/92	Dispõe sobre a Obrigatoriedade de Implantação de Programa de Redução de Resíduos Perigosos
Lei nº 1.361 de 06/10/88	Estocagem, Processamento e Disposição Final de Resíduos Industriais Tóxicos.
Pilhas e Baterias	
Lei nº 3.415 de 29/05/00	Determina que todos os estabelecimentos que comercializam baterias de telefones celulares, baterias de veículos automotores e pilhas, no âmbito do Estado do Rio de Janeiro, ficam obrigados a manter em local visível e adequado recipientes especiais para o seu recolhimento.
Lei nº 3.183 de 28/01/99	Autoriza o Poder Executivo a criar normas e procedimentos para o serviço de coleta e disposição final de pilhas no Estado do Rio de Janeiro
Lei nº 2939 de 08/05/98	Transporte e armazenamento de baterias usadas de telefones celulares
Lei nº 2110 de 28/04/93	Sistema Estadual de Recolhimento de Pilhas e Baterias Usadas
Reciclagem	
Lei nº 2.419 de 20/07/95	Depósito para Recolhimento de Lixo Reciclável
Lei nº 2.110/93	Sistema Educacional de Recolhimento de Pilhas e Baterias
Lei nº 2.030 de 02/10/92	Produtos acondicionados em recipientes de vidro, plásticos, isopores, latas, papel e papelão – obrigatoriedade de aplicação de Selo-Símbolo para reciclagem de materiais
Lei nº 1.831 de 06/07//91	Obriga as escolas públicas a coletarem seletivamente o lixo
Sacolas, Garrafas e Embalagens Plásticas	
Lei nº 5.502 de 15/07/09	Dispõe sobre a substituição e recolhimento de sacolas plásticas em estabelecimentos comerciais localizados no Estado do Rio De Janeiro como forma de colocá-las à disposição do ciclo de reciclagem e proteção ao meio ambiente fluminense e acrescenta o artigo 98-a à Lei nº 3467/2000.
Lei nº 3369 de 07/01/00	Estabelece normas para a destinação final de garrafas plásticas e dá outras providências.
Lei nº 3.206 de 12/04//99	Autoriza o Poder Executivo a Criar Normas e Procedimentos para o Serviço de Coleta, Reciclagem e Disposição Final de Garrafas e Embalagens Plásticas
RUÍDOS	

Lei nº 4.324 de 12/05/04	Estabelece diretriz visando à garantia da saúde auditiva da população do Estado do Rio de Janeiro.
Lei nº 126 de 10/05/77	Dispõe sobre a proteção contra a poluição sonora, estendendo, a todo o estado do rio de janeiro, o disposto no Decreto-Lei nº 112, de 12 de Agosto de 1969, do ex-Estado da Guanabara, com as modificações que menciona.
Decreto nº 6.097 de 05/04/73	Dá nova redação ao art. 3º do Regulamento do Decreto-lei nº 112, de 12 de agosto de 1969, aprovado pelo Decreto nº 3.217, de 3-10-69, que fixa normas de proteção contra ruído.
Decreto-Lei nº 112/08/69	Fixa Normas de Proteção contra o Ruído
PATRIMÔNIO ARQUEOLÓGICO	
Lei nº 7.035 de 07/07/15	Institui o Sistema Estadual de Cultura do Estado do Rio de Janeiro, o Programa Estadual De Fomento e Incentivo a Cultura, e apresenta como Anexo Único as Diretrizes e Estratégias do Plano Estadual de Cultura.
Decreto nº 45.419 de 19/10/15	Regulamenta o Capítulo I, do Título II, da Lei Estadual n.º 7.035, de 07 de julho de 2015, que institui o Sistema Estadual de Cultura do Estado do Rio de Janeiro, o Programa Estadual de Fomento e Incentivo à Cultura, e apresenta como anexo único as diretrizes e estratégias do Plano Estadual de Cultura, e dá outras providências.
Lei nº 509 de 13/07/81	Cria o Conselho Estadual de Tombamento
EDUCAÇÃO AMBIENTAL	
Lei nº 3.325 de 17/12/99	Dispõe sobre a Educação Ambiental, institui a Política Estadual de Educação Ambiental, cria o Programa Estadual de Educação Ambiental e complementa a Lei Federal nº 9.795/99, no âmbito do Estado do Rio de Janeiro
Decreto nº 27.599/00	Institui o Grupo Interdisciplinar de Educação Ambiental e dá outras providências
AMBIENTE DO TRABALHO	
Lei nº 3623 de 27/08/01	Regulamenta o artigo 293 da Constituição Estadual e estabelece critérios para determinação de padrões de qualidade do ambiente de trabalho e de proteção à saúde dos trabalhadores no Estado do Rio de Janeiro.
Lei n° 2.702 de 25/03/97	Estabelece a Política Estadual de Qualidade Ambiental Ocupacional e de Proteção da Saúde do Trabalhador

TURISMO	
Lei nº 2100 de 05/10/93	Dispõe sobre o Conselho Estadual de Turismo – CET (revoga o Decreto nº 10.933, de 25 de janeiro de 1988)
SAÚDE	
Decreto–Lei n° 214 de 17/07/75	Aprova o Código de Saúde do Estado do Rio de Janeiro
SANÇÕES ADMINISTRATIVAS	
Lei nº 3.467 de14/09/00	Dispõe sobre as sanções administrativas derivadas de condutas lesivas ao Meio Ambiente no estado do Rio de Janeiro, e dá outras providências.
Resolução INEA nº 28/2010	Disciplina o Procedimento Administrativo de apuração de Infração Ambiental e define os Atos Administrativos utilizados nas Ações Fiscalizatórias do INEA.

EMENTÁRIO DE LEGISLAÇÃO MUNICIPAL

EMENTÁRIO DE LEGISLAÇÃO MUNICIPAL	
LC - Lei Complementar	
LC 27/01	Dispõe sobre o Código Municipal de Meio Ambiente
Lei 076/06	Plano Diretor do Município de Macaé
LC 141/10 (com alteração pela LC 157/10 e LC 226/13)	Código Urbanístico do Município de Macaé, que dispõe sobre o parcelamento do solo para fins urbanos, ordenamento urbanístico e o sistema viário de circulação, e institui o Zoneamento Urbano.
LC 45/04	Consolida as Leis Municipais nº. 006/1998, 012/1999 e 017/1999, que dispõem sobre a Divisão Administrativa do Município, promove novo ordenamento territorial, expandindo a zona urbana, e dá outras providências.
Lei 3010/07	Define os objetivos, instrumentos, princípios e diretrizes para a gestão integrada e gerenciamento de resíduos sólidos para a elaboração do Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos de Macaé (PGIRSM).
Lei 3010/07	– Disciplina o plantio, o replantio, a poda, a supressão, o transplante e o uso adequado e planejado da arborização urbana, e dá outras providências.

ANEXO 4-2

CERTIDÃO DE USO DO SOLO

Ecologus
Engenharia Consultiva

Fevereiro, 2020
Rev. 00

ESTADO DO RIO DE JANEIRO
PREFEITURA MUNICIPAL DE MACAÉ
SECRETARIA MUNICIPAL DE FAZENDA
COORDENADORIA ESPECIAL DE ATIVIDADES ECONÔMICAS E POSTURAS

CERTIDÃO DE CONSULTA PRÉVIA

Nº 0053/2020

Em cumprimento ao despacho exarado no requerimento protocolado sob o nº **58492**, de **17 de dezembro de 2019**, cujo objeto foi a Consulta Prévia solicitada por **USINA TERMELÉTRICA NORTE FLUMINENSE S/A.,** na forma dos artigos 12 a 20 da Lei Complementar nº 251/2016 e Decreto 009/2018, CERTIFICO que:

Endereço fornecido pelo (a) consulente:
Rodovia BR 101, s/n, Km 161, Fazenda Severina.

Localização de acordo com a LC nº 141/2010:
Zona Industrial Quatro (ZI-4).

Área do imóvel:
595.4232 ha, conforme informado às fls. 09 dos autos.

Atividade(s):
Usina termelétrica.

A atividade requerida **É PERMITIDA NO LOCAL,** de acordo com decisão da Comissão Especial para Análise de Projetos e Requerimentos para Uso e Ocupação do Solo, datada de 17/02/2020, às fls. 63 dos autos.

> *"Decisão: **Deferido**. Considerando que o imóvel está inserido em zona industrial (ZI-4), portanto, zoneamento adequado para a atividade pretendida, bem como considerando manifestação favorável da Secretaria Municipal de Ambiente e Sustentabilidade, deferiu-se o pedido.*
>
> *Observação: Cumpre informar que o deferimento da consulta prévia não gera direito adquirido no que se refere ao exercício da atividade. Assim, o requerente deverá obter todas as demais autorizações/licenças exigidas por lei."*

E, por ser verdade eu, **FILIPE SILVA RIBEIRO – Matrícula 22064,** Fiscal de Atividades Econômicas e Posturas, extral a presente Certidão, que depois de lida e conferida, vai assinada por mim e pelo Coordenador Geral de Posturas, **MAURO GONÇALVES RODRIGUES PINHO- Matrícula 9590.**

Nota: Esta Certidão é válida pelo prazo de 180 (cento e oitenta) dias, a contar de sua expedição, de acordo com o artigo 8º, parágrafo único do Decreto 009/2018.

Macaé, RJ, 27 de fevereiro de 2020.

Coordenador Geral de Posturas

Leonardo Cunha Medeiros
Fiscal de Posturas
Coord. Especial de Posturas
Matr.: 10946 - 12 MEAT

Fiscal de Atividades Econômicas e de Posturas

CAPÍTULO 7

ANEXOS

Ecologus
Engenharia Consultiva

Fevereiro, 2020
Rev. 00

EDF Norte Fluminense

ANEXO 7.2.1-1

RELATÓRIO DE SONDAGENS GEOTECNICAS

Ecologus
Engenharia Consultiva

Fevereiro, 2020
Rev. 00

Cliente: TERMOELÉTRICA NORTE FLUMINENSE
Obra: FAZENDA EDF
Local: KM 161, BR-101, MACAÉ - RJ

SONDAGEM SPT — Furo n°: B01
Inicio: 7/06/2019 — Fim: 13/06/2019
E: 206699.9813
N: 7529411.6105 — Cota: 45.00

AMOSTRADOR TIPOTERZAGHI & PECK
AMOSTRADOR Ø INTERNO : 34.9 mm
AMOSTRADOR Ø EXTERNO: 50.8 mm
REVESTIMENTO Ø INTERNO: 76,2 mm
Peso 65 Kg - Altura da queda: 75 cm

GRÁFICO SPT: SPT 30 cm INICIAIS; SPT 30 cm FINAIS; 10 20 30 40

PROFUNDIDADE (m)	COTA (m)	RESISTÊNCIA À PENTRAÇÃO INI.	RESISTÊNCIA À PENTRAÇÃO FIN.	Perfil Geológico	Profundidade das Camadas (m)	DESCRIÇÃO GEOLÓGICA	ENSAIO PENETOMÉTRICO (Golpes / 30 cm)
					0.05	Solo Orgânico.	
1		4	4	1			2/15 2/15 2/15
2		4	6	2		SILTE ARGILOSO MUITO POUCO ARENOSO: Areia fina; muito mole; marrom; matéria orgânica;	1/15 3/15 3/15
3		5	6	3			2/15 3/15 3/15
4		5	7	4			2/15 3/15 4/15
5	40	9	12	5	4.72		4/15 5/15 7/15
6		10	13	6		ARGILA SILTOSA MUITO POUCO ARENOSA: Areia média; mole; marrom a vermelho.	4/15 6/15 7/15
7		12	14	7			5/15 7/15 7/15
8		13	15	8			6/15 7/15 8/15
9		20	31	9	9.00		8/15 12/15 19/15
10	35	22	33	10			9/15 13/15 20/15
11		23	34	11		SILTE ARENOSO POUCO ARGILOSO; Areia média; pouco compacto; vermelho a roxo.	10/15 13/15 21/15
12		24	34	12			10/15 14/15 20/15
13		27	38	13			12/15 15/15 23/15
14		16	21	14	13.98		7/15 9/15 12/15
15	30	16	21	15		SILTE ARENOSO POUCO ARGILOSO: Areia média a grossa; pouco a medianamente compacto; vermelho a roxo.	6/15 10/15 11/15
16		17	23	16	16.00		7/15 10/15 13/15
17		20	26	17		ARENO SILTOSO MUITO POUCO ARGILOSO: Areia média a grossa; pouco a medianamente compacto; marrom claro estruturas reliquiares; SOLO RESIDUAL MADURO.	8/15 12/15 14/15
18	27	22	25	18	18.00		10/15 12/15 13/15
						(Continua na próxima página)	

AVANÇO A TRADO: 1 m
PROF. REVESTIMENTO: 4.00 m

PROFUNDIDADE DO NÍVEL D'ÁGUA
INICIAL: SECO — DATA: 18/06/2019
FINAL: SECO — DATA: 20/06/2019
PERDA TOTAL D'ÁGUA:

ENSAIO DE LAVAGEM:
.1° Estagio:
.2° Estagio:
.3° Estagio:

DESENHO N°:
FOLHA: 1/4
ESCALA VERT.: 1:100
REF.:

TECNOSONDA

DATA: 01/07/2019

GEÓLOGO: VICTOR GIRAFA
CREA RJ: 2011113268

REPONSÁVEL TÉCNICO:

Cliente: TERMOELÉTRICA NORTE FLUMINENSE
Obra: FAZENDA EDF
Local: KM 161, BR-101, MACAÉ - RJ

SONDAGEM SPT — Furo n°: B01
Inicio: 7/06/2019 — Fim: 13/06/2019
E: 206699.9813
N: 7529411.6105 — Cota: 45.00

AMOSTRADOR TIPOTERZAGHI & PECK
AMOSTRADOR Ø INTERNO : 34.9 mm
AMOSTRADOR Ø EXTERNO: 50.8 mm
REVESTIMENTO Ø INTERNO: 76,2 mm
Peso 65 Kg - Altura da queda: 75 cm

GRÁFICO SPT: SPT 30 cm INICIAIS; SPT 30 cm FINAIS (10 20 30 40)

PROFUNDIDADE (m)	COTA (m)	RESISTÊNCIA À PENTRAÇÃO INI.	RESISTÊNCIA À PENTRAÇÃO FIN.	Perfil Geológico	Profundidade das Camadas (m)	DESCRIÇÃO GEOLÓGICA	ENSAIO PENETOMÉTRICO (Golpes / 30 cm)
19	26	24	28	19			11/15 13/15 15/15
20	25	26	30	20			12/15 14/15 16/15
21	24	29	33	21		ARENO SILTOSO MUITO POUCO ARGILOSO: areia grossa; pouco a medianamente compacto; vermelho a roxo; estruturas reliquiares; SOLO RESIDUAL MADURO.	13/15 16/15 17/15
22	23	35	42	22			15/15 20/15 22/15
23	22	36	43/25	23		Trecho com Areia Grossa.	16/15 20/15 23/10
24	21	36	43/28	24			15/15 21/15 22/13
25	20	23	43/25	25			10/15 13/15 30/10
26	19	25	44	26			11/15 14/15 30/12
27	18	18	25	27			8/15 10/15 15/15
28	17	24	30	28			10/15 14/15 16/15
29	16	21	45	29	29.00		6/15 15/15 30/12
30	15	25	47	30			8/15 17/15 30/12
31	14	23	47	31		SILTE ARENOSO: Areia fina; compacto a muito compacto; vermelho a roxo; estruturas reliquiares; SOLO RESIDUAL MADURO.	8/15 17/15 30/14
32	13	23	44	32			9/15 14/15 30/12
33	12	26	46	33			10/15 16/15 30/14
34	11	31	50	34			11/15 20/15 30/14
35	10	33	51	35			12/15 21/15 30/14
36	9	33	50	36	36.00	(Continua na próxima página)	13/15 20/15 30/13

AVANÇO A TRADO: 1 m
PROF. REVESTIMENTO: 4.00 m

PROFUNDIDADE DO NÍVEL D'ÁGUA
INICIAL: SECO — DATA: 18/06/2019
FINAL: SECO — DATA: 20/06/2019
PERDA TOTAL D'ÁGUA:

ENSAIO DE LAVAGEM:
.1° Estagio:
.2° Estagio:
.3° Estagio:

DESENHO N°:
FOLHA: 2/4
ESCALA VERT.: 1:100
REF.:

TECNOSONDA

DATA: 01/07/2019

GEÓLOGO: VICTOR GIRAFA
CREA RJ: 2011113268

REPONSÁVEL TÉCNICO:

Cliente: TERMOELÉTRICA NORTE FLUMINENSE
Obra: FAZENDA EDF
Local: KM 161, BR-101, MACAÉ - RJ

SONDAGEM SPT — Furo n°: B01
Inicio: 7/06/2019 — Fim: 13/06/2019
E: 206699.9813
N: 7529411.6105 — Cota: 45.00

GRÁFICO SPT — SPT 30 cm INICIAIS — SPT 30 cm FINAIS

AMOSTRADOR TIPOTERZAGHI & PECK
AMOSTRADOR Ø INTERNO : 34.9 mm
AMOSTRADOR Ø EXTERNO: 50.8 mm
REVESTIMENTO Ø INTERNO: 76,2 mm
Peso 65 Kg - Altura da queda: 75 cm

PROFUNDIDADE (m)	COTA (m)	RESISTÊNCIA À PENTRAÇÃO INI.	RESISTÊNCIA À PENTRAÇÃO FIN.	Perfil Geológico	Profundidade das Camadas (m)	DESCRIÇÃO GEOLÓGICA	ENSAIO PENETOMÉTRICO (Golpes / 30 cm)
37		36	52	37		SILTE ARENOSO: Areia fina; compacto a muito compacto; vermelho a roxo; estruturas reliquiares; SOLO RESIDUAL MADURO.	14/15 — 22/15 — 30/14
38		33	50	38			13/15 — 20/15 — 30/14
39		29	48	39			11/15 — 18/15 — 30/15
40	-5	29	54	40	40.00		10/15 — 19/15 — 33/15
41		35	57/26	41			13/15 — 22/15 — 35/11
42		27	46/23	42			9/15 — 18/15 — 28/8
43		32	55	43		AREIA SILTOSA: Areia média a grossa; muito compacto; vermelho a roxo; estruturas reliquiares; alteração caulinítica; SOLO RESIDUAL JOVEM	12/15 — 20/15 — 35/15
44		15/15	35/12	44			15/15 — 35/12
45	0	41	63/23	45			13/15 — 28/15 — 35/8
46		27	46	46		Trecho silte areno-argiloso.	10/15 — 17/15 — 29/15
47		33	51/25	47			12/15 — 21/15 — 30/10
48		50/6		48			50/6
49		35/14		49			35/14
50	-5	20/15	35/12	50			20/15 — 35/12
51		18/15	35/10	51			18/15 — 35/10
52		51/28	35/13	52			16/15 — 35/13
53		38	61/25	53			12/15 — 26/15 — 35/10
54	-9	30	51	54	54.00	(Continua na próxima página)	10/15 — 20/15 — 31/15

AVANÇO A TRADO: 1 m
PROF. REVESTIMENTO: 4.00 m

PROFUNDIDADE DO NÍVEL D'ÁGUA
INICIAL: SECO — DATA: 18/06/2019
FINAL: SECO — DATA: 20/06/2019
PERDA TOTAL D'ÁGUA:

ENSAIO DE LAVAGEM:
.1° Estagio:
.2° Estagio:
.3° Estagio:

DESENHO N°:
FOLHA: 3/4
ESCALA VERT.: 1:100
REF.:

TECNOSONDA

DATA: 01/07/2019

GEÓLOGO: VICTOR GIRAFA
CREA RJ: 2011113268

REPONSÁVEL TÉCNICO:

Cliente: TERMOELÉTRICA NORTE FLUMINENSE
Obra: FAZENDA EDF
Local: KM 161, BR-101, MACAÉ - RJ

SONDAGEM SPT — Furo n°: B01
Inicio: 7/06/2019 — Fim: 13/06/2019
E: 206699.9813
N: 7529411.6105 — Cota: 45.00

AMOSTRADOR TIPOTERZAGHI & PECK
AMOSTRADOR Ø INTERNO : 34.9 mm
AMOSTRADOR Ø EXTERNO: 50.8 mm
REVESTIMENTO Ø INTERNO: 76,2 mm
Peso 65 Kg - Altura da queda: 75 cm

GRÁFICO SPT: SPT 30 cm INICIAIS; SPT 30 cm FINAIS; 10 20 30 40

PROFUNDIDADE (m)	COTA (m)	Nível d'água	RESISTÊNCIA À PENTRAÇÃO INI.	RESISTÊNCIA À PENTRAÇÃO FIN.	Perfil Geológico	Profundidade das Camadas (m)	DESCRIÇÃO GEOLÓGICA	ENSAIO PENETOMÉTRICO (Golpes / 30 cm)
55	-10		25	48	55		AREIA SILTOSA: Areia média a grossa; muito compacto; vermelho a roxo; estruturas reliquiares; alteração caulinítica; SOLO RESIDUAL JOVEM	9/15 16/15 32/15
56			27	47	56			11/15 17/15 30/15
57			52/29	35/14	57	57.29		17/15 35/14
58							Limite da Sondagem (IMPENETRÁVEL AO TRÉPANO DE LAVAGEM)	
59								
60	-15							
61								
62								
63								
64								
65	-20							
66								
67								
68								
69								
70	-25							
71								
72	-27							

AVANÇO A TRADO: 1 m
PROF. REVESTIMENTO: 4.00 m

PROFUNDIDADE DO NÍVEL D'ÁGUA
INICIAL: SECO — DATA: 18/06/2019
FINAL: SECO — DATA: 20/06/2019
PERDA TOTAL D'ÁGUA:

ENSAIO DE LAVAGEM: 57.29 m
.1° Estagio: 10 min - avanço 0.00 m
.2° Estagio: 10 min - avanço 0.00 m
.3° Estagio: 10 min - avanço 0.00 m

DESENHO N°:
FOLHA: 4/4
ESCALA VERT.: 1:100
REF.:

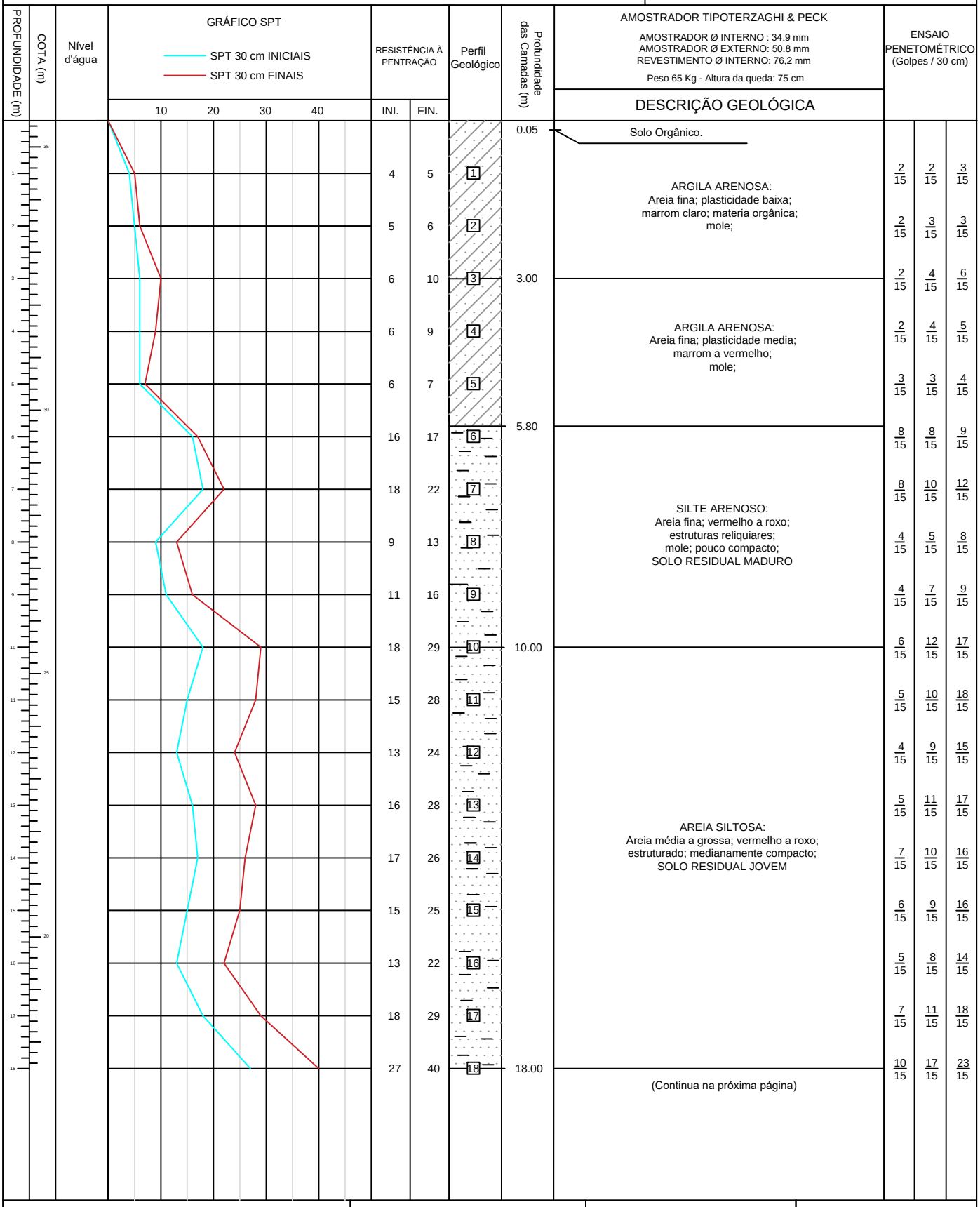
TECNOSONDA

DATA: 01/07/2019
GEÓLOGO: VICTOR GIRAFA
CREA RJ: 2011113268

REPONSÁVEL TÉCNICO:

Cliente: TERMOELÉTRICA NORTE FLUMINENSE
Obra: FAZENDA EDF
Local: KM 161, BR-101, MACAÉ - RJ

SONDAGEM SPT — Furo n°: B02
Inicio: 14/06/2019 — Fim: 18/06/2019
E: 206458.2426
N: 7529238.5394 — Cota: 37.50 m



	INI.	FIN.	ENSAIO PENETOMÉTRICO (Golpes / 30 cm)
1	4	5	2/15 — 2/15 — 3/15
2	5	6	2/15 — 3/15 — 3/15
3	6	10	2/15 — 4/15 — 6/15
4	6	9	2/15 — 4/15 — 5/15
5	6	7	3/15 — 3/15 — 4/15
6	16	17	8/15 — 8/15 — 9/15
7	18	22	8/15 — 10/15 — 12/15
8	9	13	4/15 — 5/15 — 8/15
9	11	16	4/15 — 7/15 — 9/15
10	18	29	6/15 — 12/15 — 17/15
11	15	28	5/15 — 10/15 — 18/15
12	13	24	4/15 — 9/15 — 15/15
13	16	28	5/15 — 11/15 — 17/15
14	17	26	7/15 — 10/15 — 16/15
15	15	25	6/15 — 9/15 — 16/15
16	13	22	5/15 — 8/15 — 14/15
17	18	29	7/15 — 11/15 — 18/15
18	27	40	10/15 — 17/15 — 23/15

AVANÇO A TRADO: 1 m
PROF. REVESTIMENTO: 4.00 m

PROFUNDIDADE DO NÍVEL D'ÁGUA
INICIAL: SECO — DATA: 18/06/2019
FINAL: SECO — DATA: 20/06/2019
PERDA TOTAL D'ÁGUA:

ENSAIO DE LAVAGEM:
.1° Estagio:
.2° Estagio:
.3° Estagio:

DESENHO N°:
FOLHA: 1/2
ESCALA VERT.: 1:100
REF.:

TECNOSONDA

DATA: 01/07/2019

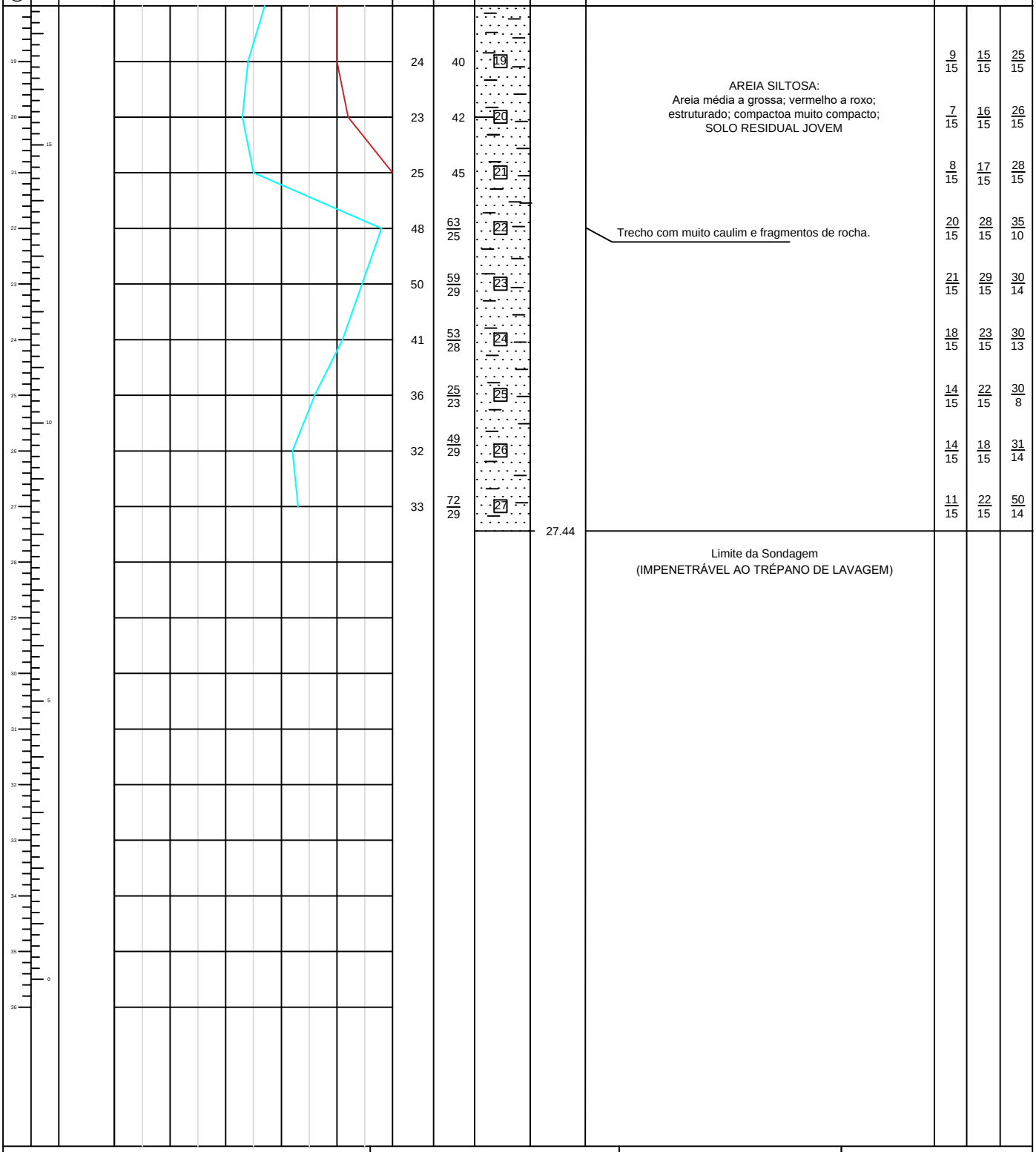
GEÓLOGO: VICTOR GIRAFA
CREA RJ: 2011113268

REPONSÁVEL TÉCNICO:

Cliente: TERMOELÉTRICA NORTE FLUMINENSE
Obra: FAZENDA EDF
Local: KM 161, BR-101, MACAÉ - RJ

SONDAGEM SPT — Furo n°: B02

Inicio: 14/06/2019 — Fim: 18/06/2019
E: 206458.2426
N: 7529238.5394 — Cota: 37.50 m



AVANÇO A TRADO: 1 m
PROF. REVESTIMENTO: 4.00 m

PROFUNDIDADE DO NÍVEL D'ÁGUA
INICIAL: SECO — DATA: 14/06/2019
FINAL: SECO — DATA: 18/06/2019
PERDA TOTAL D'ÁGUA:

ENSAIO DE LAVAGEM: 27.44 m
.1° Estagio: 10 min - avanço 0.00 m
.2° Estagio: 10 min - avanço 0.00 m
.3° Estagio: 10 min - avanço 0.00 m

DESENHO N°:
FOLHA: 2/2
ESCALA VERT.: 1:100
REF.:

TECNOSONDA

DATA: 01/07/2019

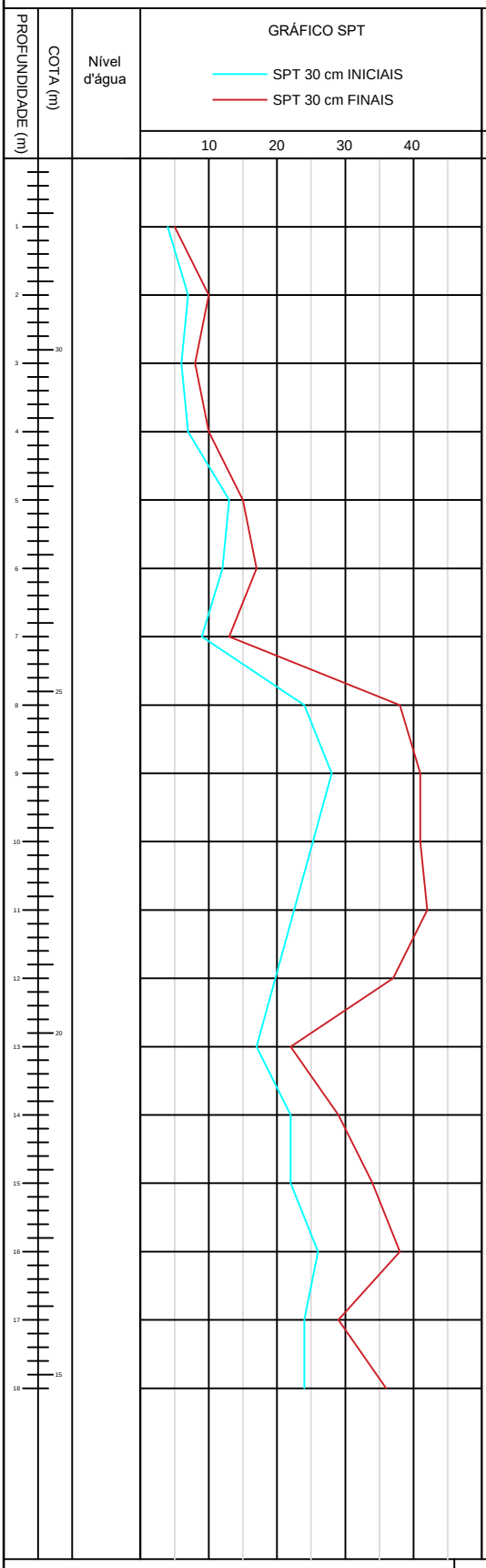
GEÓLOGO: VICTOR GIRAFA
CREA RJ: 2011113268

REPONSÁVEL TÉCNICO:

Cliente: TERMOELÉTRICA NORTE FLUMINENSE
Obra: FAZENDA EDF
Local: KM 161, BR-101, MACAÉ - RJ

SONDAGEM SPT — Furo n°: B03
Inicio: 19/06/2019 — Fim: 26/06/2019
E: 206864.7900
N: 7529517.5170 — Cota: 33.80 m

AMOSTRADOR TIPOTERZAGHI & PECK
AMOSTRADOR Ø INTERNO : 34.9 mm
AMOSTRADOR Ø EXTERNO: 50.8 mm
REVESTIMENTO Ø INTERNO: 76,2 mm
Peso 65 Kg - Altura da queda: 75 cm



RESISTÊNCIA À PENTRAÇÃO INI.	FIN.	Perfil Geológico	Profundidade das Camadas (m)	DESCRIÇÃO GEOLÓGICA	ENSAIO PENETOMÉTRICO (Golpes / 30 cm)
			0.05	Solo Orgânico.	
4	5	1		ARGILA ARENOSA: Areia fina; platicidade baixa; mole; marrom amarelado.	2/15 2/15 3/15
7	10	2	2.00		3/15 4/15 6/15
6	8	3		ARGILA POUCO SILTOSA: Areia fina; plasticidadealta; de média a rija; marrom;	3/15 3/15 5/15
7	10	4			3/15 4/15 6/15
13	15	5			5/15 8/15 7/15
12	17	6			4/15 8/15 9/15
9	13	7	7.00		3/15 6/15 7/15
24	38	8		SILTE ARENOSO: Areia fina; compacto; marrom avermelhado;	11/15 13/15 25/15
28	41	9			10/15 18/15 23/15
30	41	10			11/15 19/15 22/15
25	42	11			9/15 16/15 20/15
25	37	12			10/15 15/15 22/15
17	22	13	13.00		8/15 9/15 13/15
22	29	14		SILTE ARENOSO: areia média; compacto; vermelho a roxo; estruturas reliquiares; SOLO RESIDUAL MADURO.	9/15 13/15 16/15
22	34	15			8/15 15/15 19/15
26	38	16			10/15 16/15 22/15
24	29	17			11/15 13/15 16/15
24	36	18	18.00		10/15 14/15 22/15

(Continua na próxima página)

AVANÇO A TRADO: 1 m
PROF. REVESTIMENTO: 3.00 m

PROFUNDIDADE DO NÍVEL D'ÁGUA
INICIAL: SECO — DATA: 19/06/2019
FINAL: SECO — DATA: 26/06/2019
PERDA TOTAL D'ÁGUA:

ENSAIO DE LAVAGEM:
.1° Estagio:
.2° Estagio:
.3° Estagio:

DATA: 01/07/2019

GEÓLOGO: VICTOR GIRAFA
CREA RJ: 2011113268

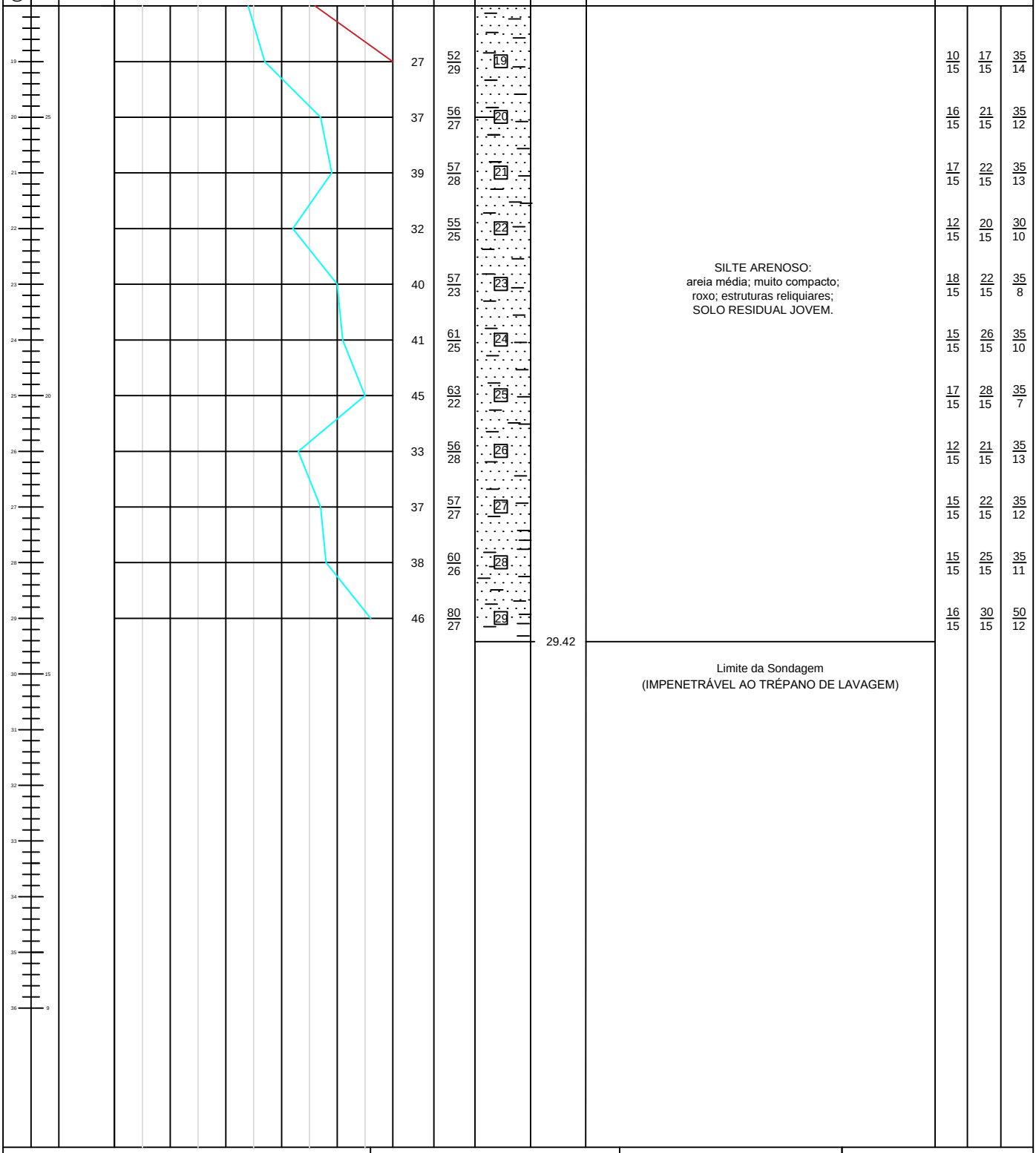
REPONSÁVEL TÉCNICO:

TECNOSONDA

DESENHO N°:
FOLHA: 1/2
ESCALA VERT.: 1:100
REF.:

Cliente: TERMOELÉTRICA NORTE FLUMINENSE
Obra: FAZENDA EDF
Local: KM 161, BR-101, MACAÉ - RJ

SONDAGEM SPT — Furo n°: B03
Inicio: 19/06/2019 — Fim: 26/06/2019
E: 206864.7900
N: 7529517.5170 — Cota: 33.80 m



AVANÇO A TRADO: 1 m
PROF. REVESTIMENTO: 3.00 m

PROFUNDIDADE DO NÍVEL D'ÁGUA
INICIAL: SECO — DATA: 19/06/2019
FINAL: SECO — DATA: 26/06/2019
PERDA TOTAL D'ÁGUA:

ENSAIO DE LAVAGEM: 29.42 m
.1° Estagio: 10 min - avanço 0.00 m
.2° Estagio: 10 min - avanço 0.00 m
.3° Estagio: 10 min - avanço 0.00 m

DESENHO N°:
FOLHA: 2/2
ESCALA VERT.: 1:100
REF.:

TECNOSONDA

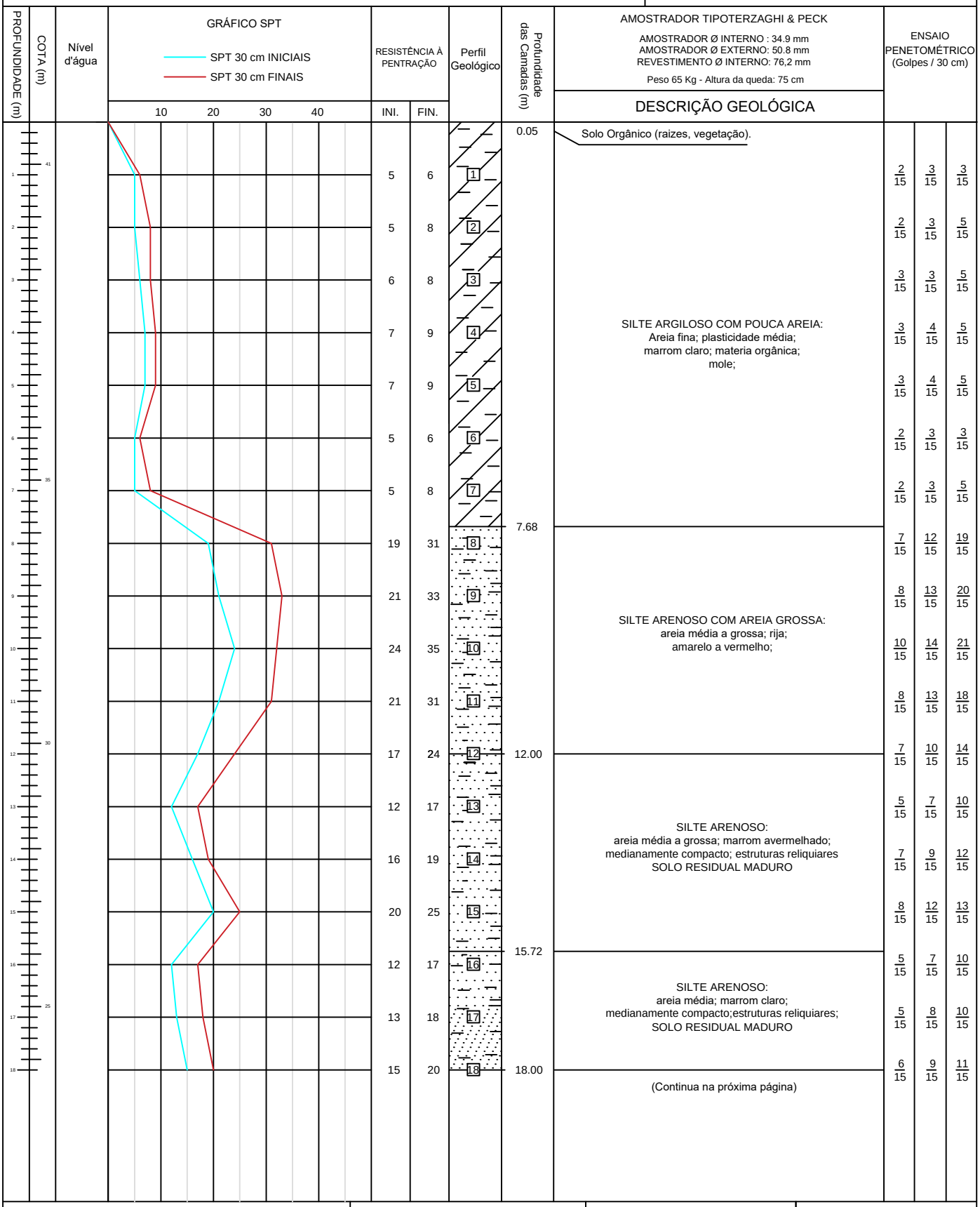
DATA: 01/07/2019

GEÓLOGO: VICTOR GIRAFA
CREA RJ: 2011113268

REPONSÁVEL TÉCNICO:

Cliente: TERMOELÉTRICA NORTE FLUMINENSE
Obra: FAZENDA EDF
Local: KM 161, BR-101, MACAÉ - RJ

SONDAGEM SPT — Furo n°: B04
Inicio: 18/06/2019 — Fim: 20/06/2019
E: 206651.5603
N: 7529484.6181 — Cota: 41.80 m



	INI.	FIN.	ENSAIO PENETOMÉTRICO (Golpes / 30 cm)
1	5	6	2/15 3/15 3/15
2	5	8	2/15 3/15 5/15
3	6	8	3/15 3/15 5/15
4	7	9	3/15 4/15 5/15
5	7	9	3/15 4/15 5/15
6	5	6	2/15 3/15 3/15
7	5	8	2/15 3/15 5/15
8	19	31	7/15 12/15 19/15
9	21	33	8/15 13/15 20/15
10	24	35	10/15 14/15 21/15
11	21	31	8/15 13/15 18/15
12	17	24	7/15 10/15 14/15
13	12	17	5/15 7/15 10/15
14	16	19	7/15 9/15 12/15
15	20	25	8/15 12/15 13/15
16	12	17	5/15 7/15 10/15
17	13	18	5/15 8/15 10/15
18	15	20	6/15 9/15 11/15

AVANÇO A TRADO: 1 m
PROF. REVESTIMENTO: 24.10 m

PROFUNDIDADE DO NÍVEL D'ÁGUA
INICIAL: SECO — DATA: 18/06/2019
FINAL: SECO — DATA: 20/06/2019
PERDA TOTAL D'ÁGUA:

ENSAIO DE LAVAGEM: 29.47m
.1° Estagio: 10 min - avanço 0.00 m
.2° Estagio: 10 min - avanço 0.00 m
.3° Estagio: 10 min - avanço 0.00 m

DESENHO N°:
FOLHA: 1/2
ESCALA VERT.: 1:100
REF.:

TECNOSONDA

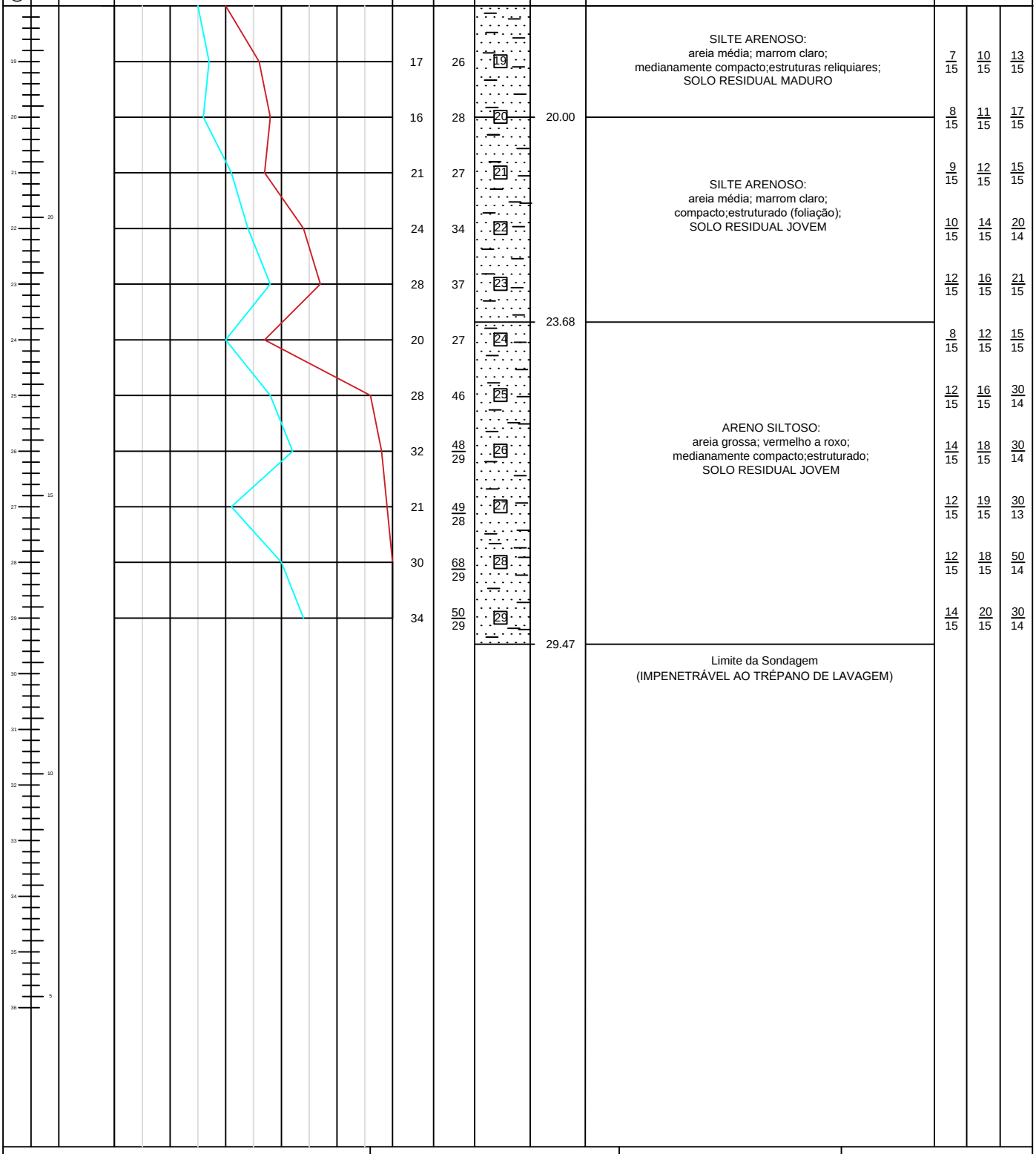
DATA: 19/07/2019

GEÓLOGO: VICTOR GIRAFA
CREA RJ: 2011113268

REPONSÁVEL TÉCNICO:

Cliente: TERMOELÉTRICA NORTE FLUMINENSE
Obra: FAZENDA EDF
Local: KM 161, BR-101, MACAÉ - RJ

SONDAGEM SPT — Furo n°: B04
Inicio: 18/06/2019 — Fim: 20/06/2019
E: 206651.5603
N: 7529484.6181 — Cota: 41.80 m



AVANÇO A TRADO: 1 m
PROF. REVESTIMENTO: 3.00 m

PROFUNDIDADE DO NÍVEL D'ÁGUA
INICIAL: SECO — DATA: 18/06/2019
FINAL: SECO — DATA: 20/06/2019
PERDA TOTAL D'ÁGUA:

ENSAIO DE LAVAGEM: 29.47m
.1° Estagio: 10 min - avanço 0.00 m
.2° Estagio: 10 min - avanço 0.00 m
.3° Estagio: 10 min - avanço 0.00 m

DESENHO N°:
FOLHA: 2/2
ESCALA VERT.: 1:100
REF.:

TECNOSONDA

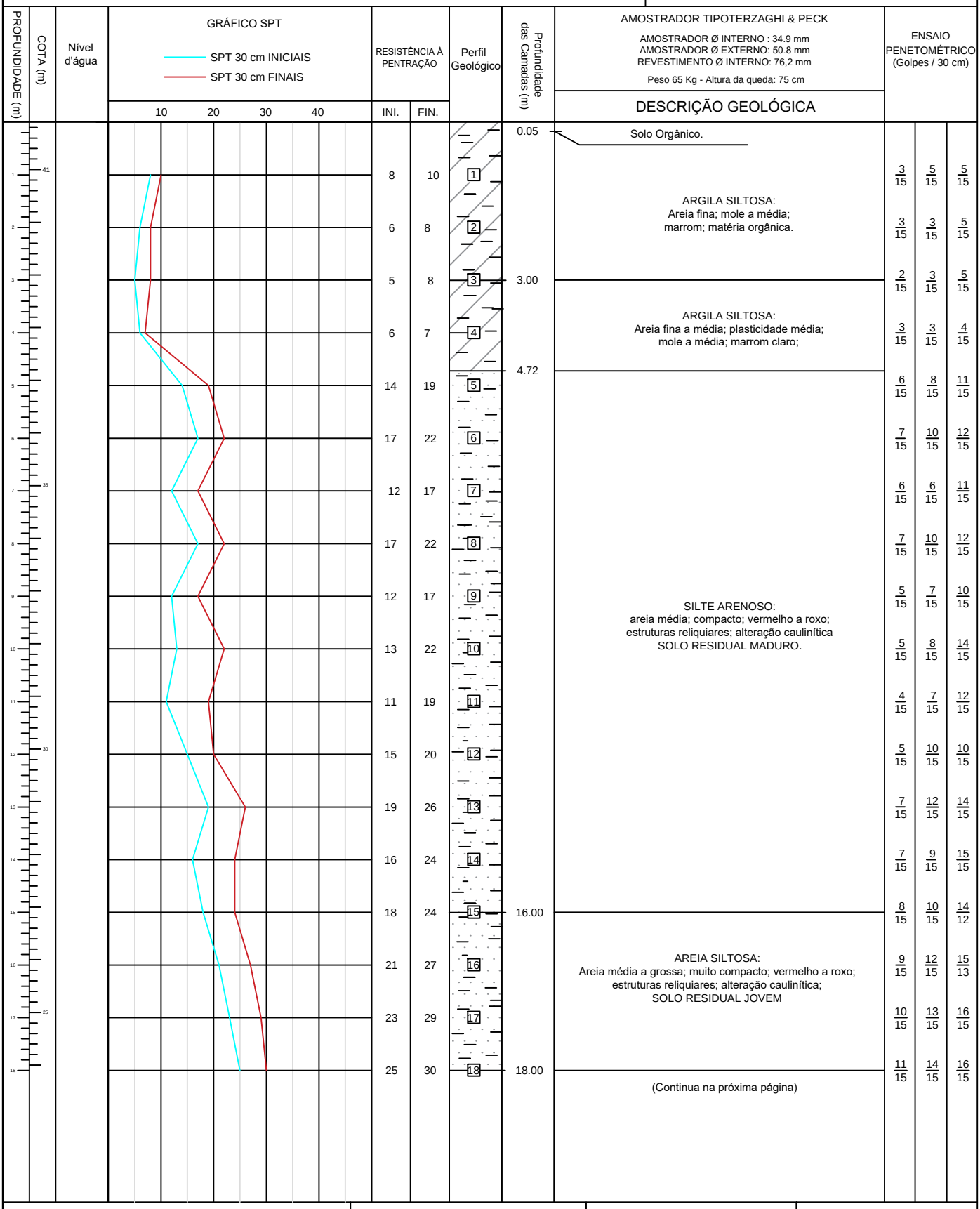
DATA: 19/07/2019

GEÓLOGO: VICTOR GIRAFA
CREA RJ: 2011113268

REPONSÁVEL TÉCNICO:

Cliente: TERMOELÉTRICA NORTE FLUMINENSE
Obra: FAZENDA EDF
Local: KM 161, BR-101, MACAÉ - RJ

SONDAGEM SPT — Furo n°: B05
Inicio: 25/06/2019 — Fim: 26/07/2019
E: 206755.2810
N: 7529147.9121 — Cota: 40.90 m



	INI.	FIN.	ENSAIO PENETOMÉTRICO (Golpes / 30 cm)
1	8	10	3/15 5/15 5/15
2	6	8	3/15 3/15 5/15
3	5	8	2/15 3/15 5/15
4	6	7	3/15 3/15 4/15
5	14	19	6/15 8/15 11/15
6	17	22	7/15 10/15 12/15
7	12	17	6/15 6/15 11/15
8	17	22	7/15 10/15 12/15
9	12	17	5/15 7/15 10/15
10	13	22	5/15 8/15 14/15
11	11	19	4/15 7/15 12/15
12	15	20	5/15 10/15 10/15
13	19	26	7/15 12/15 14/15
14	16	24	7/15 9/15 15/15
15	18	24	8/15 10/15 14/12
16	21	27	9/15 12/15 15/13
17	23	29	10/15 13/15 16/15
18	25	30	11/15 14/15 16/15

AVANÇO A TRADO: 1 m
PROF. REVESTIMENTO: 3.00 m

PROFUNDIDADE DO NÍVEL D'ÁGUA
INICIAL: SECO — DATA: 25/06/2019
FINAL: SECO — DATA: 26/06/2019
PERDA TOTAL D'ÁGUA:

ENSAIO DE LAVAGEM:
.1° Estagio:
.2° Estagio:
.3° Estagio:

DESENHO N°:
FOLHA: 1/2
ESCALA VERT.: 1:100
REF.:

TECNOSONDA

DATA: 19/07/2019

GEÓLOGO: VICTOR GIRAFA
CREA RJ: 2011113268

REPONSÁVEL TÉCNICO:

Cliente: TERMOELÉTRICA NORTE FLUMINENSE
Obra: FAZENDA EDF
Local: KM 161, BR-101, MACAÉ - RJ

SONDAGEM SPT — Furo n°: B05
Inicio: 25/06/2019 — Fim: 26/07/2019
E: 206755.2810
N: 7529147.9121 — Cota: 40.90 m

AMOSTRADOR TIPOTERZAGHI & PECK
AMOSTRADOR Ø INTERNO : 34.9 mm
AMOSTRADOR Ø EXTERNO: 50.8 mm
REVESTIMENTO Ø INTERNO: 76,2 mm
Peso 65 Kg - Altura da queda: 75 cm

PROFUNDIDADE (m)	COTA (m)	Nível d'água	GRÁFICO SPT (10 20 30 40)	RESISTÊNCIA À PENTRAÇÃO INI.	RESISTÊNCIA À PENTRAÇÃO FIN.	Perfil Geológico	Profundidade das Camadas (m)	DESCRIÇÃO GEOLÓGICA	ENSAIO PENETOMÉTRICO (Golpes / 30 cm)
0								AREIA SILTOSA: Areia média a grossa; muito compacto; vermelho a roxo; estruturas reliquiares; alteração caulinítica; SOLO RESIDUAL JOVEM	
19	23			28	44	19			11/15 17/15 27/15
20				32	49/29	20			13/15 19/15 30/14
21				34	50/29	21			14/15 20/15 30/14
22	20			39	53/29	22			16/15 23/15 30/14
23				33	50/29	23			13/15 20/15 30/14
24				37	52/29	24			15/15 22/15 30/14
25				37	53/29	25			14/15 23/15 30/14
26				38	52/29	26			16/15 22/15 30/14
27	15			52	83/25	27	27.40		19/15 33/15 50/10
								Limite da Sondagem (IMPENETRÁVEL AO TRÉPANO DE LAVAGEM)	

AVANÇO A TRADO: 1 m
PROF. REVESTIMENTO: 3.00 m

PROFUNDIDADE DO NÍVEL D'ÁGUA
INICIAL: SECO — DATA: 25/06/2019
FINAL: SECO — DATA: 26/06/2019
PERDA TOTAL D'ÁGUA:

ENSAIO DE LAVAGEM: 21.38 m
.1° Estagio: 10 min - avanço 0.00 m
.2° Estagio: 10 min - avanço 0.00 m
.3° Estagio: 10 min - avanço 0.00 m

DESENHO N°:
FOLHA: 2/2
ESCALA VERT.: 1:100
REF.:

TECNOSONDA

DATA: 19/07/2019

GEÓLOGO: VICTOR GIRAFA
CREA RJ: 2011113268

REPONSÁVEL TÉCNICO:

Cliente: TERMOELÉTRICA NORTE FLUMINENSE
Obra: FAZENDA EDF
Local: KM 161, BR-101, MACAÉ - RJ

SONDAGEM SPT — Furo n°: B06
Inicio: 26/06/2019 — Fim: 02/07/2019
E: 206652.8352
N: 7529253.9139 — Cota: 41.60 m

AMOSTRADOR TIPOTERZAGHI & PECK
AMOSTRADOR Ø INTERNO : 34.9 mm
AMOSTRADOR Ø EXTERNO: 50.8 mm
REVESTIMENTO Ø INTERNO: 76,2 mm
Peso 65 Kg - Altura da queda: 75 cm

GRÁFICO SPT — SPT 30 cm INICIAIS — SPT 30 cm FINAIS

PROFUNDIDADE (m)	COTA (m)	RESISTÊNCIA À PENTRAÇÃO INI.	RESISTÊNCIA À PENTRAÇÃO FIN.	Perfil Geológico	Profundidade das Camadas (m)	DESCRIÇÃO GEOLÓGICA	ENSAIO PENETOMÉTRICO (Golpes / 30 cm)
					0.05	Solo Orgânico.	2/15 2/15 3/15
1	41	4	5	1		ARGILA SILTOSA: Areia fina a média; platicidade média; mole a média; marrom claro; matéria orgânica.	
2		5	7	2			2/15 3/15 4/15
3		6	6	3			3/15 3/15 3/15
4		9	12	4	4.00		4/15 5/15 7/15
5	36	10	13	5		SILTE ARENOSO: Areia média a grossa; medianamente compacto; marrom escuro a vermelho;	4/15 6/15 7/15
6		8	12	6			3/15 5/15 7/15
7		18	24	7	7.00		7/15 11/15 13/15
8		16	22	8			6/15 10/15 12/15
9		14	22	9		SILTE ARENOSO: Areia média a grossa; compacto; estruturado; vermelho a roxo;	5/15 9/15 13/15
10	31	14	22	10			6/15 8/15 14/15
11		16	24	11		Trecho muita alteração caulinítica.	7/15 9/15 15/15
12		16	24	12	12.00	ARGILA ARENOSA: Areia média a grossa; platicidade baixa; dura; marrom avermelhado;	6/15 10/15 14/15
13		23	36	13	13.00		11/15 12/15 14/15
14	26	21	30	14		SILTE ARENOSO: areia média; compacto; vermelho a roxo; estruturas reliquiares; alteração caulinítica SOLO RESIDUAL MADURO.	8/15 13/15 17/15
15		19	28	15			7/15 12/15 16/15
16		41	75/27	16	16.00	AREIA SILTOSA: Areia média a grossa; muito compacto; vermelho a roxo; estruturas reliquiares; alteração caulinítica; SOLO RESIDUAL JOVEM	16/15 25/15 50/12
17	23	39	61/27	17			13/15 26/15 35/13
18		45	64/25	18	18.00		16/15 26/15 35/10

(Continua na próxima página)

AVANÇO A TRADO: 1 m
PROF. REVESTIMENTO: 3.00 m

PROFUNDIDADE DO NÍVEL D'ÁGUA
INICIAL: SECO — DATA: 26/06/2019
FINAL: SECO — DATA: 02/07/2019
PERDA TOTAL D'ÁGUA:

ENSAIO DE LAVAGEM:
.1° Estagio:
.2° Estagio:
.3° Estagio:

DATA: 19/07/2019

GEÓLOGO: VICTOR GIRAFA
CREA RJ: 2011113268

REPONSÁVEL TÉCNICO:

DESENHO N°:
FOLHA: 1/2
ESCALA VERT.: 1:100
REF.:

TECNOSONDA

Cliente: TERMOELÉTRICA NORTE FLUMINENSE
Obra: FAZENDA EDF
Local: KM 161, BR-101, MACAÉ - RJ

SONDAGEM SPT — Furo n°: B06
Inicio: 26/06/2019 — Fim: 02/07/2019
E: 206652.8352
N: 7529253.9139 — Cota: 41.60 m

PROFUNDIDADE (m)	COTA (m)	Nível d'água	GRÁFICO SPT (SPT 30 cm INICIAIS / SPT 30 cm FINAIS; 10 20 30 40)	RESISTÊNCIA À PENTRAÇÃO INI.	RESISTÊNCIA À PENTRAÇÃO FIN.	Perfil Geológico	Profundidade das Camadas (m)	DESCRIÇÃO GEOLÓGICA (AMOSTRADOR TIPOTERZAGHI & PECK: AMOSTRADOR Ø INTERNO : 34.9 mm; AMOSTRADOR Ø EXTERNO: 50.8 mm; REVESTIMENTO Ø INTERNO: 76,2 mm; Peso 65 Kg - Altura da queda: 75 cm)	ENSAIO PENETOMÉTRICO (Golpes / 30 cm)
0	41.60								
				45	63/22	19		AREIA SILTOSA: Areia média a grossa; muito compacto; vermelho a roxo; estruturas reliquiares; alteração caulinítica; SOLO RESIDUAL JOVEM	17/15 28/15 35/7
				41	58/28	20			18/15 23/15 35/13
				49	64/23	21			20/15 29/15 35/8
							21.38	Limite da Sondagem (IMPENETRÁVEL AO TRÉPANO DE LAVAGEM)	

AVANÇO A TRADO: 1 m
PROF. REVESTIMENTO: 3.00 m

PROFUNDIDADE DO NÍVEL D'ÁGUA
INICIAL: SECO — DATA: 02/07/2019
FINAL: SECO — DATA: 04/07/2019
PERDA TOTAL D'ÁGUA:

ENSAIO DE LAVAGEM: 21.38 m
.1° Estagio: 10 min - avanço 0.00 m
.2° Estagio: 10 min - avanço 0.00 m
.3° Estagio: 10 min - avanço 0.00 m

DESENHO N°:
FOLHA: 2/2
ESCALA VERT.: 1:100
REF.:

TECNOSONDA

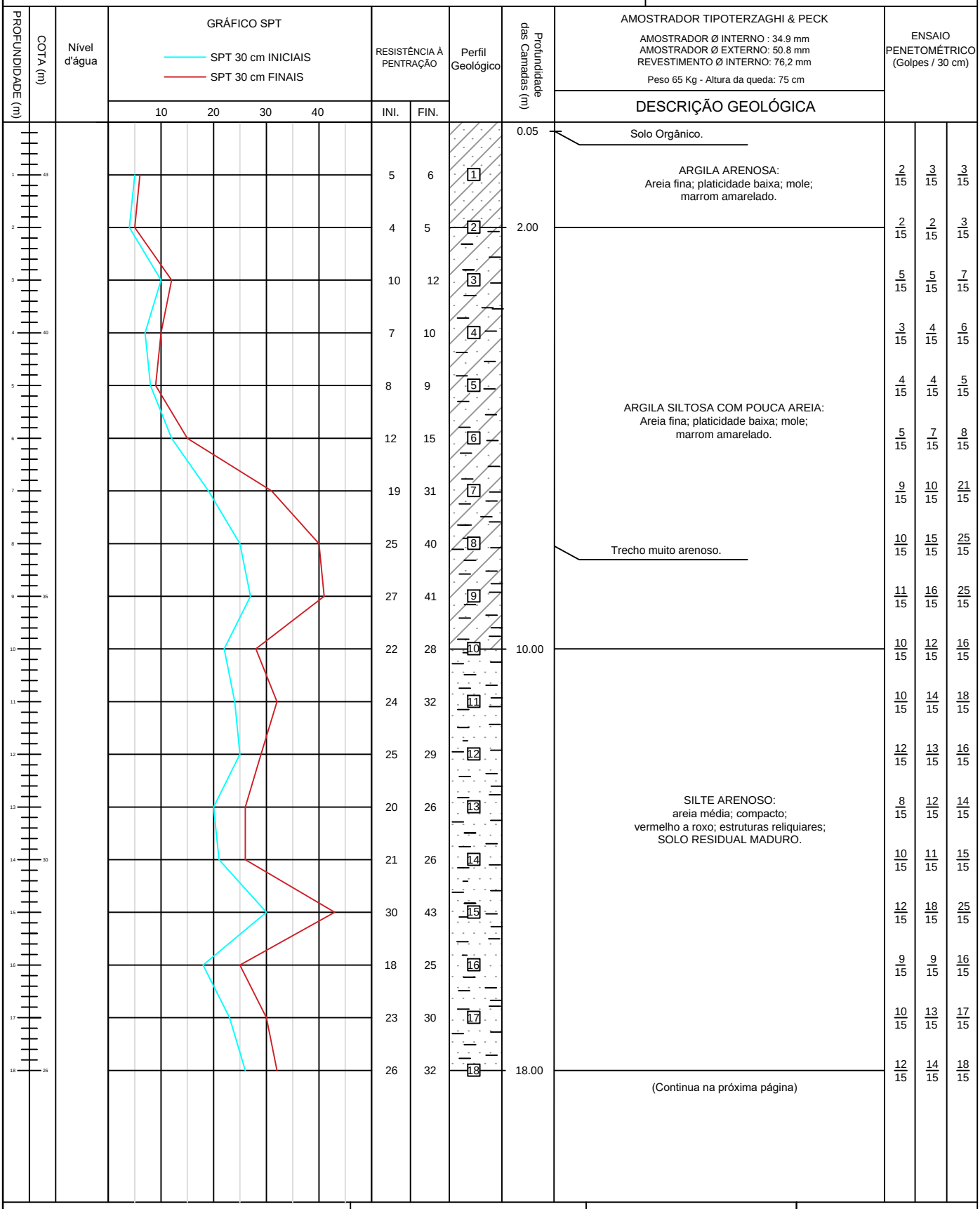
DATA: 19/07/2019

GEÓLOGO: VICTOR GIRAFA
CREA RJ: 2011113268

REPONSÁVEL TÉCNICO:

Cliente: TERMOELÉTRICA NORTE FLUMINENSE
Obra: FAZENDA EDF
Local: KM 161, BR-101, MACAÉ - RJ

SONDAGEM SPT — Furo n°: B07
Inicio: 01/07/2019 — Fim: 03/07/2019
E: 206744.1721
N: 7529358.8757 — Cota: 44.00 m



	INI.	FIN.	ENSAIO PENETOMÉTRICO (Golpes / 30 cm)
1	5	6	2/15 — 3/15 — 3/15
2	4	5	2/15 — 2/15 — 3/15
3	10	12	5/15 — 5/15 — 7/15
4	7	10	3/15 — 4/15 — 6/15
5	8	9	4/15 — 4/15 — 5/15
6	12	15	5/15 — 7/15 — 8/15
7	19	31	9/15 — 10/15 — 21/15
8	25	40	10/15 — 15/15 — 25/15
9	27	41	11/15 — 16/15 — 25/15
10	22	28	10/15 — 12/15 — 16/15
11	24	32	10/15 — 14/15 — 18/15
12	25	29	12/15 — 13/15 — 16/15
13	20	26	8/15 — 12/15 — 14/15
14	21	26	10/15 — 11/15 — 15/15
15	30	43	12/15 — 18/15 — 25/15
16	18	25	9/15 — 9/15 — 16/15
17	23	30	10/15 — 13/15 — 17/15
18	26	32	12/15 — 14/15 — 18/15

AVANÇO A TRADO: 1 m
PROF. REVESTIMENTO: 3.00 m

PROFUNDIDADE DO NÍVEL D'ÁGUA
INICIAL: SECO — DATA: 01/07/2019
FINAL: SECO — DATA: 03/07/2019
PERDA TOTAL D'ÁGUA:

ENSAIO DE LAVAGEM:
.1° Estagio:
.2° Estagio:
.3° Estagio:

DESENHO N°:
FOLHA: 1/2
ESCALA VERT.: 1:100
REF.:

TECNOSONDA

DATA: 19/07/2019

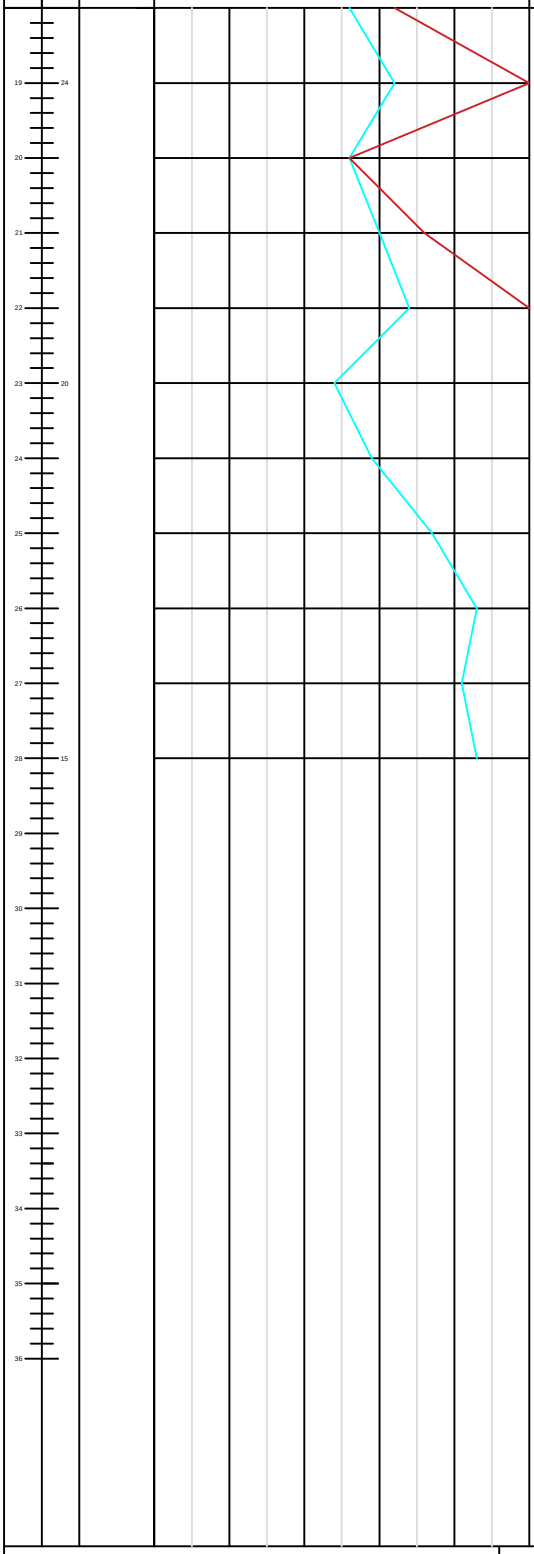
GEÓLOGO: VICTOR GIRAFA
CREA RJ: 2011113268

REPONSÁVEL TÉCNICO:

Cliente: TERMOELÉTRICA NORTE FLUMINENSE
Obra: FAZENDA EDF
Local: KM 161, BR-101, MACAÉ - RJ

SONDAGEM SPT — Furo n°: B07
Inicio: 01/07/2019 — Fim: 03/07/2019
E: 206744.1721
N: 7529358.8757 — Cota: 44.00 m

AMOSTRADOR TIPOTERZAGHI & PECK
AMOSTRADOR Ø INTERNO : 34.9 mm
AMOSTRADOR Ø EXTERNO: 50.8 mm
REVESTIMENTO Ø INTERNO: 76,2 mm
Peso 65 Kg - Altura da queda: 75 cm



	INI.	FIN.		ENSAIO PENETOMÉTRICO (Golpes / 30 cm)
19	32	48/29	19	14/15 — 18/15 — 30/18
20	26	26	20	13/15 — 13/15 — 13/15
21	30	36	21	14/15 — 16/15 — 20/15
22	34	50/29	22	14/15 — 20/15 — 30/14
23	24	44/29	23	10/15 — 14/15 — 30/14
24	29	47/29	24	12/15 — 17/15 — 30/14
25	37	51/29	25	16/15 — 21/15 — 30/14
26	43	55/29	26	18/15 — 25/15 — 30/14
27	41	56/28	27	15/15 — 26/15 — 30/13
28	43	78/27	28	15/15 — 28/15 — 30/13

AVANÇO A TRADO: 1 m
PROF. REVESTIMENTO: 3.00 m

PROFUNDIDADE DO NÍVEL D'ÁGUA
INICIAL: SECO — DATA: 01/07/2019
FINAL: SECO — DATA: 03/07/2019
PERDA TOTAL D'ÁGUA:

ENSAIO DE LAVAGEM: 28.42 m
.1° Estagio: 10 min - avanço 0.00 m
.2° Estagio: 10 min - avanço 0.00 m
.3° Estagio: 10 min - avanço 0.00 m

DESENHO N°:
FOLHA: 2/2
ESCALA VERT.: 1:100
REF.:

TECNOSONDA

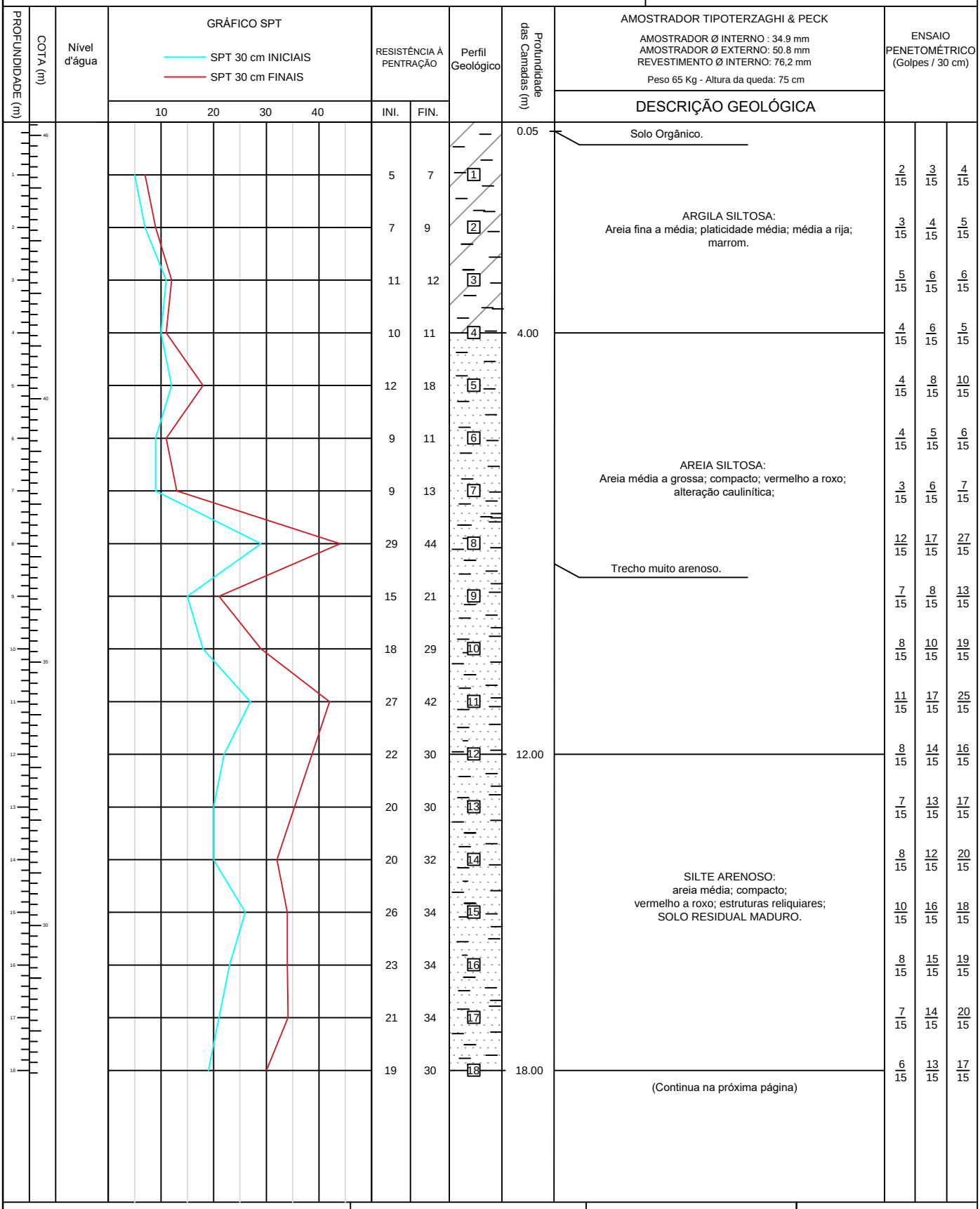
DATA: 19/07/2019

GEÓLOGO: VICTOR GIRAFA
CREA RJ: 2011113268

REPONSÁVEL TÉCNICO:

Cliente: TERMOELÉTRICA NORTE FLUMINENSE
Obra: FAZENDA EDF
Local: KM 161, BR-101, MACAÉ - RJ

SONDAGEM SPT — Furo n°: B08
Inicio: 02/07/2019 — Fim: 04/07/2019
E: 206592.7278
N: 7529338.3775 — Cota: 46.25 m



	INI.	FIN.	ENSAIO PENETOMÉTRICO (Golpes / 30 cm)
1	5	7	2/15 — 3/15 — 4/15
2	7	9	3/15 — 4/15 — 5/15
3	11	12	5/15 — 6/15 — 6/15
4	10	11	4/15 — 6/15 — 5/15
5	12	18	4/15 — 8/15 — 10/15
6	9	11	4/15 — 5/15 — 6/15
7	9	13	3/15 — 6/15 — 7/15
8	29	44	12/15 — 17/15 — 27/15
9	15	21	7/15 — 8/15 — 13/15
10	18	29	8/15 — 10/15 — 19/15
11	27	42	11/15 — 17/15 — 25/15
12	22	30	8/15 — 14/15 — 16/15
13	20	30	7/15 — 13/15 — 17/15
14	20	32	8/15 — 12/15 — 20/15
15	26	34	10/15 — 16/15 — 18/15
16	23	34	8/15 — 15/15 — 19/15
17	21	34	7/15 — 14/15 — 20/15
18	19	30	6/15 — 13/15 — 17/15

AVANÇO A TRADO: 1 m
PROF. REVESTIMENTO: 3.00 m

PROFUNDIDADE DO NÍVEL D'ÁGUA
INICIAL: SECO — DATA: 02/07/2019
FINAL: SECO — DATA: 04/07/2019
PERDA TOTAL D'ÁGUA:

ENSAIO DE LAVAGEM:
.1° Estagio:
.2° Estagio:
.3° Estagio:

DESENHO N°:
FOLHA: 1/2
ESCALA VERT.: 1:100
REF.:

TECNOSONDA

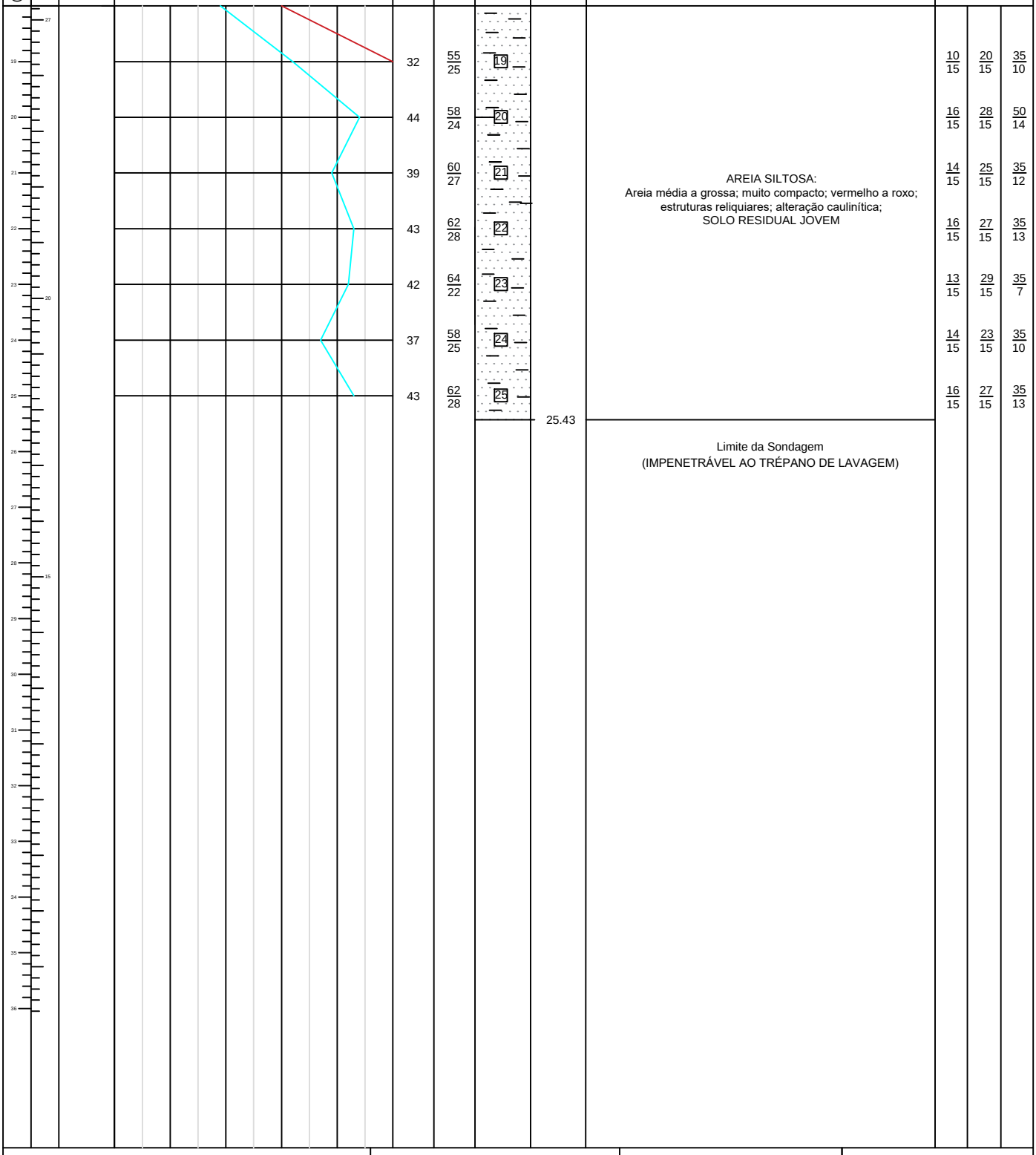
DATA: 19/07/2019

GEÓLOGO: VICTOR GIRAFA
CREA RJ: 2011113268

REPONSÁVEL TÉCNICO:

Cliente: TERMOELÉTRICA NORTE FLUMINENSE
Obra: FAZENDA EDF
Local: KM 161, BR-101, MACAÉ - RJ

SONDAGEM SPT — Furo n°: B08
Inicio: 02/07/2019 — Fim: 04/07/2019
E: 206592.7278
N: 7529338.3775 — Cota: 46.25 m



AVANÇO A TRADO: 1 m
PROF. REVESTIMENTO: 3.00 m

PROFUNDIDADE DO NÍVEL D'ÁGUA
INICIAL: SECO — DATA: 02/07/2019
FINAL: SECO — DATA: 04/07/2019
PERDA TOTAL D'ÁGUA:

ENSAIO DE LAVAGEM: 25.43 m
.1° Estagio: 10 min - avanço 0.00 m
.2° Estagio: 10 min - avanço 0.00 m
.3° Estagio: 10 min - avanço 0.00 m

DESENHO N°:
FOLHA: 2/2
ESCALA VERT.: 1:100
REF.:

TECNOSONDA

DATA: 19/07/2019

GEÓLOGO: VICTOR GIRAFA
CREA RJ: 2011113268

REPONSÁVEL TÉCNICO:

ANEXO-7.2.5-1

RELATÓRIO DE INSTALAÇÃO DE PIEZÔMETROS

Ecologus
Engenharia Consultiva

Fevereiro, 2020
Rev. 00

RELATÓRIO DE INSTALAÇÃO DE PIEZÔMETROS

SETEMBRO / 2019

EDF NORTE FLUMINENSE

FAZENDA PAU FERRO

RODOVIA GOVERNADOR MÁRIO COVAS (BR – 101),

KM 161, MACAÉ, RIO DE JANEIRO

4ª REVISÃO

BIOGEO RIO MEIO AMBIENTE LTDA.
CNPJ:06.240.6540001-79
Endereço: Alameda Ana Nery, 13,
Jardim Primavera - Duque de Caxias - RJ.
Cep: 25.214-170.
Tels.: (55)(21) 97045-4282 / (55)(21) 99598-2532
e-mail: remediacao@biogeo-rio.com

ÍNDICE.

SUMÁRIO.

1. INTRODUÇÃO E OBJETIVOS..... 1
2. SONDAGEM EXECUTADAS E POÇOS DE MONITORAMENTO INSTALADOS..... 3
2.1. Localização de sondagens e poços de monitoramento instalados..... 4
2.2. Sondagens Executadas..... 5
2.3. Instalação de Poços de Monitoramento 9
3. LEVANTAMENTO PLANIALTIMÉTRICO..... 12
4. CONSIDERAÇÕES GERAIS..... 13
5. EQUIPE E RESPONSABILIDADE TÉCNICA..... 14

TABELAS.

1. Geolocalização das sondagens..... 3
2. Concentração de voláteis nas sondagens..... 6
3. Características litológicas das sondagens..... 7
4. Características dos poços instalados..... 10
5. Dados do Levantamento Planialtimétrico..... 12

FIGURAS E MAPAS:

1. Planta de localização..... 2
2. Localização de sondagens executadas e poços de monitoramento instalados..... 4
3. Perfil litológico das sondagens e construtivo dos poços 11

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS.

ABNT: *Associação Brasileira de Normas Técnicas.*
ABGE: *Associação Brasileira de Geologia de Engenharia.*
Aquifer Test: *Software Aquifer Test for Windows, versão 2.5 da Waterloo Hydrogeologic Inc.*
ART: *Anotação de Responsabilidade Técnica*
ASTM: *American Society for Testing and Materials.*
BTEX: *Benzeno, Tolueno, Etilbenzeno e Xilenos.*
CEDAE: *Companhia Estadual de Água e Esgoto.*
CPRM: *Serviço Geológico do Brasil – Companhia de Pesquisa e Recursos Minerais*
INEA: *Instituto Estadual do Ambiente.*
CQI: *Compostos Químicos de Interesse*
CSAO: *Caixa Separadora Água Óleo*
ETE: *Estação de Tratamento de Efluentes*
FL: *Fase Livre*
LIE: *Limite Inferior de Explosividade.*
MECL: *Modelo de Exposição Conceitual do Local.*
NA: *Nível d'Água.*
NABR: *Níveis de Avaliação Baseados em Risco.*
NBR: *Normas Técnicas Brasileiras.*
PAH: *Poliaromatic Hydrocarbons.*
pH: *Potencial Hidrogeniônico.*
PM: *Poço de Monitoramento.*
Prof.: *Profundidade.*
RBCA: *Risk-Based Corrective Action.*
RBSL*: Risk-Based Screening Level.*
S: *Sondagem de reconhecimento.*
SASC: *Sistema de Armazenamento Subterrâneo de Combustíveis.*
SGS: *Soil Gas Survey.*
SSTL: *Site-Specific Target Level.*
Tool Kit: *Software RBCA Tool Kit for Chemical Releases, versão 1.3a da Groundwater Services Inc.*
TPH: *Total Petroleum Hydrocarbons.*
TPH DRO: *Total Petroleum Hydrocarbons Diesel Range Organics (C_5-C_{10}).*
TPH GRO: *Total Petroleum Hydrocarbons Gasoline Range Organics (C_{10}-C_{30}).*
VOC: *Compostos Orgânicos Voláteis.*

SUMÁRIO.

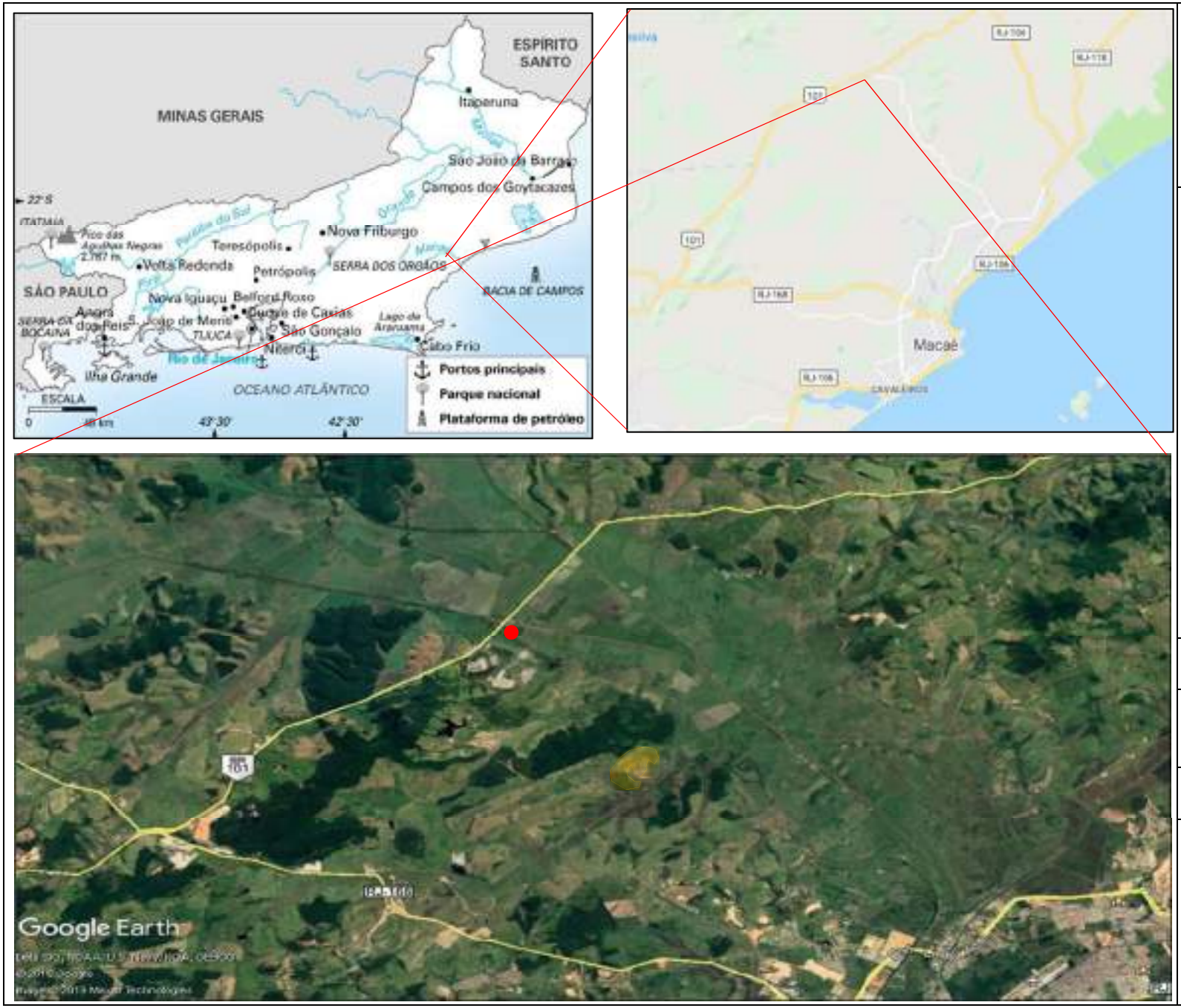
Este relatório apresenta o perfil litológico de 12 sondagens executadas, o perfil construtivo de 12 poços de monitoramento (Piezômetros) e o levantamento planialtimétrico dos mesmos em área de interesse da Fazenda Pau Ferro, com acesso situado à Rodovia Governador Mário Covas (BR – 101), Km 161, Macaé, Rio de Janeiro.

Os serviços de sondagem e instalação de poços foram solicitados pela contratante EDF NORTE FLUMINENSE e realizados por equipe da BIOGEO RIO MEIO AMBIENTE LTDA., localizada na Alameda Ana Neri, 13, Jardim Primavera, Duque de Caxias – RJ.

Duque de Caxias, 26 de Setembro de 2019.

1. INTRODUÇÃO E OBJETIVOS.

A Biogeo Rio Meio Ambiente foi contratada para executar 12 (doze) sondagens e instalar 12 (doze) poços de monitoramento (piezômetros) na área da Fazenda Pau Ferro com acesso situado à Rodovia Governador Mário Covas (BR 101), Km 161, Macaé - RJ. As sondagens foram realizadas em conformidade com a NBR/ABNT 9603 de Janeiro de 2015 – Sondagens a trado manual. Os poços de monitoramento foram instalados em conformidade a norma NBR/ABNT 15495 – junho de 2007 Rev. 2009. O objetivo foi atender à solicitação da contratante. A Figura 1 mostra a planta de localização.



CLIENTE:
EDF NORTE FLUMINENSE

ENDEREÇO: ROD. GOVERNADOR MARIO COVAS (BR 101), KM 161, MACAÉ-RJ

LEGENDA:

ÁREA DE ESTUDO

● PONTO DE ACESSO À FAZENDA
COORDENADA UTM:203214.00m E 7531452.00m S ZONA 24K

ESCALA GRÁFICA

DESENHADO POR: BIOGEO RIO MEIO AMBIENTE LTDA

FIGURA: 1 MAPA DE LOCALIZAÇÃO

BIOGEO
ENGENHARIA AMBIENTAL

2. SONDAGENS EXECUTADAS E POÇOS DE MONITORAMENTO INSTALADOS.

2.1. Localização das Sondagens e Poços de Monitoramento Instalados

A localização das 12 (doze) sondagens executadas e seus respectivos poços de monitoramento instalados foi definida e ou aprovada pela contratante.

A Tabela 01 mostra as coordenadas UTM de cada sondagem/poço e a Figura 2 a geolocalização dos poços instalados.

TABELA 01 – GEOLOCALIZAÇÃO DAS SONDAGENS / POÇOS

IDENTIFICAÇÃO DO PIEZÔMETRO (EDF NF)	COORDENADAS UTM (ZONA 24k)	
	LESTE	SUL
PZ-01	206556.18 m	7529632.71 m
PZ-02	207189.85 m	7529277.27 m
PZ-03	207157.99 m	7529331.25 m
PZ-04	207024.15 m	7529460.72 m
PZ-05	206980.63 m	7529233.11 m
PZ-06	207044.69 m	7529113.02 m
PZ-07	206946.98 m	7529015.02 m
PZ-08	206720.07 m	7528881.25 m
PZ-09	206107.91 m	7528896.36 m
PZ-10	206097.69 m	7528975.39 m
PZ-11	206017.25 m	7529012.91 m
PZ-12	206185.15 m	7529159.11 m

CLIENTE:
CBF MONTE FLUMINENSE

ENDEREÇO:
RODOVIA GOVERNADOR MÁRIO COVAS (BR 101)
KM 181 MACAÉ RJ

POÇO DE MONITORAMENTO (PIEZÔMETRO)

MARCO ALTIMÉTRICO M1 14.30

DESENHO SEM ESCALA

DESENHADO POR:
BIOGEO RIO MEIO AMBIENTE

FIGURA 1

2 - LOCALIZAÇÃO DOS POÇOS

BIOGEO
RIO
MEIO AMBIENTE LTDA

2.2. Sondagens Executadas

Foram executadas 12 (doze) Sondagens a trado manual de 4", em conformidade com a norma ABNT/NBR 9603 de Janeiro de 2015 – Sondagens a trado manual.

Todo o material sondado foi analisado táctil e visualmente para avaliação da presença, ou não, de contaminação e descrito quanto à textura, cor e granulação, identificando as variações litológicas ao longo do perfil sondado.

Foi possível classificar o subsolo local, até a profundidade máxima investigada de 4,60 m, observando-se uma litologia em geral, composta por argila marrom e/ou argila orgânica na superfície, seguida por argila plástica com frações de areia de média a grossa. Desta forma, é possível classificar o subsolo encontrado durante a execução das sondagens como sendo predominantemente como argiloso.

Ao longo das sondagens foram coletadas amostras de solo a cada 0,5 m para leituras de VOC, descrição do material quanto à textura, cor e granulação e observação de características organolépticas (táctil-olfato-visuais). Não foram encontrados valores de leitura de VOC, em nenhuma das frações de solo analisadas, conforme mostra a Tabela 2. O detalhamento litológico das sondagens executadas, é apresentado na tabela 3 e os perfis litológicos encontram-se ilustrados na Figura 3.

TABELA 2 – CONCENTRAÇÃO DE VOLÁTEIS (VOC) NAS SONDAGENS EM ppm.									
SONDAGEM / POÇO	0,50m	1,00m	1,50m	2,00m	2,50m	3,00m	3,50m	4,00m	4,60m
S-01 / PZ-09	0	0	0	0	0	SAT	SAT	SAT	**SAT 4,60
S-02 / PZ-10	0	0	SAT	SAT	**SAT 2,70	-	-	-	-
S-03 / PZ-04	0	SAT	SAT	SAT	**SAT 2,70	-	-	-	-
S-04 / PZ-05	0	SAT	SAT	SAT	**SAT 2,70	-	-	-	-
S-05 / PZ-03	0	SAT	SAT	SAT	**SAT 2,80	-	-	-	-
S-06 / PZ-01	0	SAT	SAT	SAT	SAT	**SAT 3,00	-	-	-
S-07 / PZ-11	0	0	SAT	SAT	SAT	**SAT 3,10	-	-	-
S-08 / PZ-12	0	0	0	0	SAT	SAT	SAT	SAT	**SAT 4,50
S-09 / PZ-07	0	SAT	SAT	SAT	**SAT 2,70	-	-	-	-
S-10 / PZ-08	0	SAT	SAT	SAT	SAT	**SAT 2,80	-	-	-
S-11 / PZ-02	0	SAT	SAT	SAT	SAT	**SAT 2,80	-	-	-
S-12 / PZ-06	0	SAT	SAT	SAT	SAT	**SAT 2,90	-	-	-

“SAT” Zona saturada; “-“ A partir desta profundidade a sondagem não foi aprofundada; (**) Profundidade final da sondagem.

TABELA 3 - CARACTERÍSTICAS LITOLÓGICAS DAS SONDAGENS.				
Sondagem /Poço	**Profundidade (m)**	**Descrição**	**NAI (m)**	**Data**
S-01 / PZ-09	0,00 – 1,80	Argila avermelhada	2,50	13/08/2019
	1,80 – 2,80	Argila Mosqueada de castanho e cinza		
	2,80 – 3,20	Argila acinzentada com frações de Areia média a grossa		
	3,20 – 3,80	Areia de média a fina		
	3,80 – 4,60	Argila plástica com frações de areia média		
S-02 / PZ-10	0,00 – 1,50	Argila orgânica	1,00	13/08/2019
	1,50 – 2,00	Argila cinzenta com areia de média a grossa		
	2,00 - 2,40	Areia de média a fina		
	2,40 – 2,70	Argila plástica cinza com fração de areia média		
S-03 / PZ-04	0,00 – 0,80	Argila orgânica	1,00	14/08/2019
	0,80 – 1,20	Argila marrom		
	1,20 – 1,50	Argila plástica com frações de areia média		
	1,50 – 2,00	Areia de média a fina		
	2,00 – 2,70	Argila plástica com frações de areia média a grossa		
S-04 / PZ-05	0,00 – 0,70	Argila marrom	1,00	14/08/2019
	0,70 – 1,60	Argila orgânica		
	1,60 – 2,00	Areia de média a fina		
	2,00 – 2,70	Argila plástica cinza com fração de areia média a grossa		
S-05 / PZ-03	0,00 – 1,10	Argila orgânica	1,00	14/08/2019
	1,10 – 1,50	Argila cinzenta com areia de média a grossa		
	1,50 – 2,00	Areia de média a fina		
	2,00 – 2,80	Argila plástica com frações de areia média		
S-06 / PZ -01	0,00 – 0,80	Argila avermelhada	2,00	15/08/2019
	0,80 – 3,00	Argila cinzenta com areia de média a grossa		

NAI- Nível D'água Inicial

CONTINUAÇÃO TABELA 3 - CARACTERÍSTICAS LITOLÓGICAS DAS SONDAGENS.				
Sondagem /Poço	**Profundidade (m)**	**Descrição**	**NAI (m)**	**Data**
S-07 / PZ-11	0,00 – 0,95	Argila avermelhada	1,25	15/08/2019
	0,95 – 1,10	Argila mosqueada de castanho claro e cinza		
	1,10 – 2,10	Argila cinzenta com areia de média a grossa		
	2,10 – 2,60	Areia de média a fina		
	2,60 – 3,10	Argila plástica cinza com fração de areia média a grossa		
S-08 / PZ-12	0,00 – 0,50	Argila avermelhada	2,50	15/08/2019
	0,50 – 1,70	Argila mosqueada de castanho claro e cinza		
	1,70 – 2,70	Argila cinzenta com areia de média a grossa		
	2,70 – 3,20	Areia de média a fina		
	3,20 – 4,50	Argila plástica cinza com fração de areia média		
S-09 / PZ-07	0,00 – 1,20	Argila orgânica	1,00	16/08/2019
	1,20 – 1,80	Areia de média a fina		
	1,80 – 2,70	Argila plástica cinza com fração de areia média		
S-10 / PZ-08	0,00 – 1,50	Argila orgânica	1,10	16/08/2019
	1,50 – 2,10	Areia de média a fina		
	2,10 – 2,80	Argila plástica cinza com fração de areia média		
S-11 / PZ-02	0,00 – 2,20	Argila orgânica	1,00	17/08/2019
	2,20 – 2,80	Argila plástica cinza com fração de areia média		
S-12 / PZ-06	0,00 – 2,70	Argila orgânica	1,00	17/08/2019
	2,70 – 2,90	Argila plástica cinza com fração de areia média		

NAI- Nível D'água Inicial

2.3. Instalação de Poços de Monitoramento

Foram instalados 12 (doze) poços de monitoramento nas 12 (doze) sondagens executadas. Os poços de monitoramento instalados, foram confeccionados em conformidade com a norma NBR/ABNT 15495 – junho de 2007 Rev. 2009.

Os poços foram construídos levando em consideração o nível do lençol freático, condizente com a geologia local, sendo constituídos por tubos geomecânicos de 2" e filtros de mesmo material com ranhuras de 0,50 mm apropriados a granulometria local. Os espaços anelares foram preenchidos com pré-filtro constituído de areia grossa (seixo), homogênea e selecionada, com diâmetro de 2 a 3 mm, sendo que os primeiros 30,0 cm, preenchidos com bentonita. O acabamento final do poço de monitoramento constou de proteção sanitária em argamassa de cimento e areia, cap de pressão e câmara de calçada com tampa de ferro, situada pouco acima do nível do pavimento.
Foram realizadas leituras de VOC nos 12 poços instalados e não foram detectados valores diferentes de 0 (zero). A Tabela 4 apresenta um resumo das características dos poços de monitoramento instalados. Os perfis construtivos dos poços instalados encontram-se ilustrados na figura 3.

TABELA 4 - CARACTERISTICAS DOS POÇOS DE MONITORAMENTO INSTALADOS.							
Poços	Diâmetro (“)	Profundidade (m)	Filtro (m)	Revestimento (m)	NAE (m)	VOC (ppm)	Data Instalação
PZ-01	2	3,00	2,00	1,00	1,90	0	15/08/2019
PZ-02	2	2,60	2,00	0,60	0,95	0	17/08/2019
PZ-03	2	2,50	2,00	0,50	1,50	0	14/08/2019
PZ-04	2	2,50	2,00	0,50	0,80	0	14/08/2019
PZ-05	2	2,50	2,00	0,50	0,75	0	14/08/2019
PZ-06	2	2,60	2,00	0,60	0,90	0	17/08/2019
PZ-07	2	2,50	2,00	0,50	1,05	0	16/08/2019
PZ-08	2	2,60	2,00	0,60	1,20	0	16/08/2019
PZ-09	2	4,10	3,00	1,10	1,30	0	14/08/2019
PZ-10	2	2,50	2,00	0,50	0,90	0	14/08/2019
PZ-11	2	2,80	2,00	0,80	1,20	0	15/08/2019
PZ-12	2	3,50	3,00	0,50	1,25	0	15/08/2019

3. LEVANTAMENTO PLANIALTIMÉTRICO

O levantamento planialtimétrico foi realizado em 12/09/2019, tendo como finalidade determinar as cargas hidráulicas nos poços de monitoramento do empreendimento. O aparelho utilizado para este levantamento foi uma Estação Total. As leituras foram realizadas a partir da boca de todos os poços.

Na Tabela 05 encontram-se os dados referentes às medições do nível d'água (NA) das cotas das superfícies dos poços.

TABELA 5 - DADOS DO LEVANTAMENTO REALIZADO

POÇO / PONTO	FATOR DE CORREÇÃO (m)	COTA REAL (m)	COTA CORRIGIDA (m)	NÍVEL D'ÁGUA (m)	CARGA HIDRÁULICA (H=Cc-NA) (m)
ESTAÇÃO M1		***14,30**			
PZ-01	100	2,85	97,15	1,90	95,25
PZ-02	100	3,14	96,86	0,95	95,91
PZ-03	100	4,00	96,00	1,50	94,50
PZ-04	100	4,09	95,91	0,80	95,11
PZ-05	100	2,10	97,90	0,75	97,15
PZ-06	100	2,05	97,95	0,90	97,05
PZ-07	100	2,83	97,17	1,05	96,12
PZ-08	100	3,81	96,19	1,20	94,99
PZ-09	100	4,82	95,18	1,30	93,88
PZ-10	100	4,55	95,45	0,90	94,55
PZ-11	100	5,41	94,59	1,20	93,39
PZ-12	100	4,31	95,69	1,25	94,44

*** Cota real do terreno**

4. CONSIDERAÇÕES GERAIS.

- Durante a execução das sondagens, foi possível observar que a litologia do solo local é composta basicamente por argila orgânica, argila plástica e frações de areia com granulometria predominantemente média.

- A profundidade média dos poços instalados é de 2,76 metros.

- O nível de água estabilizado no site encontra-se em média a 1,14 metros.

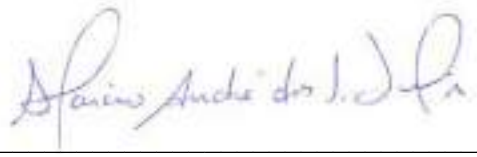
- Os serviços foram realizados entre os dias 13 e 17/08/2019 e 04/09/2019.

- Na ocasião da execução dos serviços o tempo encontrava-se nublado, porém, sem ocorrência de precipitação.

5. EQUIPE E RESPONSABILIDADE TÉCNICA.

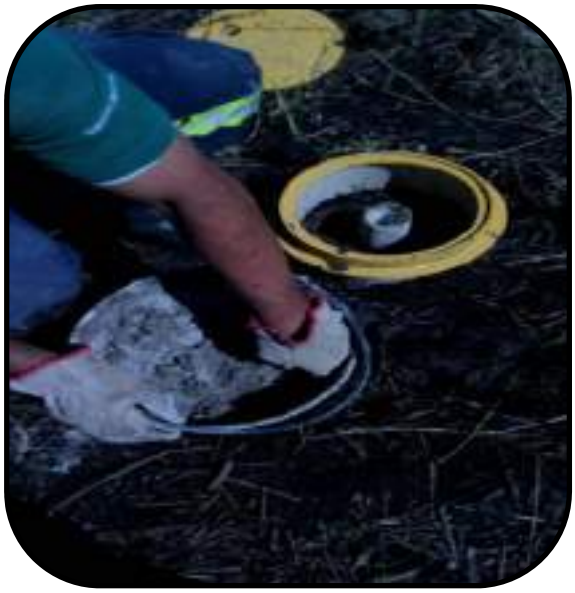
Este trabalho foi realizado com a responsabilidade técnica do departamento de investigação e remediação ambiental da empresa BIOGEO RIO MEIO AMBIENTE LTDA, CNPJ 06.240654.0001-79, situada na Alameda Ana Neri, nº 13, Jardim Primavera – Duque de Caxias – RJ.

Duque de Caxias, 26 de Setembro de 2019.



Márcio André dos S. Lelis
Biólogo
BIOGEO RIO MEIO AMBIENTE LTDA

REGISTRO FOTOGRÁFICO



ANEXO-7.2.5-2

LAUDOS FINAIS ÁGUA SUBTERRÂNEA

Ecologus
Engenharia Consultiva

Fevereiro, 2020
Rev. 00

RELATÓRIO DE ENSAIO: 90271/2019-1.1

DADOS REFERENTES AO CLIENTE	
Empresa Solicitante:	Usina Termeletrica Norte Fluminense S/A
Endereço:	Rodovia BR 101, KM 161
Bairro:	Municipio de Macaé
Cidade:	Macaé
UF:	Rio de Janeiro
CEP:	27.910-970
Nome do Solicitante:	Fernando Medina
Dados para contato:	21 3974-6146 fernando.medina@edfnf.com.br
Processo Comercial:	2339/2019-1

IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA	
Referência Hidroquímica:	1021133
Referência do cliente:	PZ 01
Dados Adicionais:	---

DADOS REFERENTES À AMOSTRA			
Data de Coleta:	24/09/2019 14:14:00	**Data de Recebimento:**	24/09/2019
Temperatura de campo (°C) (fornecido pelo cliente):	---	**Tipo de Coleta**	Simples
Temperatura de recebimento (°C)	<5	**Tipo de Amostra**	Água Subterrânea
Coletor	Fagner (Oceanus)	**Observações**	---

RESULTADOS ANALÍTICOS DA AMOSTRA

Legislação ou Norma: CONAMA Nº 396 - Consumo Humano

FÍSICO-QUÍMICO

Início dos Ensaios: 24/09/2019

Parâmetros	Unidade	Resultados	LQ	Resolução CONAMA Nº 396/08
Alcalinidade (CO3)	mg/L	<1	1	---
Alcalinidade (HCO3)	mg/L	1	1	---
Cloreto (µg/L)	µg/L	35811	1000	250000
Fluoreto (µg/L)	µg/L	<300	300	1500
Fosfato (µg/L)	µg/L	<50	50	---
Nitrato (como N) (µg/L)	µg/L	83	50	10000
Nitrito (como N) (µg/L)	µg/L	<50	50	1000
Nitrogênio Amoniacal	mg/L	0,78	0,01	---
Óleos e Graxas Totais	mg/L	< 5	5	---
Sílica	mg/L	22,6	0,1	---
Sólidos Dissolvidos Totais	µg/L	144	1	1000000
Sólidos em Suspensão Totais	mg/L	700,0	0,8	---
Sólidos Sedimentáveis	mL/L	11,7	0,1	---
Sulfato (µg/L)	µg/L	30265	1000	250000
Sulfetos de hidrogênio	mg/L	0,097	0,002	---

BACTERIOLÓGICO

Início dos Ensaios: 24/09/2019

Parâmetros	Unidade	Resultados	LQ	Resolução CONAMA Nº 396/08
Coliformes Totais	NMP/100 mL	> 2419,6	1,0	---
Escherichia coli	NMP/100 mL	< 1,0	1,0	Ausentes em 100 mL

Matriz:
Rua Almirante Cochrane, 37, Tijuca,
Rio de Janeiro – RJ CEP 20550-040
Tel: (21) 2567-0819 / 2567-3871

Filial:
R. Aristides Lobo, 30, Rio Comprido
Rio de Janeiro – RJ CEP: 20250-450
Tel: (21) 3293-7000 / 3563-3825

METAIS

Início dos Ensaios: 24/09/2019

Parâmetros	Unidade	Resultados	LQ	Resolução CONAMA Nº 396/08
Cálcio Total (µg/L)	µg/L	5081,85	50,00	---
Ferro Dissolvido	µg/L	10897	5	---
Ferro Total (µg/L)	µg/L	11205,00	5,00	300,0
Magnésio Total (µg/L)	µg/L	2624,97	50,00	---
Potássio Total (µg/L)	µg/L	3535,22	10,00	---
Sódio Total (µg/L)	µg/L	16707,00	50,00	200000

Parâmetros de campo

Início dos Ensaios: 24/09/2019

Parâmetros	Unidade	Resultados	LQ	Resolução CONAMA Nº 396/08
Nível d'água	m	1,55	N.A.	---
Oxigênio Dissolvido	mg/L	<0,01	0,1	---
pH	N.A.	4,24	N.A.	---
Temperatura	ºC	22,03	N.A.	---

CONTROLE DE QUALIDADE ANALÍTICO DA AMOSTRA

LCS Metais ICP - MS

Parâmetro	Unidade	Resultados	Faixa Aceitável de Recuperação	ID da corrida analítica
Alumínio (Al)	%	96	80 - 120	8773/2019
Antimônio (Sb)	%	96	80 - 120	8773/2019
Arsênio (AS)	%	96	80 - 120	8773/2019
Bário (Ba)	%	101	80 - 120	8773/2019
Berílio (Be)	%	99	80 - 120	8773/2019
Boro (B)	%	89	80 - 120	8773/2019
Cádmio (Cd)	%	96	80 - 120	8773/2019
Cálcio (Ca)	%	92	80 - 120	8773/2019
Chumbo (Pb)	%	98	80 - 120	8773/2019
Cobalto(Co)	%	99	80 - 120	8773/2019
Cobre (Cu)	%	98	80 - 120	8773/2019
Cromo (Cr)	%	98	80 - 120	8773/2019
Enxofre (S)	%	109	80 - 120	8773/2019
Estanho (Sn)	%	97	80 - 120	8773/2019
Estrôncio (Sr)	%	99	80 - 120	8773/2019
Ferro (Fe)	%	92	80 - 120	8773/2019
Fósforo (P)	%	101	80 - 120	8773/2019
Lítio (Li)	%	99	80 - 120	8773/2019
Magnésio (Mg)	%	95	80 - 120	8773/2019
Manganês (Mn)	%	99	80 - 120	8773/2019
Molibdênio (Mo)	%	93	80 - 120	8773/2019
Níquel (Ni)	%	98	80 - 120	8773/2019
Potássio (K)	%	96	80 - 120	8773/2019
Prata (Ag)	%	92	80 - 120	8773/2019
Selênio (Se)	%	97	80 - 120	8773/2019
Silício (Si)	%	101	80 - 120	8773/2019
Sódio (Na)	%	101	80 - 120	8773/2019
Tálio (Tl)	%	95	80 - 120	8773/2019
Titânio (Ti)	%	102	80 - 120	8773/2019
Urânio (U)	%	91	80 - 120	8773/2019
Vanádio (V)	%	96	80 - 120	8773/2019
Zinco (Zn)	%	101	80 - 120	8773/2019

Matriz:
Rua Almirante Cochrane, 37, Tijuca,
Rio de Janeiro – RJ CEP 20550-040
Tel: (21) 2567-0819 / 2567-3871

Filial:
R. Aristides Lobo, 30, Rio Comprido
Rio de Janeiro – RJ CEP: 20250-450
Tel: (21) 3293-7000 / 3563-3825

REFERÊNCIAS METODOLÓGICAS

Alcalinidade: SMWW 2320 B
Análises de Campo: SMWW 23rd Edition
Ânions por IC: SMWW 4110 B
Coliformes Totais: SMWW 9223 B
Escherichia coli: SMWW 9223 B
Metais Dissolvidos - ICP-MS: EPA 6020 B / 200.8
Metais Totais - ICP-MS: EPA 6020 B / 200.8
Nitrogênio Amoniacal: SMWW 4500-NH3 F
Óleos e Graxas: SMWW 5520 D
Sílica: SMWW 4500 C
Sólidos Dissolvidos Totais: SMWW 2540 C
Sólidos Sedimentáveis: SMWW 2540 F
Sólidos Suspensos Totais: SMWW 2540 D
Sulfeto: SMWW 4500-S^{2-} C e D

OBSERVAÇÕES GERAIS

- Os resultados referem-se somente à amostra analisada.
- Este Relatório de Ensaio só pode ser reproduzido por inteiro e sem nenhuma alteração e com a aprovação por escrito da Oceanus - Hidroquímica.
- As amostras são coletadas e preservadas seguindo as normas padronizadas SMWW 23rd e USEPA.
- Abreviações:

Ausência = Menor Que o Limite de Quantificação
USEPA = United States Enviroment Protection Agency
ID = Identificação
LCS = Laboratory Control Sample
LD = Limite de Detecção
LQ = Limite de Quantificação
NA = Não Aplicável
ND = Não Detectável
NMP = Número Mais Provável
NO = Não Objetável
PCB = Polychlorinated Biphenyls
SMWW = Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater
TPH = Total Petroleun Hydrocarbons.
UFC = Unidades Formadoras de Colônia
VMP = Valor Máximo Permitido
Os dados da amostra fornecidos são de responsabilidade do solicitante.

Matriz:
Rua Almirante Cochrane, 37, Tijuca,
Rio de Janeiro – RJ CEP 20550-040
Tel: (21) 2567-0819 / 2567-3871

Filial:
R. Aristides Lobo, 30, Rio Comprido
Rio de Janeiro – RJ CEP: 20250-450
Tel: (21) 3293-7000 / 3563-3825

INTERPRETAÇÃO DE RESULTADOS

De acordo com a Resolução CONAMA Nº 396, de 03 de Abril de 2008, dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento de águas subterrâneas para consumo humano.: O(s) parâmetro(s) Ferro Total (µg/L) ultrapassam os limites máximos permitidos.

RESPONSÁVEIS

Relatório emitido por: Rayza Magalhães

Relatório revisado por: Roberta Soares, Thais Poubel, Thiago Dutra, Anna Karla Souza, Christina Albuquerque

Responsável técnico:

Robson Vieira de Figueiredo, M.Sc.
Gerente Técnico
CRQ n°03314742 – 3ª Região
CREA RJ200668502-3

Data de emissão do laudo: Rio de Janeiro, 11 de outubro de 2019

Matriz:
Rua Almirante Cochrane, 37, Tijuca,
Rio de Janeiro – RJ CEP 20550-040
Tel: (21) 2567-0819 / 2567-3871

Filial:
R. Aristides Lobo, 30, Rio Comprido
Rio de Janeiro – RJ CEP: 20250-450
Tel: (21) 3293-7000 / 3563-3825

LISTA DE VERIFICAÇÃO DE RECEBIMENTO DE AMOSTRAS

N° da Amostra: 90271/2019-1.1

Cliente: UTE Norte Fluminense	
Data de recebimento: 24/09/2019	
Código: 1021133	Identificação da Amostra: PZ 01

Amostra acondicionada adequadamente?	Sim
Caixa ou embalagem das amostras está fechada e não apresenta sinais de violação?	Sim
Os frascos ou embalagens contendo diretamente as amostras estão íntegros?	Sim
Os rótulos e cadeia de custódia identificam as amostras?	Sim
A cadeia de custódia coincide com a proposta comercial?	---
Termômetro utilizado	TI-008
Amostra está dentro da validade para todos os parâmetros?	Sim
Há quantidade de amostra suficiente para todas as análises?	Sim
Os frascos eram apropriados para o tipo de análise?	Sim

As irregularidades de recebimento foram notificadas?
Notificação enviada para: _____ Data: _____

Comentários:

Responsável pelo recebimento: Teresa Barbara

Matriz:
Rua Almirante Cochrane, 37, Tijuca,
Rio de Janeiro – RJ CEP 20550-040
Tel: (21) 2567-0819 / 2567-3871

Filial:
R. Aristides Lobo, 30, Rio Comprido
Rio de Janeiro – RJ CEP: 20250-450
Tel: (21) 3293-7000 / 3563-3825

RELATÓRIO DE ENSAIO: 97875/2019-1.1

DADOS REFERENTES AO CLIENTE	
Empresa Solicitante:	Usina Termeletrica Norte Fluminense S/A
Endereço:	Rodovia BR 101, KM 161
Bairro:	Municipio de Macaé
Cidade:	Macaé
UF:	Rio de Janeiro
CEP:	27.910-970
Nome do Solicitante:	Fernando Medina
Dados para contato:	21 3974-6146 fernando.medina@edfnf.com.br
Processo Comercial:	2339/2019-1

IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA	
Referência Hidroquímica:	1021128
Referência do cliente:	PZ - 02
Dados Adicionais:	---

DADOS REFERENTES À AMOSTRA			
Data de Coleta:	11/10/2019 15:10:00	**Data de Recebimento:**	11/10/2019
Temperatura de campo (°C) (fornecido pelo cliente):	---	**Lâmina d'Água**	---
Temperatura de recebimento (°C)	<5	**Altura do Poço**	---
Coletor	Marcos Santos (Oceanus)	**Nível D'água**	---
pH de Campo (fornecido pelo cliente):	---	**Observações**	---
Tipo de Coleta	Simples	**Oxigênio dissolvido (mg/L) (fornecido pelo cliente):**	---
Tipo de Amostra	Água Subterrânea		

RESULTADOS ANALÍTICOS DA AMOSTRA

Legislação ou Norma: CONAMA Nº 396 - Consumo Humano

FÍSICO-QUÍMICO

Início dos Ensaios: 11/10/2019

Parâmetros	Unidade	Resultados	LQ	Resolução CONAMA Nº 396/08
Alcalinidade (CO3)	mg/L	<1	1	---
Alcalinidade (HCO3)	mg/L	<1	1	---
Cloreto (µg/L)	µg/L	56336	1000	250000
Fluoreto (µg/L)	µg/L	825	300	1500
Fosfato (µg/L)	µg/L	<50	50	---
Nitrato (como N) (µg/L)	µg/L	67	50	10000
Nitrito (como N) (µg/L)	µg/L	<50	50	1000
Nitrogênio Amoniacal	mg/L	4,30	0,01	---
Óleos e Graxas Totais	mg/L	< 5	5	---
Sílica	mg/L	59,6	0,1	---
Sólidos Dissolvidos Totais	µg/L	941	1	1000000
Sólidos em Suspensão Totais	mg/L	2987,5	0,8	---
Sólidos Sedimentáveis	mL/L	25,8	0,1	---
Sulfato (µg/L)	µg/L	739400	1000	250000
Sulfetos de hidrogênio	mg/L	0,083	0,002	---

Matriz:
Rua Almirante Cochrane, 37, Tijuca,
Rio de Janeiro – RJ CEP 20550-040
Tel: (21) 2567-0819 / 2567-3871

Filial:
R. Aristides Lobo, 30, Rio Comprido
Rio de Janeiro – RJ CEP: 20250-450
Tel: (21) 3293-7000 / 3563-3825

BACTERIOLÓGICO

Início dos Ensaios: 11/10/2019

Parâmetros	Unidade	Resultados	LQ	Resolução CONAMA Nº 396/08
Coliformes Totais	NMP/100 mL	23,0	1,8	---
Escherichia coli	NMP/100 mL	2,0	1,8	Ausentes em 100 mL

METAIS

Início dos Ensaios: 11/10/2019

Parâmetros	Unidade	Resultados	LQ	Resolução CONAMA Nº 396/08
Cálcio Total (µg/L)	µg/L	177074	50	---
Ferro Dissolvido	µg/L	86244	5	---
Ferro Total (µg/L)	µg/L	123471	5	300,0
Magnésio Total (µg/L)	µg/L	62849	50	---
Potássio Total (µg/L)	µg/L	9942	10	---
Sódio Total (µg/L)	µg/L	47741	50	200000

Parâmetros de campo

Início dos Ensaios: 12/10/2019

Parâmetros	Unidade	Resultados	LQ	Resolução CONAMA Nº 396/08
Nível d'água	cm	46	N.A.	---
Condutividade de Campo	µS/cm	505,0	1	---
Oxigênio Dissolvido	mg/L	1,83	0,1	---
pH	N.A.	6,2	N.A.	---
Temperatura	ºC	24,5	N.A.	---

CONTROLE DE QUALIDADE ANALÍTICO DA AMOSTRA

LCS Metais ICP - MS

Parâmetro	Unidade	Resultados	Faixa Aceitável de Recuperação	ID da corrida analítica
Alumínio (Al)	%	99	80 - 120	9345/2019
Antimônio (Sb)	%	101	80 - 120	9345/2019
Arsênio (AS)	%	102	80 - 120	9345/2019
Bário (Ba)	%	102	80 - 120	9345/2019
Berílio (Be)	%	103	80 - 120	9345/2019
Boro (B)	%	90	80 - 120	9345/2019
Cádmio (Cd)	%	101	80 - 120	9345/2019
Cálcio (Ca)	%	109	80 - 120	9345/2019
Chumbo (Pb)	%	102	80 - 120	9345/2019
Cobalto(Co)	%	103	80 - 120	9345/2019
Cobre (Cu)	%	102	80 - 120	9345/2019
Cromo (Cr)	%	103	80 - 120	9345/2019
Enxofre (S)	%	90	80 - 120	9345/2019
Estanho (Sn)	%	107	80 - 120	9345/2019
Estrôncio (Sr)	%	101	80 - 120	9345/2019
Ferro (Fe)	%	93	80 - 120	9345/2019
Fósforo (P)	%	105	80 - 120	9345/2019
Lítio (Li)	%	101	80 - 120	9345/2019
Magnésio (Mg)	%	95	80 - 120	9345/2019
Manganês (Mn)	%	100	80 - 120	9345/2019
Molibdênio (Mo)	%	98	80 - 120	9345/2019
Níquel (Ni)	%	104	80 - 120	9345/2019
Potássio (K)	%	94	80 - 120	9345/2019
Prata (Ag)	%	99	80 - 120	9345/2019
Selênio (Se)	%	102	80 - 120	9345/2019
Silício (Si)	%	95	80 - 120	9345/2019
Sódio (Na)	%	90	80 - 120	9345/2019
Tálio (Tl)	%	101	80 - 120	9345/2019

Matriz:
Rua Almirante Cochrane, 37, Tijuca,
Rio de Janeiro – RJ CEP 20550-040
Tel: (21) 2567-0819 / 2567-3871

Filial:
R. Aristides Lobo, 30, Rio Comprido
Rio de Janeiro – RJ CEP: 20250-450
Tel: (21) 3293-7000 / 3563-3825

Parâmetro	Unidade	Resultados	Faixa Aceitável de Recuperação	ID da corrida analítica
Titânio (Ti)	%	104	80 - 120	9345/2019
Urânio (U)	%	93	80 - 120	9345/2019
Vanádio (V)	%	102	80 - 120	9345/2019
Zinco (Zn)	%	103	80 - 120	9345/2019

REFERÊNCIAS METODOLÓGICAS

Alcalinidade: SMWW 2320 B

Análises de Campo: SMWW 23rd Edition

Ânions por IC: SMWW 4110 B

Coliformes Totais: SMWW 9221 B

Escherichia coli: SMWW 9223 B

Metais Dissolvidos - ICP-MS: EPA 6020 B / 200.8

Metais Totais - ICP-MS: EPA 6020 B / 200.8

Nitrogênio Amoniacal: SMWW 4500-NH3 F

Óleos e Graxas: SMWW 5520 D

Sílica: SMWW 4500 C

Sólidos Dissolvidos Totais: SMWW 2540 C

Sólidos Sedimentáveis: SMWW 2540 F

Sólidos Suspensos Totais: SMWW 2540 D

Sulfeto: SMWW 4500-S^{2}- C e D

OBSERVAÇÕES GERAIS

- Os resultados referem-se somente à amostra analisada.
- Este Relatório de Ensaio só pode ser reproduzido por inteiro e sem nenhuma alteração e com a aprovação por escrito da Oceanus - Hidroquímica.
- As amostras são coletadas e preservadas seguindo as normas padronizadas SMWW 23rd e USEPA.
- * Serviço Terceirizado
- Abreviações:

Ausência = Menor Que o Limite de Quantificação

USEPA = United States Enviroment Protection Agency

ID = Identificação

LCS = Laboratory Control Sample

LD = Limite de Detecção

LQ = Limite de Quantificação

NA = Não Aplicável

ND = Não Detectável

NMP = Número Mais Provável

NO = Não Objetável

PCB = Polychlorinated Biphenyls

SMWW = Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater

TPH = Total Petroleun Hydrocarbons.

UFC = Unidades Formadoras de Colônia

VMP = Valor Máximo Permitido

Os dados da amostra fornecidos são de responsabilidade do solicitante.

INTERPRETAÇÃO DE RESULTADOS

De acordo com a Resolução CONAMA Nº 396, de 03 de Abril de 2008, dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento de águas subterrâneas para consumo humano.: O(s) parâmetro(s) Sulfato (µg/L), Ferro Total (µg/L) ultrapassam os limites máximos permitidos. O(s) parâmetro(s) Escherichia coli não satisfazem os limites permitidos.

Matriz:
Rua Almirante Cochrane, 37, Tijuca,
Rio de Janeiro – RJ CEP 20550-040
Tel: (21) 2567-0819 / 2567-3871

Filial:
R. Aristides Lobo, 30, Rio Comprido
Rio de Janeiro – RJ CEP: 20250-450
Tel: (21) 3293-7000 / 3563-3825

RESPONSÁVEIS	
Relatório emitido por:	Rosane Pinheiro
Relatório revisado por:	Roberta Soares, Thais Poubel, Thiago Dutra, Christina Albuquerque
Responsável técnico:	Robson Vieira de Figueiredo, M.Sc. Gerente Técnico CRQ n°03314742 – 3ª Região CREA RJ200668502-3
Data de emissão do laudo:	Rio de Janeiro, 25 de outubro de 2019

Matriz:
Rua Almirante Cochrane, 37, Tijuca,
Rio de Janeiro – RJ CEP 20550-040
Tel: (21) 2567-0819 / 2567-3871

Filial:
R. Aristides Lobo, 30, Rio Comprido
Rio de Janeiro – RJ CEP: 20250-450
Tel: (21) 3293-7000 / 3563-3825

LISTA DE VERIFICAÇÃO DE RECEBIMENTO DE AMOSTRAS

N° da Amostra: 97875/2019-1.1

Cliente: UTE Norte Fluminense	
Data de recebimento: 11/10/2019	
Código: 1021128	Identificação da Amostra: PZ - 02

Amostra acondicionada adequadamente?	Sim
Caixa ou embalagem das amostras está fechada e não apresenta sinais de violação?	Sim
Os frascos ou embalagens contendo diretamente as amostras estão íntegros?	Sim
Os rótulos e cadeia de custódia identificam as amostras?	Sim
A cadeia de custódia coincide com a proposta comercial?	---
Termômetro utilizado	termômetro infravermelho
Amostra está dentro da validade para todos os parâmetros?	Sim
Há quantidade de amostra suficiente para todas as análises?	Sim
Os frascos eram apropriados para o tipo de análise?	Sim

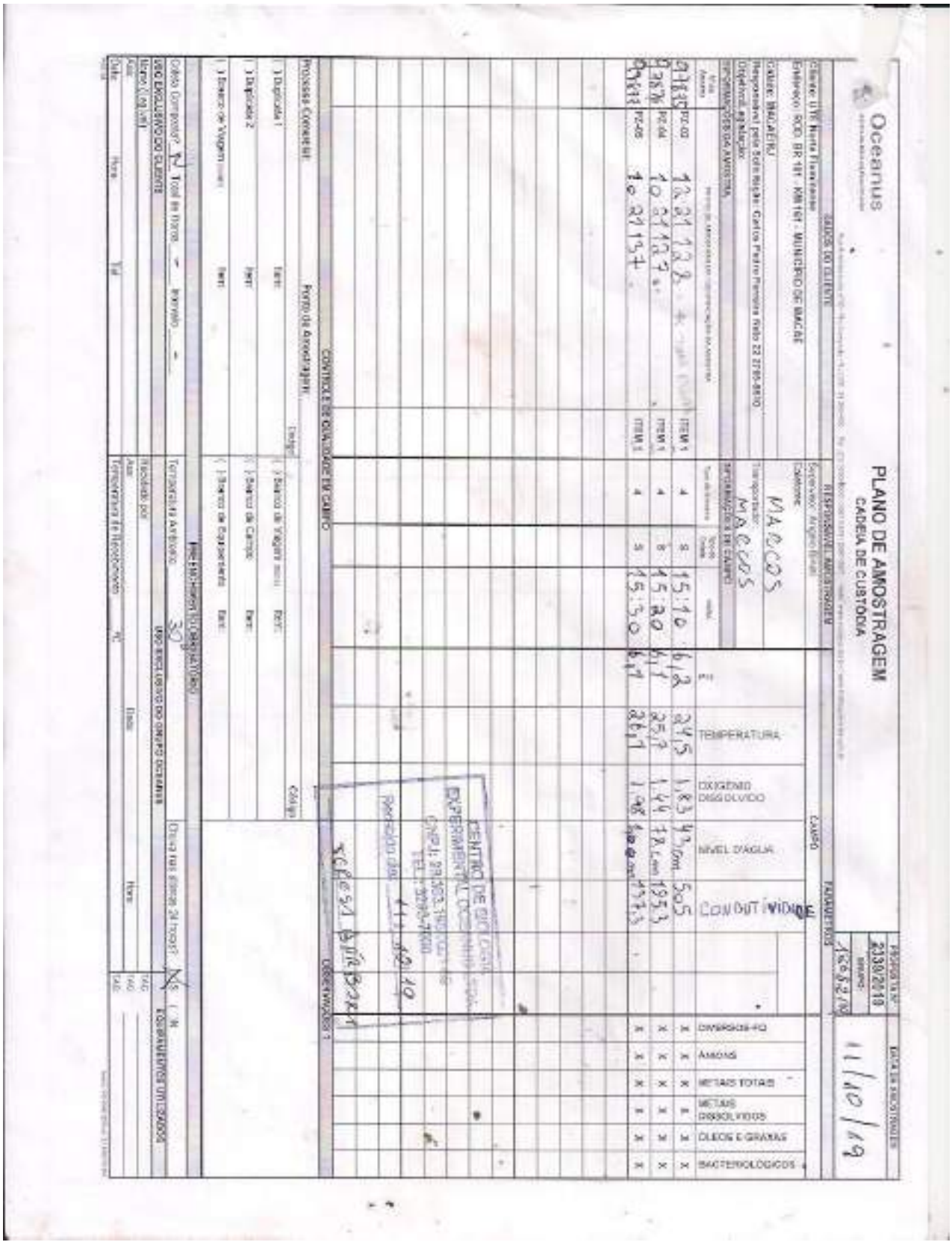
As irregularidades de recebimento foram notificadas?
Notificação enviada para: _____ Data: _____

Comentários:

Responsável pelo recebimento: Teresa Barbara

Matriz:
Rua Almirante Cochrane, 37, Tijuca,
Rio de Janeiro – RJ CEP 20550-040
Tel: (21) 2567-0819 / 2567-3871

Filial:
R. Aristides Lobo, 30, Rio Comprido
Rio de Janeiro – RJ CEP: 20250-450
Tel: (21) 3293-7000 / 3563-3825



PLANO DE AMOSTRAGEM
CADEIA DE CUSTODIA

Oceanus

Página 6 de 6

RELATÓRIO DE ENSAIO: 90272/2019-1.1

DADOS REFERENTES AO CLIENTE	
Empresa Solicitante:	Usina Termeletrica Norte Fluminense S/A
Endereço:	Rodovia BR 101, KM 161
Bairro:	Municipio de Macaé
Cidade:	Macaé
UF:	Rio de Janeiro
CEP:	27.910-970
Nome do Solicitante:	Fernando Medina
Dados para contato:	21 3974-6146 fernando.medina@edfnf.com.br
Processo Comercial:	2339/2019-1

IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA	
Referência Hidroquímica:	1021134
Referência do cliente:	PZ 03
Dados Adicionais:	---

DADOS REFERENTES À AMOSTRA			
Data de Coleta:	24/09/2019 13:58:00	**Data de Recebimento:**	24/09/2019
Temperatura de campo (°C) (fornecido pelo cliente):	---	**Tipo de Coleta**	Simples
Temperatura de recebimento (°C)	<5	**Tipo de Amostra**	Água Subterrânea
Coletor	Fagner (Oceanus)	**Observações**	---

RESULTADOS ANALÍTICOS DA AMOSTRA

Legislação ou Norma: CONAMA Nº 396 - Consumo Humano

FÍSICO-QUÍMICO

Início dos Ensaios: 24/09/2019

Parâmetros	Unidade	Resultados	LQ	Resolução CONAMA Nº 396/08
Alcalinidade (CO3)	mg/L	<1	1	---
Alcalinidade (HCO3)	mg/L	<1	1	---
Cloreto (µg/L)	µg/L	198305	1000	250000
Fluoreto (µg/L)	µg/L	300	300	1500
Fosfato (µg/L)	µg/L	67	50	---
Nitrato (como N) (µg/L)	µg/L	<50	50	10000
Nitrito (como N) (µg/L)	µg/L	158	50	1000
Nitrogênio Amoniacal	mg/L	3,92	0,01	---
Óleos e Graxas Totais	mg/L	< 5	5	---
Sílica	mg/L	137,6	0,1	---
Sólidos Dissolvidos Totais	µg/L	1183	1	1000000
Sólidos em Suspensão Totais	mg/L	570,6	0,8	---
Sólidos Sedimentáveis	mL/L	0,8	0,1	---
Sulfato (µg/L)	µg/L	516273	1000	250000
Sulfetos de hidrogênio	mg/L	0,090	0,002	---

BACTERIOLÓGICO

Início dos Ensaios: 24/09/2019

Parâmetros	Unidade	Resultados	LQ	Resolução CONAMA Nº 396/08
Coliformes Totais	NMP/100 mL	< 1,0	1,0	---
Escherichia coli	NMP/100 mL	< 1,0	1,0	Ausentes em 100 mL

Matriz:
Rua Almirante Cochrane, 37, Tijuca,
Rio de Janeiro – RJ CEP 20550-040
Tel: (21) 2567-0819 / 2567-3871

Filial:
R. Aristides Lobo, 30, Rio Comprido
Rio de Janeiro – RJ CEP: 20250-450
Tel: (21) 3293-7000 / 3563-3825

METAIS

Início dos Ensaios: 24/09/2019

Parâmetros	Unidade	Resultados	LQ	Resolução CONAMA Nº 396/08
Cálcio Total (µg/L)	µg/L	35523,82	50,00	---
Ferro Dissolvido	µg/L	188493	5	---
Ferro Total (µg/L)	µg/L	189708,03	5,00	300,0
Magnésio Total (µg/L)	µg/L	17732,73	50,00	---
Potássio Total (µg/L)	µg/L	3578,83	10,00	---
Sódio Total (µg/L)	µg/L	97960,20	50,00	200000

Parâmetros de campo

Início dos Ensaios: 24/09/2019

Parâmetros	Unidade	Resultados	LQ	Resolução CONAMA Nº 396/08
Nível d'água	m	1,09	N.A.	---
Oxigênio Dissolvido	mg/L	<0,01	0,1	---
pH	N.A.	3,20	N.A.	---
Temperatura	ºC	20,39	N.A.	---

CONTROLE DE QUALIDADE ANALÍTICO DA AMOSTRA

LCS Metais ICP - MS

Parâmetro	Unidade	Resultados	Faixa Aceitável de Recuperação	ID da corrida analítica
Alumínio (Al)	%	96	80 - 120	8773/2019
Antimônio (Sb)	%	96	80 - 120	8773/2019
Arsênio (AS)	%	96	80 - 120	8773/2019
Bário (Ba)	%	101	80 - 120	8773/2019
Berílio (Be)	%	99	80 - 120	8773/2019
Boro (B)	%	89	80 - 120	8773/2019
Cádmio (Cd)	%	96	80 - 120	8773/2019
Cálcio (Ca)	%	92	80 - 120	8773/2019
Chumbo (Pb)	%	98	80 - 120	8773/2019
Cobalto(Co)	%	99	80 - 120	8773/2019
Cobre (Cu)	%	98	80 - 120	8773/2019
Cromo (Cr)	%	98	80 - 120	8773/2019
Enxofre (S)	%	109	80 - 120	8773/2019
Estanho (Sn)	%	97	80 - 120	8773/2019
Estrôncio (Sr)	%	99	80 - 120	8773/2019
Ferro (Fe)	%	92	80 - 120	8773/2019
Fósforo (P)	%	101	80 - 120	8773/2019
Lítio (Li)	%	99	80 - 120	8773/2019
Magnésio (Mg)	%	95	80 - 120	8773/2019
Manganês (Mn)	%	99	80 - 120	8773/2019
Molibdênio (Mo)	%	93	80 - 120	8773/2019
Níquel (Ni)	%	98	80 - 120	8773/2019
Potássio (K)	%	96	80 - 120	8773/2019
Prata (Ag)	%	92	80 - 120	8773/2019
Selênio (Se)	%	97	80 - 120	8773/2019
Silício (Si)	%	101	80 - 120	8773/2019
Sódio (Na)	%	101	80 - 120	8773/2019
Tálio (Tl)	%	95	80 - 120	8773/2019
Titânio (Ti)	%	102	80 - 120	8773/2019
Urânio (U)	%	91	80 - 120	8773/2019
Vanádio (V)	%	96	80 - 120	8773/2019
Zinco (Zn)	%	101	80 - 120	8773/2019

Matriz:
Rua Almirante Cochrane, 37, Tijuca,
Rio de Janeiro – RJ CEP 20550-040
Tel: (21) 2567-0819 / 2567-3871

Filial:
R. Aristides Lobo, 30, Rio Comprido
Rio de Janeiro – RJ CEP: 20250-450
Tel: (21) 3293-7000 / 3563-3825

REFERÊNCIAS METODOLÓGICAS

Alcalinidade: SMWW 2320 B
Análises de Campo: SMWW 23rd Edition
Ânions por IC: SMWW 4110 B
Coliformes Totais: SMWW 9223 B
Escherichia coli: SMWW 9223 B
Metais Dissolvidos - ICP-MS: EPA 6020 B / 200.8
Metais Totais - ICP-MS: EPA 6020 B / 200.8
Nitrogênio Amoniacal: SMWW 4500-NH3 F
Óleos e Graxas: SMWW 5520 D
Sílica: SMWW 4500 C
Sólidos Dissolvidos Totais: SMWW 2540 C
Sólidos Sedimentáveis: SMWW 2540 F
Sólidos Suspensos Totais: SMWW 2540 D
Sulfeto: SMWW 4500-S^{2-} C e D

OBSERVAÇÕES GERAIS

- Os resultados referem-se somente à amostra analisada.
- Este Relatório de Ensaio só pode ser reproduzido por inteiro e sem nenhuma alteração e com a aprovação por escrito da Oceanus - Hidroquímica.
- As amostras são coletadas e preservadas seguindo as normas padronizadas SMWW 23rd e USEPA.
- Abreviações:

Ausência = Menor Que o Limite de Quantificação
USEPA = United States Enviroment Protection Agency
ID = Identificação
LCS = Laboratory Control Sample
LD = Limite de Detecção
LQ = Limite de Quantificação
NA = Não Aplicável
ND = Não Detectável
NMP = Número Mais Provável
NO = Não Objetável
PCB = Polychlorinated Biphenyls
SMWW = Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater
TPH = Total Petroleun Hydrocarbons.
UFC = Unidades Formadoras de Colônia
VMP = Valor Máximo Permitido
Os dados da amostra fornecidos são de responsabilidade do solicitante.

Matriz:
Rua Almirante Cochrane, 37, Tijuca,
Rio de Janeiro – RJ CEP 20550-040
Tel: (21) 2567-0819 / 2567-3871

Filial:
R. Aristides Lobo, 30, Rio Comprido
Rio de Janeiro – RJ CEP: 20250-450
Tel: (21) 3293-7000 / 3563-3825

INTERPRETAÇÃO DE RESULTADOS

De acordo com a Resolução CONAMA Nº 396, de 03 de Abril de 2008, dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento de águas subterrâneas para consumo humano.: O(s) parâmetro(s) Sulfato (µg/L), Ferro Total (µg/L) ultrapassam os limites máximos permitidos.

RESPONSÁVEIS

Relatório emitido por: Rayza Magalhães

Relatório revisado por: Roberta Soares, Thais Poubel, Thiago Dutra, Anna Karla Souza, Christina Albuquerque

Responsável técnico:

Robson Vieira de Figueiredo, M.Sc.
Gerente Técnico
CRQ n°03314742 – 3ª Região
CREA RJ200668502-3

Data de emissão do laudo: Rio de Janeiro, 11 de outubro de 2019

Matriz:
Rua Almirante Cochrane, 37, Tijuca,
Rio de Janeiro – RJ CEP 20550-040
Tel: (21) 2567-0819 / 2567-3871

Filial:
R. Aristides Lobo, 30, Rio Comprido
Rio de Janeiro – RJ CEP: 20250-450
Tel: (21) 3293-7000 / 3563-3825

LISTA DE VERIFICAÇÃO DE RECEBIMENTO DE AMOSTRAS

N° da Amostra: 90272/2019-1.1

Cliente: UTE Norte Fluminense	
Data de recebimento: 24/09/2019	
Código: 1021134	Identificação da Amostra: PZ 03

Amostra acondicionada adequadamente?	Sim
Caixa ou embalagem das amostras está fechada e não apresenta sinais de violação?	Sim
Os frascos ou embalagens contendo diretamente as amostras estão íntegros?	Sim
Os rótulos e cadeia de custódia identificam as amostras?	Sim
A cadeia de custódia coincide com a proposta comercial?	---
Termômetro utilizado	TI-008
Amostra está dentro da validade para todos os parâmetros?	Sim
Há quantidade de amostra suficiente para todas as análises?	Sim
Os frascos eram apropriados para o tipo de análise?	Sim

As irregularidades de recebimento foram notificadas?
Notificação enviada para: _____ Data: _____

Comentários:

Responsável pelo recebimento: Teresa Barbara

Matriz:
Rua Almirante Cochrane, 37, Tijuca,
Rio de Janeiro – RJ CEP 20550-040
Tel: (21) 2567-0819 / 2567-3871

Filial:
R. Aristides Lobo, 30, Rio Comprido
Rio de Janeiro – RJ CEP: 20250-450
Tel: (21) 3293-7000 / 3563-3825

RELATÓRIO DE ENSAIO: 97876/2019-1.1

DADOS REFERENTES AO CLIENTE	
Empresa Solicitante:	Usina Termeletrica Norte Fluminense S/A
Endereço:	Rodovia BR 101, KM 161
Bairro:	Municipio de Macaé
Cidade:	Macaé
UF:	Rio de Janeiro
CEP:	27.910-970
Nome do Solicitante:	Fernando Medina
Dados para contato:	21 3974-6146 fernando.medina@edfnf.com.br
Processo Comercial:	2339/2019-1

IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA	
Referência Hidroquímica:	1021127
Referência do cliente:	PZ - 04
Dados Adicionais:	---

DADOS REFERENTES À AMOSTRA			
Data de Coleta:	11/10/2019 15:20:00	**Data de Recebimento:**	11/10/2019
Temperatura de campo (°C) (fornecido pelo cliente):	---	**Lâmina d'Água**	---
Temperatura de recebimento (°C)	<5	**Altura do Poço**	---
Coletor	Marcos Santos (Oceanus)	**Nível D'água**	---
pH de Campo (fornecido pelo cliente):	---	**Observações**	---
Tipo de Coleta	Simples	**Oxigênio dissolvido (mg/L) (fornecido pelo cliente):**	---
Tipo de Amostra	Água Subterrânea		

RESULTADOS ANALÍTICOS DA AMOSTRA

Legislação ou Norma: CONAMA Nº 396 - Consumo Humano

FÍSICO-QUÍMICO

Início dos Ensaios: 11/10/2019

Parâmetros	Unidade	Resultados	LQ	Resolução CONAMA Nº 396/08
Alcalinidade (CO3)	mg/L	<1	1	---
Alcalinidade (HCO3)	mg/L	<1	1	---
Cloreto (µg/L)	µg/L	34558	1000	250000
Fluoreto (µg/L)	µg/L	<300	300	1500
Fosfato (µg/L)	µg/L	88	50	---
Nitrato (como N) (µg/L)	µg/L	70	50	10000
Nitrito (como N) (µg/L)	µg/L	240	50	1000
Nitrogênio Amoniacal	mg/L	0,65	0,01	---
Óleos e Graxas Totais	mg/L	< 5	5	---
Sílica	mg/L	6,9	0,1	---
Sólidos Dissolvidos Totais	µg/L	148	1	1000000
Sólidos em Suspensão Totais	mg/L	5325,0	0,8	---
Sólidos Sedimentáveis	mL/L	35,0	0,1	---
Sulfato (µg/L)	µg/L	41293	1000	250000
Sulfetos de hidrogênio	mg/L	0,088	0,002	---

Matriz:
Rua Almirante Cochrane, 37, Tijuca,
Rio de Janeiro – RJ CEP 20550-040
Tel: (21) 2567-0819 / 2567-3871

Filial:
R. Aristides Lobo, 30, Rio Comprido
Rio de Janeiro – RJ CEP: 20250-450
Tel: (21) 3293-7000 / 3563-3825

BACTERIOLÓGICO

Início dos Ensaios: 12/10/2019

Parâmetros	Unidade	Resultados	LQ	Resolução CONAMA Nº 396/08
Coliformes Totais	NMP/100 mL	920,0	1,8	---
Escherichia coli	NMP/100 mL	23,0	1,8	Ausentes em 100 mL

METAIS

Início dos Ensaios: 12/10/2019

Parâmetros	Unidade	Resultados	LQ	Resolução CONAMA Nº 396/08
Cálcio Total (µg/L)	µg/L	12537	50	---
Ferro Dissolvido	µg/L	6419	5	---
Ferro Total (µg/L)	µg/L	18458	5	300,0
Magnésio Total (µg/L)	µg/L	4358	50	---
Potássio Total (µg/L)	µg/L	5757	10	---
Sódio Total (µg/L)	µg/L	16569	50	200000

Parâmetros de campo

Início dos Ensaios: 12/10/2019

Parâmetros	Unidade	Resultados	LQ	Resolução CONAMA Nº 396/08
Nível d'água	cm	78	N.A.	---
Condutividade de Campo	µS/cm	195,3	1	---
Oxigênio Dissolvido	mg/L	1,44	0,1	---
pH	N.A.	6,1	N.A	---
Temperatura	ºC	25,7	N.A	---

CONTROLE DE QUALIDADE ANALÍTICO DA AMOSTRA

LCS Metais ICP - MS

Parâmetro	Unidade	Resultados	Faixa Aceitável de Recuperação	ID da corrida analítica
Alumínio (Al)	%	99	80 - 120	9345/2019
Antimônio (Sb)	%	101	80 - 120	9345/2019
Arsênio (AS)	%	102	80 - 120	9345/2019
Bário (Ba)	%	102	80 - 120	9345/2019
Berílio (Be)	%	103	80 - 120	9345/2019
Boro (B)	%	90	80 - 120	9345/2019
Cádmio (Cd)	%	101	80 - 120	9345/2019
Cálcio (Ca)	%	109	80 - 120	9345/2019
Chumbo (Pb)	%	102	80 - 120	9345/2019
Cobalto(Co)	%	103	80 - 120	9345/2019
Cobre (Cu)	%	102	80 - 120	9345/2019
Cromo (Cr)	%	103	80 - 120	9345/2019
Enxofre (S)	%	90	80 - 120	9345/2019
Estanho (Sn)	%	107	80 - 120	9345/2019
Estrôncio (Sr)	%	101	80 - 120	9345/2019
Ferro (Fe)	%	93	80 - 120	9345/2019
Fósforo (P)	%	105	80 - 120	9345/2019
Lítio (Li)	%	101	80 - 120	9345/2019
Magnésio (Mg)	%	95	80 - 120	9345/2019
Manganês (Mn)	%	100	80 - 120	9345/2019
Molibdênio (Mo)	%	98	80 - 120	9345/2019
Níquel (Ni)	%	104	80 - 120	9345/2019
Potássio (K)	%	94	80 - 120	9345/2019
Prata (Ag)	%	99	80 - 120	9345/2019
Selênio (Se)	%	102	80 - 120	9345/2019
Silício (Si)	%	95	80 - 120	9345/2019
Sódio (Na)	%	90	80 - 120	9345/2019
Tálio (Tl)	%	101	80 - 120	9345/2019

Matriz:
Rua Almirante Cochrane, 37, Tijuca,
Rio de Janeiro – RJ CEP 20550-040
Tel: (21) 2567-0819 / 2567-3871

Filial:
R. Aristides Lobo, 30, Rio Comprido
Rio de Janeiro – RJ CEP: 20250-450
Tel: (21) 3293-7000 / 3563-3825

Parâmetro	Unidade	Resultados	Faixa Aceitável de Recuperação	ID da corrida analítica
Titânio (Ti)	%	104	80 - 120	9345/2019
Urânio (U)	%	93	80 - 120	9345/2019
Vanádio (V)	%	102	80 - 120	9345/2019
Zinco (Zn)	%	103	80 - 120	9345/2019

REFERÊNCIAS METODOLÓGICAS

Alcalinidade: SMWW 2320 B

Análises de Campo: SMWW 23rd Edition

Ânions por IC: SMWW 4110 B

Coliformes Totais: SMWW 9221 B

Escherichia coli: SMWW 9223 B

Metais Dissolvidos - ICP-MS: EPA 6020 B / 200.8

Metais Totais - ICP-MS: EPA 6020 B / 200.8

Nitrogênio Amoniacal: SMWW 4500-NH3 F

Óleos e Graxas: SMWW 5520 D

Sílica: SMWW 4500 C

Sólidos Dissolvidos Totais: SMWW 2540 C

Sólidos Sedimentáveis: SMWW 2540 F

Sólidos Suspensos Totais: SMWW 2540 D

Sulfeto: SMWW 4500-S^{2}- C e D

OBSERVAÇÕES GERAIS

- Os resultados referem-se somente à amostra analisada.
- Este Relatório de Ensaio só pode ser reproduzido por inteiro e sem nenhuma alteração e com a aprovação por escrito da Oceanus - Hidroquímica.
- As amostras são coletadas e preservadas seguindo as normas padronizadas SMWW 23rd e USEPA.
- * Serviço Terceirizado
- Abreviações:

Ausência = Menor Que o Limite de Quantificação

USEPA = United States Enviroment Protection Agency

ID = Identificação

LCS = Laboratory Control Sample

LD = Limite de Detecção

LQ = Limite de Quantificação

NA = Não Aplicável

ND = Não Detectável

NMP = Número Mais Provável

NO = Não Objetável

PCB = Polychlorinated Biphenyls

SMWW = Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater

TPH = Total Petroleun Hydrocarbons.

UFC = Unidades Formadoras de Colônia

VMP = Valor Máximo Permitido

Os dados da amostra fornecidos são de responsabilidade do solicitante.

INTERPRETAÇÃO DE RESULTADOS

De acordo com a Resolução CONAMA Nº 396, de 03 de Abril de 2008, dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento de águas subterrâneas para consumo humano.: O(s) parâmetro(s) Ferro Total (µg/L) ultrapassam os limites máximos permitidos. O(s) parâmetro(s) Escherichia coli não satisfazem os limites permitidos.

Matriz:
Rua Almirante Cochrane, 37, Tijuca,
Rio de Janeiro – RJ CEP 20550-040
Tel: (21) 2567-0819 / 2567-3871

Filial:
R. Aristides Lobo, 30, Rio Comprido
Rio de Janeiro – RJ CEP: 20250-450
Tel: (21) 3293-7000 / 3563-3825

RESPONSÁVEIS	
Relatório emitido por:	Rosane Pinheiro
Relatório revisado por:	Roberta Soares, Thais Poubel, Thiago Dutra, Christina Albuquerque
Responsável técnico:	Robson Vieira de Figueiredo, M.Sc. Gerente Técnico CRQ n°03314742 – 3ª Região CREA RJ200668502-3
Data de emissão do laudo:	Rio de Janeiro, 25 de outubro de 2019

Matriz:
Rua Almirante Cochrane, 37, Tijuca,
Rio de Janeiro – RJ CEP 20550-040
Tel: (21) 2567-0819 / 2567-3871

Filial:
R. Aristides Lobo, 30, Rio Comprido
Rio de Janeiro – RJ CEP: 20250-450
Tel: (21) 3293-7000 / 3563-3825

LISTA DE VERIFICAÇÃO DE RECEBIMENTO DE AMOSTRAS

N° da Amostra: 97876/2019-1.1

Cliente: UTE Norte Fluminense	
Data de recebimento: 11/10/2019	
Código: 1021127	Identificação da Amostra: PZ - 04

Amostra acondicionada adequadamente?	Sim
Caixa ou embalagem das amostras está fechada e não apresenta sinais de violação?	Sim
Os frascos ou embalagens contendo diretamente as amostras estão íntegros?	Sim
Os rótulos e cadeia de custódia identificam as amostras?	Sim
A cadeia de custódia coincide com a proposta comercial?	---
Termômetro utilizado	termômetro infravermelho
Amostra está dentro da validade para todos os parâmetros?	Sim
Os frascos de VOC/BTEX estavam isentos de bolhas?	Sim
Há quantidade de amostra suficiente para todas as análises?	Sim
Os frascos eram apropriados para o tipo de análise?	Sim

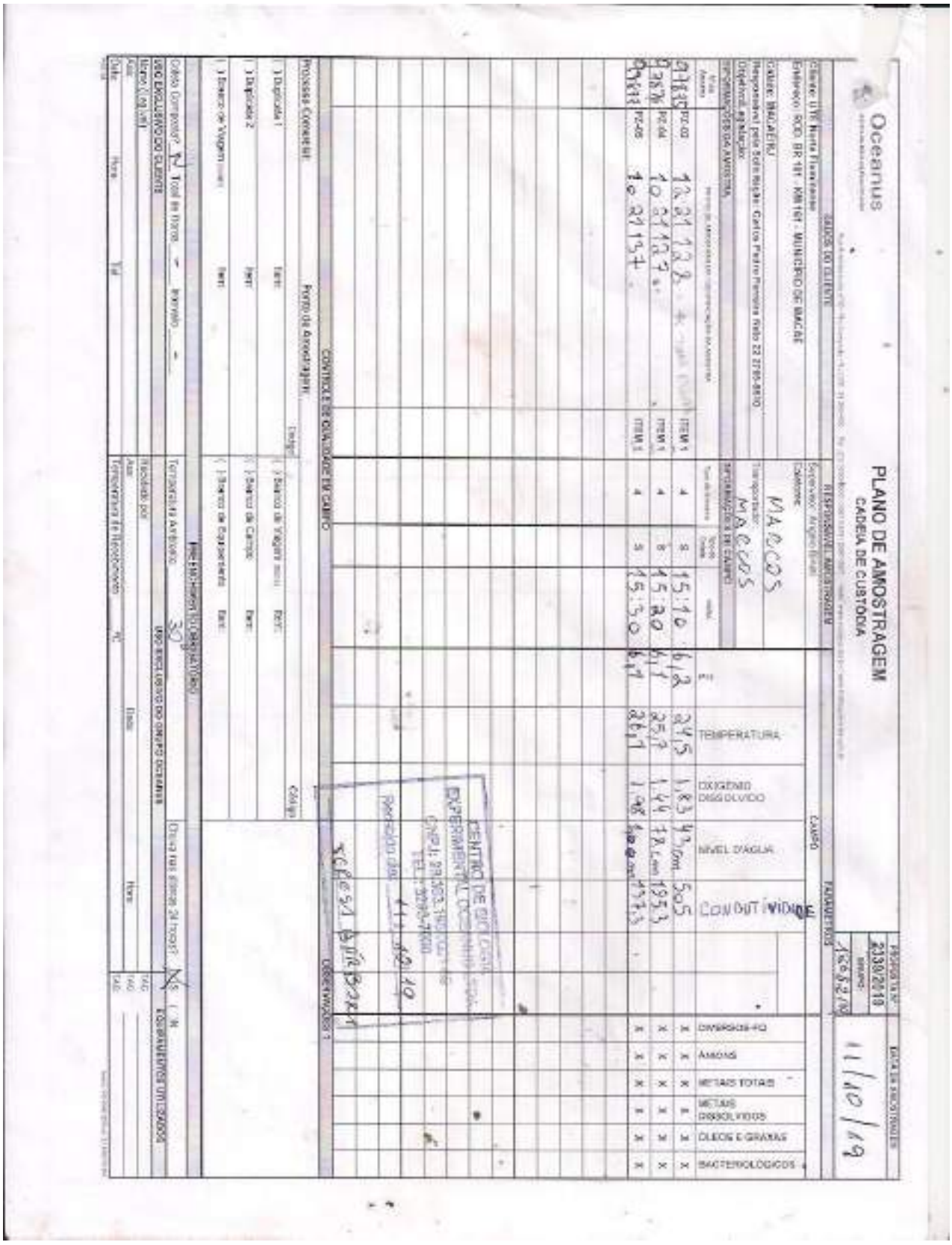
As irregularidades de recebimento foram notificadas?
Notificação enviada para: _____ Data: _____

Comentários:

Responsável pelo recebimento: Teresa Barbara

Matriz:
Rua Almirante Cochrane, 37, Tijuca,
Rio de Janeiro – RJ CEP 20550-040
Tel: (21) 2567-0819 / 2567-3871

Filial:
R. Aristides Lobo, 30, Rio Comprido
Rio de Janeiro – RJ CEP: 20250-450
Tel: (21) 3293-7000 / 3563-3825



Matriz:
Rua Almirante Cochrane, 37, Tijuca,
Rio de Janeiro – RJ CEP 20550-040
Tel: (21) 2567-0819 / 2567-3871

Filial:
R. Aristides Lobo, 30, Rio Comprido
Rio de Janeiro – RJ CEP: 20250-450
Tel: (21) 3293-7000 / 3563-3825

RELATÓRIO DE ENSAIO: 97877/2019-1.1

DADOS REFERENTES AO CLIENTE	
Empresa Solicitante:	Usina Termeletrica Norte Fluminense S/A
Endereço:	Rodovia BR 101, KM 161
Bairro:	Municipio de Macaé
Cidade:	Macaé
UF:	Rio de Janeiro
CEP:	27.910-970
Nome do Solicitante:	Fernando Medina
Dados para contato:	21 3974-6146 fernando.medina@edfnf.com.br
Processo Comercial:	2339/2019-1

IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA	
Referência Hidroquímica:	1021137
Referência do cliente:	PZ - 05
Dados Adicionais:	---

DADOS REFERENTES À AMOSTRA			
Data de Coleta:	11/10/2019 15:30:00	**Data de Recebimento:**	11/10/2019
Temperatura de campo (°C) (fornecido pelo cliente):	---	**Lâmina d'Água**	---
Temperatura de recebimento (°C)	<5	**Altura do Poço**	---
Coletor	Marcos Santos (Oceanus)	**Nível D'água**	---
pH de Campo (fornecido pelo cliente):	---	**Observações**	---
Tipo de Coleta	Simples	**Oxigênio dissolvido (mg/L) (fornecido pelo cliente):**	---
Tipo de Amostra	Água Subterrânea		

RESULTADOS ANALÍTICOS DA AMOSTRA

Legislação ou Norma: CONAMA Nº 396 - Consumo Humano

FÍSICO-QUÍMICO

Início dos Ensaios: 11/10/2019

Parâmetros	Unidade	Resultados	LQ	Resolução CONAMA Nº 396/08
Alcalinidade (CO3)	mg/L	<1	1	---
Alcalinidade (HCO3)	mg/L	14	1	---
Cloreto (µg/L)	µg/L	16671	1000	250000
Fluoreto (µg/L)	µg/L	<300	300	1500
Fosfato (µg/L)	µg/L	<50	50	---
Nitrato (como N) (µg/L)	µg/L	229	50	10000
Nitrito (como N) (µg/L)	µg/L	351	50	1000
Nitrogênio Amoniacal	mg/L	0,89	0,01	---
Óleos e Graxas Totais	mg/L	< 5	5	---
Sílica	mg/L	22,2	0,1	---
Sólidos Dissolvidos Totais	µg/L	103	1	1000000
Sólidos em Suspensão Totais	mg/L	5866,7	0,8	---
Sólidos Sedimentáveis	mL/L	8,0	0,1	---
Sulfato (µg/L)	µg/L	22268	1000	250000
Sulfetos de hidrogênio	mg/L	<0,002	0,002	---

Matriz:
Rua Almirante Cochrane, 37, Tijuca,
Rio de Janeiro – RJ CEP 20550-040
Tel: (21) 2567-0819 / 2567-3871

Filial:
R. Aristides Lobo, 30, Rio Comprido
Rio de Janeiro – RJ CEP: 20250-450
Tel: (21) 3293-7000 / 3563-3825

BACTERIOLÓGICO

Início dos Ensaios: 11/10/2019

Parâmetros	Unidade	Resultados	LQ	Resolução CONAMA Nº 396/08
Coliformes Totais	NMP/100 mL	<1,8	1,8	---
Escherichia coli	NMP/100 mL	<1,8	1,8	Ausentes em 100 mL

METAIS

Início dos Ensaios: 11/10/2019

Parâmetros	Unidade	Resultados	LQ	Resolução CONAMA Nº 396/08
Cálcio Total (µg/L)	µg/L	48961	50	---
Ferro Dissolvido	µg/L	2239	5	---
Ferro Total (µg/L)	µg/L	81877	5	300,0
Magnésio Total (µg/L)	µg/L	7877	50	---
Potássio Total (µg/L)	µg/L	6593	10	---
Sódio Total (µg/L)	µg/L	8230	50	200000

Parâmetros de campo

Início dos Ensaios: 11/10/2019

Parâmetros	Unidade	Resultados	LQ	Resolução CONAMA Nº 396/08
Nível d'água	m	1,00	N.A.	---
Condutividade de Campo	µS/cm	137,3	1	---
Oxigênio Dissolvido	mg/L	1,98	0,1	---
pH	N.A.	6,1	1 - 13	---
Temperatura	ºC	26,1	1 - 70	---

CONTROLE DE QUALIDADE ANALÍTICO DA AMOSTRA

LCS Metais ICP - MS

Parâmetro	Unidade	Resultados	Faixa Aceitável de Recuperação	ID da corrida analítica
Alumínio (Al)	%	99	80 - 120	9345/2019
Antimônio (Sb)	%	101	80 - 120	9345/2019
Arsênio (AS)	%	102	80 - 120	9345/2019
Bário (Ba)	%	102	80 - 120	9345/2019
Berílio (Be)	%	103	80 - 120	9345/2019
Boro (B)	%	90	80 - 120	9345/2019
Cádmio (Cd)	%	101	80 - 120	9345/2019
Cálcio (Ca)	%	109	80 - 120	9345/2019
Chumbo (Pb)	%	102	80 - 120	9345/2019
Cobalto(Co)	%	103	80 - 120	9345/2019
Cobre (Cu)	%	102	80 - 120	9345/2019
Cromo (Cr)	%	103	80 - 120	9345/2019
Enxofre (S)	%	90	80 - 120	9345/2019
Estanho (Sn)	%	107	80 - 120	9345/2019
Estrôncio (Sr)	%	101	80 - 120	9345/2019
Ferro (Fe)	%	93	80 - 120	9345/2019
Fósforo (P)	%	105	80 - 120	9345/2019
Lítio (Li)	%	101	80 - 120	9345/2019
Magnésio (Mg)	%	95	80 - 120	9345/2019
Manganês (Mn)	%	100	80 - 120	9345/2019
Molibdênio (Mo)	%	98	80 - 120	9345/2019
Níquel (Ni)	%	104	80 - 120	9345/2019
Potássio (K)	%	94	80 - 120	9345/2019
Prata (Ag)	%	99	80 - 120	9345/2019
Selênio (Se)	%	102	80 - 120	9345/2019
Silício (Si)	%	95	80 - 120	9345/2019
Sódio (Na)	%	90	80 - 120	9345/2019

Matriz:
Rua Almirante Cochrane, 37, Tijuca,
Rio de Janeiro – RJ CEP 20550-040
Tel: (21) 2567-0819 / 2567-3871

Filial:
R. Aristides Lobo, 30, Rio Comprido
Rio de Janeiro – RJ CEP: 20250-450
Tel: (21) 3293-7000 / 3563-3825

Parâmetro	Unidade	Resultados	Faixa Aceitável de Recuperação	ID da corrida analítica
Tálio (Tl)	%	101	80 - 120	9345/2019
Titânio (Ti)	%	104	80 - 120	9345/2019
Urânio (U)	%	93	80 - 120	9345/2019
Vanádio (V)	%	102	80 - 120	9345/2019
Zinco (Zn)	%	103	80 - 120	9345/2019

REFERÊNCIAS METODOLÓGICAS

Alcalinidade: SMWW 2320 B

Análises de Campo: SMWW 23rd Edition

Ânions por IC: SMWW 4110 B

Coliformes Totais: SMWW 9221 B

Escherichia coli: SMWW 9223 B

Metais Dissolvidos - ICP-MS: EPA 6020 B / 200.8

Metais Totais - ICP-MS: EPA 6020 B / 200.8

Nitrogênio Amoniacal: SMWW 4500-NH3 F

Óleos e Graxas: SMWW 5520 D

Sílica: SMWW 4500 C

Sólidos Dissolvidos Totais: SMWW 2540 C

Sólidos Sedimentáveis: SMWW 2540 F

Sólidos Suspensos Totais: SMWW 2540 D

Sulfeto: SMWW 4500-S^{2}- C e D

OBSERVAÇÕES GERAIS

- Os resultados referem-se somente à amostra analisada.
- Este Relatório de Ensaio só pode ser reproduzido por inteiro e sem nenhuma alteração e com a aprovação por escrito da Oceanus - Hidroquímica.
- As amostras são coletadas e preservadas seguindo as normas padronizadas SMWW 23rd e USEPA.
- * Serviço Terceirizado
- Abreviações:

Ausência = Menor Que o Limite de Quantificação

USEPA = United States Enviroment Protection Agency

ID = Identificação

LCS = Laboratory Control Sample

LD = Limite de Detecção

LQ = Limite de Quantificação

NA = Não Aplicável

ND = Não Detectável

NMP = Número Mais Provável

NO = Não Objetável

PCB = Polychlorinated Biphenyls

SMWW = Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater

TPH = Total Petroleun Hydrocarbons.

UFC = Unidades Formadoras de Colônia

VMP = Valor Máximo Permitido

Os dados da amostra fornecidos são de responsabilidade do solicitante.

INTERPRETAÇÃO DE RESULTADOS

De acordo com a Resolução CONAMA Nº 396, de 03 de Abril de 2008, dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento de águas subterrâneas para consumo humano.: O(s) parâmetro(s) Ferro Total (µg/L) ultrapassam os limites máximos permitidos.

Matriz:
Rua Almirante Cochrane, 37, Tijuca,
Rio de Janeiro – RJ CEP 20550-040
Tel: (21) 2567-0819 / 2567-3871

Filial:
R. Aristides Lobo, 30, Rio Comprido
Rio de Janeiro – RJ CEP: 20250-450
Tel: (21) 3293-7000 / 3563-3825

RESPONSÁVEIS	
Relatório emitido por:	Rosane Pinheiro
Relatório revisado por:	Roberta Soares, Thais Poubel, Thiago Dutra, Christina Albuquerque
Responsável técnico:	Robson Vieira de Figueiredo, M.Sc. Gerente Técnico CRQ n°03314742 – 3ª Região CREA RJ200668502-3
Data de emissão do laudo:	Rio de Janeiro, 25 de outubro de 2019

Matriz:
Rua Almirante Cochrane, 37, Tijuca,
Rio de Janeiro – RJ CEP 20550-040
Tel: (21) 2567-0819 / 2567-3871

Filial:
R. Aristides Lobo, 30, Rio Comprido
Rio de Janeiro – RJ CEP: 20250-450
Tel: (21) 3293-7000 / 3563-3825

LISTA DE VERIFICAÇÃO DE RECEBIMENTO DE AMOSTRAS

N° da Amostra: 97877/2019-1.1

Cliente: UTE Norte Fluminense	
Data de recebimento: 11/10/2019	
Código: 1021137	Identificação da Amostra: PZ - 05

Amostra acondicionada adequadamente?	Sim
Caixa ou embalagem das amostras está fechada e não apresenta sinais de violação?	Sim
Os frascos ou embalagens contendo diretamente as amostras estão íntegros?	Sim
Os rótulos e cadeia de custódia identificam as amostras?	Sim
A cadeia de custódia coincide com a proposta comercial?	---
Termômetro utilizado	termômetro infravermelho
Amostra está dentro da validade para todos os parâmetros?	Sim
Há quantidade de amostra suficiente para todas as análises?	Sim
Os frascos eram apropriados para o tipo de análise?	Sim

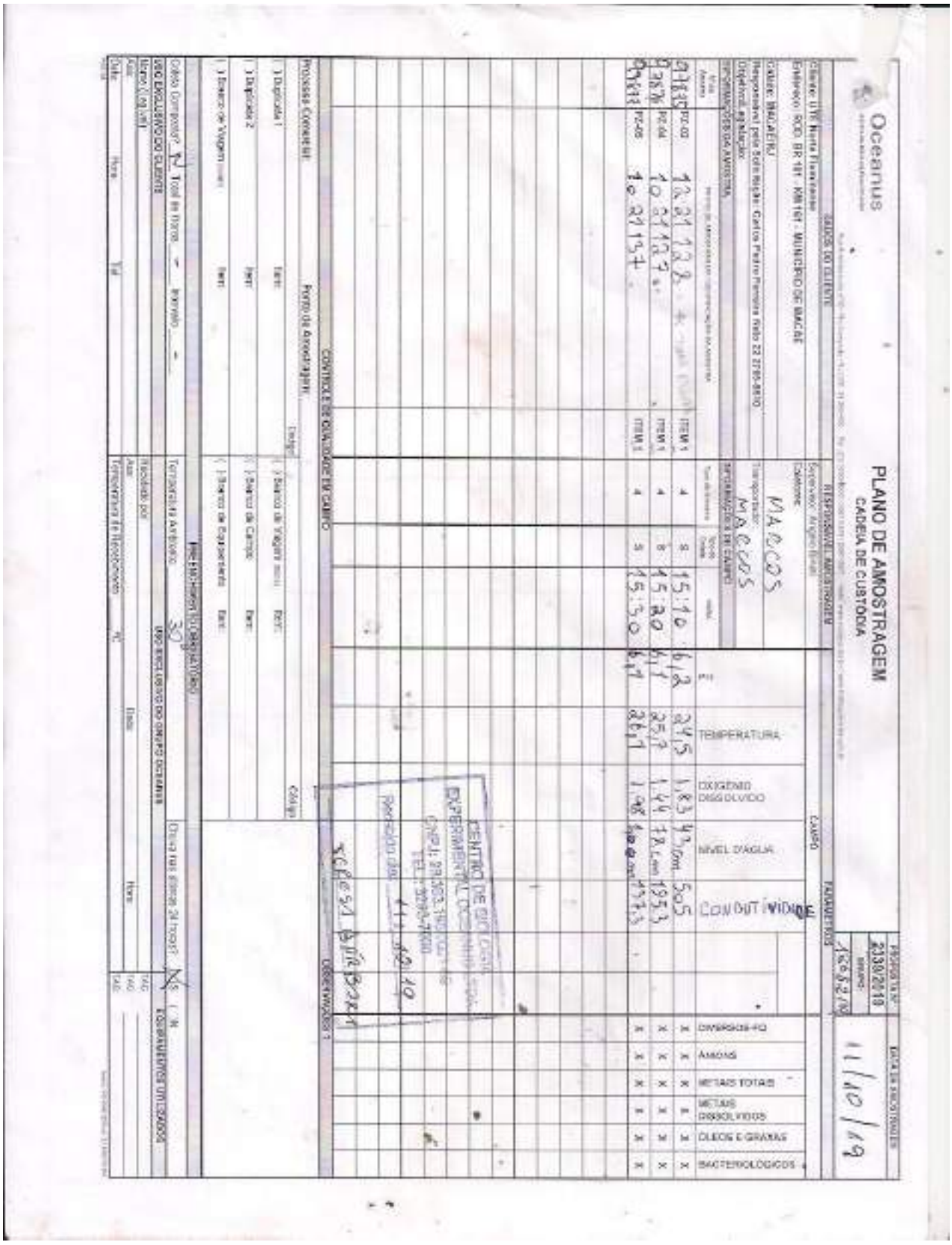
As irregularidades de recebimento foram notificadas?
Notificação enviada para: _____ Data: _____

Comentários:

Responsável pelo recebimento: Teresa Barbara

Matriz:
Rua Almirante Cochrane, 37, Tijuca,
Rio de Janeiro – RJ CEP 20550-040
Tel: (21) 2567-0819 / 2567-3871

Filial:
R. Aristides Lobo, 30, Rio Comprido
Rio de Janeiro – RJ CEP: 20250-450
Tel: (21) 3293-7000 / 3563-3825



Matriz:
Rua Almirante Cochrane, 37, Tijuca,
Rio de Janeiro – RJ CEP 20550-040
Tel: (21) 2567-0819 / 2567-3871

Filial:
R. Aristides Lobo, 30, Rio Comprido
Rio de Janeiro – RJ CEP: 20250-450
Tel: (21) 3293-7000 / 3563-3825

RELATÓRIO DE ENSAIO: 90273/2019-1.1

DADOS REFERENTES AO CLIENTE	
Empresa Solicitante:	Usina Termeletrica Norte Fluminense S/A
Endereço:	Rodovia BR 101, KM 161
Bairro:	Municipio de Macaé
Cidade:	Macaé
UF:	Rio de Janeiro
CEP:	27.910-970
Nome do Solicitante:	Fernando Medina
Dados para contato:	21 3974-6146 fernando.medina@edfnf.com.br
Processo Comercial:	2339/2019-1

IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA	
Referência Hidroquímica:	1021136
Referência do cliente:	PZ 07
Dados Adicionais:	---

DADOS REFERENTES À AMOSTRA			
Data de Coleta:	24/09/2019 13:30:00	**Data de Recebimento:**	24/09/2019
Temperatura de campo (°C) (fornecido pelo cliente):	---	**Tipo de Coleta**	Simples
Temperatura de recebimento (°C)	<5	**Tipo de Amostra**	Água Subterrânea
Coletor	Fagner (Oceanus)	**Observações**	---

RESULTADOS ANALÍTICOS DA AMOSTRA

Legislação ou Norma: CONAMA Nº 396 - Consumo Humano

FÍSICO-QUÍMICO

Início dos Ensaios: 24/09/2019

Parâmetros	Unidade	Resultados	LQ	Resolução CONAMA Nº 396/08
Alcalinidade (CO3)	mg/L	<1	1	---
Alcalinidade (HCO3)	mg/L	87	1	---
Cloreto (µg/L)	µg/L	19761	1000	250000
Fluoreto (µg/L)	µg/L	<300	300	1500
Fosfato (µg/L)	µg/L	<50	50	---
Nitrato (como N) (µg/L)	µg/L	261	50	10000
Nitrito (como N) (µg/L)	µg/L	<50	50	1000
Nitrogênio Amoniacal	mg/L	0,30	0,01	---
Óleos e Graxas Totais	mg/L	30	5	---
Sílica	mg/L	15,1	0,1	---
Sólidos Dissolvidos Totais	µg/L	185	1	1000000
Sólidos em Suspensão Totais	mg/L	16300,0	0,8	---
Sólidos Sedimentáveis	mL/L	80,0	0,1	---
Sulfato (µg/L)	µg/L	23969	1000	250000
Sulfetos de hidrogênio	mg/L	<0,002	0,002	---

BACTERIOLÓGICO

Início dos Ensaios: 24/09/2019

Parâmetros	Unidade	Resultados	LQ	Resolução CONAMA Nº 396/08
Coliformes Totais	NMP/100 mL	167,0	1,0	---
Escherichia coli	NMP/100 mL	24,1	1,0	Ausentes em 100 mL

Matriz:
Rua Almirante Cochrane, 37, Tijuca,
Rio de Janeiro – RJ CEP 20550-040
Tel: (21) 2567-0819 / 2567-3871

Filial:
R. Aristides Lobo, 30, Rio Comprido
Rio de Janeiro – RJ CEP: 20250-450
Tel: (21) 3293-7000 / 3563-3825

METAIS

Início dos Ensaios: 24/09/2019

Parâmetros	Unidade	Resultados	LQ	Resolução CONAMA Nº 396/08
Cálcio Total (µg/L)	µg/L	90606,52	50,00	---
Ferro Dissolvido	µg/L	72398	5	---
Ferro Total (µg/L)	µg/L	75163,83	5,00	300,0
Magnésio Total (µg/L)	µg/L	38568,35	50,00	---
Potássio Total (µg/L)	µg/L	35611,41	10,00	---
Sódio Total (µg/L)	µg/L	6767,57	50,00	200000

Parâmetros de campo

Início dos Ensaios: 24/09/2019

Parâmetros	Unidade	Resultados	LQ	Resolução CONAMA Nº 396/08
Nível d'água	m	0,88	N.A.	---
Oxigênio Dissolvido	mg/L	<0,01	0,1	---
pH	N.A.	5,66	N.A.	---
Temperatura	ºC	20,88	N.A.	---

CONTROLE DE QUALIDADE ANALÍTICO DA AMOSTRA

LCS Metais ICP - MS

Parâmetro	Unidade	Resultados	Faixa Aceitável de Recuperação	ID da corrida analítica
Alumínio (Al)	%	96	80 - 120	8773/2019
Antimônio (Sb)	%	96	80 - 120	8773/2019
Arsênio (AS)	%	96	80 - 120	8773/2019
Bário (Ba)	%	101	80 - 120	8773/2019
Berílio (Be)	%	99	80 - 120	8773/2019
Boro (B)	%	89	80 - 120	8773/2019
Cádmio (Cd)	%	96	80 - 120	8773/2019
Cálcio (Ca)	%	92	80 - 120	8773/2019
Chumbo (Pb)	%	98	80 - 120	8773/2019
Cobalto(Co)	%	99	80 - 120	8773/2019
Cobre (Cu)	%	98	80 - 120	8773/2019
Cromo (Cr)	%	98	80 - 120	8773/2019
Enxofre (S)	%	109	80 - 120	8773/2019
Estanho (Sn)	%	97	80 - 120	8773/2019
Estrôncio (Sr)	%	99	80 - 120	8773/2019
Ferro (Fe)	%	92	80 - 120	8773/2019
Fósforo (P)	%	101	80 - 120	8773/2019
Lítio (Li)	%	99	80 - 120	8773/2019
Magnésio (Mg)	%	95	80 - 120	8773/2019
Manganês (Mn)	%	99	80 - 120	8773/2019
Molibdênio (Mo)	%	93	80 - 120	8773/2019
Níquel (Ni)	%	98	80 - 120	8773/2019
Potássio (K)	%	96	80 - 120	8773/2019
Prata (Ag)	%	92	80 - 120	8773/2019
Selênio (Se)	%	97	80 - 120	8773/2019
Silício (Si)	%	101	80 - 120	8773/2019
Sódio (Na)	%	101	80 - 120	8773/2019
Tálio (Tl)	%	95	80 - 120	8773/2019
Titânio (Ti)	%	102	80 - 120	8773/2019
Urânio (U)	%	91	80 - 120	8773/2019
Vanádio (V)	%	96	80 - 120	8773/2019
Zinco (Zn)	%	101	80 - 120	8773/2019

Matriz:
Rua Almirante Cochrane, 37, Tijuca,
Rio de Janeiro – RJ CEP 20550-040
Tel: (21) 2567-0819 / 2567-3871

Filial:
R. Aristides Lobo, 30, Rio Comprido
Rio de Janeiro – RJ CEP: 20250-450
Tel: (21) 3293-7000 / 3563-3825

REFERÊNCIAS METODOLÓGICAS

Alcalinidade: SMWW 2320 B
Análises de Campo: SMWW 23rd Edition
Ânions por IC: SMWW 4110 B
Coliformes Totais: SMWW 9223 B
Escherichia coli: SMWW 9223 B
Metais Dissolvidos - ICP-MS: EPA 6020 B / 200.8
Metais Totais - ICP-MS: EPA 6020 B / 200.8
Nitrogênio Amoniacal: SMWW 4500-NH3 F
Óleos e Graxas: SMWW 5520 D
Sílica: SMWW 4500 C
Sólidos Dissolvidos Totais: SMWW 2540 C
Sólidos Sedimentáveis: SMWW 2540 F
Sólidos Suspensos Totais: SMWW 2540 D
Sulfeto: SMWW 4500-S^{2-} C e D

OBSERVAÇÕES GERAIS

- Os resultados referem-se somente à amostra analisada.
- Este Relatório de Ensaio só pode ser reproduzido por inteiro e sem nenhuma alteração e com a aprovação por escrito da Oceanus - Hidroquímica.
- As amostras são coletadas e preservadas seguindo as normas padronizadas SMWW 23rd e USEPA.
- Abreviações:

Ausência = Menor Que o Limite de Quantificação
USEPA = United States Enviroment Protection Agency
ID = Identificação
LCS = Laboratory Control Sample
LD = Limite de Detecção
LQ = Limite de Quantificação
NA = Não Aplicável
ND = Não Detectável
NMP = Número Mais Provável
NO = Não Objetável
PCB = Polychlorinated Biphenyls
SMWW = Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater
TPH = Total Petroleun Hydrocarbons.
UFC = Unidades Formadoras de Colônia
VMP = Valor Máximo Permitido
Os dados da amostra fornecidos são de responsabilidade do solicitante.

Matriz:
Rua Almirante Cochrane, 37, Tijuca,
Rio de Janeiro – RJ CEP 20550-040
Tel: (21) 2567-0819 / 2567-3871

Filial:
R. Aristides Lobo, 30, Rio Comprido
Rio de Janeiro – RJ CEP: 20250-450
Tel: (21) 3293-7000 / 3563-3825

INTERPRETAÇÃO DE RESULTADOS

De acordo com a Resolução CONAMA Nº 396, de 03 de Abril de 2008, dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento de águas subterrâneas para consumo humano.: O(s) parâmetro(s) Ferro Total (µg/L) ultrapassam os limites máximos permitidos. O(s) parâmetro(s) *Escherichia coli* não satisfazem os limites permitidos.

RESPONSÁVEIS

Relatório emitido por: Rayza Magalhães
Relatório revisado por: Hamilton Barbosa, Roberta Soares, Thais Poubel, Thiago Dutra, Anna Karla Souza, Christina Albuquerque

Responsável técnico:

Robson Vieira de Figueiredo, M.Sc.
Gerente Técnico
CRQ n°03314742 – 3ª Região
CREA RJ200668502-3

Data de emissão do laudo: Rio de Janeiro, 11 de outubro de 2019

Matriz:
Rua Almirante Cochrane, 37, Tijuca,
Rio de Janeiro – RJ CEP 20550-040
Tel: (21) 2567-0819 / 2567-3871

Filial:
R. Aristides Lobo, 30, Rio Comprido
Rio de Janeiro – RJ CEP: 20250-450
Tel: (21) 3293-7000 / 3563-3825

LISTA DE VERIFICAÇÃO DE RECEBIMENTO DE AMOSTRAS

N° da Amostra: 90273/2019-1.1

Cliente: UTE Norte Fluminense	
Data de recebimento: 24/09/2019	
Código: 1021136	Identificação da Amostra: PZ 07

Amostra acondicionada adequadamente?	Sim
Caixa ou embalagem das amostras está fechada e não apresenta sinais de violação?	Sim
Os frascos ou embalagens contendo diretamente as amostras estão íntegros?	Sim
Os rótulos e cadeia de custódia identificam as amostras?	Sim
A cadeia de custódia coincide com a proposta comercial?	---
Termômetro utilizado	TI-008
Amostra está dentro da validade para todos os parâmetros?	Sim
Há quantidade de amostra suficiente para todas as análises?	Sim
Os frascos eram apropriados para o tipo de análise?	Sim

As irregularidades de recebimento foram notificadas?
Notificação enviada para: _____ Data: _____

Comentários:

Responsável pelo recebimento: Teresa Barbara

Matriz:
Rua Almirante Cochrane, 37, Tijuca,
Rio de Janeiro – RJ CEP 20550-040
Tel: (21) 2567-0819 / 2567-3871

Filial:
R. Aristides Lobo, 30, Rio Comprido
Rio de Janeiro – RJ CEP: 20250-450
Tel: (21) 3293-7000 / 3563-3825

RELATÓRIO DE ENSAIO: 90274/2019-1.1

DADOS REFERENTES AO CLIENTE	
Empresa Solicitante:	Usina Termeletrica Norte Fluminense S/A
Endereço:	Rodovia BR 101, KM 161
Bairro:	Municipio de Macaé
Cidade:	Macaé
UF:	Rio de Janeiro
CEP:	27.910-970
Nome do Solicitante:	Fernando Medina
Dados para contato:	21 3974-6146 fernando.medina@edfnf.com.br
Processo Comercial:	2339/2019-1

IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA	
Referência Hidroquímica:	1021135
Referência do cliente:	PZ 08
Dados Adicionais:	---

DADOS REFERENTES À AMOSTRA			
Data de Coleta:	24/09/2019 13:12:00	**Data de Recebimento:**	24/09/2019
Temperatura de campo (°C) (fornecido pelo cliente):	---	**Tipo de Coleta**	Simples
Temperatura de recebimento (°C)	<5	**Tipo de Amostra**	Água Subterrânea
Coletor	Fagner (Oceanus)	**Observações**	---

RESULTADOS ANALÍTICOS DA AMOSTRA

Legislação ou Norma: CONAMA Nº 396 - Consumo Humano

FÍSICO-QUÍMICO

Início dos Ensaios: 24/09/2019

Parâmetros	Unidade	Resultados	LQ	Resolução CONAMA Nº 396/08
Alcalinidade (CO3)	mg/L	<1	1	---
Alcalinidade (HCO3)	mg/L	7	1	---
Cloreto (µg/L)	µg/L	74460	1000	250000
Fluoreto (µg/L)	µg/L	<300	300	1500
Fosfato (µg/L)	µg/L	<50	50	---
Nitrato (como N) (µg/L)	µg/L	99	50	10000
Nitrito (como N) (µg/L)	µg/L	<50	50	1000
Nitrogênio Amoniacal	mg/L	1,17	0,01	---
Óleos e Graxas Totais	mg/L	14	5	---
Sílica	mg/L	61,5	0,1	---
Sólidos Dissolvidos Totais	µg/L	387	1	1000000
Sólidos em Suspensão Totais	mg/L	3157,1	0,8	---
Sólidos Sedimentáveis	mL/L	57,8	0,1	---
Sulfato (µg/L)	µg/L	143459	1000	250000
Sulfetos de hidrogênio	mg/L	<0,002	0,002	---

BACTERIOLÓGICO

Início dos Ensaios: 24/09/2019

Parâmetros	Unidade	Resultados	LQ	Resolução CONAMA Nº 396/08
Coliformes Totais	NMP/100 mL	89,1	1,0	---
Escherichia coli	NMP/100 mL	< 1,0	1,0	Ausentes em 100 mL

Matriz:
Rua Almirante Cochrane, 37, Tijuca,
Rio de Janeiro – RJ CEP 20550-040
Tel: (21) 2567-0819 / 2567-3871

Filial:
R. Aristides Lobo, 30, Rio Comprido
Rio de Janeiro – RJ CEP: 20250-450
Tel: (21) 3293-7000 / 3563-3825

METAIS

Início dos Ensaios: 24/09/2019

Parâmetros	Unidade	Resultados	LQ	Resolução CONAMA Nº 396/08
Cálcio Total (µg/L)	µg/L	34487,06	50,00	---
Ferro Dissolvido	µg/L	50393	5	---
Ferro Total (µg/L)	µg/L	53228,58	5,00	300,0
Magnésio Total (µg/L)	µg/L	12069,24	50,00	---
Potássio Total (µg/L)	µg/L	6832,75	10,00	---
Sódio Total (µg/L)	µg/L	47404,37	50,00	200000

Parâmetros de campo

Início dos Ensaios: 24/09/2019

Parâmetros	Unidade	Resultados	LQ	Resolução CONAMA Nº 396/08
Nível d'água	m	1,16	N.A.	---
Oxigênio Dissolvido	mg/L	<0,01	0,1	---
pH	N.A.	5,35	N.A.	---
Temperatura	ºC	20,40	N.A.	---

CONTROLE DE QUALIDADE ANALÍTICO DA AMOSTRA

LCS Metais ICP - MS

Parâmetro	Unidade	Resultados	Faixa Aceitável de Recuperação	ID da corrida analítica
Alumínio (Al)	%	96	80 - 120	8773/2019
Antimônio (Sb)	%	96	80 - 120	8773/2019
Arsênio (AS)	%	96	80 - 120	8773/2019
Bário (Ba)	%	101	80 - 120	8773/2019
Berílio (Be)	%	99	80 - 120	8773/2019
Boro (B)	%	89	80 - 120	8773/2019
Cádmio (Cd)	%	96	80 - 120	8773/2019
Cálcio (Ca)	%	92	80 - 120	8773/2019
Chumbo (Pb)	%	98	80 - 120	8773/2019
Cobalto(Co)	%	99	80 - 120	8773/2019
Cobre (Cu)	%	98	80 - 120	8773/2019
Cromo (Cr)	%	98	80 - 120	8773/2019
Enxofre (S)	%	109	80 - 120	8773/2019
Estanho (Sn)	%	97	80 - 120	8773/2019
Estrôncio (Sr)	%	99	80 - 120	8773/2019
Ferro (Fe)	%	92	80 - 120	8773/2019
Fósforo (P)	%	101	80 - 120	8773/2019
Lítio (Li)	%	99	80 - 120	8773/2019
Magnésio (Mg)	%	95	80 - 120	8773/2019
Manganês (Mn)	%	99	80 - 120	8773/2019
Molibdênio (Mo)	%	93	80 - 120	8773/2019
Níquel (Ni)	%	98	80 - 120	8773/2019
Potássio (K)	%	96	80 - 120	8773/2019
Prata (Ag)	%	92	80 - 120	8773/2019
Selênio (Se)	%	97	80 - 120	8773/2019
Silício (Si)	%	101	80 - 120	8773/2019
Sódio (Na)	%	101	80 - 120	8773/2019
Tálio (Tl)	%	95	80 - 120	8773/2019
Titânio (Ti)	%	102	80 - 120	8773/2019
Urânio (U)	%	91	80 - 120	8773/2019
Vanádio (V)	%	96	80 - 120	8773/2019
Zinco (Zn)	%	101	80 - 120	8773/2019

Matriz:
Rua Almirante Cochrane, 37, Tijuca,
Rio de Janeiro – RJ CEP 20550-040
Tel: (21) 2567-0819 / 2567-3871

Filial:
R. Aristides Lobo, 30, Rio Comprido
Rio de Janeiro – RJ CEP: 20250-450
Tel: (21) 3293-7000 / 3563-3825

REFERÊNCIAS METODOLÓGICAS

Alcalinidade: SMWW 2320 B
Análises de Campo: SMWW 23rd Edition
Ânions por IC: SMWW 4110 B
Coliformes Totais: SMWW 9223 B
Escherichia coli: SMWW 9223 B
Metais Dissolvidos - ICP-MS: EPA 6020 B / 200.8
Metais Totais - ICP-MS: EPA 6020 B / 200.8
Nitrogênio Amoniacal: SMWW 4500-NH3 F
Óleos e Graxas: SMWW 5520 D
Sílica: SMWW 4500 C
Sólidos Dissolvidos Totais: SMWW 2540 C
Sólidos Sedimentáveis: SMWW 2540 F
Sólidos Suspensos Totais: SMWW 2540 D
Sulfeto: SMWW 4500-S^{2-} C e D

OBSERVAÇÕES GERAIS

- Os resultados referem-se somente à amostra analisada.
- Este Relatório de Ensaio só pode ser reproduzido por inteiro e sem nenhuma alteração e com a aprovação por escrito da Oceanus - Hidroquímica.
- As amostras são coletadas e preservadas seguindo as normas padronizadas SMWW 23rd e USEPA.
- Abreviações:

Ausência = Menor Que o Limite de Quantificação
USEPA = United States Enviroment Protection Agency
ID = Identificação
LCS = Laboratory Control Sample
LD = Limite de Detecção
LQ = Limite de Quantificação
NA = Não Aplicável
ND = Não Detectável
NMP = Número Mais Provável
NO = Não Objetável
PCB = Polychlorinated Biphenyls
SMWW = Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater
TPH = Total Petroleun Hydrocarbons.
UFC = Unidades Formadoras de Colônia
VMP = Valor Máximo Permitido
Os dados da amostra fornecidos são de responsabilidade do solicitante.

Matriz:
Rua Almirante Cochrane, 37, Tijuca,
Rio de Janeiro – RJ CEP 20550-040
Tel: (21) 2567-0819 / 2567-3871

Filial:
R. Aristides Lobo, 30, Rio Comprido
Rio de Janeiro – RJ CEP: 20250-450
Tel: (21) 3293-7000 / 3563-3825

INTERPRETAÇÃO DE RESULTADOS

De acordo com a Resolução CONAMA Nº 396, de 03 de Abril de 2008, dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento de águas subterrâneas para consumo humano.: O(s) parâmetro(s) Ferro Total (µg/L) ultrapassam os limites máximos permitidos.

RESPONSÁVEIS

Relatório emitido por: Rayza Magalhães

Relatório revisado por: Hamilton Barbosa, Roberta Soares, Thais Poubel, Thiago Dutra, Anna Karla Souza, Christina Albuquerque

Responsável técnico:

Robson Vieira de Figueiredo, M.Sc.
Gerente Técnico
CRQ n°03314742 – 3ª Região
CREA RJ200668502-3

Data de emissão do laudo: Rio de Janeiro, 12 de outubro de 2019

Matriz:
Rua Almirante Cochrane, 37, Tijuca,
Rio de Janeiro – RJ CEP 20550-040
Tel: (21) 2567-0819 / 2567-3871

Filial:
R. Aristides Lobo, 30, Rio Comprido
Rio de Janeiro – RJ CEP: 20250-450
Tel: (21) 3293-7000 / 3563-3825

LISTA DE VERIFICAÇÃO DE RECEBIMENTO DE AMOSTRAS

N° da Amostra: 90274/2019-1.1

Cliente: UTE Norte Fluminense	
Data de recebimento: 24/09/2019	
Código: 1021135	Identificação da Amostra: PZ 08

Amostra acondicionada adequadamente?	Sim
Caixa ou embalagem das amostras está fechada e não apresenta sinais de violação?	Sim
Os frascos ou embalagens contendo diretamente as amostras estão íntegros?	Sim
Os rótulos e cadeia de custódia identificam as amostras?	Sim
A cadeia de custódia coincide com a proposta comercial?	---
Termômetro utilizado	TI-008
Amostra está dentro da validade para todos os parâmetros?	Sim
Há quantidade de amostra suficiente para todas as análises?	Sim
Os frascos eram apropriados para o tipo de análise?	Sim

As irregularidades de recebimento foram notificadas?
Notificação enviada para: _____ Data: _____

Comentários:

Responsável pelo recebimento: Teresa Barbara

Matriz:
Rua Almirante Cochrane, 37, Tijuca,
Rio de Janeiro – RJ CEP 20550-040
Tel: (21) 2567-0819 / 2567-3871

Filial:
R. Aristides Lobo, 30, Rio Comprido
Rio de Janeiro – RJ CEP: 20250-450
Tel: (21) 3293-7000 / 3563-3825

RELATÓRIO DE ENSAIO: 90275/2019-1.1

DADOS REFERENTES AO CLIENTE	
Empresa Solicitante:	Usina Termeletrica Norte Fluminense S/A
Endereço:	Rodovia BR 101, KM 161
Bairro:	Municipio de Macaé
Cidade:	Macaé
UF:	Rio de Janeiro
CEP:	27.910-970
Nome do Solicitante:	Fernando Medina
Dados para contato:	21 3974-6146 fernando.medina@edfnf.com.br
Processo Comercial:	2339/2019-1

IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA	
Referência Hidroquímica:	1021131
Referência do cliente:	PZ 09
Dados Adicionais:	---

DADOS REFERENTES À AMOSTRA			
Data de Coleta:	24/09/2019 12:06:00	**Data de Recebimento:**	24/09/2019
Temperatura de campo (°C) (fornecido pelo cliente):	---	**Tipo de Coleta**	Simples
Temperatura de recebimento (°C)	<5	**Tipo de Amostra**	Água Subterrânea
Coletor	Fagner (Oceanus)	**Observações**	---

RESULTADOS ANALÍTICOS DA AMOSTRA

Legislação ou Norma: CONAMA Nº 396 - Consumo Humano

FÍSICO-QUÍMICO

Início dos Ensaios: 24/09/2019

Parâmetros	Unidade	Resultados	LQ	Resolução CONAMA Nº 396/08
Alcalinidade (CO3)	mg/L	<1	1	---
Alcalinidade (HCO3)	mg/L	88	1	---
Cloreto (µg/L)	µg/L	24440	1000	250000
Fluoreto (µg/L)	µg/L	<300	300	1500
Fosfato (µg/L)	µg/L	<50	50	---
Nitrato (como N) (µg/L)	µg/L	<50	50	10000
Nitrito (como N) (µg/L)	µg/L	<50	50	1000
Nitrogênio Amoniacal	mg/L	0,13	0,01	---
Óleos e Graxas Totais	mg/L	9	5	---
Sílica	mg/L	9,2	0,1	---
Sólidos Dissolvidos Totais	µg/L	183	1	1000000
Sólidos em Suspensão Totais	mg/L	402,4	0,8	---
Sólidos Sedimentáveis	mL/L	1,0	0,1	---
Sulfato (µg/L)	µg/L	14578	1000	250000
Sulfetos de hidrogênio	mg/L	<0,002	0,002	---

BACTERIOLÓGICO

Início dos Ensaios: 24/09/2019

Parâmetros	Unidade	Resultados	LQ	Resolução CONAMA Nº 396/08
Coliformes Totais	NMP/100 mL	> 2419,6	1,0	---
Escherichia coli	NMP/100 mL	1,0	1,0	Ausentes em 100 mL

Matriz:
Rua Almirante Cochrane, 37, Tijuca,
Rio de Janeiro – RJ CEP 20550-040
Tel: (21) 2567-0819 / 2567-3871

Filial:
R. Aristides Lobo, 30, Rio Comprido
Rio de Janeiro – RJ CEP: 20250-450
Tel: (21) 3293-7000 / 3563-3825

METAIS

Início dos Ensaios: 24/09/2019

Parâmetros	Unidade	Resultados	LQ	Resolução CONAMA Nº 396/08
Cálcio Total (µg/L)	µg/L	31652,85	50,00	---
Ferro Dissolvido	µg/L	4811	5	---
Ferro Total (µg/L)	µg/L	4864,48	5,00	300,0
Magnésio Total (µg/L)	µg/L	5739,58	50,00	---
Potássio Total (µg/L)	µg/L	5745,73	10,00	---
Sódio Total (µg/L)	µg/L	13911,19	50,00	200000

Parâmetros de campo

Início dos Ensaios: 24/09/2019

Parâmetros	Unidade	Resultados	LQ	Resolução CONAMA Nº 396/08
Nível d'água	m	0,22	N.A.	---
Oxigênio Dissolvido	mg/L	<0,01	0,1	---
pH	N.A.	6,30	N.A.	---
Temperatura	ºC	20,43	N.A.	---

CONTROLE DE QUALIDADE ANALÍTICO DA AMOSTRA

LCS Metais ICP - MS

Parâmetro	Unidade	Resultados	Faixa Aceitável de Recuperação	ID da corrida analítica
Alumínio (Al)	%	96	80 - 120	8773/2019
Antimônio (Sb)	%	96	80 - 120	8773/2019
Arsênio (AS)	%	96	80 - 120	8773/2019
Bário (Ba)	%	101	80 - 120	8773/2019
Berílio (Be)	%	99	80 - 120	8773/2019
Boro (B)	%	89	80 - 120	8773/2019
Cádmio (Cd)	%	96	80 - 120	8773/2019
Cálcio (Ca)	%	92	80 - 120	8773/2019
Chumbo (Pb)	%	98	80 - 120	8773/2019
Cobalto(Co)	%	99	80 - 120	8773/2019
Cobre (Cu)	%	98	80 - 120	8773/2019
Cromo (Cr)	%	98	80 - 120	8773/2019
Enxofre (S)	%	109	80 - 120	8773/2019
Estanho (Sn)	%	97	80 - 120	8773/2019
Estrôncio (Sr)	%	99	80 - 120	8773/2019
Ferro (Fe)	%	92	80 - 120	8773/2019
Fósforo (P)	%	101	80 - 120	8773/2019
Lítio (Li)	%	99	80 - 120	8773/2019
Magnésio (Mg)	%	95	80 - 120	8773/2019
Manganês (Mn)	%	99	80 - 120	8773/2019
Molibdênio (Mo)	%	93	80 - 120	8773/2019
Níquel (Ni)	%	98	80 - 120	8773/2019
Potássio (K)	%	96	80 - 120	8773/2019
Prata (Ag)	%	92	80 - 120	8773/2019
Selênio (Se)	%	97	80 - 120	8773/2019
Silício (Si)	%	101	80 - 120	8773/2019
Sódio (Na)	%	101	80 - 120	8773/2019
Tálio (Tl)	%	95	80 - 120	8773/2019
Titânio (Ti)	%	102	80 - 120	8773/2019
Urânio (U)	%	91	80 - 120	8773/2019
Vanádio (V)	%	96	80 - 120	8773/2019
Zinco (Zn)	%	101	80 - 120	8773/2019

Matriz:
Rua Almirante Cochrane, 37, Tijuca,
Rio de Janeiro – RJ CEP 20550-040
Tel: (21) 2567-0819 / 2567-3871

Filial:
R. Aristides Lobo, 30, Rio Comprido
Rio de Janeiro – RJ CEP: 20250-450
Tel: (21) 3293-7000 / 3563-3825

REFERÊNCIAS METODOLÓGICAS

Alcalinidade: SMWW 2320 B
Análises de Campo: SMWW 23rd Edition
Ânions por IC: SMWW 4110 B
Coliformes Totais: SMWW 9223 B
Escherichia coli: SMWW 9223 B
Metais Dissolvidos - ICP-MS: EPA 6020 B / 200.8
Metais Totais - ICP-MS: EPA 6020 B / 200.8
Nitrogênio Amoniacal: SMWW 4500-NH3 F
Óleos e Graxas: SMWW 5520 D
Sílica: SMWW 4500 C
Sólidos Dissolvidos Totais: SMWW 2540 C
Sólidos Sedimentáveis: SMWW 2540 F
Sólidos Suspensos Totais: SMWW 2540 D
Sulfeto: SMWW 4500-S^{2-} C e D

OBSERVAÇÕES GERAIS

- Os resultados referem-se somente à amostra analisada.
- Este Relatório de Ensaio só pode ser reproduzido por inteiro e sem nenhuma alteração e com a aprovação por escrito da Oceanus - Hidroquímica.
- As amostras são coletadas e preservadas seguindo as normas padronizadas SMWW 23rd e USEPA.
- Abreviações:

Ausência = Menor Que o Limite de Quantificação
USEPA = United States Enviroment Protection Agency
ID = Identificação
LCS = Laboratory Control Sample
LD = Limite de Detecção
LQ = Limite de Quantificação
NA = Não Aplicável
ND = Não Detectável
NMP = Número Mais Provável
NO = Não Objetável
PCB = Polychlorinated Biphenyls
SMWW = Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater
TPH = Total Petroleun Hydrocarbons.
UFC = Unidades Formadoras de Colônia
VMP = Valor Máximo Permitido
Os dados da amostra fornecidos são de responsabilidade do solicitante.

Matriz:
Rua Almirante Cochrane, 37, Tijuca,
Rio de Janeiro – RJ CEP 20550-040
Tel: (21) 2567-0819 / 2567-3871

Filial:
R. Aristides Lobo, 30, Rio Comprido
Rio de Janeiro – RJ CEP: 20250-450
Tel: (21) 3293-7000 / 3563-3825

INTERPRETAÇÃO DE RESULTADOS

De acordo com a Resolução CONAMA Nº 396, de 03 de Abril de 2008, dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento de águas subterrâneas para consumo humano.: O(s) parâmetro(s) Ferro Total (µg/L) ultrapassam os limites máximos permitidos. O(s) parâmetro(s) Escherichia coli não satisfazem os limites permitidos.

RESPONSÁVEIS

Relatório emitido por: Rayza Magalhães
Richard Secioso, Hamilton Barbosa, Roberta Soares, Thais Poubel, Thiago Dutra, Anna Karla Souza,
Relatório revisado por: Christina Albuquerque

Responsável técnico:

Robson Vieira de Figueiredo, M.Sc.
Gerente Técnico
CRQ n°03314742 – 3ª Região
CREA RJ200668502-3

Data de emissão do laudo: Rio de Janeiro, 12 de outubro de 2019

Matriz:
Rua Almirante Cochrane, 37, Tijuca,
Rio de Janeiro – RJ CEP 20550-040
Tel: (21) 2567-0819 / 2567-3871

Filial:
R. Aristides Lobo, 30, Rio Comprido
Rio de Janeiro – RJ CEP: 20250-450
Tel: (21) 3293-7000 / 3563-3825

LISTA DE VERIFICAÇÃO DE RECEBIMENTO DE AMOSTRAS

N° da Amostra: 90275/2019-1.1

Cliente: UTE Norte Fluminense	
Data de recebimento: 24/09/2019	
Código: 1021131	Identificação da Amostra: PZ 09

Amostra acondicionada adequadamente?	Sim
Caixa ou embalagem das amostras está fechada e não apresenta sinais de violação?	Sim
Os frascos ou embalagens contendo diretamente as amostras estão íntegros?	Sim
Os rótulos e cadeia de custódia identificam as amostras?	Sim
A cadeia de custódia coincide com a proposta comercial?	---
Termômetro utilizado	TI-008
Amostra está dentro da validade para todos os parâmetros?	Sim
Há quantidade de amostra suficiente para todas as análises?	Sim
Os frascos eram apropriados para o tipo de análise?	Sim

As irregularidades de recebimento foram notificadas?
Notificação enviada para: _____ Data: _____

Comentários:

Responsável pelo recebimento: Teresa Barbara

Matriz:
Rua Almirante Cochrane, 37, Tijuca,
Rio de Janeiro – RJ CEP 20550-040
Tel: (21) 2567-0819 / 2567-3871

Filial:
R. Aristides Lobo, 30, Rio Comprido
Rio de Janeiro – RJ CEP: 20250-450
Tel: (21) 3293-7000 / 3563-3825

RELATÓRIO DE ENSAIO: 90276/2019-1.1

DADOS REFERENTES AO CLIENTE	
Empresa Solicitante:	Usina Termeletrica Norte Fluminense S/A
Endereço:	Rodovia BR 101, KM 161
Bairro:	Municipio de Macaé
Cidade:	Macaé
UF:	Rio de Janeiro
CEP:	27.910-970
Nome do Solicitante:	Fernando Medina
Dados para contato:	21 3974-6146 fernando.medina@edfnf.com.br
Processo Comercial:	2339/2019-1

IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA	
Referência Hidroquímica:	1021132
Referência do cliente:	PZ 10
Dados Adicionais:	---

DADOS REFERENTES À AMOSTRA			
Data de Coleta:	24/09/2019 12:16:00	**Data de Recebimento:**	24/09/2019
Temperatura de campo (°C) (fornecido pelo cliente):	---	**Tipo de Coleta**	Simples
Temperatura de recebimento (°C)	<5	**Tipo de Amostra**	Água Subterrânea
Coletor	Fagner (Oceanus)	**Observações**	---

RESULTADOS ANALÍTICOS DA AMOSTRA

Legislação ou Norma: CONAMA Nº 396 - Consumo Humano

FÍSICO-QUÍMICO

Início dos Ensaios: 24/09/2019

Parâmetros	Unidade	Resultados	LQ	Resolução CONAMA Nº 396/08
Alcalinidade (CO3)	mg/L	<1	1	---
Alcalinidade (HCO3)	mg/L	61	1	---
Cloreto (µg/L)	µg/L	22555	1000	250000
Fluoreto (µg/L)	µg/L	<300	300	1500
Fosfato (µg/L)	µg/L	<50	50	---
Nitrato (como N) (µg/L)	µg/L	233	50	10000
Nitrito (como N) (µg/L)	µg/L	<50	50	1000
Nitrogênio Amoniacal	mg/L	0,56	0,01	---
Óleos e Graxas Totais	mg/L	< 5	5	---
Sílica	mg/L	10,9	0,1	---
Sólidos Dissolvidos Totais	µg/L	153	1	1000000
Sólidos em Suspensão Totais	mg/L	526,5	0,8	---
Sólidos Sedimentáveis	mL/L	3,7	0,1	---
Sulfato (µg/L)	µg/L	11108	1000	250000
Sulfetos de hidrogênio	mg/L	<0,002	0,002	---

BACTERIOLÓGICO

Início dos Ensaios: 24/09/2019

Parâmetros	Unidade	Resultados	LQ	Resolução CONAMA Nº 396/08
Coliformes Totais	NMP/100 mL	> 2419,6	1,0	---
Escherichia coli	NMP/100 mL	3,1	1,0	Ausentes em 100 mL

Matriz:
Rua Almirante Cochrane, 37, Tijuca,
Rio de Janeiro – RJ CEP 20550-040
Tel: (21) 2567-0819 / 2567-3871

Filial:
R. Aristides Lobo, 30, Rio Comprido
Rio de Janeiro – RJ CEP: 20250-450
Tel: (21) 3293-7000 / 3563-3825

METAIS

Início dos Ensaios: 24/09/2019

Parâmetros	Unidade	Resultados	LQ	Resolução CONAMA Nº 396/08
Cálcio Total (µg/L)	µg/L	26119,15	50,00	---
Ferro Dissolvido	µg/L	8954	5	---
Ferro Total (µg/L)	µg/L	9500,97	5,00	300,0
Magnésio Total (µg/L)	µg/L	4744,04	50,00	---
Potássio Total (µg/L)	µg/L	11940,34	10,00	---
Sódio Total (µg/L)	µg/L	7865,82	50,00	200000

Parâmetros de campo

Início dos Ensaios: 24/09/2019

Parâmetros	Unidade	Resultados	LQ	Resolução CONAMA Nº 396/08
Nível d'água	m	0,70	N.A.	---
Oxigênio Dissolvido	mg/L	<0,01	0,1	---
pH	N.A.	5,30	N.A.	---
Temperatura	ºC	20,08	N.A.	---

CONTROLE DE QUALIDADE ANALÍTICO DA AMOSTRA

LCS Metais ICP - MS

Parâmetro	Unidade	Resultados	Faixa Aceitável de Recuperação	ID da corrida analítica
Alumínio (Al)	%	96	80 - 120	8773/2019
Antimônio (Sb)	%	96	80 - 120	8773/2019
Arsênio (AS)	%	96	80 - 120	8773/2019
Bário (Ba)	%	101	80 - 120	8773/2019
Berílio (Be)	%	99	80 - 120	8773/2019
Boro (B)	%	89	80 - 120	8773/2019
Cádmio (Cd)	%	96	80 - 120	8773/2019
Cálcio (Ca)	%	92	80 - 120	8773/2019
Chumbo (Pb)	%	98	80 - 120	8773/2019
Cobalto(Co)	%	99	80 - 120	8773/2019
Cobre (Cu)	%	98	80 - 120	8773/2019
Cromo (Cr)	%	98	80 - 120	8773/2019
Enxofre (S)	%	109	80 - 120	8773/2019
Estanho (Sn)	%	97	80 - 120	8773/2019
Estrôncio (Sr)	%	99	80 - 120	8773/2019
Ferro (Fe)	%	92	80 - 120	8773/2019
Fósforo (P)	%	101	80 - 120	8773/2019
Lítio (Li)	%	99	80 - 120	8773/2019
Magnésio (Mg)	%	95	80 - 120	8773/2019
Manganês (Mn)	%	99	80 - 120	8773/2019
Molibdênio (Mo)	%	93	80 - 120	8773/2019
Níquel (Ni)	%	98	80 - 120	8773/2019
Potássio (K)	%	96	80 - 120	8773/2019
Prata (Ag)	%	92	80 - 120	8773/2019
Selênio (Se)	%	97	80 - 120	8773/2019
Silício (Si)	%	101	80 - 120	8773/2019
Sódio (Na)	%	101	80 - 120	8773/2019
Tálio (Tl)	%	95	80 - 120	8773/2019
Titânio (Ti)	%	102	80 - 120	8773/2019
Urânio (U)	%	91	80 - 120	8773/2019
Vanádio (V)	%	96	80 - 120	8773/2019
Zinco (Zn)	%	101	80 - 120	8773/2019

Matriz:
Rua Almirante Cochrane, 37, Tijuca,
Rio de Janeiro – RJ CEP 20550-040
Tel: (21) 2567-0819 / 2567-3871

Filial:
R. Aristides Lobo, 30, Rio Comprido
Rio de Janeiro – RJ CEP: 20250-450
Tel: (21) 3293-7000 / 3563-3825

REFERÊNCIAS METODOLÓGICAS

Alcalinidade: SMWW 2320 B
Análises de Campo: SMWW 23rd Edition
Ânions por IC: SMWW 4110 B
Coliformes Totais: SMWW 9223 B
Escherichia coli: SMWW 9223 B
Metais Dissolvidos - ICP-MS: EPA 6020 B / 200.8
Metais Totais - ICP-MS: EPA 6020 B / 200.8
Nitrogênio Amoniacal: SMWW 4500-NH3 F
Óleos e Graxas: SMWW 5520 D
Sílica: SMWW 4500 C
Sólidos Dissolvidos Totais: SMWW 2540 C
Sólidos Sedimentáveis: SMWW 2540 F
Sólidos Suspensos Totais: SMWW 2540 D
Sulfeto: SMWW 4500-S^{2-} C e D

OBSERVAÇÕES GERAIS

- Os resultados referem-se somente à amostra analisada.
- Este Relatório de Ensaio só pode ser reproduzido por inteiro e sem nenhuma alteração e com a aprovação por escrito da Oceanus - Hidroquímica.
- As amostras são coletadas e preservadas seguindo as normas padronizadas SMWW 23rd e USEPA.
- Abreviações:

Ausência = Menor Que o Limite de Quantificação
USEPA = United States Enviroment Protection Agency
ID = Identificação
LCS = Laboratory Control Sample
LD = Limite de Detecção
LQ = Limite de Quantificação
NA = Não Aplicável
ND = Não Detectável
NMP = Número Mais Provável
NO = Não Objetável
PCB = Polychlorinated Biphenyls
SMWW = Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater
TPH = Total Petroleun Hydrocarbons.
UFC = Unidades Formadoras de Colônia
VMP = Valor Máximo Permitido
Os dados da amostra fornecidos são de responsabilidade do solicitante.

Matriz:
Rua Almirante Cochrane, 37, Tijuca,
Rio de Janeiro – RJ CEP 20550-040
Tel: (21) 2567-0819 / 2567-3871

Filial:
R. Aristides Lobo, 30, Rio Comprido
Rio de Janeiro – RJ CEP: 20250-450
Tel: (21) 3293-7000 / 3563-3825

INTERPRETAÇÃO DE RESULTADOS

De acordo com a Resolução CONAMA Nº 396, de 03 de Abril de 2008, dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento de águas subterrâneas para consumo humano.: O(s) parâmetro(s) Ferro Total (µg/L) ultrapassam os limites máximos permitidos. O(s) parâmetro(s) Escherichia coli não satisfazem os limites permitidos.

RESPONSÁVEIS

Relatório emitido por: Rayza Magalhães
Richard Secioso, Hamilton Barbosa, Roberta Soares, Thais Poubel, Thiago Dutra, Anna Karla Souza,
Relatório revisado por: Christina Albuquerque

Responsável técnico:

Robson Vieira de Figueiredo, M.Sc.
Gerente Técnico
CRQ n°03314742 – 3ª Região
CREA RJ200668502-3

Data de emissão do laudo: Rio de Janeiro, 11 de outubro de 2019

Matriz:
Rua Almirante Cochrane, 37, Tijuca,
Rio de Janeiro – RJ CEP 20550-040
Tel: (21) 2567-0819 / 2567-3871

Filial:
R. Aristides Lobo, 30, Rio Comprido
Rio de Janeiro – RJ CEP: 20250-450
Tel: (21) 3293-7000 / 3563-3825

LISTA DE VERIFICAÇÃO DE RECEBIMENTO DE AMOSTRAS

N° da Amostra: 90276/2019-1.1

Cliente: UTE Norte Fluminense	
Data de recebimento: 24/09/2019	
Código: 1021132	Identificação da Amostra: PZ 10

Amostra acondicionada adequadamente?	Sim
Caixa ou embalagem das amostras está fechada e não apresenta sinais de violação?	Sim
Os frascos ou embalagens contendo diretamente as amostras estão íntegros?	Sim
Os rótulos e cadeia de custódia identificam as amostras?	Sim
A cadeia de custódia coincide com a proposta comercial?	---
Termômetro utilizado	TI-008
Amostra está dentro da validade para todos os parâmetros?	Sim
Há quantidade de amostra suficiente para todas as análises?	Sim
Os frascos eram apropriados para o tipo de análise?	Sim

As irregularidades de recebimento foram notificadas?
Notificação enviada para: _____ Data: _____

Comentários:

Responsável pelo recebimento: Teresa Barbara

Matriz:
Rua Almirante Cochrane, 37, Tijuca,
Rio de Janeiro – RJ CEP 20550-040
Tel: (21) 2567-0819 / 2567-3871

Filial:
R. Aristides Lobo, 30, Rio Comprido
Rio de Janeiro – RJ CEP: 20250-450
Tel: (21) 3293-7000 / 3563-3825

RELATÓRIO DE ENSAIO: 90278/2019-1.1

DADOS REFERENTES AO CLIENTE	
Empresa Solicitante:	Usina Termeletrica Norte Fluminense S/A
Endereço:	Rodovia BR 101, KM 161
Bairro:	Municipio de Macaé
Cidade:	Macaé
UF:	Rio de Janeiro
CEP:	27.910-970
Nome do Solicitante:	Fernando Medina
Dados para contato:	21 3974-6146 fernando.medina@edfnf.com.br
Processo Comercial:	2339/2019-1

IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA	
Referência Hidroquímica:	1021129
Referência do cliente:	PZ 11
Dados Adicionais:	---

DADOS REFERENTES À AMOSTRA			
Data de Coleta:	24/09/2019 12:40:00	**Data de Recebimento:**	24/09/2019
Temperatura de campo (°C) (fornecido pelo cliente):	---	**Tipo de Coleta**	Simples
Temperatura de recebimento (°C)	<5	**Tipo de Amostra**	Água Subterrânea
Coletor	Fagner (Oceanus)	**Observações**	---

RESULTADOS ANALÍTICOS DA AMOSTRA

Legislação ou Norma: CONAMA Nº 396 - Consumo Humano

FÍSICO-QUÍMICO

Início dos Ensaios: 24/09/2019

Parâmetros	Unidade	Resultados	LQ	Resolução CONAMA Nº 396/08
Alcalinidade (CO3)	mg/L	<1	1	---
Alcalinidade (HCO3)	mg/L	119	1	---
Cloreto (µg/L)	µg/L	43850	1000	250000
Fluoreto (µg/L)	µg/L	<300	300	1500
Fosfato (µg/L)	µg/L	<50	50	---
Nitrato (como N) (µg/L)	µg/L	93	50	10000
Nitrito (como N) (µg/L)	µg/L	<50	50	1000
Nitrogênio Amoniacal	mg/L	0,72	0,01	---
Óleos e Graxas Totais	mg/L	18	5	---
Sílica	mg/L	76,0	0,1	---
Sólidos Dissolvidos Totais	µg/L	272	1	1000000
Sólidos em Suspensão Totais	mg/L	871,4	0,8	---
Sólidos Sedimentáveis	mL/L	0,9	0,1	---
Sulfato (µg/L)	µg/L	15580	1000	250000
Sulfetos de hidrogênio	mg/L	0,029	0,002	---

BACTERIOLÓGICO

Início dos Ensaios: 24/09/2019

Parâmetros	Unidade	Resultados	LQ	Resolução CONAMA Nº 396/08
Coliformes Totais	NMP/100 mL	> 2419,6	1,0	---
Escherichia coli	NMP/100 mL	4,1	1,0	Ausentes em 100 mL

Matriz:
Rua Almirante Cochrane, 37, Tijuca,
Rio de Janeiro – RJ CEP 20550-040
Tel: (21) 2567-0819 / 2567-3871

Filial:
R. Aristides Lobo, 30, Rio Comprido
Rio de Janeiro – RJ CEP: 20250-450
Tel: (21) 3293-7000 / 3563-3825

METAIS

Início dos Ensaios: 24/09/2019

Parâmetros	Unidade	Resultados	LQ	Resolução CONAMA Nº 396/08
Cálcio Total (µg/L)	µg/L	49919,41	50,00	---
Ferro Dissolvido	µg/L	14082	5	---
Ferro Total (µg/L)	µg/L	20445,68	5,00	300,0
Magnésio Total (µg/L)	µg/L	13177,97	50,00	---
Potássio Total (µg/L)	µg/L	13316,76	10,00	---
Sódio Total (µg/L)	µg/L	20693,45	50,00	200000

Parâmetros de campo

Início dos Ensaios: 24/09/2019

Parâmetros	Unidade	Resultados	LQ	Resolução CONAMA Nº 396/08
Nível d'água	m	0,85	N.A.	---
Oxigênio Dissolvido	mg/L	<0,01	0,1	---
pH	N.A.	6,29	N.A.	---
Temperatura	ºC	21,29	N.A.	---

CONTROLE DE QUALIDADE ANALÍTICO DA AMOSTRA

LCS Metais ICP - MS

Parâmetro	Unidade	Resultados	Faixa Aceitável de Recuperação	ID da corrida analítica
Alumínio (Al)	%	96	80 - 120	8773/2019
Antimônio (Sb)	%	96	80 - 120	8773/2019
Arsênio (AS)	%	96	80 - 120	8773/2019
Bário (Ba)	%	101	80 - 120	8773/2019
Berílio (Be)	%	99	80 - 120	8773/2019
Boro (B)	%	89	80 - 120	8773/2019
Cádmio (Cd)	%	96	80 - 120	8773/2019
Cálcio (Ca)	%	92	80 - 120	8773/2019
Chumbo (Pb)	%	98	80 - 120	8773/2019
Cobalto(Co)	%	99	80 - 120	8773/2019
Cobre (Cu)	%	98	80 - 120	8773/2019
Cromo (Cr)	%	98	80 - 120	8773/2019
Enxofre (S)	%	109	80 - 120	8773/2019
Estanho (Sn)	%	97	80 - 120	8773/2019
Estrôncio (Sr)	%	99	80 - 120	8773/2019
Ferro (Fe)	%	92	80 - 120	8773/2019
Fósforo (P)	%	101	80 - 120	8773/2019
Lítio (Li)	%	99	80 - 120	8773/2019
Magnésio (Mg)	%	95	80 - 120	8773/2019
Manganês (Mn)	%	99	80 - 120	8773/2019
Molibdênio (Mo)	%	93	80 - 120	8773/2019
Níquel (Ni)	%	98	80 - 120	8773/2019
Potássio (K)	%	96	80 - 120	8773/2019
Prata (Ag)	%	92	80 - 120	8773/2019
Selênio (Se)	%	97	80 - 120	8773/2019
Silício (Si)	%	101	80 - 120	8773/2019
Sódio (Na)	%	101	80 - 120	8773/2019
Tálio (Tl)	%	95	80 - 120	8773/2019
Titânio (Ti)	%	102	80 - 120	8773/2019
Urânio (U)	%	91	80 - 120	8773/2019
Vanádio (V)	%	96	80 - 120	8773/2019
Zinco (Zn)	%	101	80 - 120	8773/2019

Matriz:
Rua Almirante Cochrane, 37, Tijuca,
Rio de Janeiro – RJ CEP 20550-040
Tel: (21) 2567-0819 / 2567-3871

Filial:
R. Aristides Lobo, 30, Rio Comprido
Rio de Janeiro – RJ CEP: 20250-450
Tel: (21) 3293-7000 / 3563-3825

REFERÊNCIAS METODOLÓGICAS

Alcalinidade: SMWW 2320 B
Análises de Campo: SMWW 23rd Edition
Ânions por IC: SMWW 4110 B
Coliformes Totais: SMWW 9223 B
Escherichia coli: SMWW 9223 B
Metais Dissolvidos - ICP-MS: EPA 6020 B / 200.8
Metais Totais - ICP-MS: EPA 6020 B / 200.8
Nitrogênio Amoniacal: SMWW 4500-NH3 F
Óleos e Graxas: SMWW 5520 D
Sílica: SMWW 4500 C
Sólidos Dissolvidos Totais: SMWW 2540 C
Sólidos Sedimentáveis: SMWW 2540 F
Sólidos Suspensos Totais: SMWW 2540 D
Sulfeto: SMWW 4500-S^{2-} C e D

OBSERVAÇÕES GERAIS

- Os resultados referem-se somente à amostra analisada.
- Este Relatório de Ensaio só pode ser reproduzido por inteiro e sem nenhuma alteração e com a aprovação por escrito da Oceanus - Hidroquímica.
- As amostras são coletadas e preservadas seguindo as normas padronizadas SMWW 23rd e USEPA.
- Abreviações:

Ausência = Menor Que o Limite de Quantificação
USEPA = United States Enviroment Protection Agency
ID = Identificação
LCS = Laboratory Control Sample
LD = Limite de Detecção
LQ = Limite de Quantificação
NA = Não Aplicável
ND = Não Detectável
NMP = Número Mais Provável
NO = Não Objetável
PCB = Polychlorinated Biphenyls
SMWW = Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater
TPH = Total Petroleun Hydrocarbons.
UFC = Unidades Formadoras de Colônia
VMP = Valor Máximo Permitido
Os dados da amostra fornecidos são de responsabilidade do solicitante.

Matriz:
Rua Almirante Cochrane, 37, Tijuca,
Rio de Janeiro – RJ CEP 20550-040
Tel: (21) 2567-0819 / 2567-3871

Filial:
R. Aristides Lobo, 30, Rio Comprido
Rio de Janeiro – RJ CEP: 20250-450
Tel: (21) 3293-7000 / 3563-3825

INTERPRETAÇÃO DE RESULTADOS

De acordo com a Resolução CONAMA Nº 396, de 03 de Abril de 2008, dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento de águas subterrâneas para consumo humano.: O(s) parâmetro(s) Ferro Total (µg/L) ultrapassam os limites máximos permitidos. O(s) parâmetro(s) Escherichia coli não satisfazem os limites permitidos.

RESPONSÁVEIS

Relatório emitido por: Rayza Magalhães
Hamilton Barbosa, Roberta Soares, Thais Poubel, Thiago Dutra, Anna Karla Souza, Christina
Relatório revisado por: Albuquerque

Responsável técnico:

Robson Vieira de Figueiredo, M.Sc.
Gerente Técnico
CRQ n°03314742 – 3ª Região
CREA RJ200668502-3

Data de emissão do laudo: Rio de Janeiro, 11 de outubro de 2019

Matriz:
Rua Almirante Cochrane, 37, Tijuca,
Rio de Janeiro – RJ CEP 20550-040
Tel: (21) 2567-0819 / 2567-3871

Filial:
R. Aristides Lobo, 30, Rio Comprido
Rio de Janeiro – RJ CEP: 20250-450
Tel: (21) 3293-7000 / 3563-3825

LISTA DE VERIFICAÇÃO DE RECEBIMENTO DE AMOSTRAS

N° da Amostra: 90278/2019-1.1

Cliente: UTE Norte Fluminense	
Data de recebimento: 24/09/2019	
Código: 1021129	Identificação da Amostra: PZ 11

Amostra acondicionada adequadamente?	Sim
Caixa ou embalagem das amostras está fechada e não apresenta sinais de violação?	Sim
Os frascos ou embalagens contendo diretamente as amostras estão íntegros?	Sim
Os rótulos e cadeia de custódia identificam as amostras?	Sim
A cadeia de custódia coincide com a proposta comercial?	---
Termômetro utilizado	TI-008
Amostra está dentro da validade para todos os parâmetros?	Sim
Há quantidade de amostra suficiente para todas as análises?	Sim
Os frascos eram apropriados para o tipo de análise?	Sim

As irregularidades de recebimento foram notificadas?
Notificação enviada para: _____ Data: _____

Comentários:

Responsável pelo recebimento: Teresa Barbara

Matriz:
Rua Almirante Cochrane, 37, Tijuca,
Rio de Janeiro – RJ CEP 20550-040
Tel: (21) 2567-0819 / 2567-3871

Filial:
R. Aristides Lobo, 30, Rio Comprido
Rio de Janeiro – RJ CEP: 20250-450
Tel: (21) 3293-7000 / 3563-3825

RELATÓRIO DE ENSAIO: 90277/2019-1.1

DADOS REFERENTES AO CLIENTE	
Empresa Solicitante:	Usina Termeletrica Norte Fluminense S/A
Endereço:	Rodovia BR 101, KM 161
Bairro:	Municipio de Macaé
Cidade:	Macaé
UF:	Rio de Janeiro
CEP:	27.910-970
Nome do Solicitante:	Fernando Medina
Dados para contato:	21 3974-6146 fernando.medina@edfnf.com.br
Processo Comercial:	2339/2019-1

IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA	
Referência Hidroquímica:	1021130
Referência do cliente:	PZ 12
Dados Adicionais:	---

DADOS REFERENTES À AMOSTRA			
Data de Coleta:	24/09/2019 12:26:00	**Data de Recebimento:**	24/09/2019
Temperatura de campo (°C) (fornecido pelo cliente):	---	**Tipo de Coleta**	Simples
Temperatura de recebimento (°C)	<5	**Tipo de Amostra**	Água Subterrânea
Coletor	Fagner (Oceanus)	**Observações**	---

RESULTADOS ANALÍTICOS DA AMOSTRA

Legislação ou Norma: CONAMA Nº 396 - Consumo Humano

FÍSICO-QUÍMICO

Início dos Ensaios: 24/09/2019

Parâmetros	Unidade	Resultados	LQ	Resolução CONAMA Nº 396/08
Alcalinidade (CO3)	mg/L	<1	1	---
Alcalinidade (HCO3)	mg/L	8	1	---
Cloreto (µg/L)	µg/L	38510	1000	250000
Fluoreto (µg/L)	µg/L	<300	300	1500
Fosfato (µg/L)	µg/L	76	50	---
Nitrato (como N) (µg/L)	µg/L	67	50	10000
Nitrito (como N) (µg/L)	µg/L	<50	50	1000
Nitrogênio Amoniacal	mg/L	2,10	0,01	---
Óleos e Graxas Totais	mg/L	< 5	5	---
Sílica	mg/L	86,1	0,1	---
Sólidos Dissolvidos Totais	µg/L	593	1	1000000
Sólidos em Suspensão Totais	mg/L	750,0	0,8	---
Sólidos Sedimentáveis	mL/L	12,5	0,1	---
Sulfato (µg/L)	µg/L	389713	1000	250000
Sulfetos de hidrogênio	mg/L	<0,002	0,002	---

BACTERIOLÓGICO

Início dos Ensaios: 24/09/2019

Parâmetros	Unidade	Resultados	LQ	Resolução CONAMA Nº 396/08
Coliformes Totais	NMP/100 mL	5,2	1,0	---
Escherichia coli	NMP/100 mL	< 1,0	1,0	Ausentes em 100 mL

Matriz:
Rua Almirante Cochrane, 37, Tijuca,
Rio de Janeiro – RJ CEP 20550-040
Tel: (21) 2567-0819 / 2567-3871

Filial:
R. Aristides Lobo, 30, Rio Comprido
Rio de Janeiro – RJ CEP: 20250-450
Tel: (21) 3293-7000 / 3563-3825

METAIS

Início dos Ensaios: 24/09/2019

Parâmetros	Unidade	Resultados	LQ	Resolução CONAMA Nº 396/08
Cálcio Total (µg/L)	µg/L	66701,81	50,00	---
Ferro Dissolvido	µg/L	64553	5	---
Ferro Total (µg/L)	µg/L	93006,53	5,00	300,0
Magnésio Total (µg/L)	µg/L	26587,22	50,00	---
Potássio Total (µg/L)	µg/L	8986,15	10,00	---
Sódio Total (µg/L)	µg/L	31615,52	50,00	200000

Parâmetros de campo

Início dos Ensaios: 24/09/2019

Parâmetros	Unidade	Resultados	LQ	Resolução CONAMA Nº 396/08
Nível d'água	m	0,89	N.A.	---
Oxigênio Dissolvido	mg/L	<0,01	0,1	---
pH	N.A.	4,38	N.A.	---
Temperatura	ºC	20,55	N.A.	---

CONTROLE DE QUALIDADE ANALÍTICO DA AMOSTRA

LCS Metais ICP - MS

Parâmetro	Unidade	Resultados	Faixa Aceitável de Recuperação	ID da corrida analítica
Alumínio (Al)	%	96	80 - 120	8773/2019
Antimônio (Sb)	%	96	80 - 120	8773/2019
Arsênio (AS)	%	96	80 - 120	8773/2019
Bário (Ba)	%	101	80 - 120	8773/2019
Berílio (Be)	%	99	80 - 120	8773/2019
Boro (B)	%	89	80 - 120	8773/2019
Cádmio (Cd)	%	96	80 - 120	8773/2019
Cálcio (Ca)	%	92	80 - 120	8773/2019
Chumbo (Pb)	%	98	80 - 120	8773/2019
Cobalto(Co)	%	99	80 - 120	8773/2019
Cobre (Cu)	%	98	80 - 120	8773/2019
Cromo (Cr)	%	98	80 - 120	8773/2019
Enxofre (S)	%	109	80 - 120	8773/2019
Estanho (Sn)	%	97	80 - 120	8773/2019
Estrôncio (Sr)	%	99	80 - 120	8773/2019
Ferro (Fe)	%	92	80 - 120	8773/2019
Fósforo (P)	%	101	80 - 120	8773/2019
Lítio (Li)	%	99	80 - 120	8773/2019
Magnésio (Mg)	%	95	80 - 120	8773/2019
Manganês (Mn)	%	99	80 - 120	8773/2019
Molibdênio (Mo)	%	93	80 - 120	8773/2019
Níquel (Ni)	%	98	80 - 120	8773/2019
Potássio (K)	%	96	80 - 120	8773/2019
Prata (Ag)	%	92	80 - 120	8773/2019
Selênio (Se)	%	97	80 - 120	8773/2019
Silício (Si)	%	101	80 - 120	8773/2019
Sódio (Na)	%	101	80 - 120	8773/2019
Tálio (Tl)	%	95	80 - 120	8773/2019
Titânio (Ti)	%	102	80 - 120	8773/2019
Urânio (U)	%	91	80 - 120	8773/2019
Vanádio (V)	%	96	80 - 120	8773/2019
Zinco (Zn)	%	101	80 - 120	8773/2019

Matriz:
Rua Almirante Cochrane, 37, Tijuca,
Rio de Janeiro – RJ CEP 20550-040
Tel: (21) 2567-0819 / 2567-3871

Filial:
R. Aristides Lobo, 30, Rio Comprido
Rio de Janeiro – RJ CEP: 20250-450
Tel: (21) 3293-7000 / 3563-3825

REFERÊNCIAS METODOLÓGICAS

Alcalinidade: SMWW 2320 B
Análises de Campo: SMWW 23rd Edition
Ânions por IC: SMWW 4110 B
Coliformes Totais: SMWW 9223 B
Escherichia coli: SMWW 9223 B
Metais Dissolvidos - ICP-MS: EPA 6020 B / 200.8
Metais Totais - ICP-MS: EPA 6020 B / 200.8
Nitrogênio Amoniacal: SMWW 4500-NH3 F
Óleos e Graxas: SMWW 5520 D
Sílica: SMWW 4500 C
Sólidos Dissolvidos Totais: SMWW 2540 C
Sólidos Sedimentáveis: SMWW 2540 F
Sólidos Suspensos Totais: SMWW 2540 D
Sulfeto: SMWW 4500-S^{2-} C e D

OBSERVAÇÕES GERAIS

- Os resultados referem-se somente à amostra analisada.
- Este Relatório de Ensaio só pode ser reproduzido por inteiro e sem nenhuma alteração e com a aprovação por escrito da Oceanus - Hidroquímica.
- As amostras são coletadas e preservadas seguindo as normas padronizadas SMWW 23rd e USEPA.
- Abreviações:

Ausência = Menor Que o Limite de Quantificação
USEPA = United States Enviroment Protection Agency
ID = Identificação
LCS = Laboratory Control Sample
LD = Limite de Detecção
LQ = Limite de Quantificação
NA = Não Aplicável
ND = Não Detectável
NMP = Número Mais Provável
NO = Não Objetável
PCB = Polychlorinated Biphenyls
SMWW = Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater
TPH = Total Petroleun Hydrocarbons.
UFC = Unidades Formadoras de Colônia
VMP = Valor Máximo Permitido
Os dados da amostra fornecidos são de responsabilidade do solicitante.

Matriz:
Rua Almirante Cochrane, 37, Tijuca,
Rio de Janeiro – RJ CEP 20550-040
Tel: (21) 2567-0819 / 2567-3871

Filial:
R. Aristides Lobo, 30, Rio Comprido
Rio de Janeiro – RJ CEP: 20250-450
Tel: (21) 3293-7000 / 3563-3825

INTERPRETAÇÃO DE RESULTADOS

De acordo com a Resolução CONAMA Nº 396, de 03 de Abril de 2008, dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento de águas subterrâneas para consumo humano.: O(s) parâmetro(s) Sulfato (µg/L), Ferro Total (µg/L) ultrapassam os limites máximos permitidos.

RESPONSÁVEIS

Relatório emitido por: Rayza Magalhães
Relatório revisado por: Hamilton Barbosa, Roberta Soares, Thais Poubel, Thiago Dutra, Anna Karla Souza, Christina Albuquerque

Responsável técnico:

Robson Vieira de Figueiredo, M.Sc.
Gerente Técnico
CRQ n°03314742 – 3ª Região
CREA RJ200668502-3

Data de emissão do laudo: Rio de Janeiro, 11 de outubro de 2019

Matriz:
Rua Almirante Cochrane, 37, Tijuca,
Rio de Janeiro – RJ CEP 20550-040
Tel: (21) 2567-0819 / 2567-3871

Filial:
R. Aristides Lobo, 30, Rio Comprido
Rio de Janeiro – RJ CEP: 20250-450
Tel: (21) 3293-7000 / 3563-3825

LISTA DE VERIFICAÇÃO DE RECEBIMENTO DE AMOSTRAS

N° da Amostra: 90277/2019-1.1

Cliente: UTE Norte Fluminense	
Data de recebimento: 24/09/2019	
Código: 1021130	Identificação da Amostra: PZ 12

Amostra acondicionada adequadamente?	Sim
Caixa ou embalagem das amostras está fechada e não apresenta sinais de violação?	Sim
Os frascos ou embalagens contendo diretamente as amostras estão íntegros?	Sim
Os rótulos e cadeia de custódia identificam as amostras?	Sim
A cadeia de custódia coincide com a proposta comercial?	---
Termômetro utilizado	TI-008
Amostra está dentro da validade para todos os parâmetros?	Sim
Há quantidade de amostra suficiente para todas as análises?	Sim
Os frascos eram apropriados para o tipo de análise?	Sim

As irregularidades de recebimento foram notificadas?
Notificação enviada para: _____ Data: _____

Comentários:

Responsável pelo recebimento: Teresa Barbara

Matriz:
Rua Almirante Cochrane, 37, Tijuca,
Rio de Janeiro – RJ CEP 20550-040
Tel: (21) 2567-0819 / 2567-3871

Filial:
R. Aristides Lobo, 30, Rio Comprido
Rio de Janeiro – RJ CEP: 20250-450
Tel: (21) 3293-7000 / 3563-3825

EDF Norte Fluminense

ANEXO-7.2.7-1

DIAGNÓSTICO CLIMÁTICO

Ecologus
Engenharia Consultiva

Fevereiro, 2020
Rev. 00

Versão 2.0

Diagnóstico Climático

UTE Norte Fluminense 2

Macaé ▪ RJ

2020
fevereiro

Versão 2.0

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 3
2. ÁREA DE ESTUDO 4
3. CLIMATOLOGIA REGIONAL 5
4. SISTEMAS DE CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA 7
5. NORMAIS CLIMATOLÓGICAS PROVISÓRIAS 9
5.1. DADOS METEOROLÓGICOS 9
5.2. RESULTADOS 12
5.2.1. TEMPERATURA DO AR 12
5.2.2. UMIDADE RELATIVA DO AR 14
5.2.3. PRESSÃO ATMOSFÉRICA E NEBULOSIDADE 15
5.2.4. PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA 17
5.2.5. RADIAÇÃO SOLAR GLOBAL 20
5.2.6. VENTO A 10 METROS 21
5.2.7. RAIOS 24
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS 25
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 26

1. INTRODUÇÃO

O conhecimento das condições meteorológicas de uma região é fundamental para o entendimento e adaptação de qualquer ser vivo que nesta habita. Tudo que existe, transita, reside e/ou caracteriza um determinado local sofreu, sofre e/ou sofrerá influências das variações e intempéries do tempo. E isso pode acontecer em uma escala de minutos, dias, meses, anos, décadas e séculos. Assim, todo estudo realizado sobre uma região avaliando suas condições do tempo por longos períodos é denominado Climatologia. Como todos os seres vivos, o homem também sofre influências diretas do clima em seus diversos setores da sociedade, como: agricultura, agropecuária, política energética, aviação, construção civil, estratégias militares, comércio, tráfego aéreo e rodoviário, saúde e gestão ambiental. Desta maneira, a caracterização climática de uma região é cada vez mais utilizada para subsidiar uma harmonia equilibrada entre o homem e o meio ambiente.

Dada a importância de se conhecer o clima de uma determinada região de interesse e objetivando atender os pré-requisitos para obtenção de licença ambiental, o presente estudo tem como objetivo principal apresentar a caracterização climatológica para a região onde se pretende instalar a Usina Termelétrica (UTE) Norte Fluminense 2 (UTE NF2), localizadas no Munícipio de Macaé – RJ.

2. ÁREA DE ESTUDO

A representatividade espacial de um dado climático não é uma informação universal, uma vez que a validade desta representação é específica de cada região estudada. O que existem são recomendações quanto aos limites espaciais aceitáveis de um dado. Por exemplo, pode-se citar a Organização Mundial de Meteorologia (em inglês, *World Meteorological Organization* - WMO), que recomenda o limite de 100 km para um espaçamento entre estações de monitoramento climático (WMO, 2007).

Fatores como topografia, presença de edificações além do uso e cobertura do solo são determinantes para o estabelecimento da representatividade de um dado climático. No entanto, especificamente para a região de Macaé, não se tem conhecimento sobre a existência de estudos de qualquer natureza definindo a representatividade e abrangência das estações meteorológicas. Dado o exposto, o presente diagnóstico considera como área de estudo um domínio de 50 x 50 km centrado na localização do empreendimento (Fig 1). Tal escolha, além de se enquadrar na recomendação de WMO 2007, também se alinha com o domínio de modelagem do estudo de dispersão atmosférica, visto que tais informações apresentadas nesta seção são importantes para a compreensão dos processos que governam a dispersão dos poluentes na região.

Fig 1 Mapa da área de estudo com as localizações das estações meteorológicas.

3. CLIMATOLOGIA REGIONAL

Os principais sistemas e condições meteorológicos que influenciam as condições do tempo na região do Norte Fluminense são os Sistemas Frontais (frentes frias) (ANDRADE 2007; ANDRADE et.al 2015), o Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul (ASAS) (FIDERJ 1978), bloqueios atmosféricos (RENWINCK 2005), os Sistemas Convectivos de Mesoescala (ZIPSER et al. 2006) e a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) (KODAMA, 1993; QUADRO 1994), Ciclones Subtropicais (GAN e RAO 1991), vórtices ciclônicos na Média e Alta Troposfera (KOUSKY e GAN 1981; FEDOROVA et al., 2017).

Nas áreas costeiras em particular, caso de Macaé, observa-se também a atuação de outro fenômeno marcante: os regimes de brisa marítima e terrestre, resultado da diferença de temperatura entre o continente e o oceano. Fenômenos deste tipo proporcionam transportes de umidade para o interior do continente que, ao se deparar com a topografia acidentada da parte noroeste e oeste do município, favorecem a formação de nuvens e, consequentemente, de precipitação.

Os sistemas frontais estão associados às massas de ar frio que se formam em latitudes altas, e se deslocam em direção ao equador com leve desvio à Leste. O ar frio e relativamente denso introduz-se sob o ar quente e menos denso, provocando uma queda rápida da temperatura em superfície, seguindo-se de instabilidade, tempestade e trovoadas. Sobre o Estado do Rio de Janeiro, no inverno e na primavera verifica-se, em média, a passagem de quatro sistemas frontais por mês, ou seja, aproximadamente um por semana. No verão e outono ocorre uma pequena redução em sua frequência, em torno de três sistemas frontais por mês (OLIVEIRA, 1986; LEMOS e CALBETE, 1996 e JUSTI da SILVA, 2003). Andrade et.al (2015) destacaram que precipitação superior a 100 mm/24h ocorreu na região de Macaé, entre os dias 17 e 18/03/2013, decorrente da passagem de uma frente fria acompanhada de ventos intensos em baixos níveis, favorecendo a convergência de umidade que resultou nas chuvas torrenciais.

Outro sistema atuante na região de Macaé e na costa Brasileira como um todo é o Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul (ASAS). Este sistema de escala sinótica caracteriza-se por um núcleo de alta pressão atmosférica posicionado, em média (no mês de janeiro), próximo as latitude e longitude de 25°S e 20°W, respectivamente, favorecendo ventos de Leste a Nordeste em toda região costeira. A temperatura em seu interior é relativamente elevada, principalmente no verão, pela intensa radiação solar incidente associada a ausência de nuvens e sua posição geográfica, que favorece raios solares mais perpendiculares à superfície. No inverno, o ASAS está mais próximo do continente, influenciando os setores leste e central do Brasil equatorial. Os estados da

Região Sudeste também ficam sob seu domínio e em condições de maior estabilidade atmosférica. A atuação do ASAS pode resultar na formação de outro fenômeno conhecido como Bloqueio Atmosférico, caracterizado por sistemas de alta pressão persistentes que dificultam e/ou impedem a propagação de sistemas transitórios, tais como frentes, ciclones e outros fenômenos de menor escala.

Os Sistemas Convectivos de Mesoescala (SCM), que são constituídos por um aglomerado de nuvens convectivas e que apresentam área com contínua precipitação, que pode ser parcialmente estratiforme e parcialmente convectiva, possuem formas variadas (CAMPOS e EICHHOLZ, 2011). Podem ser classificados como: Linhas de Instabilidade (LI), os que possuem forma de linha; Complexos Convectivos de Mesoescala (CCM), os que apresentam um formato circular ou simplesmente, SCM, os de formas irregulares. Dentre os mais comuns nesta região, estão os SCMs e as Linhas de Instabilidade (LI's), sistemas causadores de precipitação intensa e fortes ventos em curto intervalo de tempo, que acontecem principalmente na primavera e verão.

A Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) é um fenômeno típico das estações verão/primavera, caracterizado por uma banda de nebulosidade alongada e estacionária, visível nas imagens de satélite e orientada no sentido noroeste-sudeste, estendendo-se desde a Amazônia até o Oceano Atlântico, com duração mínima de quatro dias para ser considerado um episódio de ZCAS (QUADRO, 1994). Por consequência, verifica-se uma elevação no regime de chuvas nas regiões afetadas.

4. SISTEMAS DE CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA

Em "O Tempo e Clima no Brasil", Cavalcanti et al. (2009) argumenta que "Em sua órbita ao redor do Sol, o planeta Terra passa por diferentes exposições à radiação solar ao longo dos 365 dias do ano, o que define as estações primavera, verão, outono e inverno. As características das estações do ano, em termos de temperaturas e chuvas, dependem de alguns fatores adicionais como a distância até o equador, distância aos oceanos, uso e ocupação do solo, vegetação e a altitude do local. O conjunto desses fatores define o que se chama de clima."

O clima de uma região pode ser entendido como as condições atmosféricas médias sobre as quais o local encontra-se disposto. Há diversas maneiras e metodologias para caracterizar o clima de um determinado local, como por exemplo o Sistema de Classificação Climática (SCC) de Köppen-Geiger (mais conhecida por classificação climática de Köppen), que classifica globalmente os tipos climáticos mais utilizados em geografia, climatologia e ecologia. A classificação foi proposta pelo climatologista alemão Wladimir Köppen em 1900 e, posteriormente, aperfeiçoada em 1918, 1927 e 1936, com a publicação de novas versões preparadas em colaboração com Rudolf Geiger (daí o nome Köppen-Geiger). Com origem na fitossociologia e na ecologia, este SSC fundamenta-se na teoria que toda vegetação natural de cada grande região da Terra é, essencialmente, uma expressão do clima nela prevalecente. Assim, as fronteiras entre regiões climáticas foram selecionadas para corresponder, tanto quanto possível, às áreas de predominância de cada tipo de vegetação, razão pela qual a distribuição global dos tipos climáticos e a distribuição dos biomas apresenta elevada correlação.

Na determinação dos tipos climáticos de Köppen-Geiger são considerados a sazonalidade e os valores médios anuais e mensais da temperatura do ar e da precipitação. Assim, segundo o SCC de Köppen-Geiger, a região do município de Macaé é classificada climaticamente como Equatorial (Fig 2), onde esta categoria é caracterizada por temperaturas médias mensais de 18°C ou superior. Destaca-se ainda nesta categoria que as precipitações médias mensais superam a 60 mm em todos os meses do ano, não apresentando estações do ano bem definidas.

Apesar do SCC de Köppen-Geiger ainda ser amplamente aplicado, este sistema de classificação deve ser utilizado com ressalvas, principalmente para regiões onde o bioma é bastante diversificado. Sabe-se que informações da classificação vegetal para regiões heterogêneas necessitam de um maior detalhamento espacial quando comparado ao empregado nesta classificação. Associado a isso, outras formas de classificação são propostas fundamentadas em metodologias diferentes como: massas de ar

predominantes, e análise de informações meteorológicas representativas da região em estudo, bem como, os respectivos sistemas meteorológicos atuantes.

Fig 2 Adaptação do mapa de classificação climática do Brasil segundo metodologia de Köppen-Geiger. O retângulo preto destaca a região de estudo. Fonte: http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:BrazilKoppenClimateMap_Portuguese.svg

5. NORMAIS CLIMATOLÓGICAS PROVISÓRIAS

Um método amplamente utilizado para a caracterização climática de uma região são as Normais Climatológicas, definidas pela Organização Meteorológica Mundial como "valores médios calculados para um período relativamente longo e uniforme, compreendendo no mínimo três décadas consecutivas" e padrões climatológicos normais como "médias de dados climatológicos calculadas para períodos consecutivos de 30 anos". No caso de estações meteorológicas para as quais a mais recente Normal Climatológica não esteja disponível, seja porque a estação não esteve em operação durante o período de 30 anos ou por outra razão qualquer, Normais Provisórias podem ser calculadas. Normais Provisórias são médias de médio período, baseadas em observações que se estendam sobre um período mínimo de 10 anos (http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/graficosClimaticos). No Brasil, o órgão responsável por estabelecer as Normais Climatológicas é o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

Como consequência da desativação em 1997 da estação climatológica do INMET em Macaé, especificamente para este município, a última Normal Climatológica disponibilizada compreende o período entre 1931-1960, o que pode ser considerada significativamente desatualizada visto o recente e rápido processo de urbanização na região Norte Fluminense durante as últimas décadas em virtude das atividades relacionadas à exploração do petróleo. Neste sentido, com o objetivo de se obter um maior detalhamento climatológico e mais representativo, que por sua vez responde as atuais formas de uso e ocupação do solo na região de Macaé, o presente estudo propõe-se estimar e apresentar Normais Provisórias baseadas em observações realizadas em estações meteorológicas locais (A608 e SBME) durante o período de 2007 a 2018, isto é, 12 anos de dados.

5.1. DADOS METEOROLÓGICOS

Para uma boa análise climatológica de uma determinada região, faz-se necessário um monitoramento contínuo e longínquo das variáveis meteorológicas medidas in situ, bem como os devidos tratamentos e análises estatísticas. Atualmente, o sistema de monitoramento no Norte Fluminense dispõe de diversas estações meteorológicas operadas por inúmeras instituições públicas e privadas, distribuídas entre os municípios que constituem esta região. Em Macaé não é diferente. Entre as disponibilizadas publicamente e que obedecem aos padrões da OMM, tem-se: a estação automática A608 operada pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), localizada nas coordenadas UTM 210.359,74 mE e 7.522.813,01 mS; e a estação da Base Aérea de Macaé (SBME),

pertencente a Rede de Meteorologia do Comando da Aeronáutica (REDEMET) localizada nas coordenadas UTM 214.806,77 mE e 7.525.862,28 mS (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**).

A estação do INMET foi instalada em meados de 2006 obedecendo aos padrões da Organização Mundial de Meteorologia (OMM) e se mantém até os dias atuais coletando dados de temperatura do ar, temperatura do ponto de orvalho, umidade relativa, pressão, velocidade e direção do vento, rajada, precipitação, e radiação global. Os dados coletados digitalmente nas estações automáticas do INMET são enviados automaticamente para a sede da instituição em Brasília na frequência horária, onde são efetuadas as validações e disponibilizados em tempo real, de forma aberta e gratuita para toda a sociedade no portal do INMET. Apesar de não encontradas informações sobre a precisão dos sensores e os níveis medição, por padrão, as estações que seguem as normas WMO, onde as medições ocorrem a uma altura de 2 metros em relação ao solo, exceto o parâmetro vento que é medido a 10 metros. Segundo o site do INMET, as suas estações contam com a proteção de uma cerca, e a manutenção preventiva das estações ocorre em geral a uma frequência de 12 meses. Outras informações como: recuperação de dados, redução, compilação e armazenamento dos dados não foram encontradas.

A estação SBME trata-se de uma estação meteorológica cujos dados são disponibilizados publicamente para os últimos dez anos e obedece aos padrões da OMM. Por ter fins para aviação civil, os dados desta estação são fornecidos na forma de mensagens METAR (Relatório Meteorológico de Aeródromo, do *inglês METeorological Aerodrome Report*), um relatório codificado associado às observações meteorológicas e utilizado para fornecer informações sobre condições do tempo horárias em um aeródromo específico. Dentre as variáveis meteorológicas reportadas no METAR estão: temperatura do ar, temperatura do ponto de orvalho, pressão, velocidade e direção do vento, precipitação de forma qualitativa (fraca, moderada ou forte), condições de tempo presente e cobertura de nuvens. Nenhum dado técnico como, níveis de medição, precisão dos sensores, proteção e manutenção do sistema entre outros foram encontrados. No entanto, vale reforçar que usualmente as estações mantidas pela REDEMET obedecem aos padrões da WMO.

A escolha das informações meteorológicas deve atender tanto os quesitos de qualidade e consistência de dados, como também devem ser representativas para a região em estudo. A representatividade dos dados meteorológicos geralmente é determinada pela distância em relação à área de interesse, bem como pelas características do relevo e uso e ocupação do solo. Como se pode observar em Fig 1, as estações SBME (REDEMET) e A608 (INMET) encontram-se a aproximadamente 9 e 8 km

do empreendimento, respectivamente. Vale ressaltar que entre as estações e o empreendimento não existem elevações significativas de terreno, o que proporciona uma maior representatividade das estações em relação ao empreendimento.

Para o estudo, priorizou-se utilizar os dados oriundos da estação A608, visto sua maior proximidade com a UTE NF2 em relação à estação SBME. No entanto, como não são registradas informações de cobertura de nuvens na estação A608, optou-se por mesclar informações de ambas as estações para compor os dados meteorológicos. Assim, consideraram-se os dados de temperatura do ar, pressão, velocidade e direção do vento, umidade relativa, precipitação, radiação global da estação A608, enquanto os dados de cobertura de nuvens são oriundos da estação SBME.

Além da escolha correta da fonte de informações meteorológicas, é fundamental avaliar algumas medidas estatísticas dos dados, uma vez que algumas medidas são referências climáticas da estação meteorológica e outras expõem sobre a qualidade dos dados utilizados. Desta forma, apresentam-se algumas medidas estatísticas básicas dos dados utilizados (Tab 1).

Tab 1 Resumo estatístico dos dados meteorológicos registrados.

Variável	Válidos	Ausente	Média	Mín	1°Q	Mediana	3°Q	Máx
Temperatura do Ar a 2m (°C)	99%	10	23,38	10,90	20,80	23,10	25,60	41,00
Umidade Relativa (%)	99%	15	80	3	71	84	92	100
Velocidade do Vento (m/s)	99%	7	2,66	0,00	1,30	2,30	3,70	10,80
Direção do Vento (°)	99%	7		0				360
Precipitação Acumulada (mm/h)	95%	4575	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00	65,20
Pressão Atmosférica (hPa)	99%	22	1013	994	1010	1013	1016	1030
Radiação Global (kJ m²)*	96%	4575	1369	0	327	1170	2278	4360
Cobertura de Nuvens (décimos)	99%	413	4	0	0	3	8	10

*Dentre o total de dados válidos, 44% são referentes aos horários sem medição (noturnos)

Quanto à disponibilidade dos dados no período considerado, verifica-se na Tabela Tab 1 que é satisfatória, visto que a variável com o menor percentual de disponibilidade é a precipitação, com 95% dos dados válidos. Entende-se como dado válido um registro presente que se encontre dentro de um intervalo aceitável para uma determinada variável. Por exemplo, registros de temperaturas negativas ou superiores a 50°C são considerados inválidos para a região em estudo.

Considerando que as diferenças entre as médias e medianas de cada variável são pequenas (Tab 1), pode-se concluir que as médias obtidas são boas referências para a região, visto que a mediana fornece uma ideia melhor sobre valor típico.

5.2. RESULTADOS

5.2.1. TEMPERATURA DO AR

A temperatura do ar constitui-se num parâmetro essencial em estudos atmosféricos. Sua distribuição na atmosfera é de fundamental importância para definir o estado termodinâmico e a dinâmica das circulações na atmosfera. Sua variação diária próxima à superfície é resultado do balanço entre a energia proveniente do Sol e a energia emitida pela superfície da Terra na forma de ondas longas (banda infravermelha no espectro eletromagnético). Essa variação local da temperatura se dá pelas trocas energéticas entre a superfície terrestre e a atmosfera, além da advecção de ar frio e ar quente causada pelas circulações nas diversas escalas atmosféricas.

Além de determinar a dinâmica dos ventos que influencia diretamente na dispersão dos poluentes atmosféricos, a temperatura do ar próxima à superfície terrestre também exerce influência sobre o volume de ar próximo à superfície (Camada Limite Atmosférica – CLA) que armazena grande parte dos poluentes emitidos junto ao solo.

Admitida a sua importância, na Fig 2 apresenta-se médias mensais para as temperaturas máximas (limite superior da faixa laranja), médias (linha laranja) e mínimas (limite inferior da faixa laranja) registradas na estação meteorológica A608.

Verifica-se que as mínimas, médias e máximas temperaturas do ar apresentam uma variação sazonal típica de regiões tropicais, com suaves diferenças entre as estações e amplitude térmica diária média em torno de 10°C. O ciclo sazonal de temperatura do ar está diretamente relacionado com o balanço radiativo. Assim, os meses de primavera e verão (mais radiação global incidente) apresentam maiores temperaturas do ar, enquanto os meses de outono e inverno (menos radiação global incidente) temperaturas mais amenas. A temperatura média mensal oscila entre 20,1°C em julho e 25,3°C em fevereiro. A média das temperaturas máximas ficou em torno 27,1°C, sendo em fevereiro a maior média das máximas com aproximadamente 30°C. O mês de julho registrou a menor média das temperaturas mínimas, aproximadamente 18,0°C.

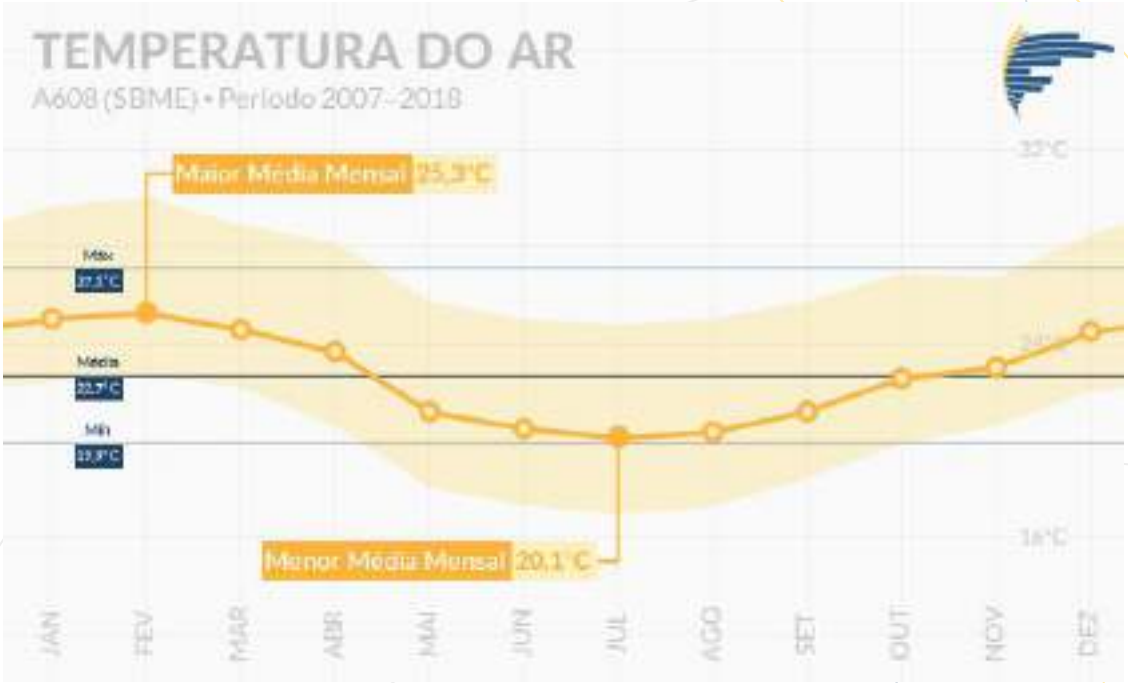


Fig 2 Médias mensais de Temperatura do Ar (°C) mínima, média e máxima diária registradas na estação A608.

Na análise dos valores extremos encontrados para temperatura do ar nos dados meteorológicos (Fig 3), observa-se que a temperatura do ar máxima absoluta aconteceu em 24/11/2012 às 13 horas local, quando os termômetros da estação registraram 41°C. Em relação à mínima absoluta, 10,9°C, esta ocorreu em dois momentos no período estudado: 04/06/2009 às 06 horas local, e 04/09/2011 às 06 horas. Os cinco pares de extremos de temperaturas registradas na estação A608 e suas respectivas datas estão apresentadas na Fig 3.

Fig 3 Extremos de Temperatura do Ar (°C) registrados na estação A608 durante o período de 2007 a 2018.

No que se refere à influência da temperatura do ar na dispersão de poluentes, espera-se que os meses mais quentes, isto é, dezembro, janeiro, fevereiro e março, apresentem condições mais dispersivas, enquanto junho, julho e agosto condições adversas para a dispersão.

5.2.2. UMIDADE RELATIVA DO AR

A existência de água na atmosfera e suas mudanças de fase desempenham papel importantíssimo em vários processos físicos naturais, como o transporte e a distribuição de calor na atmosfera, a evaporação e evapotranspiração, além da absorção de diversos comprimentos de onda da radiação solar e terrestre.

A variação da umidade relativa do ar está relacionada com variações do regime de precipitação e da temperatura do ar que ocorrem na natureza tipicamente por: variação diurna da temperatura; movimento horizontal de massa de ar (advecção) e movimento vertical de ar (convecção). Desta forma, uma série de situações meteorológicas pode ocorrer e resultar em diferenciados valores de umidade relativa, dependendo também, das características da superfície e do solo, latitude, altitude e proximidade da área em estudo. Além de sua importância meteorológica, a umidade pode auxiliar nos processos de dispersão de poluentes atmosféricos através da adesão à poluentes suspensos, aumentando as chances de remoção do poluente atmosférico por força gravitacional.

Fig 4 Médias mensais de Umidade Relativa do Ar (%) mínima, média e máxima diária para estação A608.

Observa-se em Fig 4 que as médias para umidade relativa do ar apresentam suaves variações mensais com valores entre 73% (setembro) e 79% (novembro). Isto é decorrente da proximidade com oceano que propicia o transporte de umidade para o continente. Apesar da baixa amplitude anual, existe uma variação diária média de cerca de 35%, devido a amplitude térmica ao longo do dia e alternância entre as brisas

marítima e terrestre. Ainda em Fig 4, pode-se observar que a variação das médias das máximas diárias oscila em torno de 90% e as mínimas entre 58%.

5.2.3. PRESSÃO ATMOSFÉRICA E NEBULOSIDADE

A medida da pressão atmosférica reflete a presença dos sistemas de pressão resultantes da circulação geral atmosférica, ou de mesoescala, que atuam de uma forma abrangente sobre a região de interesse. Além das variações sazonais, a pressão atmosférica apresenta uma variação diária – denominada "maré barométrica", onde surgem dois máximos e dois mínimos relativos. A presença de sistemas organizados de nuvens cumuliformes, resultantes de perturbações locais ou transientes, exerce um efeito significativo nas variações dos valores de pressão atmosférica à superfície, reduzindo-os acentuadamente, enquanto tais sistemas estão atuando. Normalmente, a pressão atmosférica é reduzida ao nível do mar para eliminar os efeitos de altitude e torná-la comparável espacialmente, bem como para permitir a identificação das configurações dos sistemas atmosféricos.

Conforme destacado na Fig 5, o campo de pressão sofre consideráveis alterações durante os meses do ano, com as maiores médias mensais para o mês de julho, 1017 hPa, e as menores no mês de dezembro, 1009 hPa. Esta variação está diretamente associada com os sistemas meteorológicos atuantes na região. Vide os valores mais altos de pressão nos meses de inverno, época em que a borda do ASAS se estende para Oeste (em direção a costa brasileira), elevando as médias de pressão. Nos meses de primavera e verão, observa-se o deslocamento da borda do ASAS para Leste, ou seja, se distanciando da costa, permitindo a chegada e formação de mais núcleos de baixa pressão no Norte Fluminense. Deve-se destacar que, sistemas de alta pressão são inibidores de nuvens e, consequentemente, de precipitação, enquanto sistemas de baixa pressão são impulsionadores de processos convectivos na atmosfera. Isto pode ser constatada na própria Fig 5, em que a variação de nebulosidade acompanha a de pressão.

As nuvens são constituídas por hidrometeoros (gotículas de água, cristais de gelo entre outros) que se formam por meio da água evaporada na superfície terrestre, e que por sua vez, se aglomeram em torno de núcleos microscópicos, geralmente poeira suspensa na atmosfera. A presença de nuvens na atmosfera pode ao mesmo tempo diminuir a radiação solar que incide na superfície terrestre e manter a radiação proveniente da superfície emitida na forma de onda longa (infravermelho). Entretanto, durante o dia esse balanço geralmente é positivo, ou seja, a superfície recebe mais energia do que emite, porém, na ausência de radiação solar (período da noite) o balanço inverte se tornando negativo. Quando se leva em consideração a presença de nuvens,

esse balanço negativo que ocorre durante a noite é amortecido, devido ao efeito estufa das nuvens, que reemite a radiação infravermelha emitida pela superfície. Assim, é evidente que as nuvens possuem papel fundamental no equilíbrio energético da atmosfera, liberando calor latente durante os processos de mudança de fase, pelo espalhamento, absorção, reflexão e emissão de radiação pelas gotículas de água e/ou cristais de gelo.

No que tange a dispersão de poluentes, a cobertura de nuvens pode influenciar a temperatura da superfície terrestre, que por sua vez influenciará os ventos e a altura da Camada Limite Atmosférica (CLA). Ao passo que a presença de nebulosidade pode diminuir o caráter dispersivo na atmosfera, também pode colaborar para a dispersão através da remoção úmida, em que os poluentes atmosféricos são aglutinados pelos hidrometeoros e, posteriormente, depositados na superfície terrestre. Visto a sua importância na dispersão atmosférica, apresenta-se a distribuição de frequência mensal de nebulosidade (Fig 5).

No gráfico de distribuição de frequência mensal de nebulosidade (Fig 5) destaca-se que, dentre as condições de nebulosidade, a condição de céu claro é a predominante na região. Observa-se ainda que os meses de primavera são caracterizados por maior nebulosidade, enquanto o mês de fevereiro raros são os momentos de céu encoberto. Tal condição em fevereiro pode ser explicada pela subsidência do ar sobre o estado do Rio de Janeiro como consequência da convergência gerada pelo posicionamento da ZCAS sobre o estado de São Paulo (NIELSEN et al., 2019).

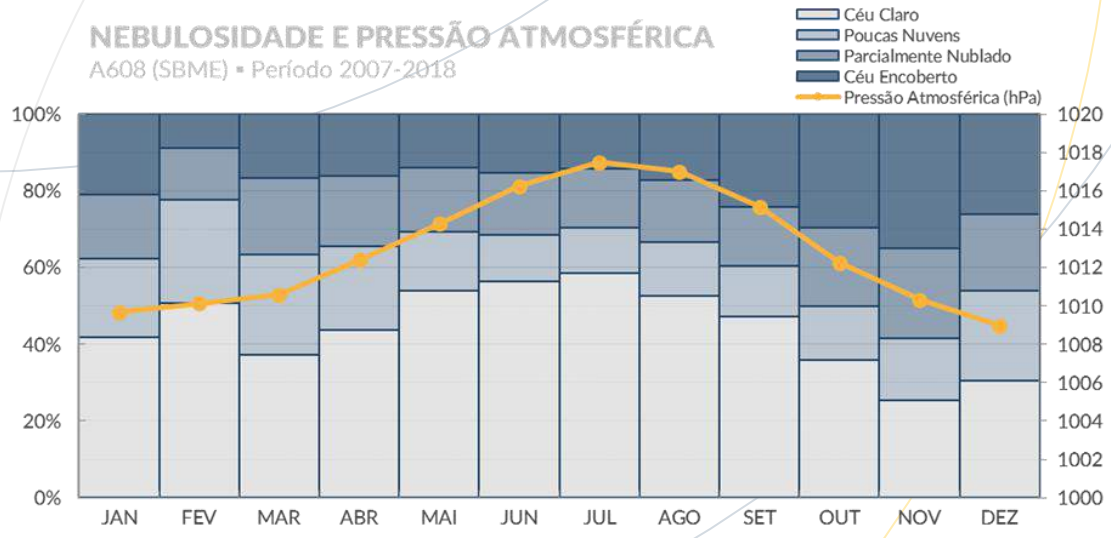


Fig 5 Médias mensais de pressão atmosférica (hPa) (A608), e frequência mensal (%) de nebulosidade (SBME).

5.2.4. PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA

A precipitação pluviométrica é um dos principais elementos na determinação do clima de uma região e possui grande variação no tempo e no espaço. Este parâmetro responde as influências de fenômenos de grande escala e os distúrbios de mesoescala, bem como, as condições locais como topografia, proximidade do mar e uso e ocupação do solo. Por ser resultado de diversos fatores, a precipitação apresenta enorme variação inter e intra anual. No verão, a passagem das frentes frias, a formação de zonas de convergência, LIs e outros SCMs são capazes de prover precipitações intensas e gerar grandes acumulados de chuva. No inverno, o principal gerador de precipitação são os sistemas frontais, porém, com menos intensidade e menores acumulados, embora possa ocorrer a passagem de algum sistema frontal mais intenso, causando chuvas generalizadas.

Em Fig 6 apresenta-se as médias de precipitação acumulada mensal, a média dos acumulados máximos em 24 horas ocorrido em cada ano para todos os meses, além da média mensal de dias sem registro de chuva na estação meteorológica A608. Conforme destacado anteriormente, sua distribuição intra anual não é uniforme. Apenas como referência, os meses de primavera e verão são responsáveis por aproximadamente 70% do acumulado anual. Estes altos valores são decorrentes dos sistemas atmosféricos característicos desta época do ano como as ZCAS e os sistemas de mesoescala.

A quantidade mensal de dias sem chuva reflete os resultados da análise da precipitação, sendo em média 205 dias do ano sem chuva. Destacando-se os meses de janeiro e fevereiro com 20 dias aproximadamente, enquanto no mês de novembro são registrados apenas 12 dias sem chuva (Fig 6). Deve-se destacar que, ao mesmo tempo em que janeiro tem poucos dias com chuva, é o mês com o maior acumulado de precipitação, assim como novembro que tem mais dias com ocorrência de chuva. Este resultado indica que os sistemas meteorológicos mais influentes no regime de chuva em janeiro são decorrentes de processos convectivos de mesoescala, caracterizados como eventos de curta duração e precipitação intensa.

No que tange a dispersão de poluentes, pode-se afirmar que os meses do outono e inverno são os mais adversos, visto que são caracterizados por poucos eventos de precipitação e acumulados mensais diminutos.

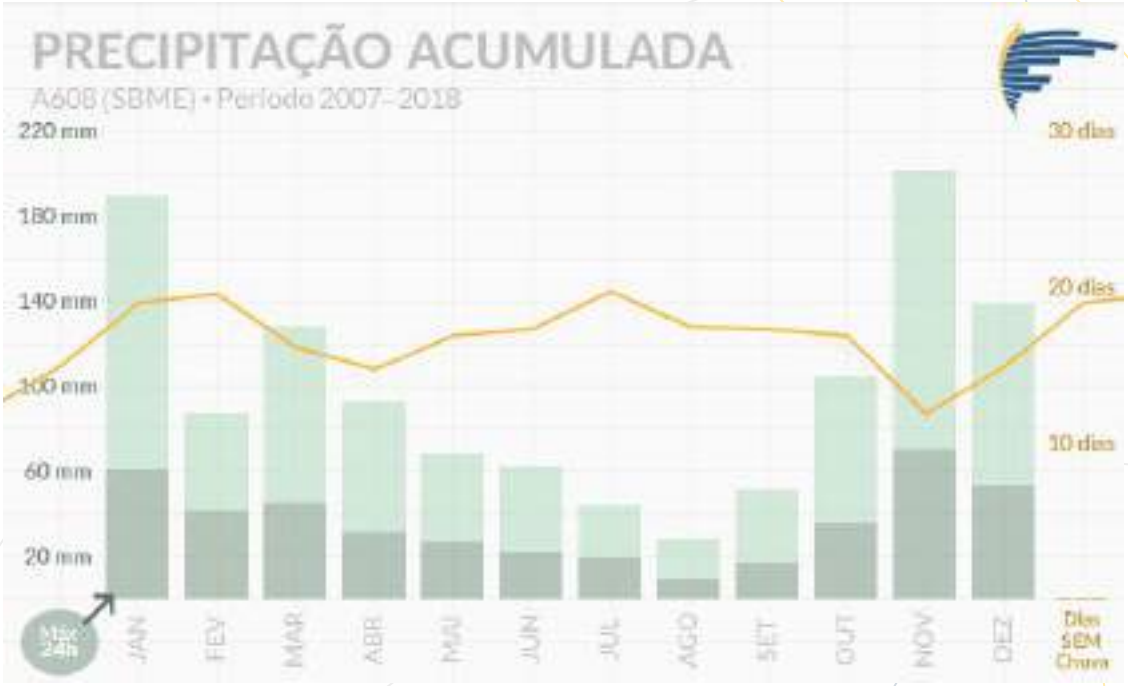


Fig 6 Médias mensais de Precipitação Acumulada (mm) registradas na estação A608.

No que tange a variabilidade interanual e o número dias com chuva em cada ano apresenta-se o gráfico na Fig 7. É possível notar que ocorre uma variabilidade apreciável na precipitação pluviométrica entre um ano e outro. Sendo o ano de 2014 o de menor acumulado, cerca de 600 mm, e o de 2008 o de maior acumulado, cerca de 2.000 mm. Ou seja, pode-se haver uma variabilidade de até de 3 vezes entre um ano e outro na região de Macaé. Na média, o acumulado de chuva anual é de aproximadamente 1200 mm (Fig 8). Subjetivamente, considerando os acumulados anuais e o número de horas com chuva em cada ano, indica-se uma tendência decrescente do volume chuva em Macaé, entretanto, deve-se destacar que esta evidência é apenas um indício, sendo necessário estudos mais profundos levando-se em conta um histórico maior de dados.

Especificamente sobre o número de horas com ocorrência de chuva (Fig 7), nota-se que esta informação está correlacionada com o volume acumulado em cada ano. Esta constatação é um indício de que durante os últimos 12 anos não houve uma variabilidade expressiva na intensidade dos eventos, mas apenas quanto ao número de eventos de chuva. Destaca-se que no ano de 2008 foram registradas cerca de 1080 horas com chuva, sendo o maior registro anual, e no ano de 2014 cerca de 480 horas, o menor registro.

Fig 7 Médias anuais de Precipitação Acumulada (mm) e número de horas com chuva registradas na estação A608.

Quanto aos valores extremos de precipitação (Fig 8), verificou-se que o maior acumulado em 1 hora foi de 65,2 mm às 3 horas do dia 02/12/2013. Como comparação, nota-se que este valor é superior à média de chuva acumulada dos meses de julho, agosto e setembro. Para o extremo de precipitação diária, isto é, acumulado em 24 horas, observou-se o valor máximo de 166,2 mm no dia 04/12/2009. Como referência, destaca-se que em apenas um dia choveu mais do que a maioria das médias mensais de precipitação, a exceção fica para os meses de janeiro e novembro (Fig 6).

Fig 8 Valores extremos de precipitação registrados na estação A608.

Para ter-se a ordem do quantitativo de chuva que possa representar um evento estatisticamente extremo em Macaé, calculou-se alguns percentis de acumulados de chuva para diferentes intervalos de tempo (Tab 2). Se adotado o percentil mais restritivo (99%), verifica-se que acumulados horários a partir de 16 mm podem ser considerados

eventos estatisticamente extremos de chuva (Tab 2). De maneira similar, para acumulados diários temos o valor de 78 mm como limiar para um evento estatisticamente extremo (Tab 2). Observa-se que diferente do valor máximo diário apresentado em Fig 8, o valor máximo para 24 horas na Tab 2 é calculado considerando uma média móvel.

Tab 2 Valores extremos de precipitação registrados na estação A608.

EXTREMOS ESTATÍSTICOS DE PRECIPITAÇÃO
A608 (SBME) • Período 2007–2018

Acumulados em	1h	3h	6h	12h	24h	48h	96h
Valor Máximo (mm)	65	120	148	168	189	224	231
Percentil 99 (mm)	**16**	**29**	**39**	**55**	**78**	**111**	**163**
Percentil 98 (mm)	11	21	28	39	55	78	115
Percentil 95 (mm)	6	12	18	25	33	47	70

Percentis calculados excluindo precipitações inapreciáveis (<0,01 mm).

5.2.5. RADIAÇÃO SOLAR GLOBAL

Em estudos climatológicos, geralmente duas variáveis são avaliadas para caracterizar a radiação solar disponível, a insolação e a própria medida de radiação solar. O parâmetro atmosférico insolação representa a quantidade de horas de brilho solar que uma determinada região foi exposta. Desta forma, seus valores são diretamente influenciados pela posição da Terra na órbita, além da nebulosidade na região.

Apesar de ainda existirem em algumas localidades, medidas de insolação tem se tornado cada vez mais raras, uma vez que só são realizadas em estações meteorológicas convencionais, que agora estão sendo substituídas por estações automáticas que medem radiação solar. Esta medida, além de fornecer o número de horas que uma determinada região fica exposta a radiação solar, também fornece a quantidade desta radiação que chega à superfície terrestre.

Visto que medidas de insolação não existem nas estações meteorológicas consideradas, é apresentado na Fig 9 o parâmetro radiação solar registrado na estação meteorológica automática A608.

No gráfico apresentado na Fig 9 é possível notar que o ciclo de radiação mensal possui uma variação sazonal, com as menores médias ocorrendo nos meses de inverno (1123 kJ/m2 em junho) e as maiores nos meses de verão (1699 kJ/m2 em fevereiro). Este

ciclo sazonal de radiação solar é o que explica a mesma variação obtida para a variável temperatura do ar. Do ponto de vista climatológico, a variação sazonal de radiação é pouco sensível às perturbações atmosféricas, sendo controlada fundamentalmente por fatores astronômicos como o movimento de translação da Terra.

Fig 9 Médias mensais da máxima Radiação Solar diária (kJ/m2) registradas na estação A608.

5.2.6. VENTO A 10 METROS

O aquecimento diferenciado na superfície terrestre conduz a uma diferença de pressão na atmosfera. O gradiente de pressão faz com que o ar se desloque de regiões de alta pressão para as de baixa pressão. Esse deslocamento de ar denomina-se vento. O vento possui importante papel na atmosfera terrestre, onde é responsável por transportar e misturar distintas massas de ar, amenizando o desiquilíbrio energético e de massa na atmosfera.

Na região em estudo pode-se destacar dois principais fenômenos responsáveis por dirigir o escoamento em superfície: o posicionamento e intensidade do ASAS em relação ao litoral Macaense, produzindo perturbações no gradiente de pressão; e a atuação de brisas marítimas e terrestres decorrente da diferença de temperatura entre oceano e o continente. Apesar de possuírem escalas diferentes, estes fenômenos meteorológicos frequentemente atuam sinergicamente compondo o escoamento em superfície nesta região.

O fenômeno de brisa terrestre ocorre durante a noite, quando a terra se resfria mais rapidamente do que o oceano que, por sua vez, possui maior capacidade calorífica que a da terra e, consequentemente, demora mais para se aquecer e se resfriar. Assim, durante a noite, o ar sobre a terra fica mais frio que o ar sobre o mar; isso gera uma diferença de pressão e o ar flui da terra para o mar. Durante o dia, ocorre o inverso, e a brisa marítima flui do mar para a terra.

Em Fig 10 são apresentadas as rosas dos ventos de todo o período, isto é a rosa anual (rosa dos ventos mais à esquerda) e para cada mês (rosas dos ventos à direita), e na Fig 11 apresentam-se também a rosa dos ventos de todo o período (à esquerda) e para cada período do dia (à direita). Em todas as rosas dos ventos são adotadas a escala Beaufort (WMO 2008) para as classes de velocidade.

Observa-se que, de uma maneira geral, a predominância dos ventos é de Nordeste (NE), que por sua vez é resultado da atuação do ASAS sobre a região (rosa dos ventos à esquerda nas figuras Fig 10 e Fig 11). Padrão este que é predominante em todos os meses do ano (à direita em Fig 10). Além dos ventos de Nordeste, destacam-se também ventos de Leste (E) durante os meses mais quentes, e Sudoeste (SO) durante os meses mais frios. Acredita-se que os ventos de E sejam resultantes da intensificação da brisa marítima no respectivo período, que atua sinergicamente com o ASAS na região. Esta intensificação da brisa marítima também se reflete na velocidade dos ventos, visto que nos meses mais quentes também se verifica aumento da frequência de ventos mais intensos. Já os ventos de SO estão associados às frentes frias que se deslocam neste sentido, e que durante estes meses alcançam latitudes mais baixas com maior frequência (ANDRADE 2007).

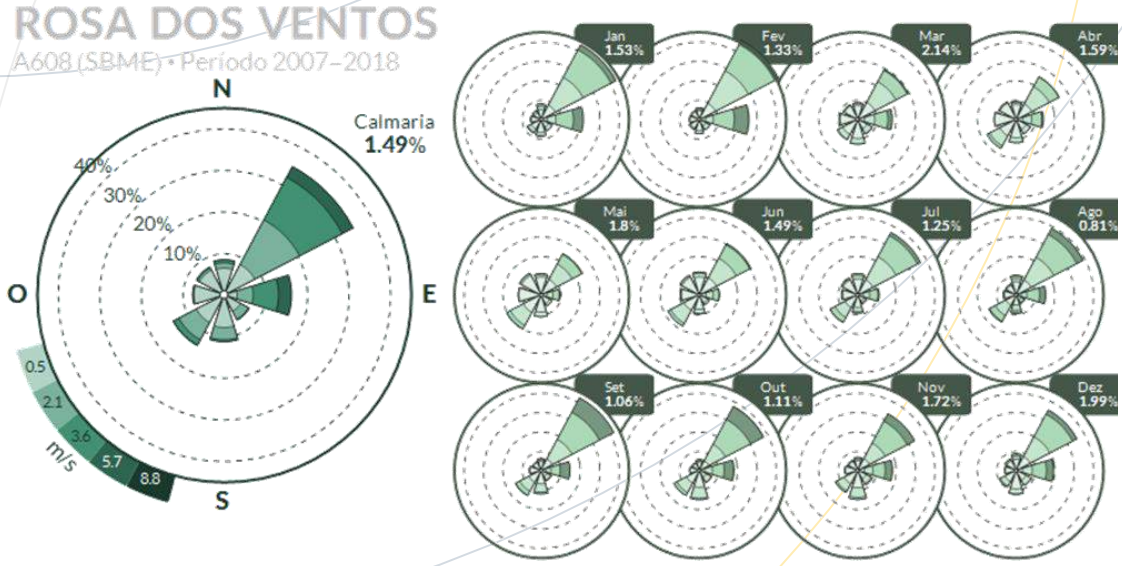


Fig 10 Rosa dos Ventos de todo período (à esquerda), por mês (à direita).

Na análise do padrão diário de direção e intensidade do vento (rosas dos ventos à direita na Fig 11), é possível identificar mesmo que fracos os sinais das brisas marítima e terrestre. À tarde (das 12h às 17h) o gradiente terra-mar é mais intenso, o que proporciona uma sobreposição da circulação de brisa marítima sobre a circulação do ASAS, padrão que só fica evidente neste período. Se considerado o alinhamento Sudoeste-Nordeste da linha de costa, a brisa marítima deveria fluir de Sudeste, entretanto, como este sistema atua ao mesmo tempo com a circulação de Nordeste do ASAS, a direção resultante neste período é Leste, direção entre Sudeste e Nordeste. Também como consequência desta sinergia de sistemas, são observados os ventos mais intensos no período da tarde. Para o período da madrugada é possível verificar o aumento de ventos do quadrante que vai de Sudoeste a Norte (225° a 360°), que fluem do continente para o mar, um sinal fraco da brisa terrestre. Consequentemente, os ventos mais fracos ocorrem durante a madrugada, com maior frequência de calmarias, apesar de ainda pouco frequente (2,56%).

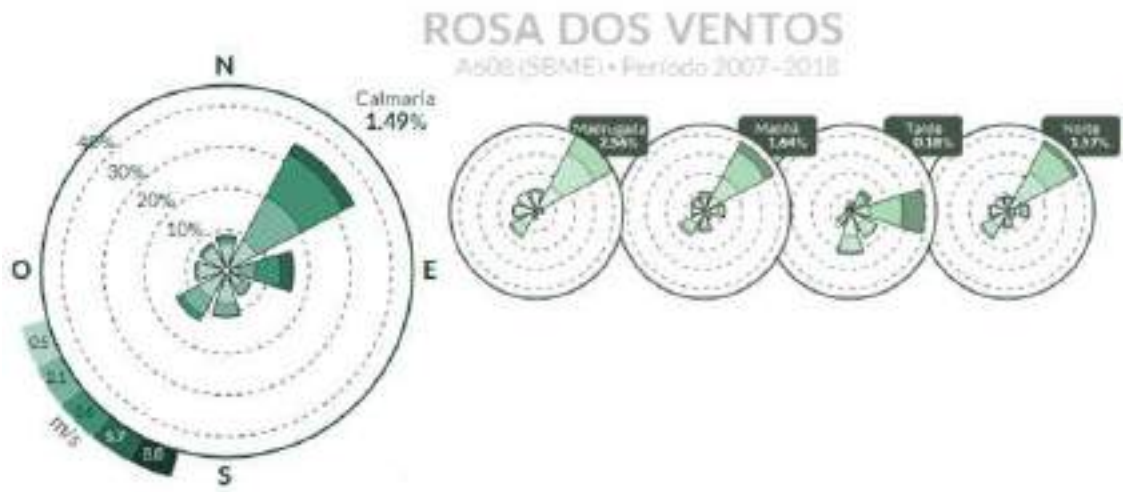


Fig 11 Rosa dos Ventos de todo período (à esquerda), por período do dia (à direita).

Sendo assim, baseado no regime de vento apresentado espera-se que as maiores concentrações simuladas sejam computadas para o período noturno durantes os meses mais frios. No que tange os períodos sem ventos apreciáveis (calmarias), os registros são raros e não ultrapassam 2% de todos os registros de vento para as médias mensais (Fig 10) e 3% para as médias por período (Fig 11).

Por não verificar diferenças significativas entre as rosas dos ventos de cada ano, e estas por suas vezes também não diferirem significativamente da rosa dos ventos de todo o período (à esquerda das figuras Fig 10 e Fig 11), objetivamente apresentou-se apenas a rosa para todo o período, que representa uma rosa dos ventos anual.

5.2.7. RAIOS

Os dados de raios no Brasil são provenientes da BrasilDAT que é uma rede de detecção e monitoramento de descargas atmosféricas que atingem o solo, conhecidas como descargas nuvem-solo, ou que ocorrem dentro das nuvens. A BrasilDAT é operada pelo Grupo de Eletricidade Atmosférica (ELAT) do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), em São José dos Campos - SP, e foi criada em agosto de 2011. De acordo com as informações obtida na própria página do ELAT (http://www.inpe.br/webelat/homepage/), a densidade de descargas para a cidade de Macaé – RJ é 2,4074079131 por km²/ano, sendo aproximadamente 2930 raios por ano sobre Macaé. No ranking da densidade nacional Macaé ocupa a 3667º posição entre os 5.570 municípios no Brasil, enquanto no ranking da densidade estadual ocupa a 69º posição dentre os 92 municípios existentes no estado do Rio de Janeiro.

Salienta-se que não foram encontradas quaisquer outras informações a respeito de raios e tempestades para a região em estudo.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise de diversos parâmetros atmosféricos coletados nas estações meteorológicas do município de Macaé (SBME e A608) foi apresentada contemplando o período entre 01 de janeiro de 2007 e 31 de dezembro de 2018. Os resultados destes parâmetros foram apresentados e discutidos em médias mensais e sazonais de modo a permitir a realização de uma análise climatológica da região. Além disso, foram apresentados os eventos representativos com os valores máximos de cada parâmetro para fins de análises de risco e eventos extremos como seca, onda de calor, inundações e outros.

Por mais que os 12 anos considerados não permitam definir estes resultados como as Normais Climatológicas de Macaé, o período avaliado se mostrou amplamente representativo para descrição dos parâmetros meteorológicos da região por abranger um período equivalente às Normais Provisórias. Isto é, um período suficientemente longo para garantir que as condições meteorológicas apresentadas superem perturbações atmosféricas de grande escala interanuais e consigam representar as condições médias daquela atmosfera local.

A confiabilidade desta análise também tem base no percentual de dados válidos disponíveis para região de Macaé, onde mais de 95% dos dados meteorológicos no período são válidos.

Quanto as observações sobre altura da Camada Limite Atmosférica (CLA), não se tem conhecimento sobre a existência de qualquer medida na região deste parâmetro micrometeorológico, seja por meio de sondagens atmosféricas, SODAR (Sound Detection And Ranging) ou LIDAR (Light Detection And Ranging). Salienta-se que na seção dispersão de poluentes atmosféricos são apresentadas estimativas sobre tal parâmetro, entretanto, tais estimativas devem ser utilizadas com cautela, visto que são estimativas baseadas em modelos paramétricos simplificados. Em que a finalidade de estimativa da CLA é servir exclusivamente como condição de contorno para o modelo de dispersão atmosférica.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, K. M. **Climatologia e comportamento dos sistemas frontais sobre a América do Sul**. 2007. 187 f. Tese (Mestrado em Meteorologia) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2007.

ANDRADE, K. M.; PINHEIRO, H. R.; DOLIF NETO, G. Evento extremo de chuva no Rio de Janeiro: análise sinótica, previsão numérica e comparação com eventos anteriores. **Ciência e Natura**, vol. 37, núm. 1, 2015, pp. 175-180 Universidade Federal de Santa Maria Santa Maria, Brasil.

CAMPOS, C.R.J.; EICHHOLZ, C.W. Características físicas dos sistemas convectivos de mesoescala que afetaram o Rio Grande do Sul no período de 2004 a 2008. **Rev. Bras. Geof.**, São Paulo, v. 29, n. 2, Junho 2011 .

CAVALCANTI, I.F.A.; FERREIRA, N.J.; JUSTI DA SILVA, M.G.A; SILVA DIAS, M.A.F. **Tempo e Clima no Brasil**. Oficina de Textos. São Paulo, SP – Brasil. 2009.

FEDOROVA, N.; DOS SANTOS, D.M.B.; SEGUNDO, M.M.L. et al. Middle Tropospheric Cyclonic Vortex in Northeastern Brazil and the Tropical Atlantic. **Pure Appl. Geophys**. 174, 397–411 (2017) doi:10.1007/s00024-016-1381-1

FUNDAÇÃO INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL DO RIO DE JANEIRO. **Indicadores Climatológicos do Estado do Rio de Janeiro**. Governadoria do Estado do Rio de Janeiro, Secretaria de Planejamento e Coordenação Geral (SECPLAN), Fundação Instituto de Desenvolvimento Econômico e Social do Rio de Janeiro (FIDERJ). Sistemas de Informação para o Planejamento Estadual (SIPE), 1978. Rio de janeiro, 1978. 156 p.

GAN, M. A.; RAO, B. V. Surface ciclogenesis over South America. **Monthly Weather Review**, v. 119, p. 293-302, 1991.

INMET, Instituto Nacional de Meteorologia. Informações coletadas no website da instituição (http://www.inmet.gov.br/) em fevereiro de 2019.

JUSTI DA SILVA, M. G. A., 2003. **A Freqüência de Fenômenos Meteorológicos na América do Sul: Climatologia e Previsibilidade**. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica), COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

KODAMA, Y., 1993: Large-Scale Common Features of Subtropical Precipitation Zones (The Baiu Frontal Zone, The SPCZ and The SACZ), Part I: Characteristics of Subtropical Precipitation Zones. **J. Met. Soc. Japan**, 70: 813- 836.

KOUSKY, V.E.; GAN, M.A. 1981. Upper tropospheric cyclonic vortices in the tropical South Atlantic. **Tellus**, 36(6):538-551, Dec.

LEMOS C. F.; CALBETE, N. O., 1996. Sistemas Frontais que atuaram no litoral de 1987 a 1995. **Climanálise Especial**, Edição Comemorativa de 10 anos. Disponível em <http://www.cptec.inpe.br/products/climanalise/cliesp10a/index1.shtml>. Acesso em: 11 ago 2007.

NIELSEN, D.M.; BELÉM, A.L.; MARTON, E.; CATALDI, M. Dynamics-based regression models for the South Atlantic Convergence Zone. **Clim Dyn** (2019) 52: 5527. https://doi.org/10.1007/s00382-018-4460-4

OLIVEIRA, A. 1986. **Interações entre sistemas frontais na América do Sul e a convecção da Amazônia**. Dissertação (Mestrado em Meteorologia), INPE, São José dos Campos, SP, Brasil.

QUADRO, M. F. de L. **Estudo de Episódios de Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) sobre a América do Sul**. 1994. 123 pp. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) -Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 1994.

RENWINCK, J. A. Persistent positive anomalies in the Southern Hemisphere circulation, **Monthly Weather Review**, v. 133: 977-988, 2005.

WMO – World Meteorological Organization. **Guide to the Global Observing System**. WMO-No. 488, Third Edition, 2007.

WMO – World Meteorological Organization. **Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation**. WMO-No. 8, Seven Edition, 2008.

ZIPSER, E. J. et al. Where are the most intense thunderstorms on earth? **Bulletin of the American Meteorological Society**, v. 87, p. 1057-1071, 2006.

EDF Norte Fluminense

ANEXO-7.2.7-2

DIAGNÓSTICO DA QUALIDADE DO AR

Ecologus
Engenharia Consultiva

Fevereiro, 2020
Rev. 00

Versão 3.0

Diagnóstico da Qualidade do Ar

UTE Norte Fluminense 2

Macaé ▪ RJ

2020
fevereiro

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 3
1.1. POLUENTES ATMOSFÉRICO 4
1.1.1. Dióxido de Enxofre (SO_2) 4
1.1.2. Monóxido de Carbono (CO) 5
1.1.3. Dióxido de Nitrogênio (NO_2) 5
1.1.4. Ozônio (O_3) 5
1.1.5. Material Particulado (PTS, PM_{10} e $PM_{2.5}$) 6
1.1.6. Chumbo (Pb) 7
1.1.7. Fumaça 8
2. ÁREA DE ESTUDO 9
3. DADOS DE QUALIDADE DO AR 11
4. RESULTADOS 15
4.1. Monóxido de Carbono (CO) 15
4.2. Dióxido de Nitrogênio (NO_2) 18
4.3. Ozônio (O_3) 21
4.4. Dióxido de Enxofre (SO_2) 24
4.5. Partículas Inaláveis (PM_{10}) 26
4.6. Partículas Totais em Suspensão (PTS) 28
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS 31
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 32

1. INTRODUÇÃO

De forma a atender os requisitos para o licenciamento ambiental, este estudo visa caracterizar e diagnosticar a qualidade do ar no município de Macaé – RJ, local onde se pretende licenciar e instalar a Usina Termelétricas NF2 (UTE NF2).

Segundo o CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA), a resolução vigente que dispõe sobre os Padrões de Qualidade do Ar para no País é a CONAMA N° 491/2018 (http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=740). Além de dispor sobre os padrões, a CONAMA 491/2018 define alguns conceitos que são importantes para a interpretação e aplicação desta resolução. A seguir a definição de tais conceitos.

Poluente atmosférico: "qualquer forma de matéria em quantidade, concentração, tempo ou outras características, que tornem ou possam tornar o ar impróprio ou nocivo à saúde, inconveniente ao bem-estar público, danoso aos materiais, à fauna e flora ou prejudicial à segurança, ao uso e gozo da propriedade ou às atividades normais da comunidade"

Padrão de qualidade do ar: "um dos instrumentos de gestão da qualidade do ar, determinado como valor de concentração de um poluente específico na atmosfera, associado a um intervalo de tempo de exposição, para que o meio ambiente e a saúde da população sejam preservados em relação aos riscos de danos causados pela poluição atmosférica".

Padrões de qualidade do ar Intermediários -PI: "padrões estabelecidos como valores temporários a serem cumpridos em etapas".

Padrão de qualidade do ar final -PF: "valores guia definidos pela Organização Mundial da Saúde –OMS em 2005".

Sendo assim, são apresentados na Tab 1 os poluentes, seus respectivos padrões de qualidade do ar e períodos de exposição regulamentados na CONAMA 491/2018.

Com relação à origem dos poluentes, são classificados como primários e secundários, em que os poluentes primários são aqueles emitidos diretamente pelas fontes de emissão. Por exemplo, o Monóxido de Carbono (CO) emitido diretamente pelos veículos e indústrias. Já os secundários são aqueles formados na atmosfera como produto de alguma reação química entre poluentes e/ou outros constituintes, podendo a reação ser fotoquímica ou não. Um exemplo de poluente exclusivamente secundário é o ozônio (O_3).

Tab 1 Padrões de Qualidade do Ar estabelecidos na CONAMA 491/2018.

Poluente	Tempo de exposição	PI-1 ($\mu g \cdot m^{-3}$)	PI-2 ($\mu g \cdot m^{-3}$)	PI-3 ($\mu g \cdot m^{-3}$)	PF ($\mu g \cdot m^{-3}$)
Material Particulado MP_{10} ou PM_{10}	24 horas Anual[1]	120 40	100 35	75 30	50 20
Material Particulado $MP_{2,5}$ ou $PM_{2.5}$	24 horas Anual[1]	60 20	50 17	37 15	25 10
Dióxido de Enxofre (SO_2)	24 horas Anual[1]	125 40	50 30	30 20	20
Dióxido de Nitrogênio (NO_2)	1 hora Anual[1]	260 60	240 50	220 45	200 40
Ozônio (O_3)	8 horas[3]	140	130	120	100
Fumaça	24 horas Anual[1]	120 40	100 35	75 30	50 20
Monóxido de Carbono (CO)	8 horas[3]	---	---	---	10.000 (9 ppm)
Particulas Totais em Suspenção (PTS)	24 horas Anual[2]	--- ---	--- ---	--- ---	240 80
Chumbo (Pb)	Anual[1]*	---	---	---	0,5

1. média aritmética anual; 2. Média geométrica anual; e 3. máxima média móvel obtida no dia. * medido nas partículas totais em suspensão. PI – Padrões Intermediários e FP – Padrões Finais.

A seguir são descritos brevemente as principais características dos poluentes regulamentados pelas resoluções CONAMA monitorados na região de estudo.

1.1. POLUENTES ATMOSFÉRICO

1.1.1. DIÓXIDO DE ENXOFRE (SO_2)

É um gás incolor formado quando o enxofre (S) é exposto ao oxigênio em temperaturas elevadas durante a combustão de combustíveis fósseis, refino de petróleo, ou fundição de metais. Sua fonte primária inclui sistemas de aquecimento, usinas de geração termelétrica a carvão, refinarias de petróleo e fábricas de papel. Erupções vulcânicas são grandes fontes de emissões naturais e como partículas de sulfato do "spray" das ondas do mar. É tóxico em concentrações elevadas, mas os seus principais efeitos da poluição do ar estão associados com a formação de chuva ácida e aerossóis. Quando inalado em grandes quantidades, o dióxido de enxofre agrava problemas respiratórios tais como asma, bronquite e enfisemas. O dióxido de enxofre pode oxidar formando poluentes secundários, como: o trióxido de enxofre (SO_3) e o

altamente corrosivo ácido sulfúrico (H_2SO_4), este último por sua vez pode se depositar no solo pela chuva ou neve, ou ainda formar aerossol sulfato (SO_4) na atmosfera.

1.1.2. MONÓXIDO DE CARBONO (CO)

Gás venenoso incolor e sem odor; forma-se pela combustão incompleta de combustíveis que contém carbono (C). A principal fonte são os meios de transporte, juntamente com processos industriais e queima de biomassa. O monóxido de carbono pode ser removido do ar por microrganismos no solo, mas mesmo em pequenas quantidades este gás é perigoso. Dentre os efeitos do CO, tem-se: dor de cabeça, fadiga, sonolência ou até mesmo a morte.

1.1.3. DIÓXIDO DE NITROGÊNIO (NO_2)

É um gás altamente reativo que se forma principalmente quando o nitrogênio (N) reage com o oxigênio molecular (O_2) durante a queima de combustíveis em altas temperaturas ou descargas elétricas na atmosfera. O processo mais habitual deste composto inorgânico é a combustão em altas temperaturas. Entretanto, o NO_2 é comumente formado pela oxidação do óxido de nitrogênio (NO). Embora o dióxido de nitrogênio também seja produzido naturalmente pela ação de bactérias, sua concentração em meios urbanos é cerca de 10 a 100 vezes maior do que em áreas não urbanas. Em ambientes úmidos o dióxido de nitrogênio reage com o vapor d'água para produzir o ácido nítrico (HNO_3), uma substância que leva à chuva ácida. Em altas concentrações produz uma névoa marrom avermelhada que reduz a visibilidade local. A fonte principal dos óxidos de nitrogênio são os motores dos veículos, as industriais e as usinas termelétricas. Acredita-se que altas concentrações deste gás contribuam para problemas no coração e nos pulmões, assim como para diminuir a resistência do organismo às infecções respiratórias. Estudos feitos com animais sugerem que os óxidos de nitrogênio podem potencializar o espalhamento do câncer. No entanto, talvez uma das maiores preocupações atuais com o NO_2 seja sua participação no processo de produção do ozônio (O_3). Na atmosfera o NO_2 pode sofrer fotólise, produzindo oxigênio atômico (O) energizado que, por sua vez, pode reagir com o oxigênio molecular (O_2) produzindo ozônio.

1.1.4. OZÔNIO (O_3)

Dentre os principais poluentes atmosféricos, o ozônio pode ser considerado o mais importante dentre os secundários. É um gás incolor, oxidante, reativo e produzido naturalmente em quantidades traço na atmosfera. O alto poder de oxidação do ozônio o torna tóxico às plantas e pode causar danos consideráveis às espécies vegetais nativas e culturas agrícolas. Isso leva a uma redução na safra, influência no crescimento

e sobrevivência de mudas de árvores e aumento da susceptibilidade a doenças e pragas. Estima-se que nos Estados Unidos, o ozônio junto com alguns outros poluentes, sejam responsáveis por danos na produção agrícola em cerca de 1 a 5 bilhões de dólares (VALLERO, 2008). Na Europa os danos estimados são de 3 bilhões de euros (EEA, 2014). Ademais, respirar ozônio pode provocar uma variedade de problemas à saúde, incluindo dor no peito, tosse, irritação na garganta e congestão. Também leva o agravamento de doenças como bronquite, enfisema, e asma, além de reduzir a função pulmonar e inflamar o revestimento dos pulmões. De acordo com agência europeia de meio ambiente (*European Environment Agency* - EEA) apenas em 2011 morreram, prematuramente, cerca 26.000 pessoas na Europa devido a exposição a elevadas concentrações de ozônio (EEA, 2014).

1.1.5. MATERIAL PARTICULADO (PTS, PM_{10} E $PM_{2.5}$)

Material Particulado (MP ou na sigla em inglês PM) representa um grupo de partículas sólidas e líquidas que são pequenas o suficiente para permanecerem suspensas no ar, também conhecido como aerossol. As partículas em suspenção no ar possuem tamanhos, forma, composição química e propriedades ópticas diferentes, dependendo do processo de geração. A determinação da distribuição dos tamanhos das partículas é importante para diversos estudos, como o efeito do particulado nas mudanças climáticas ou na avaliação do risco devido à inalação das partículas (SEINFELD, 1986). O PM é usualmente classificado quanto ao seu tamanho. Partículas com diâmetro aerodinâmico inferior a 2,5 μm são denominadas partículas finas ($MP_{2.5}$ ou $PM_{2.5}$). Já partículas com diâmetro aerodinâmico inferior a 10 μm são denominadas partículas inaláveis (MP_{10} ou PM_{10}). Entretanto, todas as partículas com o diâmetro até 100 μm são denominados Partículas Totais em Suspensão (PTS). Quanto menor o PM, maiores os riscos à saúde, já que são suficientemente pequenas para penetrar nas defesas naturais dos pulmões.

As fontes de material particulado são diversas. As naturais incluem o sal marinho, poeira suspensa do solo, pólen, queima de biomassa, evaporação, respiração vegetal e cinza vulcânica. As fontes antropogênicas incluem combustão na geração de energia térmica, incineração, aquecimento doméstico, combustão veicular, bem como o desgaste veicular (pneu e freio) e estradas. Ao contrário dos outros poluentes apresentados o material particulado não é uma entidade química específica, mas é uma mistura de partículas com diferentes fontes e tamanhos, composições e propriedades.

Os efeitos do MP na atmosfera são diversos, influenciam a visibilidade, o balanço radiativo, o clima e a química da atmosfera, por exemplo. As partículas de aerossóis também servem como núcleos de condensação de nuvens, afetando a microfísica, bem

como o tempo de residência das nuvens. O transporte, deposição, a química e os efeitos radiativos das partículas dependem diretamente da sua composição química, da distribuição de tamanho e da morfologia das mesmas (ARTAXO et al., 2006).

O risco para a saúde humana devido à inalação de partículas depende não apenas da concentração, mas também do tamanho da partícula, que determina o local de sua deposição no trato respiratório e da composição química, que determina a sua solubilidade. Estudos indicam que os efeitos do material particulado sobre a saúde incluem: câncer respiratório, arteriosclerose, inflamação de pulmão, agravamento de sintomas de asma, aumento de internações hospitalares, podendo levar à morte (http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/qualidade-do-ar/poluentes-atmosf%C3%A9ricos). Altas concentrações de aerossóis é a maior causa de doenças cardiovasculares. Algumas das substâncias mais perigosas incluem fibras de amianto, arsênico e chumbo. Altas concentrações de chumbo podem causar danos no cérebro, convulsões e até morte.

1.1.6. CHUMBO (Pb)

É um metal denso e tóxico, que adquire coloração acinzentada quando exposto ao ar. As principais fontes de chumbo no ar são: o processamento de minério e metais, aeronaves com motor que operam com combustível composto por chumbo, incineradores de resíduos, fabricantes de baterias de chumbo-ácido. No entanto, as maiores concentrações de chumbo no ar são geralmente encontradas perto das fundições de chumbo (https://www.epa.gov/lead-air-pollution/basic-information-about-lead-air-pollution#how). De acordo com resolução CONAMA 491/2018, o monitoramento de chumbo na atmosfera deve ser realizado através da análise de composição das partículas totais em suspensão.

Uma vez absorvido pelo corpo, o chumbo se distribui pelo sangue e é acumulado nos ossos. Dependendo do nível de exposição, o chumbo pode afetar o sistema nervoso, a função renal, o sistema imunológico, os sistemas reprodutivos, e o sistema cardiovascular. A exposição ao chumbo também afeta a capacidade de transporte de oxigênio do sangue. Os efeitos mais comuns na população são neurológicos (principalmente em crianças) e efeitos cardiovasculares (por exemplo, pressão alta e doenças cardíacas) em adultos. Lactentes e crianças pequenas são especialmente sensíveis a níveis baixos de chumbo, que podem contribuir para problemas comportamentais, déficits de aprendizado e QI reduzido (https://www.epa.gov/lead/learn-about-lead#effects). Seu efeito para o meio ambiente pode resultar em diminuição das taxas de crescimento e reprodução em plantas e animais, além de efeitos neurológicos em vertebrados.

1.1.7. FUMAÇA

Segundo o site da CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo) a fumaça está associada ao material particulado suspenso na atmosfera, sendo um subproduto originário de processos de combustão (https://cetesb.sp.gov.br/ar/poluentes/). É resultado de uma combustão incompleta de qualquer material combustível. Sua composição é uma complexa mistura de gases e partículas finas produzidas na combustão. A maior ameaça à saúde causada pela fumaça se dá pelas partículas finas que podem penetrar profundamente nos pulmões. Ela pode causar uma série de problemas de saúde, desde irritação nos olhos, coriza, doenças cardíacas e pulmonares crônicas agravadas (https://www.epa.gov/pm-pollution/how-smoke-fires-can-affect-your-health). Além dos efeitos na saúde, a fumaça é responsável pela degradação da visibilidade atmosférica.

Apesar de ser tratada de forma distinta na resolução CONAMA 491/2018, atualmente não é comum encontrar um monitoramento específico para fumaça, sendo usualmente avaliada por meio do material particulado. De acordo com os padrões nacionais de qualidade do ar dos Estados Unidos, não há um padrão especifico para fumaça, sendo discutido dentro do contexto de material particulado (https://www.epa.gov/pm-pollution/how-smoke-fires-can-affect-your-health). Para o Brasil, não se tem conhecimento de abordagens aprofundadas sobre tal assunto. A própria CETESB cita que fumaça é um parâmetro auxiliar e só é utilizado em situações específicas definidas pelo próprio órgão ambiental.

Baseado no exposto, o presente estudo expande toda discussão sobre material particulado à fumaça, sendo tradados aqui indistintamente.

2. ÁREA DE ESTUDO

A representatividade espacial de um dado climático e/ou da qualidade do ar não é uma informação universal, uma vez que a validade desta representação é específica de cada região estudada. O que existem são recomendações quanto aos limites espaciais aceitáveis de um dado. Por exemplo, pode-se citar a Organização Mundial de Meteorologia (em inglês, World Meteorological Organization - WMO), que recomenda o limite de 100 km para um espaçamento entre estações de monitoramento climático (WMO, 2007).

Fatores como topografia, presença de edificações além do uso e cobertura do solo são determinantes para o estabelecimento da representatividade de um dado climático e da qualidade do ar. Além de tais fatores, a própria caracterização climática é um fator relevante para a representatividade de um dado da qualidade do ar. Ainda a respeito da qualidade do ar, em diversos lugares no mundo os aspectos fisiográficos vêm sendo utilizados no objetivo de se criar estratégias para a gestão da qualidade do ar. Uma estratégia interessante é a definição de sub-regiões com características dispersivas similares segundo os aspectos fisiográficos. A determinação destas sub-regiões é normalmente baseada no conceito de bacias aéreas. Por analogia ao conceito de bacia hidrográfica, em 1976 empregou-se pela primeira vez o termo Bacia Aérea no contexto de gestão espacial da qualidade do ar, originalmente em inglês “Airshed” (SOARES da SILVA e PIMENTEL, 2017). Conceitualmente, bacia aérea é uma parte da atmosfera, que se apresenta de maneira homogênea com respeito à dispersão dos poluentes. No entanto, especificamente para a região de Macaé, não se tem conhecimento sobre a existência de estudos de qualquer natureza definindo a representatividade e abrangência das estações meteorológicas e da qualidade do ar presentes na região em estudo. Dado o exposto, o presente diagnóstico considera como área de estudo um domínio de 50 x 50 km centrado na localização do empreendimento (Fig 1). Tal escolha é fundamentada nas limitações do modelo de dispersão atmosférica AERMOD, modelo este que é recomendado pelo próprio IBAMA e empregado neste EIA para avaliar a dispersão dos poluentes.

Fig 1 Mapa da área de estudo com as localizações das estações da qualidade ar.

3. DADOS DE QUALIDADE DO AR

O presente estudo baseia-se nos dados de monitoramento da qualidade do ar disponibilizados pelo Instituto Estadual do Meio Ambiente do Estado do Rio de Janeiro (INEA), por meio do endereço eletrônico http://200.20.53.25/qualiar/home/index. Na região em estudo, município de Macaé, verifica-se que há um total de quatro Estações automáticas de monitoramento da Qualidade do Ar (EQAr), são elas: Pesagro, Fazenda Severina, Fazenda Airis e Cabiúnas, cujas localizações são apresentadas na Fig 1. No que tange o cenário nacional de monitoramento da qualidade do ar (IEMA, 2014), Macaé pode ser considerada uma região privilegiada, visto que o município contempla quatro Estações automáticas de monitoramento da Qualidade do Ar (EQAr), com medidas horárias e contínuas de poluentes e parâmetros meteorológicos.

Assim como realizado para o diagnóstico climático, considerou-se todos os dados registrados durante o período de 2007 até 2018, isto é, os últimos 12 anos consecutivos disponíveis no site do INEA. Com exceção da EQAr Cabiúnas que iniciou sua operação em 2009, todas as outras três operavam desde 2007. A frequência de amostragem de todos os dados adquiridos é de 1 (uma) hora. Por questões de viabilidade e objetividade, considerou-se apenas os poluentes monitorados e regulamentos na resolução CONAMA, isto é: PTS, PM_{10}, NO_2, SO_2, CO e O_3. Das quatro estações de qualidade do ar consideradas, apenas a EQAr Cabiúnas monitora todos os poluentes citados. Salienta-se que não há monitoramento para os poluentes $PM_{2.5}$ e chumbo, entretanto, como o inventário de emissões do presente empreendimento demonstra que não há emissões ou são inapreciáveis para tais poluentes, não se realizou campanhas de monitoramento.

Em uma análise preliminar dos dados, constatou-se uma discrepância entre os valores de concentrações. Por exemplo, concentrações de ozônio na ordem de 1000 $\mu g \cdot m^{-3}$ durante à noite, que é improvável de ocorrer até mesmo no auge da disponibilidade radiativa (período diurno), e mais improvável ainda durante à noite quando este não é produzido, apenas consumido. Baseado no exposto, aplicou-se a técnica estatística *ZScore* sobre os dados, técnica usualmente empregada para remover *outliers* de série de dados (ANDERSON et al., 2007; NORMAN e STREINER, 2008). Basicamente a *ZScore* está fundamentada em quantos desvios padrões um determinado valor da série está distante da respectiva média desta série. Em diversas literaturas (ANDERSON et al., 2007; NORMAN e STREINER, 2008; entre outras) recomendam-se que se um determinado valor está distante em mais de 3 desvios padrões em relação a respectiva média da série, este dado deve ser tratado como um *outlier*, isto é, desconsiderado da série. Desta forma, considerou-se o valor de 3 desvios padrões como limite para determinar um *outlier*. Ademais, uma vez que os poluentes

apresentam um ciclo diurno bem definido, a técnica foi aplicada individualmente para cada poluente e horário, de modo que concentrações frequentemente baixas em determinados horários não interfiram na análise de *outliers* em períodos com concentrações elevadas, e vice-versa.

Como resultado do controle de qualidade aplicado sobre os dados, apresentam-se os resumos estatísticos de cada poluente monitorado em sua respectiva EQAr (Tab 2, Tab 3, Tab 4 e Tab 5). A partir de Tab 2, Tab 3, Tab 4 e Tab 5, pode-se destacar os elevados percentuais de dados ausentes para alguns poluentes em determinadas estações, sendo o percentual de 38,49% para NO_2 na EQAr Pesagro o maior percentual de ausências encontrado, seguido pelo CO, com de 35,77% na mesma estação, (Tab 5). Contudo, uma inferência direta sobre os dados da Pesagro possibilitou constatar que tal ausência significativa está principalmente relacionada ao ano de 2011. No que se refere aos dados inválidos, isto é, os que não atenderam o critério da técnica *ZScore*, verificaram-se raras ocorrências, de modo que o maior percentual foi de 1,26% para o poluente O_3 na EQAr Severina (Tab 2).

Tab 2 Resumo dos dados de qualidade do ar monitorados na EQAr Severina.

	Estação SEVERINA					
	CO µg/m³	SO2 µg/m³	NO2 µg/m³	O3 µg/m³	PM10 µg/m³	PTS µg/m³
Esperados	105 192	-	105 192	105 192	-	-
Registrados	64.23%	-	77.52%	84.35%	-	-
Válidos	**64.18%**	**-**	**76.31%**	**83.08%**	**-**	**-**
Inválidos*	0.05%	-	1.21%	1.26%	-	-
Ausentes	35.77%	-	22.48%	15.65%	-	-
Média	**584**	**-**	**4.53**	**43.95**	**-**	**-**
Desvio	365	-	3.06	21.68	-	-
Mínimo	0	-	0.00	0.00	-	-
1° Quartil	252	-	2.37	28.43	-	-
2° Quartil	550	-	3.80	40.53	-	-
3° Quartil	962	-	5.90	56.54	-	-
Máximo	**2 393**	**-**	**19.74**	**133.41**	**-**	**-**

Tab 3 Resumo dos dados de qualidade do ar monitorados na EQAr Airis.

	Estação Fazenda AIRIS					
	CO µg/m³	SO2 µg/m³	NO2 µg/m³	O3 µg/m³	PM10 µg/m³	PTS µg/m³
Esperados	105 192	-	105 192	105 192	-	-
Registrados	91.28%	-	80.99%	89.98%	-	-
Válidos	**90.79%**	**-**	**79.78%**	**88.86%**	**-**	**-**
Inválidos*	0.49%	-	1.21%	1.12%	-	-
Ausentes	8.72%	-	19.01%	10.02%	-	-
Média	**406**	**-**	**3.84**	**36.23**	**-**	**-**
Desvio	405	-	2.91	18.52	-	-
Mínimo	0	-	0.00	0.00	-	-
1° Quartil	160	-	1.83	22.56	-	-
2° Quartil	263	-	3.19	34.73	-	-
3° Quartil	424	-	5.08	47.09	-	-
Máximo	**1 763**	**-**	**31.40**	**117.83**	**-**	**-**

Tab 4 Resumo dos dados de qualidade do ar monitorados na EQAr Cabiúnas.

	Estação CABIÚNAS					
	CO µg/m³	SO2 µg/m³	NO2 µg/m³	O3 µg/m³	PM10 µg/m³	PTS µg/m³
Esperados	105 192	105 192	105 192	105 192	105 192	105 192
Registrados	69.86%	69.22%	69.71%	68.41%	64.79%	65.81%
Válidos	**69.82%**	**69.07%**	**68.53%**	**68.08%**	**63.87%**	**64.83%**
Inválidos*	0.04%	0.15%	1.18%	0.32%	0.93%	0.98%
Ausentes	30.14%	30.78%	30.29%	31.59%	35.21%	34.19%
Média	**368**	**7.95**	**5.46**	**43.41**	**15.43**	**30.48**
Desvio	365	4.85	3.92	20.87	13.36	21.08
Mínimo	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1° Quartil	206	4.71	2.61	28.11	6.00	17.00
2° Quartil	275	6.42	4.51	41.95	12.00	25.00
3° Quartil	435	11.29	7.28	56.89	21.00	37.00
Máximo	**37 277**	**136.22**	**29.09**	**126.93**	**97.00**	**174.00**

Tab 5 Resumo dos dados de qualidade do ar monitorados na EQAr Peságro.

	Estação Pesagro					
	CO µg/m³	SO2 µg/m³	NO2 µg/m³	O3 µg/m³	PM10 µg/m³	PTS µg/m³
Esperados	105 192	-	105 192	105 192	-	-
Registrados	69.62%	-	61.51%	62.80%	-	-
Válidos	**69.46%**	**-**	**60.71%**	**61.99%**	**-**	**-**
Inválidos*	0.16%	-	0.80%	0.81%	-	-
Ausentes	30.38%	-	38.49%	37.20%	-	-
Média	**426**	**-**	**6.03**	**40.16**	**-**	**-**
Desvio	336	-	4.57	19.01	-	-
Mínimo	0	-	0.00	0.00	-	-
1° Quartil	137	-	2.22	26.64	-	-
2° Quartil	343	-	5.40	37.90	-	-
3° Quartil	618	-	8.40	51.13	-	-
Máximo	**2 210**	**-**	**32.38**	**127.99**	**-**	**-**

4. RESULTADOS

Ainda que cada poluente seja avaliado em determinados períodos de exposição pela resolução CONAMA, de maneira complementar apresentam-se nesta seção gráficos de tendências horárias, mensais e anuais para cada poluente, objetivando identificar padrões e tendências caso existam.

4.1. MONÓXIDO DE CARBONO (CO)

No que tange a evolução horária durante o dia para o poluente CO (Fig 2), não se observa significativas variações de modo que fique evidente um padrão em qualquer que seja a estação de qualidade do ar. Uma hipótese que pode ser levantada para tal constatação é o fato de que as principais fontes de emissão de CO em Macaé não tem características urbanas associadas às emissões veiculares que, geralmente apresentam um ciclo horário bem definido. Quando comparadas as concentrações entre as quatro EQAr, fica evidente que a EQAr Severina registra as maiores médias horárias (cerca de 600 $\mu g \cdot m^{-3}$), o que corrobora com a hipótese levantada, uma vez que esta estação está localizada nas proximidades de dois complexos termoelétricos: Mario Lago e Norte Fluminense. Quanto ao notável pico médio de concentração às 00 horas local nas estações Severina e Pesagro, suspeita-se de um erro sistemático na medida, decorrente do mecanismo de auto calibração que geralmente é programado para este horário em estações de qualidade do ar. Salienta-se que por ser um erro sistemático, tais valores não são filtrados pela técnica *ZScore*.

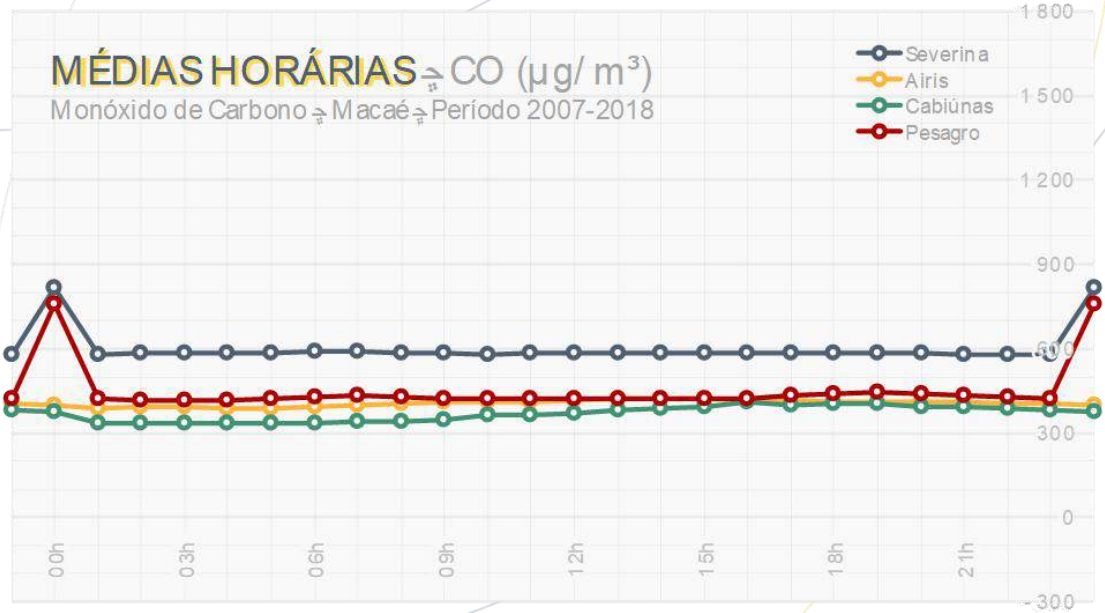


Fig 2 Médias horárias das concentrações de Monóxido de Carbono.

Quanto à variação mensal (Fig 3), nota-se uma suave tendência de maiores concentrações durante os meses da primavera e verão. De forma similar ao verificado para as médias horárias, as maiores médias mensais também foram obtidas para a estação Severina, assim como os intervalos das concentrações que se encontram entre 300 a 700 $\mu g \cdot m^{-3}$.

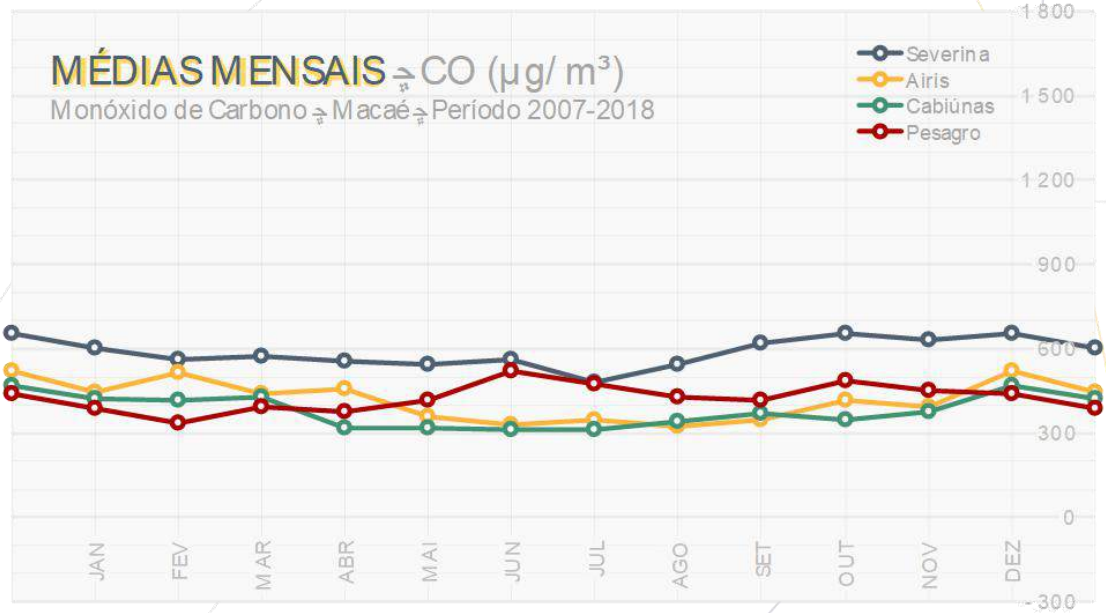


Fig 3 Médias mensais das concentrações de Monóxido de Carbono.

A evolução das concentrações médias anuais (Fig 4) evidenciam uma tendência geral de aumento nas concentrações durante os anos considerados, sendo superior a 150% nas EQAr Severina, Pesagro e Cabiúnas. No entanto, de maneira contrária, no ano de 2016 as concentrações diminuíram nas EQAr Severina, Pesagro e Cabiúnas. Um outro ponto que merece destaque é o pico isolado de concentração observado em 2008 na estação Airis, cerca de 1350 $\mu g \cdot m^{-3}$. Fato este que não pode ser explicado com as informações disponíveis para o presente estudo.

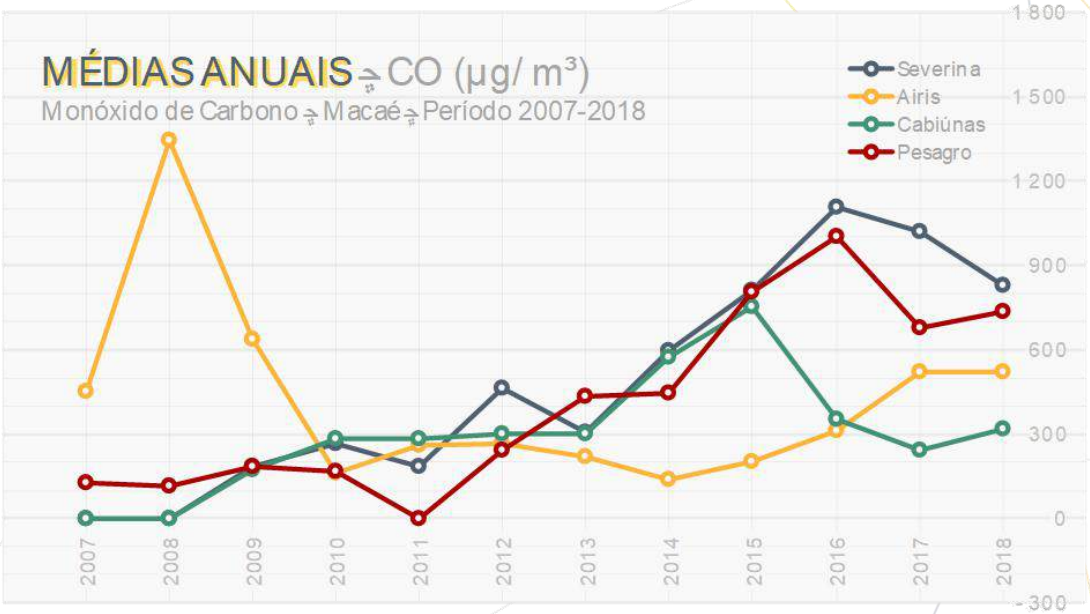


Fig 4 Médias anuais das concentrações de Monóxido de Carbono.

De modo a avaliar se houve ocorrências de ultrapassagens (violações) ao padrão estabelecido na resolução CONAMA 491/2018 para o poluente CO, apresenta-se na Tab 6 o número de ocorrências para todas as EQAr. Como pode ser observado na Tab 6, não se verificou ocorrências de violações para nenhuma estação de qualidade do ar. A máxima concentração média registrada em 8 horas foi de 5.266,48 $\mu g \cdot m^{-3}$ em Cabiúnas, aproximadamente 50% do limite para o poluente. Ressalta-se que não houve registros na EQAr Cabiúnas durante os anos de 2007 e 2008, além da ausência significativa de registros durante 2011 na EQAr Pesagro.

Tab 6 Avaliação das concentrações de CO segundo o Padrão de Qualidade do Ar CONAMA 491/2018.

	Monóxido de Carbono (CO) PQAr 10.000 µg/ m³ (8h)			
	Severina	Aires	Cabiunas	Pesagro
Violações	0.00	0.00	0.00	0.00
Média	584.63	412.05	368.69	427.22
Desvio	364.22	406.85	301.05	333.56
Mínimo	0.00	0.00	0.00	0.00
1° Quartil	253.31	160.28	210.37	140.25
2° Quartil	550.98	261.89	277.63	338.56
3° Quartil	961.70	423.61	422.18	616.81
Máximo	1751.68	1763.12	5266.48	2209.63
Percentil 99	1257.94	1501.44	1253.65	1171.05
Percentil 98	1215.01	1456.87	1006.07	1128.53
Percentil 95	1153.47	1383.45	832.90	1063.31
Percentil 90	1107.68	1286.57	732.73	1002.59

4.2. DIÓXIDO DE NITROGÊNIO (NO_2)

Analisando-se a tendência horária das concentrações de NO_2 (Fig 5), observam-se dois picos de concentração durante o dia em todas as EQAr. O primeiro por volta das 6 e 7 horas da manhã (de até 7 $\mu g \cdot m^{-3}$) e o segundo entre 18 e 19 horas (de até 8 $\mu g \cdot m^{-3}$). Diferente do verificado para o CO, este padrão de variabilidade indica forte relação das concentrações com emissões veiculares, visto que os horários de pico coincidem com os horários de maior trânsito de veículos, ou seja, no deslocamento para o trabalho e na volta para a casa. Este padrão relacionado com as emissões veiculares também é notado na EQAr Severina que se localiza próximo de usina termelétricas, contudo, com uma variabilidade mais suavizada que as demais EQAr. Observa-se também que em condições médias as concentrações são significativamente inferiores ao padrão horário deste poluente (260 $\mu g \cdot m^{-3}$). As maiores médias para cada hora do dia são registradas nas EQAr Cabiúnas e Pesagro, com valores aproximados de 8 e 7 $\mu g \cdot m^{-3}$, enquanto as menores na estação Airis. De maneira similar ao obtido para o poluente CO, suspeita-se de um erro sistemático na medida, decorrente do mecanismo de auto calibração que geralmente é programado para 00 horas em estações de qualidade do ar.

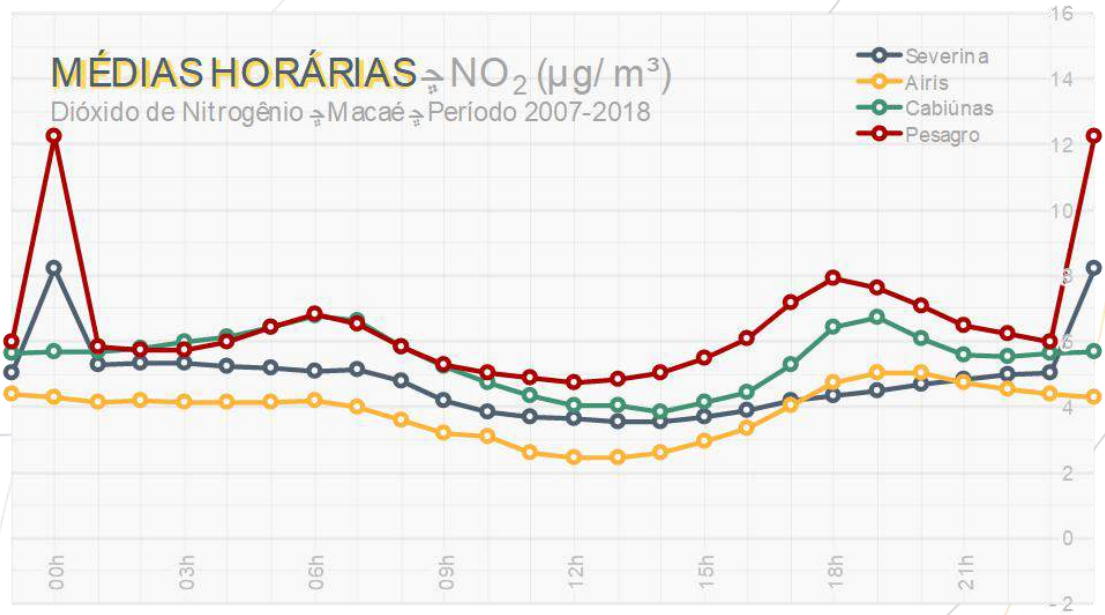


Fig 5 Médias horárias das concentrações de Dióxido de Nitrogênio.

No que tange à variação mensal (Fig 6), verifica-se que as concentrações médias oscilam entre 3 a 7 $\mu g \cdot m^{-3}$ nas quatros EQAr. Sendo as estações do outono e inverno as que registram as maiores médias mensais. Isto pode estar associado aos ventos mais fracos deste mesmo período, que estão citados no diagnóstico climático. Corroborando mais uma vez para a hipótese de que as emissões de CO estejam relacionadas com as termelétricas e as de NO_2 com as veiculares, verifica-se que as maiores concentrações

médias de NO_2 são monitoradas na EQAr Pesagro, que se encontra mais próxima do centro urbano de Macaé (Fig 1).

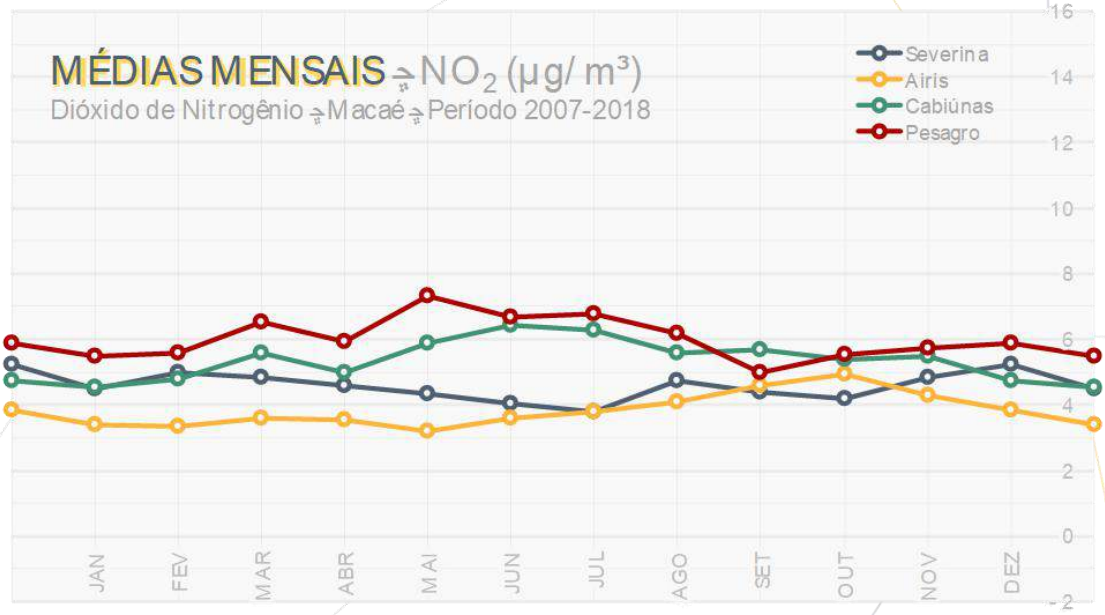


Fig 6 Médias mensais das concentrações de Dióxido de Nitrogênio.

Em relação à variabilidade interanual das concentrações (Fig 7), não é possível identificar uma tendência clara no período de estudo. Porém, pode-se destacar que durante os últimos três anos avaliados (2016, 2017 e 2018), houve um decréscimo das concentrações nas EQAr Pesagro, Cabiúnas e Airis. Uma hipótese que se levanta sobre isto é a associação com o forte declínio econômico de Macaé nestes últimos anos. Na mesma direção, ressalta-se que a única EQAr que não segue esta tendência de declínio é Severina, que conforme dito anteriormente, responde mais às emissões das usinas termelétricas do que às emissões urbanas. No que se refere aos quantitativos, as concentrações anuais variaram entre 2 a 9 $\mu g \cdot m^{-3}$, em que deve ser destacado a ausência de monitoramento durante os de 2007 e 2008 em Cabiúnas e em grande parte de 2011 na EQAr Pesagro.

Conforme a CONAMA 491/2018, o poluente NO_2 é avaliado para dois períodos de exposição: (1) horário, cujo limite vigente é de 260 $\mu g \cdot m^{-3}$; (2) anual, cujo limite vigente é de 60 $\mu g \cdot m^{-3}$. Por meio da Tab 7, que expõe o número de casos de violações aos padrões estabelecidos para o NO_2, é possível constatar que não foi identificado nenhum caso de violação para ambos os períodos de exposição. É importante expor que no relatório de Qualidade do Ar do INEA referente ao ano de 2009 observam-se dois casos isolados de ultrapassagens durante o ano de 2009 na EQAr Cabiúnas, porém, estes valores não atenderam ao critério da técnica *ZScore* do presente estudo. De maneira geral, a Tab 7 demonstra que as concentrações para NO_2 são significativamente inferiores ao padrão do respectivo poluente, visto que a máxima

obtida para o presente estudo foi de 32,38 $\mu g \cdot m^{-3}$ na EQAr, isto é, apenas 12% do padrão horário.

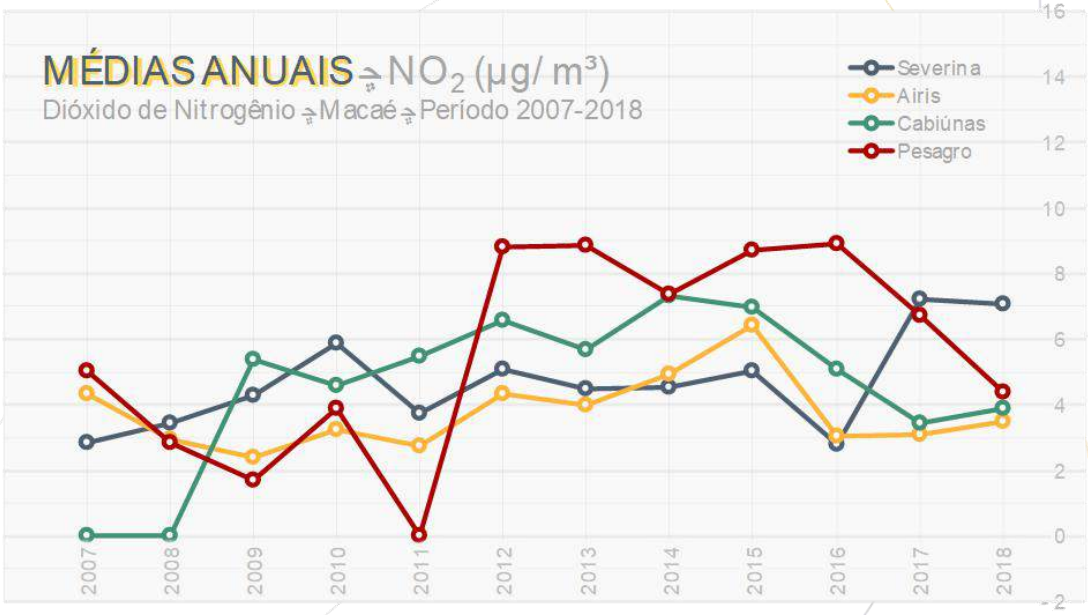


Fig 7 Médias anuais das concentrações de Dióxido de Nitrogênio.

Tab 7 Avaliação das concentrações de NO_2 segundo o Padrão de Qualidade do Ar CONAMA 491/2018.

	Dióxido de Nitrogênio (NO_2) µg/m³ PQAr 260 µg/m³ (1h)			
	Severina	Aires	Cabiunas	Pesagro
Violações	0.00	0.00	0.00	0.00
Média	4.53	3.84	5.46	6.03
Desvio	3.06	2.91	3.92	4.57
Mínimo	0.00	0.00	0.00	0.00
1° Quartil	2.37	1.83	2.61	2.22
2° Quartil	3.80	3.19	4.51	5.40
3° Quartil	5.90	5.08	7.28	8.40
Máximo	19.74	31.40	29.09	32.38
Percentil 99	14.63	13.54	18.45	20.27
Percentil 98	13.07	12.19	16.57	18.11
Percentil 95	10.85	9.78	13.48	14.80
Percentil 90	8.56	7.71	10.79	12.03

4.3. OZÔNIO (O_3)

Observa-se na Fig 8 a existência de um pico diário de concentração de ozônio entre às 13 e 16 horas em todas as EQAr. Este máximo observado é consequência da maior disponibilidade de radiação solar neste período do dia. Uma vez que o ozônio é produto da fotólise do NO_2, há uma estreita relação com a disponibilidade radiativa. Durante este pico de concentrações médias, observa-se que os maiores valores ocorrem para as EQAr Cabiúnas e Severina, aproximadamente 65 $\mu g \cdot m^{-3}$, enquanto as menores na estação Airis, com pico de aproximadamente 55 $\mu g \cdot m^{-3}$. Conforme pode ser constatado na Fig 8, as concentrações decrescem substancialmente no período noturno, fato este devido a ausência de radiação solar. Quanto à abrupta diferença entre às 00 e 01 hora local na Pesagro, repete-se a suspeita de um erro sistemático decorrente do mecanismo de auto calibração.

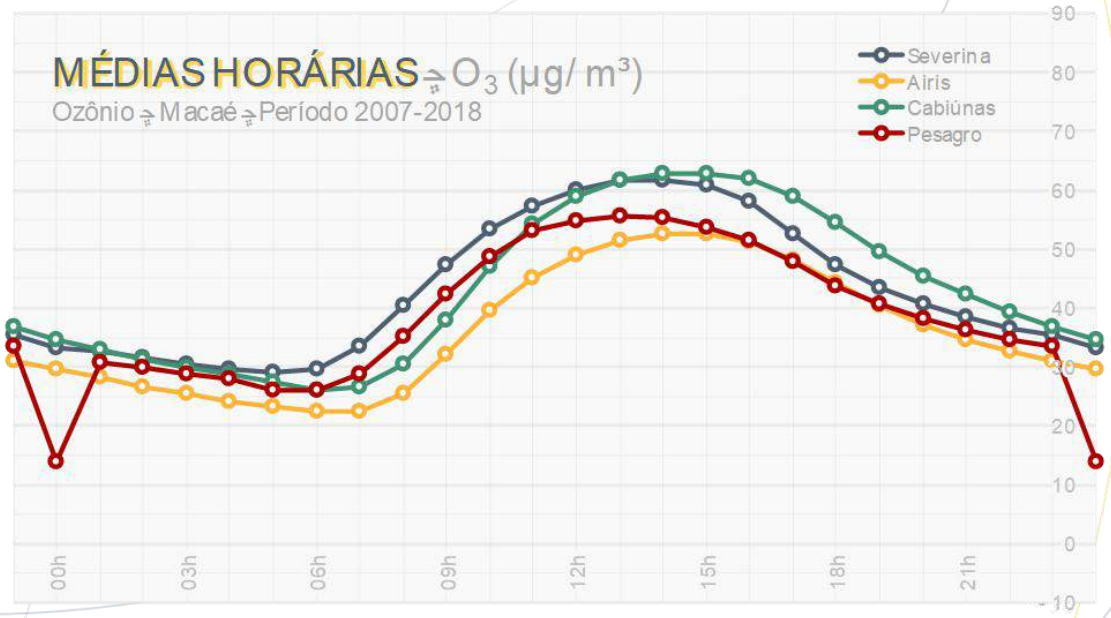


Fig 8 Médias horárias das concentrações de Ozônio.

No que tange à variação mensal (Fig 9), o que chama mais atenção é a não correlação das maiores estações com as maiores médias de radiação verificadas no diagnóstico do clima. Conforme apresentado na seção do clima, a maior média mensal de radiação ocorre durante o mês de fevereiro, justamente o mês com as menores médias mensais de ozônio. Uma possível explicação para tal fato intrigante é de que a variabilidade sazonal de radiação não seja tão significativa de modo a se tornar fator limitante na produção de ozônio durante as estações frias. Por outro lado, considerando a climatologia mensal de precipitação, se verifica uma correlação dos meses com os menores índices chuva, isto é, agosto e setembro, com os meses de maiores médias mensais de ozônio. Levando a acreditar que o regime de precipitação nesta região pode ser determinante nas concentrações do ozônio, uma vez que nuvens

densas bloqueiam mais a radiação que chega à superfície terrestre, além da chuva "lavar" a atmosfera dos precursores necessários para a formação do ozônio.

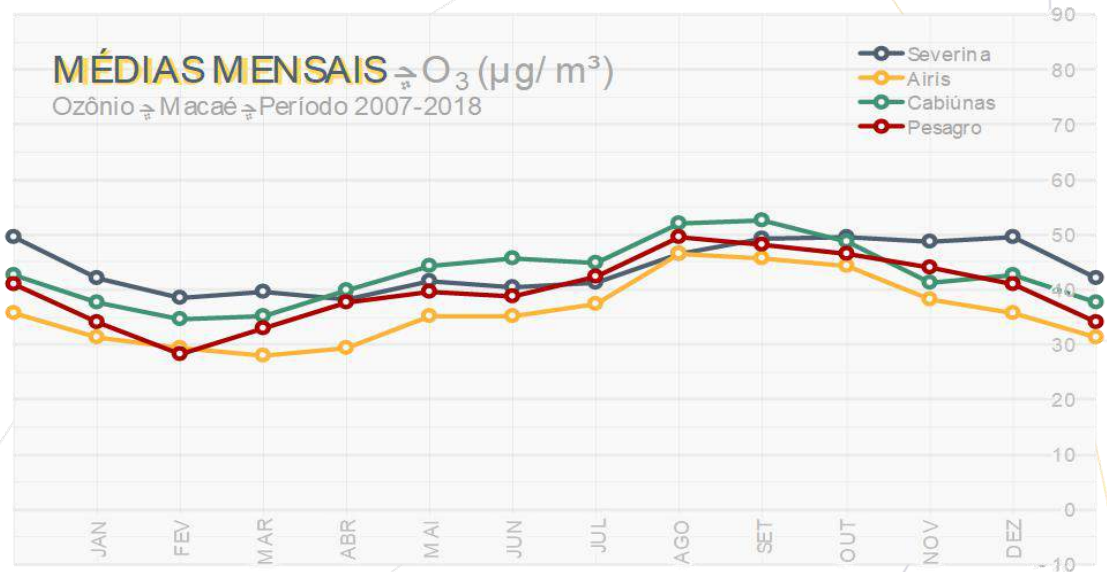


Fig 9 Médias mensais das concentrações de Ozônio.

Na evolução interanual das concentrações de ozônio (Fig 10) não são observadas tendências para este poluente. No entanto, observa-se para o ano de 2009 as maiores médias anuais nas EQAr Cabiúnas e Severina, enquanto para o mesmo ano também se constata a menor média anual para a estação Airis. Isto é um indício de que o ozônio em Macaé é significativamente dirigido pelas condições locais específicas de microescala. É importante reforçar a ausência de monitoramento durante os de 2007 e 2008 em Cabiúnas e em grande parte de 2011 na EQAr Pesagro.

De acordo com a CONAMA 491/2018, o poluente O_3 é avaliado apenas para o período de exposição em 8 horas, cujo limite é de 140 $\mu g \cdot m^{-3}$. Por meio das informações apresentadas na Tab 8 constata-se que não há nenhuma ocorrência de ultrapassagem ao padrão de qualidade do ar. Contudo, vale notar que a máxima concentração obtida foi de 132,76 $\mu g \cdot m^{-3}$ na EQAr Severina, valor este próximo do limite recomendável. É importante mencionar que de acordo com os últimos relatórios de qualidade do ar do INEA foram registradas ocorrências de violações ao padrão do ozônio, contudo, em todos os relatórios as análises foram realizadas sob a luz da revogada resolução CONAMA 03/90, que avalia em período de exposição de 1 hora e não 8 horas como a vigente CONAMA 491/2018. Ademais, reitera-se que o presente estudo aplicou a técnica *ZScore* para remover *outliers* das séries, uma vez que foram verificados dados inconsistentes com o conhecimento sobre tais poluentes.

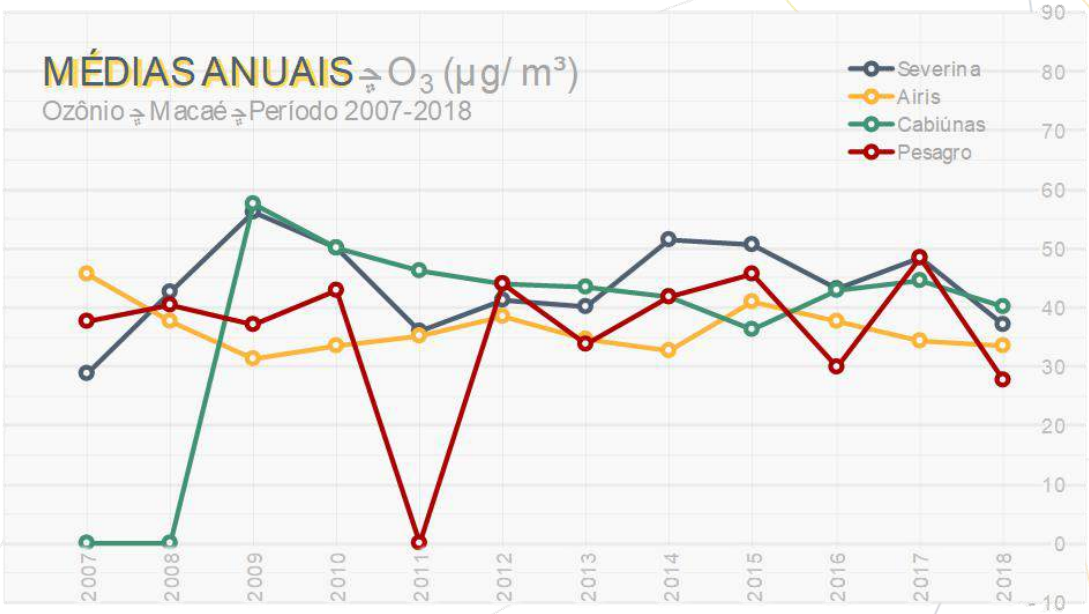


Fig 10 Médias anuais das concentrações de Ozônio.

Tab 8 Avaliação das concentrações de O_3 segundo o Padrão de Qualidade do Ar CONAMA 491/2018.

	Ozônio (O_3) µg/ m³ PQAr 140 µg/ m³ (8h)			
	Severina	Aires	Cabiunas	Pesagro
Violações	0.00	0.00	0.00	0.00
Média	44.08	36.55	43.67	40.25
Desvio	19.98	16.69	18.26	17.37
Mínimo	0.00	0.00	0.00	0.00
1° Quartil	30.09	24.60	30.79	28.33
2° Quartil	41.12	35.04	42.53	38.22
3° Quartil	55.23	46.27	55.40	49.94
Máximo	132.76	117.32	121.94	127.99
Percentil 99	104.82	84.83	91.54	92.53
Percentil 98	96.75	77.49	84.83	83.99
Percentil 95	81.92	66.61	75.59	72.05
Percentil 90	70.43	58.24	67.68	62.83

4.4. DIÓXIDO DE ENXOFRE (SO_2)

No que se refere à variabilidade durante as 24 horas do dia, apresenta-se na Fig 11 às concentrações médias para cada hora dia monitoradas na EQAr Cabiúnas, a única com monitoramento para tal poluente. De maneira geral, não são observadas variações horárias significativas nas concentrações de SO_2, em que os níveis se mantem entre 7 e 8 $\mu g \cdot m^{-3}$ durante todo o dia. Assim como verificado para o poluente CO, as concentrações deste poluente não estão associadas às emissões veiculares.

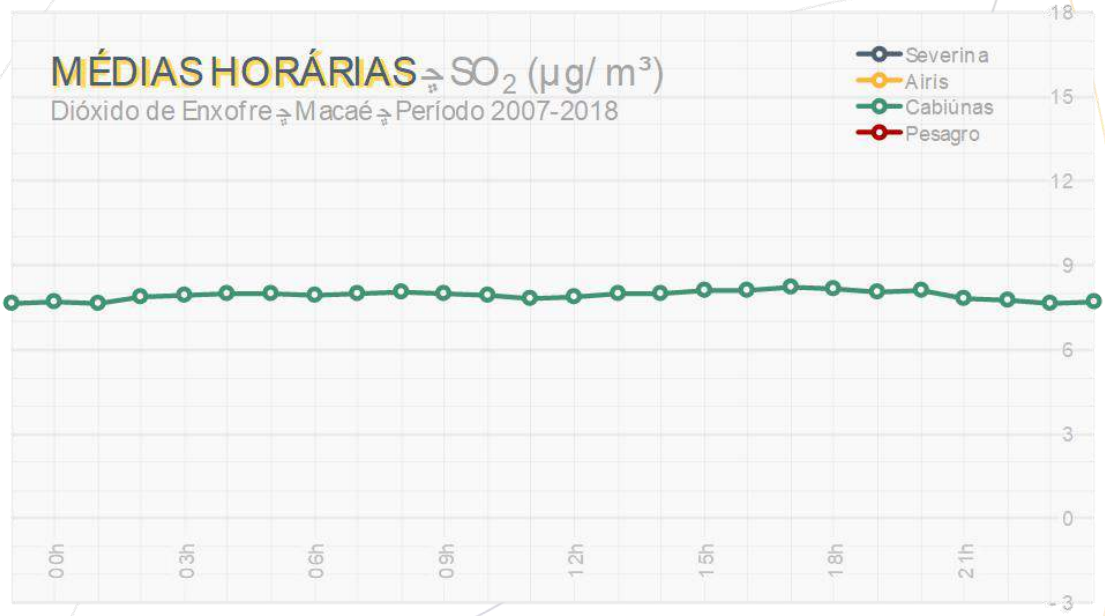


Fig 11 Médias horárias das concentrações de Dióxido de Enxofre.

Quanto à variação das concentrações médias mensais (Fig 12), nota-se que as maiores médias ocorrem durante os meses de agosto e setembro, com aproximadamente 9 $\mu g \cdot m^{-3}$. Congruentes com as discussões apresentadas para o ozônio, as maiores médias mensais ocorrem durante os meses com menores índices de precipitação pluviométrica. Fato este que pode estar associado à ausência do processo de deposição úmida.

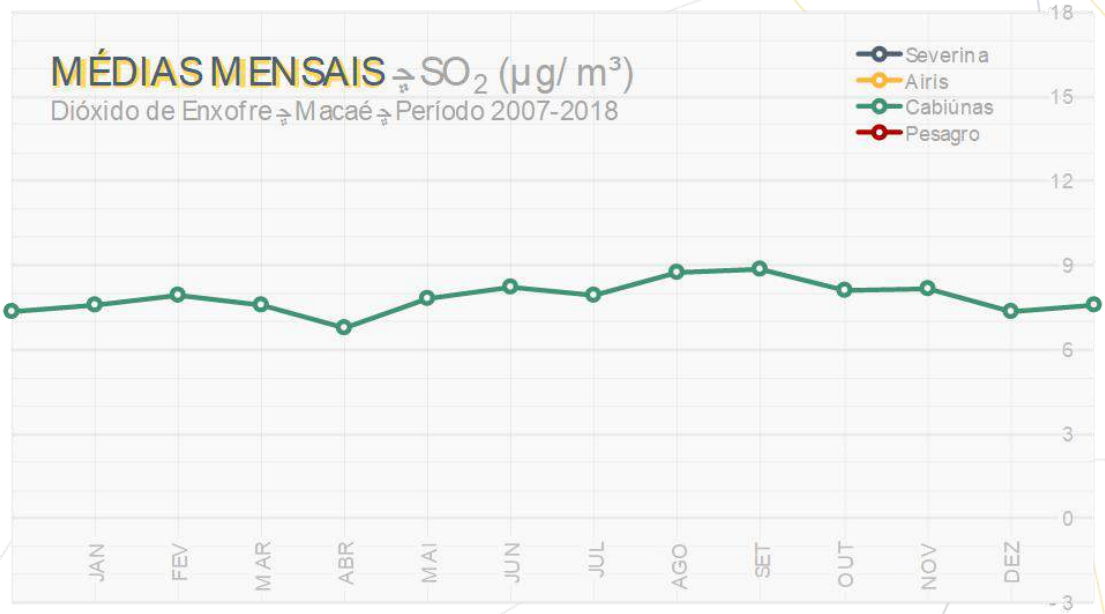


Fig 12 Médias mensais das concentrações de Dióxido de Enxofre.

Se desconsiderado os anos de 2007 e 2008 sem monitoramento, a tendência das concentrações médias anuais de SO_2 (Fig 13) evidencia um aparente ciclo de 5 anos em Cabiúnas que, possivelmente pode estar associado a fatores econômicos. Entretanto, nenhuma ultrapassagem foi constatada em relação padrão anual vigente, 40 $\mu g \cdot m^{-3}$, sendo a maior concentração inferior a 15 $\mu g \cdot m^{-3}$, registrada para o ano de 2014.

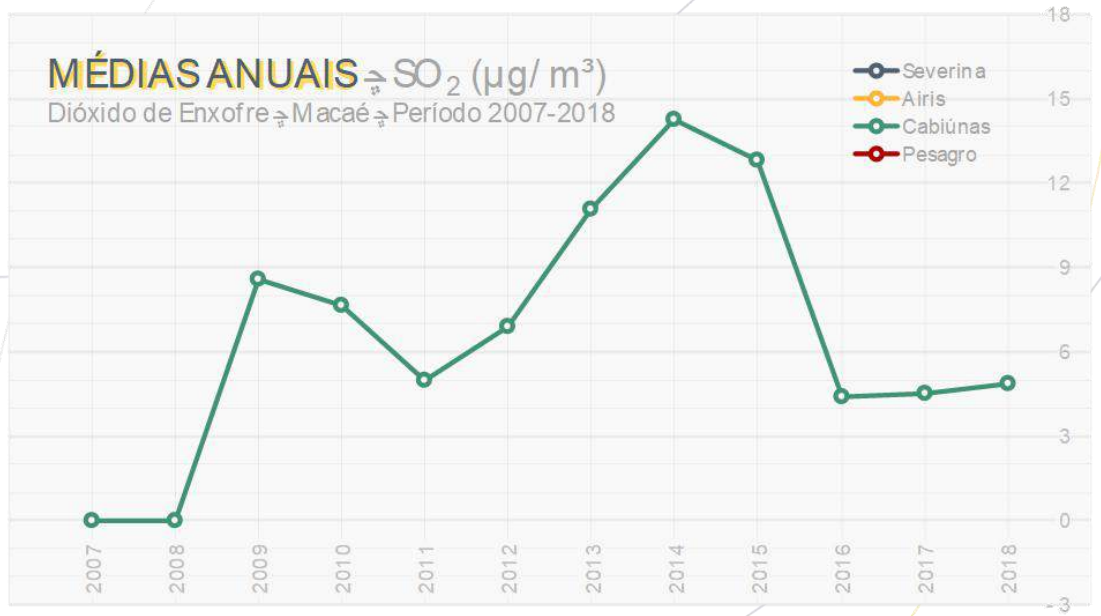


Fig 13 Médias anuais das concentrações de Dióxido de Enxofre.

O poluente SO_2 é avaliado para dois períodos de exposição segundo a CONAMA 491/2018, a exposição diária (média de 24 horas), cujo limite estabelecido é de 125 $\mu g \cdot m^{-3}$ e; exposição anual, cujo limite estabelecido é de 40 $\mu g \cdot m^{-3}$. Como pode ser verificado na Tab 9, a maior concentração constatada para o período médio de 24 horas foi de 59,96 $\mu g \cdot m^{-3}$, representando menos de 50% do respectivo limite vigente.

Tab 9 Avaliação das concentrações de SO_2, PM_{10} e PTS segundo os Padrões de Qualidade do Ar CONAMA 491/2018.

	SO_2 125 µg/ m³ (24h)	PM_{10} 120 µg/ m³ (24h)	PTS 240 µg/ m³ (24h)
	Cabiunas	Cabiunas	Cabiunas
Violações	0.00	0.00	0.00
Média	7.94	15.62	30.78
Desvio	4.50	9.39	13.51
Mínimo	0.00	0.00	0.00
1° Quartil	4.84	8.96	21.22
2° Quartil	6.37	14.14	28.70
3° Quartil	11.30	20.92	38.21
Máximo	59.96	84.50	144.50
Percentil 99	20.41	42.94	71.60
Percentil 98	18.98	38.87	64.00
Percentil 95	15.76	33.33	55.73
Percentil 90	14.00	28.30	48.92

4.5. PARTÍCULAS INALÁVEIS (PM_{10})

Da mesma forma que o poluente SO_2, o monitoramento de PM_{10} é realizado exclusivamente na estação de Cabiúnas. De acordo com os padrões vigentes na CONAMA 491/2018, o PM_{10} é avaliado para dois períodos de exposição. O diário (24 horas), cujo limite estabelecido é de 120 $\mu g \cdot m^{-3}$, e o anual, cujo limite é de 40 $\mu g \cdot m^{-3}$.

Quanto às tendências médias horárias (Fig *14*), constata-se que há uma significativa variabilidade. É possível notar que as concentrações de PM_{10} aumentam durante todo o período de atividades antrópicas. Ou seja, desde o fim da madrugada até às 18 horas, atingindo um pico médio de 23 $\mu g \cdot m^{-3}$. Depois deste período crescente de concentrações, observa-se uma queda abrupta nas concentrações do material particulado até às 4 horas da manhã, com médias aproximadas de 10 $\mu g \cdot m^{-3}$.

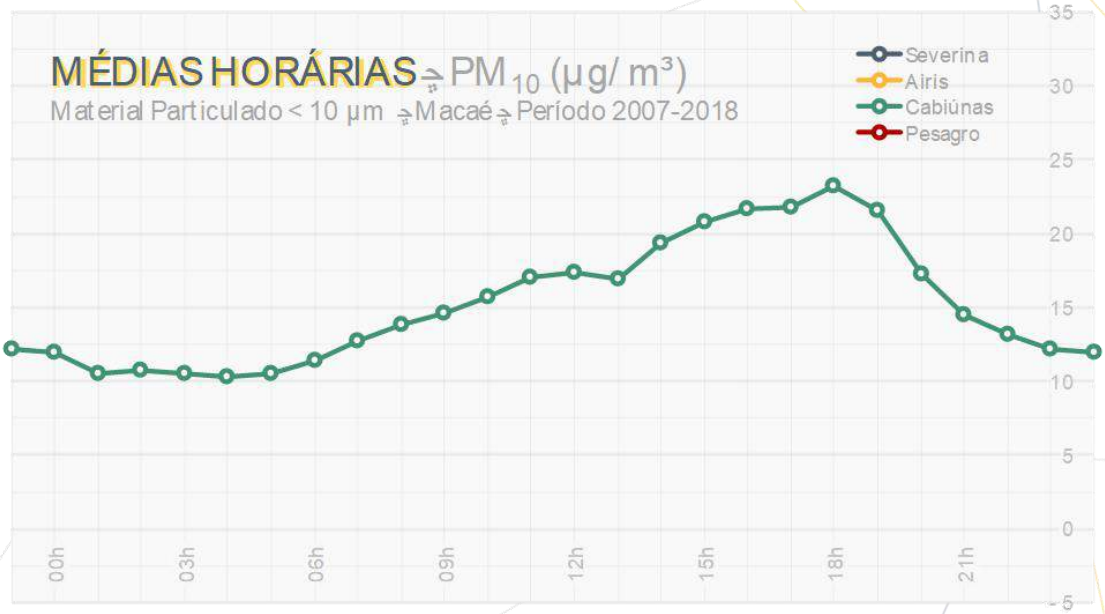


Fig 14 Médias horárias das concentrações de Partículas Inaláveis.

A variação mensal para partículas inaláveis (Fig 15) também demonstra uma certa relação inversa com o padrão de precipitação, onde os meses com as maiores concentrações médias mensais (agosto, setembro e outubro), concordam com os meses com os menores índices pluviométricos (agosto e setembro). Por outro lado, durante os meses mais chuvosos (novembro, dezembro e janeiro) verificam-se as menores concentrações médias. Fato este que reforça a importância do regime de precipitação em Macaé sobre as concentrações de PM_{10}.

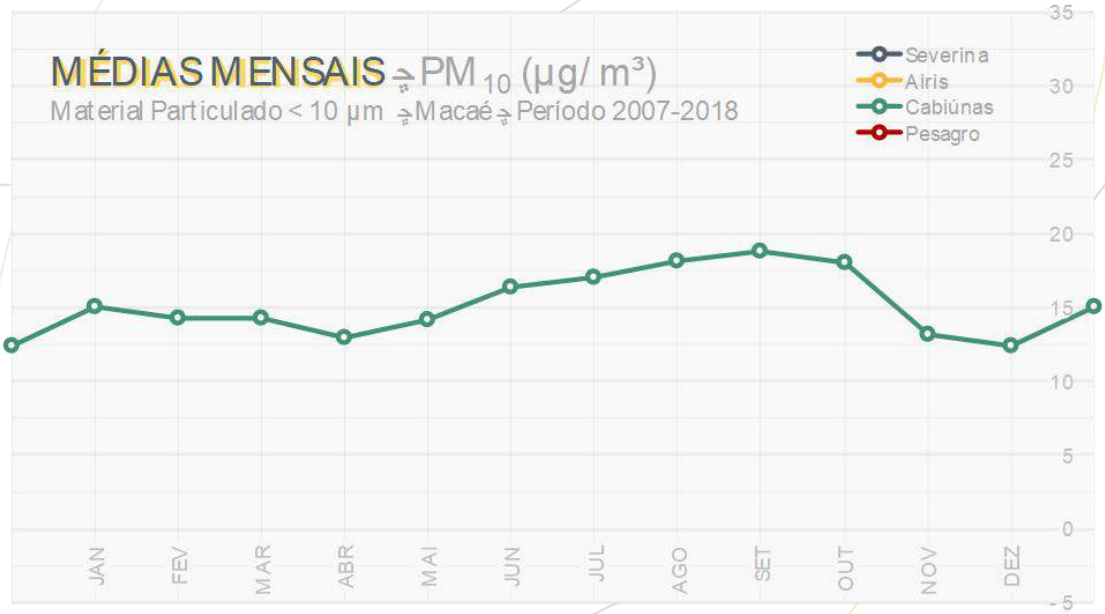


Fig 15 Médias mensais das concentrações de Partículas Inaláveis.

Em relação às tendências interanuais (Fig 16), o destaque é o decréscimo das concentrações durante os últimos anos considerados, registrando as menores médias dentre todos os 10 anos com monitoramento. Vale ressaltar que não houve ultrapassagens ao padrão anual vigente para material particulado, sendo a maior média anual inferior a 20 $\mu g \cdot m^{-3}$, menos de 50% do recomendável.

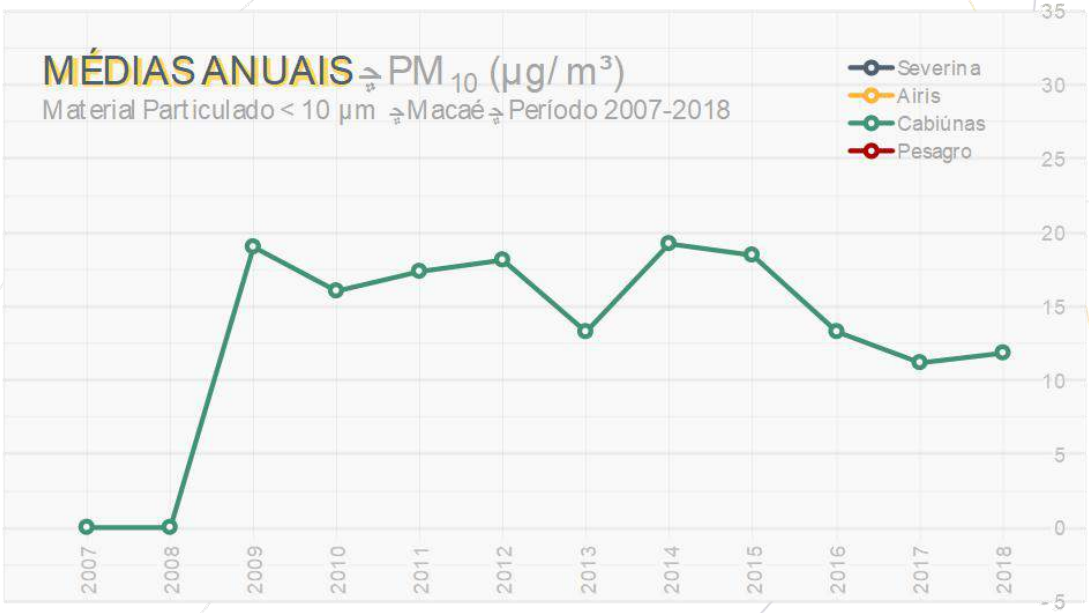


Fig 16 Médias anuais das concentrações de Partículas Inaláveis.

No que tange o padrão de curta exposição, média sobre 24 horas, também não foram constatados valores excedentes ao respectivo limite (Tab 9).

4.6. PARTÍCULAS TOTAIS EM SUSPENSÃO (PTS)

Assim como os poluentes SO_2 e PM_{10}, o monitoramento de PTS é realizado exclusivamente na estação de Cabiúnas. Conforme apresentado nas Tab 1, o PTS é avaliado para dois períodos de exposição. Média diária (24 horas), cujo limite estabelecido é de 240 $\mu g \cdot m^{-3}$. E média anual, cujo limite estabelecido é de 80 $\mu g \cdot m^{-3}$.

De maneira similar ao obtido para o poluente PM_{10}, constata-se que há uma significativa variabilidade horária de PTS (Fig 17). Essas concentrações de PTS aumentam durante todo o período de atividades antrópicas, ou seja, desde o fim da madrugada até às 18 horas, alcançando um pico médio de 45 $\mu g \cdot m^{-3}$. Ao passo que se observa uma queda abrupta nas concentrações a partir das 18 horas que se estende até às 4 horas da manhã, com médias próximas à 20 $\mu g \cdot m^{-3}$.

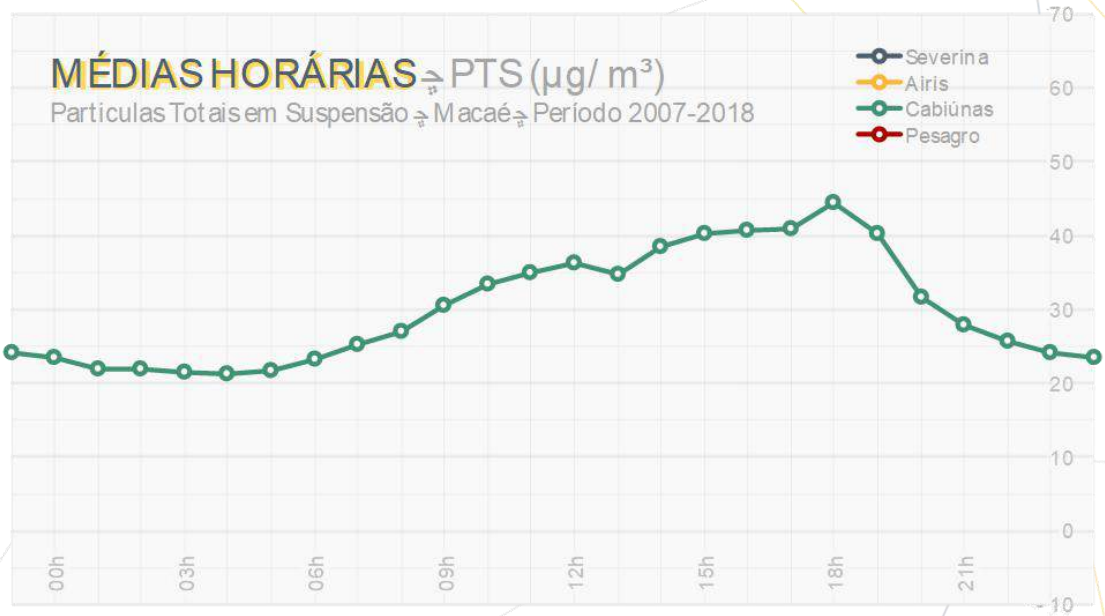


Fig 17 Médias horárias das concentrações de Partículas Totais em Suspensão.

A variação mensal também apresenta uma certa relação com o padrão de precipitação (vide diagnóstico do clima), onde os meses com as maiores concentrações médias (Fig 18), isto é, agosto, setembro e outubro, estão entre os meses com os menores índices pluviométricos. Enquanto nos meses mais chuvosos, novembro, dezembro e janeiro, constatam-se as menores concentrações médias mensais.

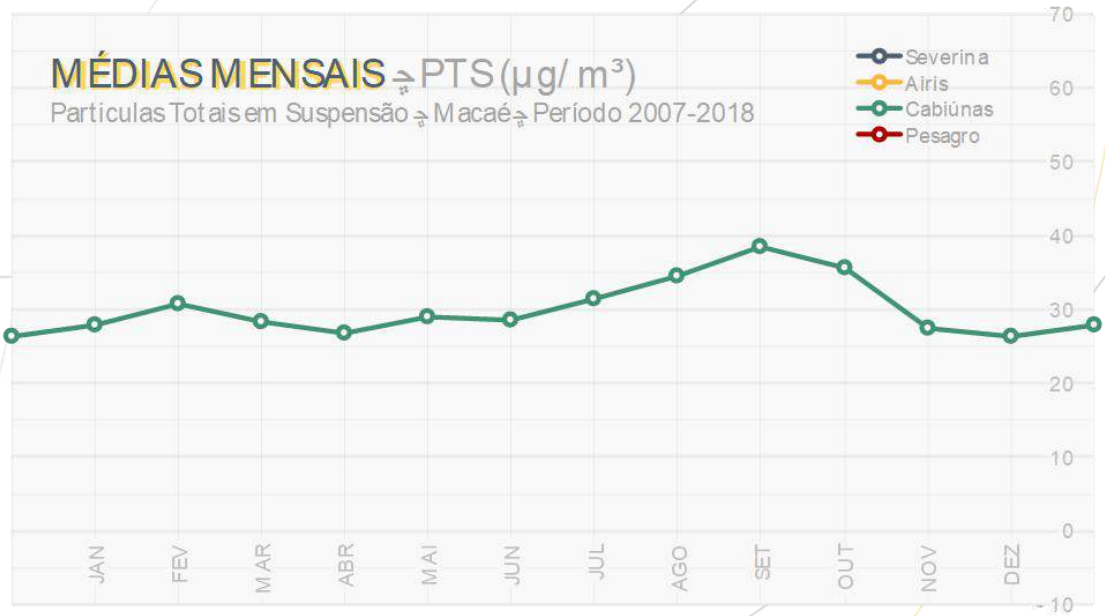


Fig 18 Médias mensais das concentrações de Partículas Totais em Suspensão.

Em relação às médias anuais (Fig 19) não se verifica nenhuma tendência sistemática para as PTS.

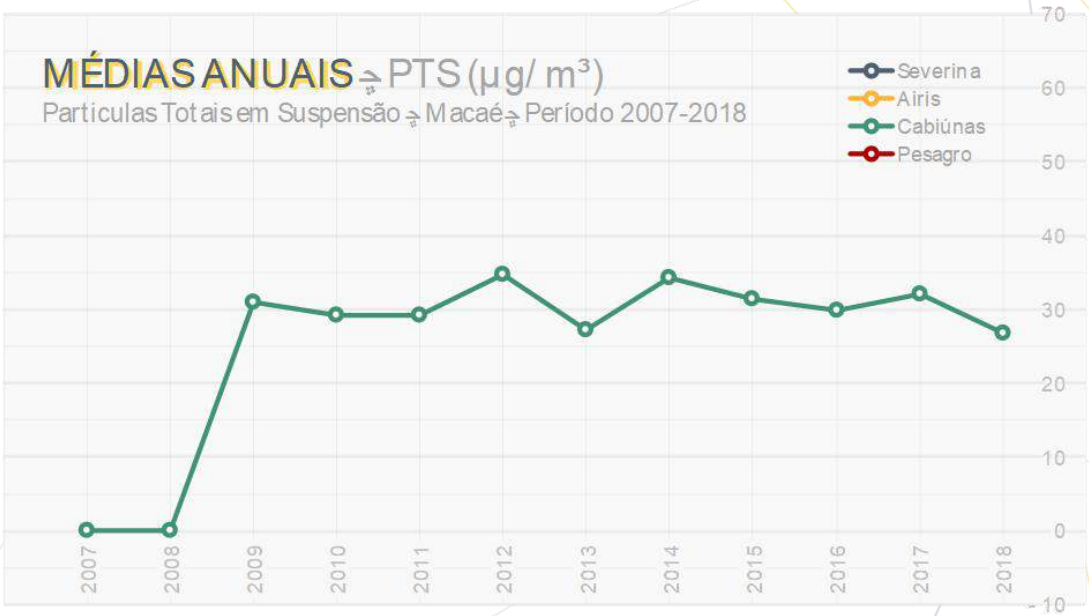


Fig 19 Médias anuais das concentrações de Partículas Totais em Suspensão.

De forma positiva, também não se verifica ocorrência alguma de concentrações excedentes aos padrões estabelecidos para as PTS (Tab 9).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise das concentrações de diversos poluentes atmosféricos coletados nas quatro estações de qualidade do ar do município de Macaé foi apresentada contemplando o período entre 01 de janeiro de 2007 e 31 de dezembro de 2018. Os resultados destas concentrações horárias foram apresentados e discutidos em médias horárias, mensais e anuais, de modo a permitir uma análise de tendência temporal. O período de 12 anos se é um período suficientemente longo para garantir que as concentrações apresentadas superem eventos pontuais de qualidade do ar e consigam representar as condições médias de dispersão daquela atmosfera local. Ressalta-se que até o presente momento não há monitoramento para os poluentes Chumbo e Material Particulado cujo diâmetro é inferior a 2,5 µm, poluentes estes que também estão contemplados na atual resolução CONAMA. Contudo, como não há emissões significativas destes poluentes associadas ao presente empreendimento, não foi necessário realizar campanhas de monitoramento.

No que tange às conformidades com os padrões de qualidade do ar estabelecidos pela Resolução CONAMA n. 491/2018, não foram constatadas ultrapassagens aos limites estabelecidos. Tal constatação demonstra que a área em estudo ainda não se encontrada saturada. No entanto, é sensato ponderar que as concentrações máximas obtidas para o poluente ozônio estão próximas do limite recomendável. Por se tratar de um poluente secundário, a dinâmica do ozônio é complexa e não linear, envolvendo diversos fatores, como: meteorológicos, tipo de vegetação presente, algumas espécies de Compostos Orgânicos Voláteis (COV) e os Óxidos de Nitrogênio. No tocante aos NO_X, que serão emitidos pelo o empreendimento, eles agem tanto como fonte quanto sumidouro de ozônio, dependendo, entre outros aspectos, da proporção entre estes e os COV verificada na região. Visto que o controle do ozônio é um problema que envolve não apenas um dado empreendimento, mas quase tudo que influencia a atmosfera local, sua gestão é uma tarefa que demanda dos órgãos de gestão ambiental a promoção de estudos aprofundados sobre a dinâmica do poluente na região para que se defina estratégias de gestão adequadas ao seu controle e redução.

Apesar de existir uma rede de monitoramento da qualidade do ar em Macaé, que não é realidade em diversas regiões do País, recomenda-se que a rede seja complementada de forma a contemplar todos os poluentes regulamentados. Ademais, acompanhando a tendência de instalação de novos empreendimentos na região, é importante que os órgãos competentes proponham estudos criteriosos a fim de avaliar a necessidade de ampliação da atual rede monitoramento.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDERSON, D.R; SWEENEY, D.J.; WILLIAMS, T.A.; FREEMAN, J.; SHOESMITH, E. **Statistics for Business and Economics**. Editora Thomson, 904 pp., 2007.

ARTAXO, P.; OLIVEIRA, P.H.; LARA, L. L.; PAULIQUEVIS, T. M.; RIZZO, L. V.; PIRES JUNIOR, C.; PAIXÃO, M. A.; LONGO, K. M.; FREITAS, S.; CORREIA, A. L. Efeitos climáticos de partículas de aerossóis biogênicos e emitidos em queimadas na Amazônia. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.21, n.3a, 168-22, 2006.

EEA – European Environment Agency. **Air Quality in Europe – 2014 report**. 2014.

IEMA – Instituto de Energia e Meio Ambiente (2014). **1° Diagnóstico da rede de monitoramento da qualidade do ar no Brasil**. 277 p. Disponível: http://www.energiaeambiente.org.br/documentos/diagnosticoQualidadedoAr-VersaoFinal-Std.pdf.

NIELSEN, D.M.; BELÉM, A.L.; MARTON, E.; CATALDI, M. Dynamics-based regression models for the South Atlantic Convergence Zone. **Clim Dyn** (2019) 52: 5527. https://doi.org/10.1007/s00382-018-4460-4

NORMAN, G.R.; STREINER, D. L. **Biostatistics: The Bare Essentials**. 3ª Edição, Editora People's Medical Publishing House, 393 ppp., 2008.

SEINFELD, J.H. **Atmospheric Chemistry and Physics of Air Pollution**. Wiley, New York. 1986.

SOARES da SILVA, M., PIMENTEL, L.C.G. Desafios e estratégias de controle da qualidade do ar em regiões metropolitanas. **Diversidade e Gestão**, v. 1, p. 107-127, 2017.

VALLERO, Daniel, A. **Fundamental of Air Pollution**. 4ª Edição. ISBN 978-0-12-373615-4. Academic Press is an imprint of Elsevier. pp. 967. 2008.

WMO – World Meteorological Organization. **Guide to the Global Observing System**. WMO-No. 488, Third Edition, 2007.

EDF Norte Fluminense

ANEXO-7.2.7-3
RUÍDO

Ecologus
Engenharia Consultiva

Fevereiro, 2020
Rev. 00

RELATÓRIO DE MEDIÇÃO DE PRESSÃO SONORA EM ÁREA EXTERNA

USINA TERMELÉTRICA NORTE FLUMINENSE S/A

TEC-7052-5840 – Rev. 02

– Janeiro/2020 –

Revisões				
Rev.	***Emissão***	***Autor***	***Aprovação***	***Alteração***
00	16/07/2019	Emerson Antunes	Marcelo A. Fontana	---
01	29/07/2019	Emerson Antunes	Marcelo A. Fontana	Item 4.1 – título das tabelas de resultados
02	29/01/2020	Gabriel Ferreira	Marcelo A. Fontana	Alteração do título do documento; Inclusão do mapa sonoro; Realocação da tabela de medição; e Revisão ortográfica

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 1
2. INFORMAÇÕES GERAIS 1
    2.1. CONTRATANTE 1
    2.2. SOBRE A AVALIAÇÃO 1
3. CONDIÇÕES GERAIS DA MEDIÇÃO 1
    3.1. PONTOS DE MEDIÇÃO 2
4. VALORES MEDIDOS 2
    4.1. NÍVEL DE PRESSÃO SONORA TOTAL 3
    4.2. NÍVEL DE PRESSÃO SONORA RESIDUAL 3
ANEXO A – GLOSSÁRIO EM TERMOS TÉCNICOS 5
ANEXO B –PONTOS DE MEDIÇÃO 6

1. INTRODUÇÃO

O presente relatório apresenta informações sobre o nível de pressão sonora residual na região de interesse para futura construção da unidade EDF - Norte Fluminense 2, e tem como objetivo de atender às exigências para elaboração dos Estudos de Impacto Ambiental (EIA) e respectivo Relatório de Impacto Ambiental (RIMA).

2. INFORMAÇÕES GERAIS

2.1. CONTRATANTE

- Empresa: **EDF – NORTE FLUMINENSE**
- Contato Técnico do Projeto: Fernando Medina

  (21) 3974-6146 – fernando.medina@edfnf.com.br
- Contrato Número: 022927-R4/19 – Contrato:44952

2.2. SOBRE A AVALIAÇÃO

- Empreendimento: **UNIDADE TERMOELÉTRICA NORTE-FLUMINENSE 2**
- Endereço: Rodovia BR-101, próximo ao Km161, Macaé – RJ
- Fontes consideráveis de ruído: EDF Norte-Fluminense, UTE Mário Lago e Rodovia BR-101

3. CONDIÇÕES GERAIS DA MEDIÇÃO

- Data das medições: 27, 28 e 29 de junho de 2019
- Período de medição: Diurno e noturno
- As medições foram realizadas em 02 dias da semana e em 01 dia de final de semana.
- Pela 10.151 em dias úteis e sábado, o período diurno se inicia as 7:01 h e se estende até as 21:59 h. No domingo e feriado se inicia as 9:01 h e se encerra no mesmo horário. O período noturno compreende o horário complementar.
- O tempo de medição nos pontos S07, S08 e S09 foi de 02 horas, nos demais pontos o tempo foi de 07 a 10 minutos, sendo este suficiente para caracterizar os níveis e suas variações temporais no ambiente avaliado, e sua indicação sempre é apresentada nas tabelas de medição.

3.1. PONTOS DE MEDIÇÃO

- Os pontos de medição foram selecionados pelo contratante de forma a cobrir o entorno do terreno do futuro empreendimento, conforme identificados no Anexo B e na Tabela 1.
- O medidor ficou posicionado, com a face do diafragma apontado para o interior do terreno; perpendicular ao sentido de propagação da onda sonora.
- O microfone foi posicionado de modo que ficasse afastado a pelo menos 2 m de paredes, muros, superfícies refletoras; entre 1,2 e 1,5 m do solo.
- A Tabela 1 indica as coordenadas, utilizando o sistema GPS na projeção UTM, zona 24K, com elipsoide de referência SAD-69. E a localização em planta é observada na Figura 1.
- A nomenclatura "S" será adotada para pontos externos ao empreendimento.

Tabela 1: Localização dos Pontos de Medição

Ponto	*Localização*	*Descrição*	*Coordenadas*	
			Leste	*Sul*
S01	Externos	Na estrada que contorna o terreno, próximo à cerca divisória	206895.60	7529646.09
S02	Externos	Na estrada que contorna o terreno, próximo à cerca divisória	206415.65	7529458.25
S03	Externos	Próximo à cerca divisória	206419.37	7528974.98
S04	Externos	Na estrada que contorna o terreno, próximo à cerca divisória	206963.30	7529041.76
S05	Externos	Na estrada que corta a mata, próximo à cerca divisória	206086.24	7530099.23
S06	Externos	Próximo à cerca divisória	205376.58	7528747.04
S07	Externos	Final da Estrada da Virgem Santa, em frente à última residência	208945.58	7528641.02
S08	Externos	Em frente à 1ª residência	203329.08	7531439.08
S09	Externos	Próximo ao curral	203550.34	7531347.26
S10	Externos	----------	204724.82	7529623.62
S11	Externos	Alinhado à torre de transmissão de energia elétrica	205330.27	7530928.12

4. VALORES MEDIDOS

Os níveis de pressão sonora equivalente ($L_{Aeq,T}$), máximo (L_{AFmax}) e de dados estatísticos (L_{90}) são expressos em dB e arredondados para o inteiro mais próximo.

O campo "Ruídos observados" refere-se aos eventos sonoros que foram perceptíveis durante as medições, aparecendo em ordem decrescente em relação à intensidade de ruído observado no local

4.1. NÍVEL DE PRESSÃO SONORA TOTAL

Na medição do nível de pressão sonora total, estão presentes, simultaneamente ou não, o som específico (fonte sonora do empreendimento de interesse) e som residual (ruído ambiente).

Como o empreendimento ainda está na fase de projeto, não há som específico. Assim, todas as medições foram atribuídas ao som residual.

4.2. NÍVEL DE PRESSÃO SONORA RESIDUAL

O som residual (ruído ambiente) é aquele sem a presença do som específico (ruído da fonte) e sem a presença de sons intrusivos.

- Período Diurno:

Tabela 2: Nível de pressão sonora residual – Período diurno (dia de semana)

Período Diurno – Dia de Semana							
Pto.	***Data (dd/mm/aa)***	***Horário (hh:mm:ss)***	***Duração (hh:mm:ss)***	***Laeq,T***	***LAFmax***	***L90 dB(A)***	***Ruídos observados***
S01	28/06/2019	14:33:35	00:07:20	37,7	58,8	32,8	Vacas + Insetos + Vento na vegetação
S02	28/06/2019	12:27:27	00:07:20	40,9	49,4	38,2	Insetos
S03	28/06/2019	12:50:53	00:07:20	41	54,4	33,4	Insetos + Vento na vegetação
S04	28/06/2019	14:48:23	00:07:20	38	51,6	33,5	Insetos + Vento na vegetação
S05	28/06/2019	12:07:14	00:07:20	34	54,4	27,7	Insetos + Pássaros
S06	28/06/2019	14:15:34	00:07:20	44,2	52,8	42,7	Insetos
S07	28/06/2019	16:35:48	02:00:20	57,9	87,5	38,7	Veículos + Cães
S08	28/06/2019	11:34:21	02:00:20	54	89,9	41	Veículos + Rodovia BR 101
S09	28/06/2019	13:50:59	02:00:20	50,7	78,9	44,9	Veículos + Cães
S10	28/06/2019	15:18:51	00:07:20	42,2	69,4	36,7	Insetos + Vento na vegetação

Tabela 3: Nível de pressão sonora residual – Período diurno (dia de fim semana)

Período Diurno – Dia de Fim de Semana							
Pto.	***Data (dd/mm/aa)***	***Horário (hh:mm:ss)***	***Duração (hh:mm:ss)***	***Laeq,T***	***LAFmax***	***L90 dB(A)***	***Ruídos observados***
S01	29/06/2019	12:47:00	00:07:20	40,1	55,4	35,5	Insetos + Vento na vegetação + Pássaros
S02	29/06/2019	12:35:40	00:07:20	42,6	68,5	39,2	Insetos + Vento na vegetação
S03	29/06/2019	12:27:12	00:07:20	42,4	66,2	39,3	Insetos + Vento na vegetação
S04	29/06/2019	13:01:19	00:07:20	39,9	63,1	32,6	Pássaros + Vento na vegetação + Veículo
S05	29/06/2019	11:17:35	00:07:20	36,8	56,6	28,8	Insetos + Pássaros
S06	29/06/2019	12:10:27	00:07:20	40	60,7	36,7	Pássaros + Vento na vegetação
S07	29/06/2019	13:39:29	02:00:20	45,6	71,8	36,5	Veículo + Motobomba + Vento na vegetação
S08	29/06/2019	08:49:08	02:00:20	57,4	76	48,4	Veículo + Música em residência + Rodovia BR 101
S09	29/06/2019	09:05:01	02:00:20	51	71,9	48,8	Veículo
S10	29/06/2019	11:54:09	00:07:20	41,8	61,3	36	Pássaros + Vento na vegetação

- Período Noturno:

Tabela 4: Nível de pressão sonora residual – Período noturno (dia de semana)

Período Noturno – Dia de Semana							
Pto.	***Data (dd/mm/aa)***	***Horário (hh:mm:ss)***	***Duração (hh:mm:ss)***	***Laeq,T***	***LAFmax***	***L90 dB(A)***	***Ruídos observados***
S01	28/06/2019	00:36:06	00:07:20	52	67,6	49,5	Vacas + Insetos + Répteis
S02	28/06/2019	00:21:56	00:07:20	48	59,7	44,8	Insetos + Répteis
S03	28/06/2019	01:11:33	00:07:20	44,1	52,4	41,5	Insetos + Répteis
S04	28/06/2019	00:55:27	00:07:20	40,5	47,7	39,7	Insetos
S05	28/06/2019	02:24:14	00:07:20	38	52,8	30,9	Insetos
S06	28/06/2019	01:32:11	00:07:20	44	59,4	43,2	Insetos
S07	28/06/2019	20:18:06	02:00:20	57,2	87,7	39,6	Veículos + Cães
S08	27/06/2019	23:38:40	02:00:20	57,7	77,1	51,4	Veículo + Cães + Rodovia BR 101
S09	28/06/2019	02:44:40	02:00:20	54,1	61,3	52,4	Rodovia BR 101 + Insetos + EDF
S10	28/06/2019	23:58:50	00:07:20	48	58,2	47	Insetos + Vento na vegetação

Tabela 5: Nível de pressão sonora residual – Período noturno (dia de fim semana)

Período Diurno – Dia de Fim de Semana							
Pto.	***Data (dd/mm/aa)***	***Horário (hh:mm:ss)***	***Duração (hh:mm:ss)***	***Laeq,T***	***LAFmax***	***L90 dB(A)***	***Ruídos observados***
S01	29/06/2019	12:47:00	00:07:20	40,1	55,4	35,5	Insetos + Vento na vegetação + Pássaros
S02	29/06/2019	12:35:40	00:07:20	42,6	68,5	39,2	Insetos + Vento na vegetação
S03	29/06/2019	12:27:12	00:07:20	42,4	66,2	39,3	Insetos + Vento na vegetação
S04	29/06/2019	13:01:19	00:07:20	39,9	63,1	32,6	Pássaros + Vento na vegetação + Veículo
S05	29/06/2019	11:17:35	00:07:20	36,8	56,6	28,8	Insetos + Pássaros
S06	29/06/2019	12:10:27	00:07:20	40	60,7	36,7	Pássaros + Vento na vegetação
S07	29/06/2019	13:39:29	02:00:20	45,6	71,8	36,5	Veículo + Motobomba + Vento na vegetação
S08	29/06/2019	08:49:08	02:00:20	57,4	76	48,4	Veículo + Música em residência + Rodovia BR 101
S09	29/06/2019	09:05:01	02:00:20	51	71,9	48,8	Veículo
S10	29/06/2019	11:54:09	00:07:20	41,8	61,3	36	Pássaros + Vento na vegetação

GROM Acústica & Vibração
Marcelo A. Fontana Gomes
Eng. Mecânico / Seg. do Trabalho
CREA-RJ 135897/D

ANEXO A – GLOSSÁRIO EM TERMOS TÉCNICOS

- **RBC** – Rede Brasileira de Calibração
- **INMET –** Instituto Nacional Meteorologia
- **GPS** – Sistema de posicionamento global
- **UTM** – Universal Transverse Mercator
- $L_{Aeq,T}$ – Nível de pressão sonora equivalente contínuo equivalente em A e integrado em um intervalo de tempo *T*
- L_{AFmax} – Nível máximo de pressão sonora ponderada em A e em F
- **L90** – Dado estatístico (os níveis de ruído observados excedem o L90 em 90% do tempo)
- **PD** – Período diurno
- **PN** – Período noturno
- **Som Total** – Considera os sons de todas as fontes sonoras contribuintes, sejam elas específicas ou residuais, sem considerar o som intrusivo
- **Som Residual** – É o som típico do ambiente de avaliação, sem a presença das fontes de interesse e sem a presença de sons intrusivos.
- **Som Específico** – É o som produzido pela fonte de interesse objeto da avaliação, conceitualmente, é a subtração logarítmica entre o som total e o som residual.
- **Som Intrusivo** – É o som presente no ambiente que não é o objeto da avaliação, de natureza eventual, e que não retrata a condição acústica típica da região avaliada.

ANEXO B –PONTOS DE MEDIÇÃO

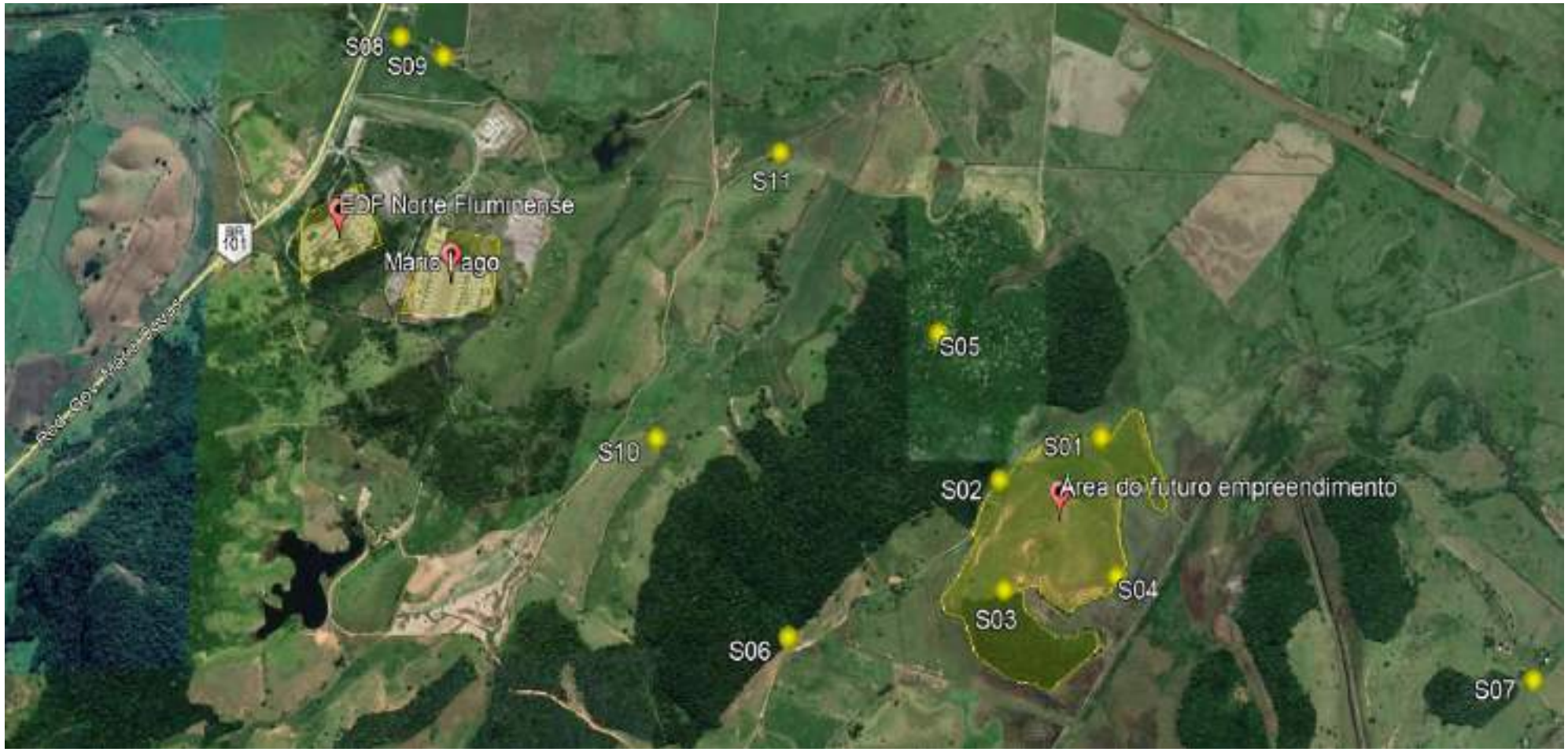


Figura 1: Indicação dos pontos de medição em planta (Imagem do terreno extraída do Google Earth)

ANEXO-7.3.2-1
PLANILHA DO CENSO - AMOSTRAGEM

Fevereiro, 2020
Rev. 00

	Nº	Espécie	DAP	DAP	DAP	DAP	DAP	DAP	DAP	DAP	DAP	DAP	DAP	Ht	Hc	Q	Fito		
CEN	1	Inga laurina (Sw.) Willd.	54,5											8	3	2	2		
CEN	2	Guarea guidonea (L.) Sleumer	24,9											7	3	2	2		
CEN	3	Guarea guidonea (L.) Sleumer	18,8	22,9										7	3	2	2		
CEN	4	Cecropia pachystachia Mart.	16,8	16,5										7	3,5	1	1		
CEN	5	Cecropia pachystachia Mart.	14											8	4	1	1		
CEN	6	Guarea guidonea (L.) Sleumer	34,5											8	3	2	2		
CEN	7	Guarea guidonea (L.) Sleumer	27,1											7	3,5	2	2		
CEN	8	Guarea guidonea (L.) Sleumer	26,2											7	3	2	2		
CEN	9	Xylopia sericea A.St.-Hil.	13,5											12	8	1	1		
CEN	10	Inga laurina (Sw.) Willd.	31,6	14,4	8,1	26,6	13,5	10,6						6	2,5	2	3		
CEN	11	Inga laurina (Sw.) Willd.	30											6	2,5	2	2		
CEN	12	Elaeis guineensis Jacq.	37											15	12	1	1		
CEN	13	Inga laurina (Sw.) Willd.	7,4											4	2	2	1		
CEN	14	Inga laurina (Sw.) Willd.	38,2											7	3	2	2		
CEN	15	Inga laurina (Sw.) Willd.	32,1	42										8	2,5	2	3		
CEN	16	Inga laurina (Sw.) Willd.	34	35,3	32,2									8	2,5	2	2		
CEN	17	Cordia aberrans I.M.Johnst.	9,6	8,9	8,4	7,2	7,7							8	2,5	2	2	x	
CEN	18	Inga laurina (Sw.) Willd.	33,2	12,6	25,4									8	3,5	2	3		
CEN	19	Myrsine ferruginea (Ruiz & Pav.) Spreng.	12,3											5,5	3,5	2	1	x	
CEN	20	Myroxylon peruiferum L.f.	19	15,1										7	3	1	1		
CEN	21	Machaerium hirtum (Vell.) Stellfeld.	11,8											4	2	1	2		
CEN	22	Machaerium hirtum (Vell.) Stellfeld.	23,5											6	3,5	1	1		
CEN	23	Machaerium hirtum (Vell.) Stellfeld.	16,2											5	6,5	2	1		
CEN	24	Machaerium hirtum (Vell.) Stellfeld.	13											5	3	2	2		
CEN	25	Machaerium hirtum (Vell.) Stellfeld.	41,5	28,2										10	6	2	1		
CEN	26	Machaerium hirtum (Vell.) Stellfeld.	27,4	17,5										8	6	2	3		
CEN	27	Machaerium hirtum (Vell.) Stellfeld.	28,8											7	5	1	2		
CEN	28	Machaerium hirtum (Vell.) Stellfeld.	21,5	13,4										7	4	1	2		
CEN	29	Machaerium hirtum (Vell.) Stellfeld.	26,1											8	4,5	2	1		
CEN	30	Machaerium hirtum (Vell.) Stellfeld.	31,6											10	5	2	1		
CEN	31	Alseis floribunda Schott	27,7	8,6	23	22,8	9,2	16,3	19,2	18,5				10	7	2	3	x	
CEN	32	Machaerium hirtum (Vell.) Stellfeld.	18,4											5	2,5	2	2		
CEN	33	Machaerium hirtum (Vell.) Stellfeld.	17											7	4	1	2		
CEN	34	Machaerium hirtum (Vell.) Stellfeld.	18,7											6	3,5	2	2		
CEN	35	Machaerium hirtum (Vell.) Stellfeld.	8,7											3,5	2,5	2	3		
CEN	36	Machaerium hirtum (Vell.) Stellfeld.	6,1											1,5	1	4	4		
CEN	37	Machaerium hirtum (Vell.) Stellfeld.	5,1											3,5	2	1	1		
CEN	38	Machaerium hirtum (Vell.) Stellfeld.	20											7	4	2	1		
CEN	39	Machaerium hirtum (Vell.) Stellfeld.	26,1											8	4	2	2		
CEN	40	Cestrum axillare Vell.	5,9	5,1										4	2	3	2	x	
CEN	41	Cecropia glaziovi Snethl.	7,3											4	4	4	4		dentro do lado - estimativa
CEN	42	Bactris setosa Mart.	30											4	4	4	4		dentro do lado - estimativa
CEN	43	Bactris setosa Mart.	30											4	4	4	4		dentro do lado - estimativa
CEN	44	Bactris setosa Mart.	30											4	4	4	4		dentro do lado - estimativa
CEN	45	Bactris setosa Mart.	30											4	4	4	4		dentro do lado - estimativa
CEN	46	Morta	30											9	4	4	4		dentro do lado - estimativa
CEN	47	Ficus gomelleira Kunth	50											9	8	2	3		dentro do lado - estimativa
CEN	48	Morta	29											7	2	4	4		dentro do lado - estimativa
CEN	49	Morta	24											7	7	4	4		dentro do lado - estimativa
CEN	50	Morta	15											2	2	4	4		dentro do lado - estimativa
CEN	51	Morta	13	14										5	3,5	4	4		dentro do lado - estimativa
CEN	52	Morta	22	20										5	5	4	4		dentro do lado - estimativa
CEN	53	Morta	23											3	3	4	4		dentro do lado - estimativa
CEN	54	Morta	26	23										5	5	4	4		dentro do lado - estimativa
CEN	55	Morta	8											4	4	4	4		dentro do lado - estimativa
CEN	56	Morta	8,7	7,5										4,5	4,5	4	4		dentro do lado - estimativa
CEN	57	Morta	7,6	12										5	2	4	4		dentro do lado - estimativa
CEN	58	Sparattosperma leucanthum (Vell.) K.Schum.	36											11	8	2	3		
CEN	59	Sparattosperma leucanthum (Vell.) K.Schum.	6,5											6	5	4	4		
CEN	60	Dilodendron bipinnatum Radlk.	26,6											7	4	3	1		
CEN	61	Morta	21,2											10	5	4	4		
CEN	62	Cecropia pachystachia Mart.	7,2											6	5	1	1		
CEN	63	Cupania vernalis Cambess.	12,2											7	3	2	2	x	
CEN	64	Morta	27,1											4	2	4	4		
CEN	65	Morta	20,4											3	1	4	4		
CEN	66	Morta	32,4											12	6	4	4		
CEN	67	Morta	5,2											5	2	4	4		
CEN	68	Andira anthelmia (Vell.) Benth.	36,7	23,3										9	6	2	2		
CEN	69	Morta	37,4											10	7	4	4		
CEN	70	Andira anthelmia (Vell.) Benth.	24,2	16,5	14,3	16								8	6	2	1		
CEN	71	Morta	32											6	4	4	4		
CEN	72	Inga lanceifolia Benth.	80,3											14	8	2	2	x	
CEN	73	Guarea guidonea (L.) Sleumer	29,9	24,4										12	6	1	2		
CEN	74	Cecropia pachystachia Mart.	15,2											10	7	1	1		
CEN	75	Morta	15,2	10,8										10	6	1	1		
CEN	76	Morta	14											7	7	4	4		
CEN	77	Aniba firmula (Nees & Mart.) Mez	18,3											10	4	1	1	x	
CEN	78	Xylopia sericea A.St.-Hil.	8,1											12	10	1	2		
CEN	79	Morta	21,5											16	12	4	4		

CEN	80	Morta	6,3										4	4	4	4			
CEN	81	Dalbergia nigra (Vell.) Allemão ex Benth.	31,3	62,7									15	10	2	2	DN_81		
CEN	82	Dalbergia nigra (Vell.) Allemão ex Benth.	33,7										15	10	2	2	DN_82		
CEN	83	Casearia commersoniana Cambess.	9,2	8,6									7	3,5	2	2			
CEN	84	Aniba firmula (Nees & Mart.) Mez	50										13	4	2	2			
CEN	85	Aniba firmula (Nees & Mart.) Mez	29,7	29									13	6	1	1			
CEN	86	Guarea guidonea (L.) Sleumer	36,6	16									12	6	2	2			
CEN	87	Xylopia sericea A.St.-Hil.	36,2										15	9	2	2			
CEN	88	Astronium graveolens Jacq.	11										3,5	2	1	2			
CEN	89	Peltophorum dubium (Spreng.) Taub.	70,1										15	8	3	3			
CEN	90	Aniba firmula (Nees & Mart.) Mez	16,8	12,3	17,2	8,6	12,5	5,4					8	4	2	3			
CEN	91	Morta	43,4	52,3									12	5	4	4			
CEN	92	Morta	8,7										4	3	4	4			
CEN	93	Eugenia involucrata DC.	9,1	5,6	8								5	2	2	3			
CEN	94	Aniba firmula (Nees & Mart.) Mez	22,1										10	5	2	2			
CEN	95	Aniba firmula (Nees & Mart.) Mez	13,4										7	4	2	2			
CEN	96	Aniba firmula (Nees & Mart.) Mez	14	9,2	10,4	28,6							8	4	1	2			
CEN	97	Xylopia sericea A.St.-Hil.	10,1										13	10	1	2			
CEN	98	Aniba firmula (Nees & Mart.) Mez	64	8,7	6,5	9							11	6	2	2			
CEN	99	Aniba firmula (Nees & Mart.) Mez	32										10	6	2	2			
CEN	100	Aniba firmula (Nees & Mart.) Mez	7										6	4,5	2	1			
CEN	101	Aniba firmula (Nees & Mart.) Mez	12,5	12,3									6	5,5	2	2			
CEN	102	Aniba firmula (Nees & Mart.) Mez	10,2	6,4									7	6	2	2			
CEN	103	Aniba firmula (Nees & Mart.) Mez	10,5	7,6									6	5	2	2			
CEN	104	Aniba firmula (Nees & Mart.) Mez	18,8	19,7	12								8	5	2	2			
CEN	105	Licania kunthiana Hook.f.	8,4										10	6	2	3			
CEN	106	Ficus gomelleira Kunth	23	16,2									13	7	1	1			
CEN	107	Guarea guidonea (L.) Sleumer	51,9										8	4	2	2			
CEN	108	Erythroxylum pelleterianum A.St.-Hil.	15,2	17									5	4	2	3			
CEN	109	Myrsine ferruginea (Ruiz & Pav.) Spreng.	12,3	7,3	5,4								5	3	2	1			
CEN	110	Aegiphila sellowiana Cham.	10,7	9									5	3	1	2			
CEN	111	Citrus Limonia Osbeck	10,1										3	1,5	2	2			
CEN	112	Guarea guidonea (L.) Sleumer	10,5	18,5									3	1,5	2	2			
CEN	113	Machaerium hirtum (Vell.) Stellfeld.	18,4										6	4	2	1			
CEN	114	Lecithys lurida (Miers) S.A.Mori	55	41									13	8	1	1	LL_114		
CEN	115	Swartzia flaemingii Raddi var. flaemingii	7,1										4	2	1	1	x		
CEN	116	Swartzia flaemingii Raddi var. flaemingii	9,1										5	2	1	1			
CEN	117	Albizia polycephala (Benth.) Killip	10,1										5	3	2	1			
CEN	118	Aniba firmula (Nees & Mart.) Mez	53,6										13	4	2	3			
CEN	119	Myroxylon peruiferum L.f.	10	10,9	9,8								5	4	2	2			
CEN	120	Myroxylon peruiferum L.f.	8,4	10									6	3,5	2	1			
CEN	121	Myroxylon peruiferum L.f.	8,5	7,5									3,5	2,5	2	2			
CEN	122	Cestrum axillare Vell.	12,2										3,5	2	2	2			
CEN	123	Aegiphila sellowiana Cham.	21,5	16,4									9	4	2	2			
CEN	124	Machaerium hirtum (Vell.) Stellfeld.	21,9	39,5									9	5	2	3			
CEN	125	Machaerium hirtum (Vell.) Stellfeld.	8,5	8,8									5	3	1	2			
CEN	126	Morta	21,4										3	3	4	4			
CEN	127	Alseis floribunda Schott	8,4	5,2	6,2	10,3	7,1						5	3	2	1			
CEN	128	Alseis floribunda Schott	18,6	9,5	16,5	7,5	13,4	8,5	8,3	24,2	14,6	18	18	8	3	2	2		
CEN	129	Heteropterys chrysophylla (Lam.) DC.	10										9	9	1	1	x		
CEN	130	Morta	6,1										3	2	4	4			
CEN	131	Alseis floribunda Schott	5,9										5	3	2	1			
CEN	132	Aegiphila sellowiana Cham.	48										3,5	1,5	3	3			
CEN	133	Myroxylon peruiferum L.f.	18,1	12,7									10	5	2	2			
CEN	134	Myroxylon peruiferum L.f.	12	7,5	7,5								6	3,5	2	2			
CEN	135	Myroxylon peruiferum L.f.	16,1	5,4									8	5	2	2			
CEN	136	Albizia polycephala (Benth.) Killip	19										10	6	1	1			
CEN	137	Myroxylon peruiferum L.f.	15,1	8,9									7	3	2	2			
CEN	138	Guarea guidonea (L.) Sleumer	30	7,7	19,5	17,7	16,9						7	4	2	2			
CEN	139	Myroxylon peruiferum L.f.	32,9	25,7									10	4	2	2			
CEN	140	Albizia polycephala (Benth.) Killip	38,3										13	4	2	2			
CEN	141	Albizia polycephala (Benth.) Killip	6,2										4	2	1	1			
CEN	142	Albizia polycephala (Benth.) Killip	27,1										8	4	2	2			
CEN	143	Albizia polycephala (Benth.) Killip	6,5										4,5	2,5	2	1			
CEN	144	Albizia polycephala (Benth.) Killip	20,4										9	4	2	2			
CEN	145	Myroxylon peruiferum L.f.	7,6										4	3	2	2			
CEN	146	Myroxylon peruiferum L.f.	6,5	6,1									4	2	2	2			
CEN	147	Myroxylon peruiferum L.f.	8	7,6									4	2	2	2			
CEN	148	Machaerium hirtum (Vell.) Stellfeld.	42,3										10	5	2	1			
CEN	149	Guarea guidonea (L.) Sleumer	42,3										7	4	2	3			
CEN	150	Machaerium hirtum (Vell.) Stellfeld.	42,3										7	4	2	2			
CEN	151	Anadenanthera colubrina (Vell.) Brenan	42,3	14,7									12	6	2	2			
CEN	152	Dalbergia nigra (Vell.) Allemão ex Benth.	42,3										6	3	2	1	DN_152		
CEN	153	Anadenanthera colubrina (Vell.) Brenan	42,3										12	8	2	3			
CEN	154	Machaerium hirtum (Vell.) Stellfeld.	42,3										6,5	4	1	1			
CEN	155	Machaerium hirtum (Vell.) Stellfeld.	42,3										7	5	2	2			
CEN	156	Machaerium hirtum (Vell.) Stellfeld.	42,3										6	3	2	1			
CEN	157	Dalbergia nigra (Vell.) Allemão ex Benth.	42,3	37,9	38	33,4	40						15	6	2	2	DN_157		
CEN	158	Dalbergia nigra (Vell.) Allemão ex Benth.	42,3										6	4	2	1	DN_158		
CEN	159	Dalbergia nigra (Vell.) Allemão ex Benth.	42,3										7	3	2	1	DN_159		

CEN	160	Dalbergia nigra (Vell.) Allemão ex Benth.	42,3					7	3	2	1	DN_160
CEN	161	Dalbergia nigra (Vell.) Allemão ex Benth.	42,3					7	3	2	1	DN_161
CEN	162	Dalbergia nigra (Vell.) Allemão ex Benth.	42,3					6	4	2	1	DN_162
CEN	163	Machaerium hirtum (Vell.) Stellfeld.	42,3					7	4	2	2	
CEN	164	Machaerium hirtum (Vell.) Stellfeld.	42,3					7	4,5	2	2	
CEN	165	Dalbergia nigra (Vell.) Allemão ex Benth.	42,3					5,5	3	2	1	DN_165
CEN	166	Dalbergia nigra (Vell.) Allemão ex Benth.	42,3	31,2	47,5	23,3	38	16	12	2	2	DN_166
CEN	167	Dalbergia nigra (Vell.) Allemão ex Benth.	42,3					5	3	2	1	DN_167
CEN	168	Dalbergia nigra (Vell.) Allemão ex Benth.	42,3					5	2,5	2	1	DN_168
CEN	169	Dalbergia nigra (Vell.) Allemão ex Benth.	42,3	5,5				6	3	2	1	DN_169
CEN	170	Machaerium hirtum (Vell.) Stellfeld.	42,3					7	5	2	2	
CEN	171	Machaerium hirtum (Vell.) Stellfeld.	42,3					6	4	1	2	
CEN	172	Machaerium hirtum (Vell.) Stellfeld.	42,3					6	4	2	2	
CEN	173	Machaerium hirtum (Vell.) Stellfeld.	42,3					6	2,5	2	2	
CEN	174	Machaerium hirtum (Vell.) Stellfeld.	42,3					6	2,5	2	2	
CEN	175	Machaerium hirtum (Vell.) Stellfeld.	42,3					6	5	2	2	
CEN	176	Machaerium hirtum (Vell.) Stellfeld.	42,3					9	4,5	2	2	
CEN	177	Dalbergia nigra (Vell.) Allemão ex Benth.	42,3					6	4	1	1	DN_177
CEN	178	Dalbergia nigra (Vell.) Allemão ex Benth.	42,3					13	8	3	3	DN_178
CEN	179	Dalbergia nigra (Vell.) Allemão ex Benth.	42,3					10	6	1	1	DN_179
CEN	180	Machaerium hirtum (Vell.) Stellfeld.	42,3	6	5			5	3	2	1	
CEN	181	Machaerium hirtum (Vell.) Stellfeld.	42,3	16,2	8			9	4	1	2	
CEN	182	Anadenanthera colubrina (Vell.) Brenan	42,3	5,8	8,3			6	4	2	1	
CEN	183	Lecithys lurida (Miers) S.A.Mori	42,3	24,5	14,8	59,3		14	8	1	1	LL_183
CEN	184	Aegiphila sellowiana Cham.	42,3	10,2				7	4	2	2	
CEN	185	Aegiphila sellowiana Cham.	42,3	16				6	3,5	2	3	
CEN	186	Aegiphila sellowiana Cham.	42,3					7	3	2	3	
CEN	187	Himatanthus bracteatus (A. DC.) Woodson	42,3	9,5				5	3	2	1	
CEN	188	Himatanthus bracteatus (A. DC.) Woodson	42,3	7				4	3	2	1	
CEN	189	Lecithys lurida (Miers) S.A.Mori	42,3	21				13	7	1	1	LL_189
CEN	190	Aegiphila sellowiana Cham.	42,3	8,3				3,5	2	2	3	

ANEXO 7.4-1-

✓ CARTA À ASSOCIAÇÃO DOS MORADORES DO ATERRADO DO IMBURO – AMAI

✓APRESENTAÇÃO NA REUNIÃO DO IMBURO

Ecologus
Engenharia Consultiva

Fevereiro, 2020
Rev. 00

EDF
Norte Fluminense

Rio de Janeiro, 15 de janeiro de 2020
UNF-L-NF2/AA 012

À

Associação dos Moradores do Aterrado do Imburo – AMAI
Macaé - RJ

Att.: Sr. Carlos José Gomes – Presidente da Associação de Moradores do Aterrado do Imburo

Ref.: Informação sobre o projeto da UTE Norte Fluminense 2.

Prezado Senhor,

A EDF Norte Fluminense (EDF NF) é proprietária do empreendimento UTE Norte Fluminense (UTE NF), situado junto à rodovia BR-101, na região do Brejo da Severina, onde opera desde 2004. Trata-se de uma usina termelétrica a gás natural, com potência de 826 MW, abastecida por um ramal de gasoduto que parte do GASDUC, em ponto próximo à rodovia RJ-168.

Atualmente, a empresa está em fase de planejamento para construção de uma nova usina termelétrica na região, chamada de UTE Norte Fluminense 2 (UTE NF2), tendo aberto processo de licenciamento ambiental junto ao IBAMA sob o número **02001.006482/2019-45**.

O projeto se localiza em terreno próximo à primeira UTE, com potência da ordem 1600 MW. Para o abastecimento de gás natural, será necessária a implantação de um novo gasoduto, uma vez que o ramal que abastece a UTE Norte Fluminense não possui capacidade para suprir o novo projeto.

Assim, vimos pela presente formalizar as informações prestadas à V.Sa., na qualidade de representante da Associação de Moradores do Aterrado do Imburo, relativas ao novo projeto termelétrico que a EDF Norte Fluminense pretende implantar na região do Brejo da Severina, no Distrito de Glicério – Macaé.

O novo gasoduto seguirá o mesmo traçado planejado para o empreendimento UTE Nossa Senhora de Fátima, desenvolvido pela empresa Natural Energia, conforme apresentado em reunião pública realizada em 19 de fevereiro de 2018 na Escola Municipal do Aterrado do Imburo e que teve sua Licença Prévia concedida pelo IBAMA no mesmo ano de 2018. A decisão de adotar o mesmo traçado visa aproveitar a mesma faixa de servidão planejada para aquele empreendimento, reduzindo com isso as interferências com o uso do solo na região.

Assim, o gasoduto consistirá basicamente em uma linha de dutos de aço enterrados, com caraterísticas similares àquela licenciada para a UTE Nossa Senhora de Fátima, sendo, portanto, sujeita ao mesmo tipo de interferências previstas para o gasoduto já licenciado, em especial aquelas decorrentes da proximidade do traçado com a Comunidade do Aterrado do Imburo.

Conforme já mencionado, tais interferências foram apresentadas e discutidas com a Comunidade do Aterrado do Imburo em 19 de fevereiro de 2018, por ocasião da preparação do Estudo de Impacto Ambiental – EIA da UTE Nossa Senhora de Fátima. As interferências se mantêm

Usina Termelétrica Norte Fluminense S.A.
CNPJ 03.256.663/0002-30
NIRE 33.3.0026266-1
Avenida Almirante Barroso, 52 – 17º andar
Rio de Janeiro – RJ
CEP: 20031-000

Tel.: +55 21 3974-6100
Fax: +55 21 2220-3998

www.edfnortefluminense.com.br

inalteradas, uma vez que as inspeções realizadas em novembro de 2019, pela equipe encarregada do EIA do novo projeto, não mostraram alterações relevantes na forma de organização ou no uso e ocupação do solo na região atravessada, em relação ao constatado no início do ano de 2018, quando se deu a reunião com a comunidade.

Releva destacar que a equipe atualmente envolvida na elaboração do EIA da UTE Norte Fluminense 2 é a mesma que preparou o EIA da UTE Nossa Senhora de Fátima, tendo por isso o conhecimento prévio das caraterísticas da Comunidade do Aterrado do Imburo, bem como das questões levantadas pela mesma em relação à sua convivência com a futura implantação do gasoduto. As principais questões levantadas e os esclarecimentos prestados na ocasião são destacadas a seguir, cabendo ressaltar que tais esclarecimentos são aplicáveis da mesma forma à UTE NF2:

- Segurança: houve questionamentos sobre a segurança do gasoduto e eventuais impactos no caso de uma explosão. Na ocasião foram dadas explicações sobre a delimitação, neste tipo de projeto, de uma faixa de segurança, a partir da qual não são esperados prejuízos à população na eventual ocorrência de acidentes. O traçado do duto é feito de maneira a guardar uma distância mínima das unidades prediais existentes na região atravessada, de maneira a que estas fiquem fora da faixa de segurança delimitada ao longo do duto.

- Melhorias no bairro: foi questionado se haveria melhorias no bairro em decorrência da implantação do gasoduto, em especial no que se refere ao sistema de abastecimento de água que, atualmente, ainda é feito em reservatórios coletivos, por meio de carros pipa. Foi esclarecido que, no processo de licenciamento, o empreendimento está sujeito ao pagamento de compensações ambientais. Contudo, compete ao órgão licenciador definir onde tais compensações devem ser aplicadas. O estudo de impacto ambiental deve, entretanto, apontar questões que orientem a definição da aplicação de recursos de compensação. No caso do aterrado do Imburo, foi apontada a ausência de saneamento básico como a principal necessidade da comunidade, fato que permanece inalterado até o presente.

- Contaminação do solo: foi questionado se o gasoduto promoverá contaminação do solo, dado que é sabido que o solo corrói a tubulação. Foi informado que o projeto do gasoduto prevê o envelopamento da tubulação em concreto para sua proteção, o que também será feito no caso do gasoduto da UTE Norte Fluminense 2.

- Seguro da obra: foi questionado se a obra possui seguro para fazer frente a danos a terceiros, o que foi confirmado pelo empreendedor na ocasião. Tal garantia também é prevista no empreendimento da UTE Norte Fluminense 2.

- Obrigatoriedade do evento: foi questionado se aquela reunião inicial era obrigatória, ao que foi esclarecido tratar-se de um aspecto metodológico do estudo de impacto ambiental, voltado à informação do público sobre o empreendimento e seus impactos e de consulta à população potencialmente mais afetada pelo mesmo, com vistas a conhecer sua percepção e expectativas. Entendemos que o conhecimento das percepções e expectativas da comunidade do Aterrado do Imburo, adquirido pela equipe do EIA na consulta realizado em fevereiro de 2018, se mantém atualizado e suficiente para elaboração dos estudos necessários ao presente processo de licenciamento. Principalmente, tendo em conta as informações recentemente obtidas pela equipe nos

Usina Termelétrica Norte Fluminense S.A.
CNPJ 03.258.983/0002-30
NIRE 33.3.0036366-1
Avenida Almirante Barroso, 52 – 17º andar
Rio de Janeiro – RJ
CEP: 20031-000

Tel.: +55 21 3974-6100
Fax: +55 21 2220-3998

www.edfnorteluminense.com.br

contatos com a representação da AMAI e nas vistorias de campo realizadas em novembro de 2019. Por outro lado, nas fases futuras do empreendimento, quando serão planejadas as ações para as obras, novas reuniões deverão ser realizadas, para detalhamento, em conjunto com a comunidade, das ações de comunicação, de mitigação e compensação de impactos e de orientação de segurança que irão compor os programas das fases de implantação e operação do empreendimento.

- Encaminhamento das solicitações: foi questionado a quem devem ser encaminhadas solicitações da comunidade feitas durante a reunião, ao que foi informado que tal encaminhamento pode ser feito ao IBAMA, como órgão licenciador e à prefeitura, que acompanha o processo licenciamento ambiental. No caso específico do empreendimento da UTE NF2, quaisquer dúvidas poderão ser encaminhadas para o e-mail – edfambiental@edfnf.com.br. É importante ressaltar ainda, como ocasião oportuna para apresentação de questionamentos, a Audiência Pública, a ser promovida pelo órgão licenciador, essa sim de caráter obrigatório, que deverá ser realizada durante a atual fase de licenciamento prévio. Nesse sentido, a EDF se compromete a informar com a devida antecedência à AMAI e à Comunidade, data e local da realização da referida audiência, bem como de prover os meios para transporte das pessoas da comunidade interessadas em participar.

Colocando-nos à disposição para quaisquer esclarecimentos adicionais, subscrevemo-nos.

Atenciosamente,

Fernando Jakitsch Medina

Coordenador de Meio Ambiente EDF – Norte Fluminense

Edson Cruz de Sá

Coordenador do EIA – Ecologus Engenharia Consultiva Ltda.

Recebido CARLOS JOSE DE A. TOLEDO

De acordo

Pierre Bradier
Diretor de Novos Negócios
CPF: 060.266.967-76
RG: V486399-8

Usina Termelétrica Norte Fluminense S.A.
CNPJ 03.358.983/0002-30
NIRE 33.3.0026266-1
Avenida Almirante Barroso, 52 – 17º andar
Rio de Janeiro – RJ
CEP: 20031-000

Tel: +55 21 3974-6100
Fax: +55 21 2220-3998

www.edfnortefluminense.com.br

USINA TERMELÉTRICA NORTE FLUMINENSE 2

AMAI - Associação dos Moradores do Aterrado do Imburo

15/01/2020

OBJETIVOS

EDF NORTE FLUMINENSE

- Apresentação da empresa
- UTE Norte Fluminense

LICENCIAMENTO AMBIENTAL

- Apresentação UTE NF2

ANDAMENTO DA ELABORAÇÃO DO EIA

- Diagnóstico
- Principais Impactos
- Programas

EDF NO BRASIL

Presente em 10 estados

Capacidade Instalada de 1.930,5 MW

Experiência nas áreas de distribuição, geração e iluminação pública

Geração térmica, hídrica, solar e eólica

+ 1000 Colaboradores

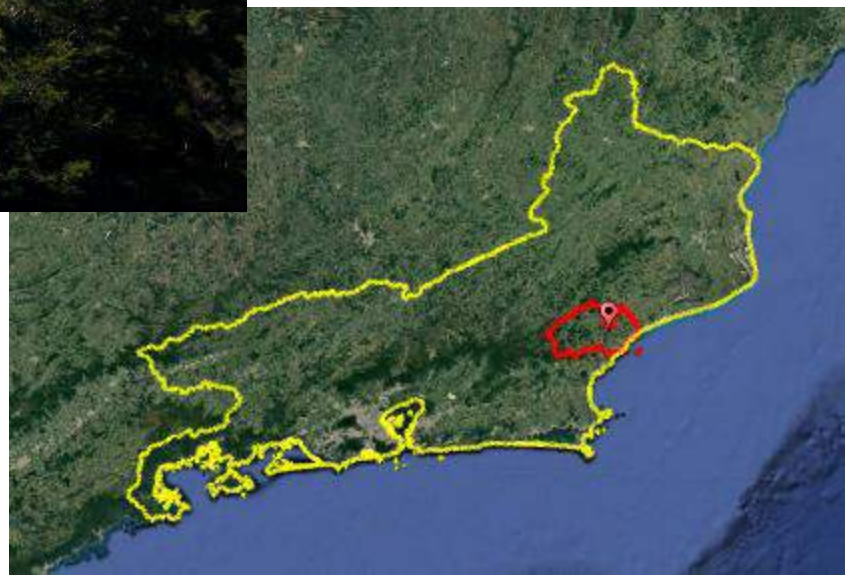
639.350 pontos luminosos em gestão

EDF NORTE FLUMINENSE – UTE NF

Potência Instalada: **826 MW**

Consumo de Gás Natural:
3,7 MMm³/d

Volume de água outorgado:
1080 m³/h



UTE NORTE FLUMINENSE 2

DESCRIÇÃO GERAL DO PROJETO

Operação em ciclo combinado: 3 módulos 1x1x1

Capacidade Instalada: 1.671 MW

Consumo de Gás: ~4,2 MMm³/d

Linha de transmissão :

- Subestação Lagos: **500 kV**
- Extensão: **aproximadamente 5 km**

Gasoduto:

- Diâmetro: **300 mm**
- Extensão: **17 km**

Área de construção: 36,36 ha

NÚMERO DE EMPREGOS NO PICO DA OBRA: 2.000

Processo de Licenciamento IBAMA:

- Número do processo: 02001.006482/2019-45
- início março/19
- Lei Complementar nº 140/11 - Decreto nº 8.437/15

TORRE DE RESFRIAMENTO

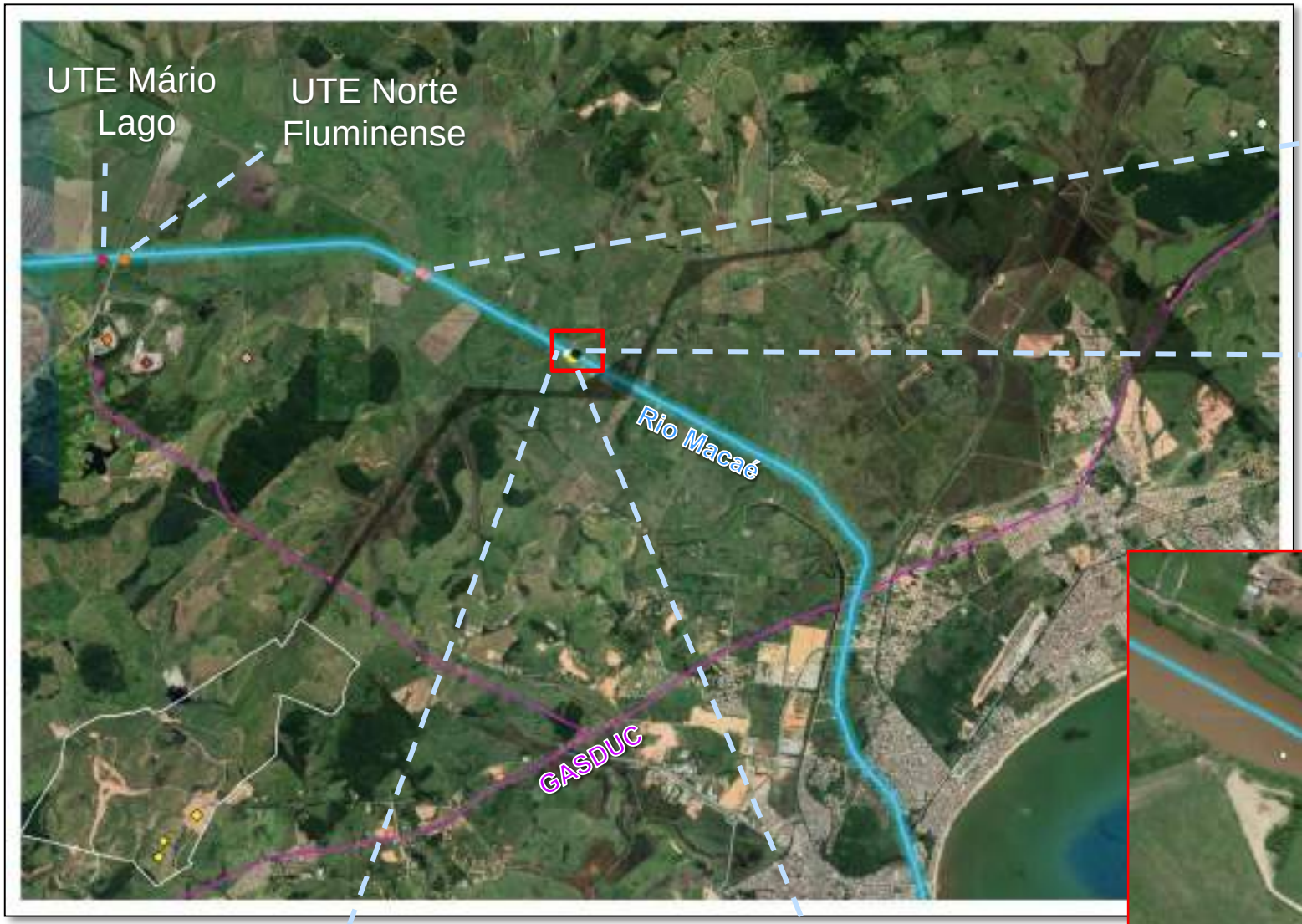
Principal processo de consumo de água: Cerca de 80% da água captada evapora em função da troca de calor

Torre de Resfriamento

SOLUÇÃO PARA RESFRIAMENTO UTE

- **Sensibilidade da questão hídrica na bacia**
- **Estudo de disponibilidade hídrica confirmam a baixa disponibilidade de água no rio Macaé**
  - Considerando as novas demandas para região com outorgas emitidas recentemente
- **Otimização do uso de recursos ambientais**
- **Busca por alternativas tecnológicas**

LOCALIZAÇÃO DAS CAPTAÇÕES



SOLUÇÃO PARA RESFRIAMENTO UTE

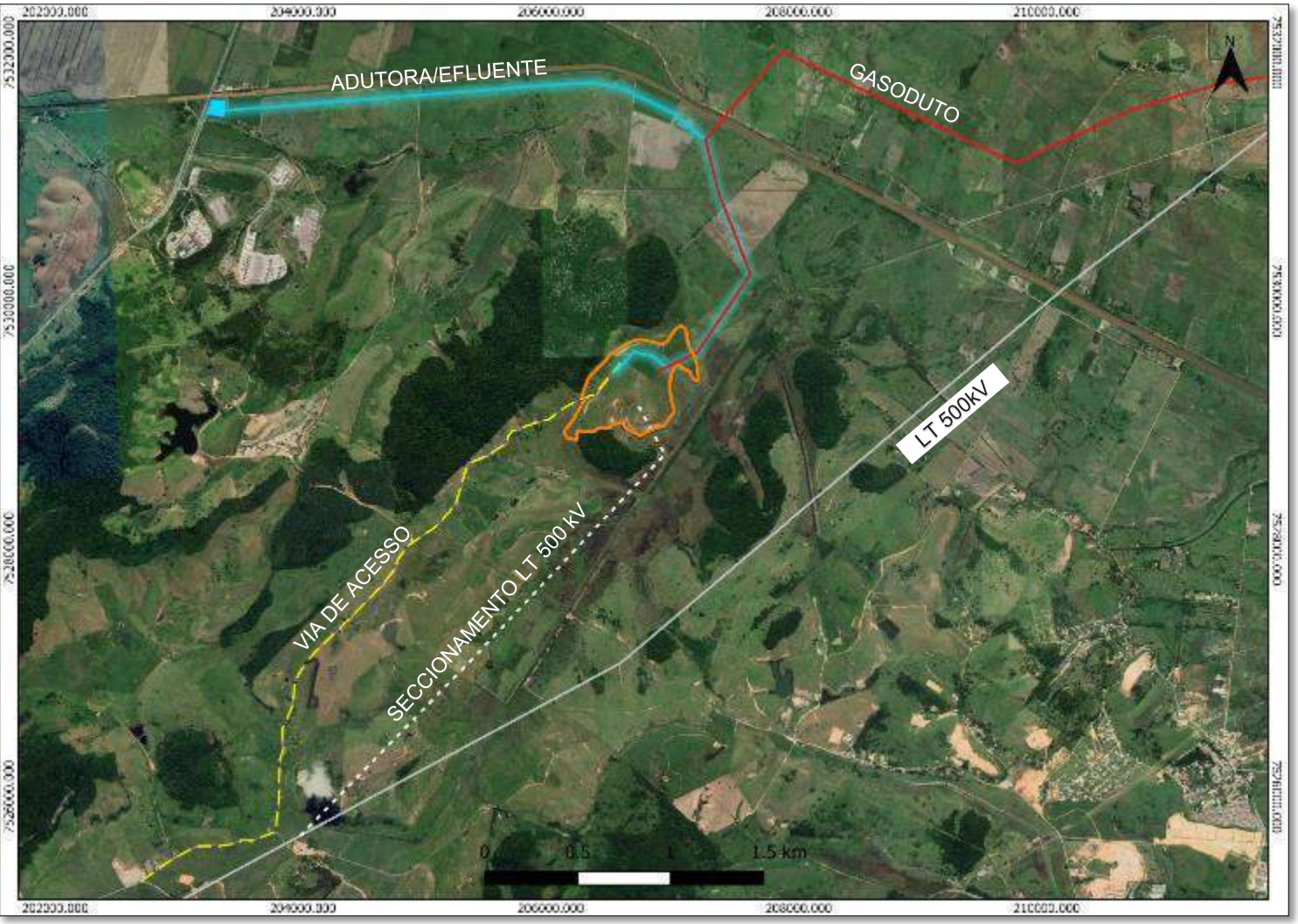
AEROCONDENSADOR - ACC

SOLUÇÃO PARA RESFRIAMENTO UTE

	TORRE DE RESFRIAMENTO	ACC
ESPAÇO NECESSÁRIO	Menor	Maior
EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DA UTE	Melhor eficiência	Eficiência pouco menor
CONSUMO DE ÁGUA	Consumo de água elevado (Aprox. 1000 m^3/h)	Menor consumo de água (Aprox. 80 m^3/h)
GERAÇÃO DE EFLUENTE	Alto impacto ambiental (Aprox. 200-300 m^3/h)	Menor impacto ambiental (Aprox. 40 m^3/h)

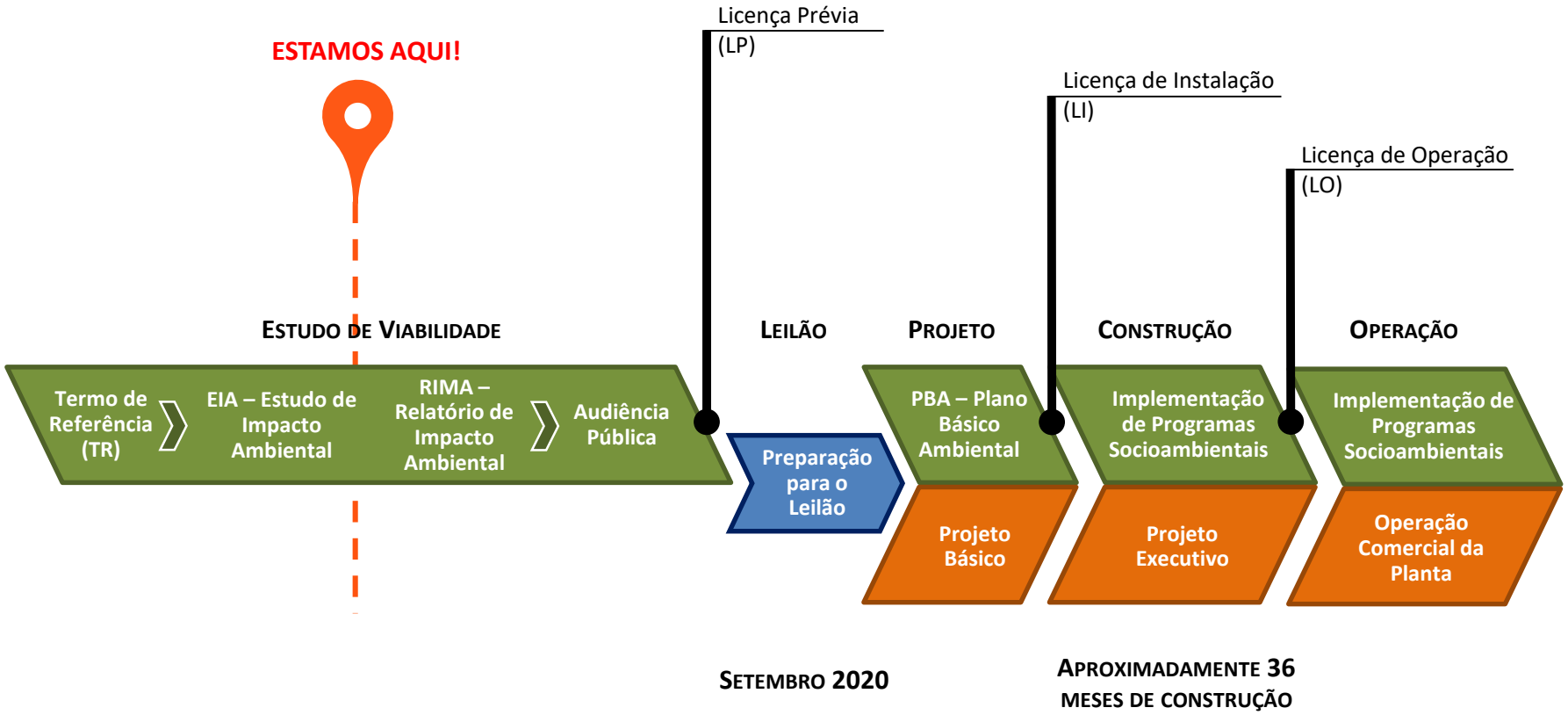
- **Consumo com torre de resfriamento: 1377 m^3/h**
- **Consumo de água estimado para ACC: 120 m^3/h (10x menor)**
- **Compartilhamento da capacidade já outorgada para a UTE NF**
- **Utilização do ACC se mostrou viável para o projeto**

USINA TERMELÉTRICA NORTE FLUMINENSE 2



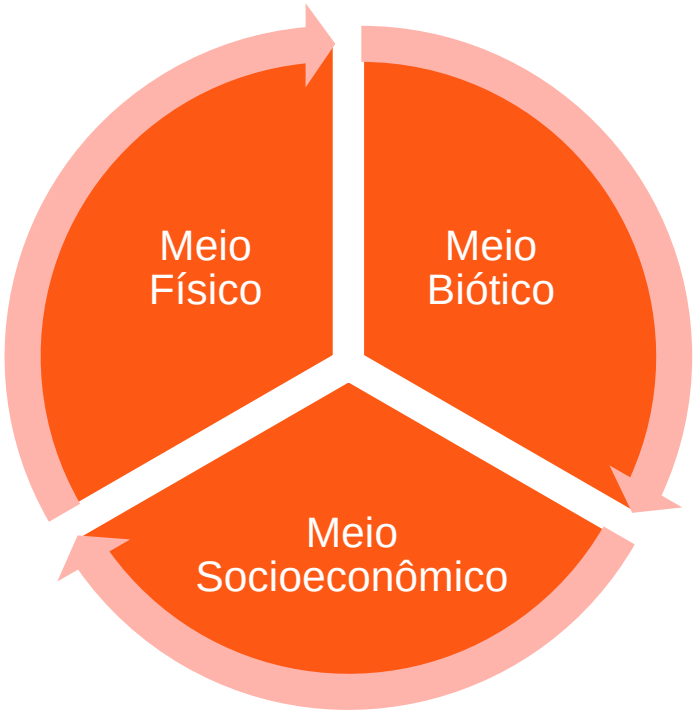
USINA TERMELÉTRICA NORTE FLUMINENSE 2

FASES DO PROJETO



ANDAMENTO DA ELABORAÇÃO DO EIA - DIAGNÓSTICO

- **Água subterrânea –** 11 piezômetros (qualidade e potenciometria);
- **Geotecnia –** 8 sondagens a percussão;
- **Ruídos –** medições de *background* em torno da área da usina;
- **Água superficial –** 1 estação no rio Macaé (qualidade e medições de vazão);
- **Meteorologia & Qualidade do Ar –** cinco anos de séries de dados horários (2014 a 2018);
- **Qualidade do ar –** cinco anos de séries de dados horários (2014 a 2018);
- **Estudos anteriores e Plano da Região hidrográfica Macaé e Ostras**



- **Levantamento de fauna –** 12 estações para mastofauna, herpetofauna, entomofauna e avifauna**;**
- **4 estações para ictiofauna;**
- **Levantamento de flora –** inventário da ADA, caraterização florística e fitossociológica da AID e estudo de bioindicadores de qualidade ambiental num total de 12 estações com 3 a 4 parcelas cada.
- **Estudos e pesquisas anteriores na região sobre flora e fauna**
- **Unidades de Conservação**

- **Entrevistas com representantes do poder público e sociedade civil organizada incluindo:** Secretárias Municipais de Meio Ambiente, Desenvolvimento Econômico e Desenvolvimento Social; INEA Regional; Consórcio Intermunicipal Lagos - São João; Associação e Moradores do Aterrado do Imburo;
- **Reconhecimento de campo ao longo do traçado do gasoduto –** ênfase na região do Aterrado do Imburo;
- **Reconhecimento e levantamento de aspectos históricos e arqueológicos**
- **Fontes: IBGE, CAGED, DATASUS, Instituto de Segurança Pública -RJ; Secretaria Municipais, IPHAN, FUNAI, Fundação Palmares, PRHMO etc.**

ANDAMENTO DA ELABORAÇÃO DO EIA – PRINCIPAIS IMPACTOS

Meio Físico

- **Alteração na qualidade do ar devido a emissões atmosféricas da Usina;**
- **Aumento no nível de ruído no entorno da Usina;**

Meio Biótico

- **Interferências com a fauna nos remanescentes florestais próximos;**
- **Remoção de espécies arbóreas dispersas na ADA**

Meio Socioeconômico

- **Interferências com a estrutura fundiária atravessada pelo gasoduto e LT;**
- **Geração de empregos e aumento de arrecadação, principalmente durante a implantação;**
- **Aumento de tráfego na RJ 168 durante a construção;**
- **Risco a população nas proximidades do gasoduto.**

ANDAMENTO DA ELABORAÇÃO DO EIA – PRINCIPAIS PROGRAMAS

Controle	• Monitoramento contínuo de emissões atmosféricas nas chaminés e de qualidade do ar na área de máximas concentrações; • Monitoramento periódico de fonte sonoras na Usina e do nível de ruídos no entorno; • Monitoramento de água subterrânea no entorno do terreno; • Monitoramento de fauna; • Monitoramento de bioindicadores.
Mitigação	• Comunicação Social, Educação Ambiental e de Segurança; • Resgate de flora e fauna; • Prospecção arqueológica intensiva.
Compensação	• Plantio Compensatório de supressão de vegetação; • Compensação Unidades de Conservação (Lei do SNUC); • Apoio a comunidade afetada.

OBRIGADO

ANEXO 7.4-2

ATA DE REUNIÃO ORDINÁRIA DA PLENÁRIA DO COMITÊ DE BACIA 1 HIDROGRÁFICA DOS RIOS MACAÉ E DAS OSTRAS

Ecologus
Engenharia Consultiva

Fevereiro, 2020
Rev. 00

ATA DE REUNIÃO ORDINÁRIA DA PLENÁRIA DO COMITÊ DE BACIA HIDROGRÁFICA DOS RIOS MACAÉ E DAS OSTRAS, realizada no dia seis de dezembro de dois mil e dezenove no Centro Administrativo Luiz Osório – CEALO, em Macaé – RJ. Ao sexto dia do mês de dezembro de dois mil e dezenove às nove horas e trinta minutos em primeira convocação e às dez horas em segunda convocação, deu-se início a Reunião Ordinária da Plenária do Comitê de Bacia Hidrográfica dos Rios Macaé e das Ostras com a seguinte relação de presença: Rodolfo dos Santos Coutinho Coimbra e Evelyn Raposo, representantes da Prefeitura Municipal de Macaé (PMM); Marcia Trindade Jardim, representante da Prefeitura Municipal de Rio das Ostras (PMRO); Beatriz Cerqueira Klein Lopes, representante do Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Rio das Ostras (SAAE RO); Maria Inês Paes Ferreira, representante do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense (IFF) – Campus Macaé; Claudio Marcio Paulino, representante da Associação de Apoio à Escola do Colégio Estadual José Martins da Costa (AAECEJMC); Leideane Freire da Silva, representante da Associação de Moradores e Amigos de Lumiar (AMA Lumiar); Virgínia Villas Boas Sá Rego, representante da Associação de Moradores e Amigos de São Pedro da Serra (AMASPS); Gabriel Lessa Anthero e Irlane Maciel de Alexandria Rocha, representantes da Associação Raízes; Bruno Szuchmacher, representante do Grupo de Defesa Ecológica Pequena Semente (GDEPS); Manoel Ribeiro de Castro, representante da Colônia de Pescadores – Z3; Otávio José Costa Martins, representante da BRK Ambiental; Joyce Silva Apicelo, representante da Petrobras Base Cabiúnas; Hallison Marques representante da Companhia Estadual de Água e Esgoto (CEDAE); Fernando Jakitsch Medina e Carlos Pedro Ferreira Neto, representantes da Termelétrica Norte Fluminense (UTE NF); Fabio borges Monteiro, representante da Petrobras Base Imbetiba; José Eduardo Carramenha, representante do Terminal Portuário de Macaé (TEPOR); Fabio Paes Lima Ferreira, representante da Vale Azul Energia; Ivone Alessandra de Souza Rodrigues, representante da Águas de Casimiro – Serviço Autônomo de Água e Esgoto. Ouvintes: Mariana Miki (CILSJ); Marianna Cavalcante (CILSJ); Adriana Saad (CILSJ); Thomas Baggio (CILSJ); Guilherme

Botelho (CILSJ); Jéssica Berbat (CILSJ); Andrea Pereira (CEDAE); Edson Cruz (ECOLOGUS); Serra (ONPHA); Carina Carniato (SERENCO); Gustavo Passos (SERENCO); Bruno Abreu (SERENCO); Mônica Linhares (PMRO); Danilo Maltez (CREA-RJ); Celso Gregório (UTE); Alfredo Poblador (EDF Norte Fluminense). A reunião foi presidida pelo Diretor-Presidente do CBH Macaé, Sr. Rodolfo dos Santos Coutinho Coimbra. A pauta foi inicialmente composta pelos itens na seguinte ordem: 1) Aprovação da Ata da Reunião Plenária de 04-10-2019; 2) Apresentação do Plano de Trabalho para Revisão do Plano de Saneamento Básico de Macaé; 3) Aprovação do Calendário de Reuniões 2020; 4) Aprovação do Plano de Comunicação; 5) Informes Gerais: a - Ofício de resposta da Secretaria de Meio Ambiente de Rio das Ostras ao Ofício N°131 do CBH Macaé. Foram feitas inclusões e alteração na ordem de apresentação. Desta forma, a pauta foi aprovada da seguinte maneira**: 1) Aprovação da Ata da Reunião Plenária de 04-10-2019; 2) Apresentação do Curso Doutorado AMBHIDRO - IFF; 3) Apresentação do Plano de Trabalho para Revisão do Plano de Saneamento Básico de Macaé; 4) Desenvolvimento de estudos ambientais UTE NF; 5) Aprovação do Plano de Comunicação; 6) Aprovação do Calendário de Reuniões 2020; 7) Nova sede do CBH Macaé em Rio das Ostras; 8) Andamento da revisão do RI; 9) Validação da entrada da ONPHA em cadeira de suplente da sociedade civil; 10) Informes Gerais: a - Ofício de resposta da Secretaria de Meio Ambiente de Rio das Ostras ao Ofício N°131 do CBH Macaé; b - Informes sobre o evento do Programa Águas para o Futuro; c - Resposta do INEA sobre empreendimento em Lumiar; d - Repasse dos recursos do FUNDRHI e Orçamento 2020.** O Sr. Rodolfo Coimbra deu início a reunião. Informando que ocorreu alteração na pauta. O Sr. Bruno Szuchmacher questionou sobre uma solicitação realizada na reunião de câmara técnica (CT), referente a criação de mais uma CT. A Sra. Mariana Cavalcante explicou que a diretoria colegiada estava avaliando, contudo achou que não seria o momento para levá-la a plenária, visto que, deve-se amadurecer primeiro a ideia e verificar o teor e objetivo dessa câmara. Prosseguindo, foi projetada a ATA e, sem manifestação dos membros presentes, foi considerada aprovada. Dando prosseguimento ao segundo

ponto de pauta, a palavra foi passada a Sra. Maria Inês Paes, que apresentou o curso de doutorado do IFF, AMBHIDRO. Prosseguiu-se para o terceiro ponto de pauta, onde a palavra foi passada ao Sr. Bruno Abreu da empresa SERENCO, que apresentou o plano de trabalho para a revisão do Plano de Saneamento Básico de Macaé. Informou que um dos pontos da metodologia é realizar seis pré-audiências públicas, que balizarão o diagnóstico situacional, que será apresentado na audiência pública. A Sra. Virgínia Villas Boas Sá Rego pediu a palavra e frisou que há necessidade da realização de audiências, para a apresentação do relatório situacional nos distritos, e zonas rurais devido as dificuldades de acessibilidade a zonas urbanas, daqueles moradores, e que somente após aconteça a audiência pública. A Sra. Irlane Rocha pediu a palavra e sugeriu que, pela densidade demográfica de Macaé, seria melhor realizar mais de uma audiência, para que se possa abranger uma maior quantidade de pessoas. O Sr. Bruno Abreu explicou que caso isso ocorra, poderá acontecer o esvaziamento das reuniões prejudicando o objetivo. Diante do exposto foi decidido que a reunião acontecerá em um sábado pela manhã. A Sra. Adriana Saad sugeriu que caso a primeira audiência não atinja a quantidade de pessoas desejada que seja realizada uma outra reunião. O Sr. Bruno Abreu respondeu que não seria possível, pois há uma logística de mobilização e planejamento que antecedem a audiência, a qual ficará prejudicada. Mais nada a ser acrescentado, foi dado prosseguimento ao quarto ponto de pauta, onde a palavra foi passada ao Sr. Fernando Medina, para a apresentação dos estudos ambientais feitos pela UTE NF. Prosseguindo a palavra foi passada ao Sr. Alfredo Poblador, diretor da UTE NF, que fez uma breve apresentação da empresa. A palavra voltou ao Sr. Fernando Medina que apresentou o projeto da EDF Norte Fluminense 2, que contemplava um sistema para menor consumo de água pela termelétrica. O Sr. Bruno Szuchmacher pediu a palavra, e afirmou que a empresa não tem mais disponibilidade hídrica, e questionou se há algum projeto para produção de água. O Sr. Carlos Pedro Ferreira explicou que de acordo com a outorga concedida, a empresa tem disponível para consumo trezentos litros por segundo, sendo que, o que é gasto de fato é cerca de no máximo duzentos e dezesseis litros por segundo, tendo ainda oitenta e quatro litros de reserva.

Ressaltou que, com esse novo projeto, irá gastar cerca de trinta litros por segundo, utilizando um total de duzentos e quarenta e seis litros por segundo, estando dentro do valor disponível. O Sr. Bruno Szuchmacher pediu a palavra novamente questionando se havia algum projeto de revegetação para a produção de água. O Sr. Fernando Medina informou que ao longo dos quinze anos de atuação da EDF NF, houveram diversas ações ambientais pontuais. O Sr. Bruno Szuchmacher perguntou o que a empresa faz com os efluentes gerados. O Sr. Carlos Pedro Ferreira, informou que é utilizado um sistema alternado para o tratamento dos efluentes, com um monitoramento semanal. A palavra foi passada ao Sr. Edson Cruz, da empresa ECOLOGUS, que apresentou a prévia do EIA/RIMA (Estudo de Impactos Ambiental / Relatório de Impacto Ambiental) do empreendimento, findando o ponto de pauta. O Sr. Rodolfo Coimbra deu prosseguimento ao quinto ponto de pauta, referente a aprovação do plano de comunicação. A Sra. Marianna Cavalcante informou que esse tópico entrou como ponto de pauta, pois na Reunião da CTEACOM (Câmara Técnica de Educação Ambiental, Comunicação e Mobilização Social) foi solicitado que fossem realizadas alterações, tendo como base o montante disponível para os anos de 2019 (dois mil e dezenove) a 2021 (dois mil e vinte e um). O Sr. Guilherme Botelho informou que foram poucas as alterações realizadas, explicando que uma das alterações foi no Fórum da Sociedade Civil que passará a ser realizado bienalmente, tendo parte dos recursos para a sua realização redistribuídos. Com a redistribuição do recurso, o plano de comunicação ficou estruturado da seguinte maneira: para o primeiro ponto, referente a contratação de serviços de mídia para o ano de 2019 (dois mil e dezenove) o valor ficou em R$ 63.000,00 (sessenta e três mil reais), no ano de 2020 (dois mil e vinte) o valor estabelecido foi de R$ 19.000,00 (dezenove mil reais) e no ano de 2021 (dois mil e vinte e um) ficou no valor de R$ 22.000,00 (vinte e dois mil reais), totalizando um valor total de R$ 104.000,00 (cento e quatro mil reais) para o primeiro ponto. O segundo ponto, sobre a execução de Plano de mídia o valor estipulado para o ano de 2019 (dois mil e dezenove) foi de R$ 60.000,00 (sessenta mil reais), para o ano de 2020 (dois mil e vinte) foi de R$ 33.000,00 (trinta e três mil reais) e para o ano de 2021 (dois mil e vinte e um) o valor estipulado é de R$

37.000,00 (trinta e sete mil reais), totalizando um montante de R$ 130.000,00 (cento e trinta mil reais) para os três anos. Referente ao terceiro tópico sobre a realização do Fórum da Sociedade Civil para o ano de 2019 o fórum já foi realizado e ficou disponível para o ano de 2020 (dois mil e vinte) o montante de R$ 30.000,00 (trinta mil reais) e para o ano de 2021 (dois mil e vinte e um) o valor de R$ 33.000,00 (trinta e três mil reais) totalizando R$ 63.000,00 (sessenta e três mil reais) para os dois próximos anos. Com relação ao quarto ponto, referente a Realização do Fórum da Sociedade Civil ficou alocado R$ 18.000,00 (dezoito mil reais) para o ano de 2020 (dois mil e vinte), pois foi acordado que o fórum seria realizado a cada biênio. Com relação ao quinto ponto, referente a produção do livro de Saberes da RH VIII, ficou reservado um total de R$ 30.000,00 (trinta mil reais) para o ano de 2019 (dois mil e dezenove). E por último o sexto ponto, sobre a produção da maquete da RH VIII do Estado do Rio de Janeiro – Macaé e Ostras, ficando no valor de R$ 25.000,00 (vinte e cinco mil reais) para o ano de 2019 (dois mil e dezenove). Totalizando para o ano de 2019 (dois mil e dezenove o montante de R$ 178.000,00 (cento e setenta e oito mil reais), para o ano de 2020 (dois mil e vinte) o valor de R$ 100.000,00 (cem mil reais) e para o ano de 2021 (dois mil e vinte e um) o valor de R$ 92.000,00 (noventa e dois mil reais), ficando então o montante estabelecido de R$ 370.000,00 (trezentos e setenta mil reais) para os três anos. O Sr. Rodolfo Coimbra perguntou aos membros presentes se havia alguma objeção no plano de comunicação apresentado, o Sr. Bruno Szuchmacher, representante do Grupo de Defesa Ecológica Pequena Semente se manifestou contra o plano apresentado, explicando que está tendo contenção de gastos por não ter o recurso na conta, como por exemplo a falta de transporte para os membros do comitê. O Sr. Rodolfo Coimbra informou que, por mais que o dinheiro não se encontre na conta hoje, há necessidade de um planejamento de como esse recurso será gasto. Mais nenhuma manifestação por parte dos membros presentes fica aprovado o plano de comunicação. Foi dado prosseguimento ao sexto ponto de pauta, referente ao calendário do ano de 2020 (dois mil e vinte). A Sra. Marianna Cavalcante explicou que foi elaborada uma proposta de calendário conciliando reuniões as segundas e

sextas feiras, por solicitação das câmaras técnicas e da diretoria colegiada, devido à dificuldade de algumas instituições não poderem comparecer as sextas feiras. Além dessa alteração as reuniões de diretoria colegiada e de câmaras técnicas serão em dias diferentes, tendo a primeira reunião de diretoria colegiada (DC) no dia 21 (vinte e um) de fevereiro, a primeira de câmara técnica (CT) no dia 06 (seis) de março, e a primeira reunião de plenária no dia 30 (trinta) de março. O Sr. Rodolfo Coimbra pediu a palavra informando que as datas previstas para as reuniões estão muito atrasadas, visto que a primeira reunião do ano só acontecerá no final de fevereiro. A Sra. Adriana Saad explicou que no mês de janeiro o Consórcio Lagos São João (CILSJ) deve fazer todas as prestações de conta, para ser entregue ao INEA, elaborar também os relatórios de situação, execução e de gestão do ano. Sinalizou que já havia conversado anteriormente com o Sr. Rodolfo Coimbra pedindo a consideração de evitar a realização de reuniões e eventos em janeiro, devido as demandas a serem entregues no mês de janeiro. A Sra. Virgínia Villas Boas Sá Rego aconselhou que a reunião de diretoria fosse mais cedo, para que a reunião de plenária não ocorra somente no final de março, sugeriu que a primeira reunião de diretoria fosse feita no dia 07 (sete) de fevereiro. Devido as sugestões levantadas ficou decidido que a primeira reunião de DC ocorrerá no dia 07 (sete) de fevereiro, a primeira reunião de CT ocorrerá no dia 21 (vinte e um) de fevereiro e a primeira reunião de plenária no dia 09 (nove) de março. Sem nenhuma manifestação dos membros presentes fica aprovado o calendário de reuniões para o ano de 2020 (dois mil e vinte) com as alterações sugeridas. Dado prosseguimento ao sétimo ponto de pauta, referente a nova sede do Comitê em Rio das Ostras, o Sr. Rodolfo Coimbra informou que estava junto às prefeituras a procura de um local para o estabelecimento da sede, visto as condições insalubres da antiga, estabelecida no INEA de Macaé. Informou que estava verificando com o Sr. Guilherme Botelho conjuntamente com a CTIL o Regimento interno (RI). Nele é informado que a sede está vinculada como fixa no município de Macaé, contudo já foram encontrados conflitos no RI, onde ele sugere que a sede possa ser instalada em qualquer área de abrangência da bacia. Perguntou aos membros se havia alguma consideração ou critica a ser feita para a mudança da

sede para Rio das Ostras. Ressaltou que a aprovação só poderá ser feita após a aprovação do RI. Sem nenhuma manifestação dos membros presentes fica encaminhada a proposta. Dado prosseguimento ao oitavo ponto de pauta, sobre o andamento do RI, o Sr. José Eduardo Carramenha informou que os membros da Câmara Técnica Institucional Legal (CTIL) já estão fazendo a revisão do regimento, onde já se encontram no décimo nono item. O Sr. Rodolfo Coimbra informou que não estão fazendo nenhuma alteração, estão somente avaliando os problemas e tentando ajustá-los. Foi dado seguimento ao nono ponto de pauta, referente a entrada da ONG ONPHA (Organização Nacional de Preservação Hídrica Ambiental) como suplente do setor sociedade civil. A Sra. Marianna Cavalcante informou que o procedimento para a entrada da ONG foi primeiramente passar pela diretoria colegiada para apreciação e posteriormente trazer para a plenária. Ressaltou que a instituição entraria como suplente do segmento sociedade civil, visto que todas as cadeiras de titular já estavam ocupadas. A palavra foi passada ao Sr. Serra onde fez uma breve apresentação da ONG e os trabalhos realizados pela instituição. Sem nenhuma manifestação por parte dos membros fica aprovada a entrada da ONPHA como suplente na sociedade civil. Dando continuidade ao decimo ponto de pauta, sobre o ofício de resposta da Secretaria de Meio Ambiente de Rio das Ostras ao Ofício N°131 do CBH Macaé. O Sr. Rodolfo Coimbra informou que, referente aos planos de saneamento de Casimiro de Abreu e Rio das Ostras, foram destinados os recurso na década de 90 (noventa), contudo não existia uma delegataria para o Comitê, visto isso, o serviço foi contratado e iniciado pelo INEA. Contudo em algum momento o diagnóstico feito não foi aprovado pelo setor técnico do INEA, não conseguindo dar prosseguimento ao projeto. Contudo recentemente foi recebido um ofício informando que o projeto seria retomado, dando continuidade as obras de drenagem. Ressaltou que a parte de saneamento e abastecimento seriam avaliadas, e que a parte de resíduos poderia ser realizada, visto a disponibilidade de recurso na rubrica de saneamento. Após o recebimento do ofício foram feitas as proposições aos municípios informando a retomada do projeto. A Sra. Monica Linhares, da PMRO, informou que houve um equívoco com relação a resposta positiva ao ofício.

Informando que já existe recurso do fundo municipal para o gerenciamento dos resíduos sólidos. Se desculpou pelo mal entendido gerado e agradeceu pela parceria, finalizou ressaltando que o município tem interesse em receber recursos do CBHMO para outros fins. Dado prosseguimento ao segundo subponto da pauta, referente aos vinte anos do Projeto Águas para o Futuro, a palavra foi passada a Sra. Virgínia Villas Boas Sá Rego que fez uma breve apresentação do projeto e dos resultados obtidos. Nada a acrescentar, seguiu-se para o terceiro subponto do décimo ponto da pauta, sobre a resposta do INEA sobre empreendimento em Lumiar. O Sr. José Eduardo Carramenha explicou que obteve do INEA informações, ressaltando que o assunto está sendo tratado, e convidou o proprietário para que pudesse acompanhar a vistoria. Informou que o relatório de fiscalização, será encaminhado posteriormente aos membros da plenária. Dado seguimento ao quarto subponto do decimo ponto de pauta, referente ao repasse dos recursos do FUNDRHI (Fundo Estadual de Recursos Hídricos), a Sra. Adriana Saad apresentou o recurso remanescente do PPA (Plano Plurianual) e pediu que os membros propusessem projetos à câmara técnica, prosseguiu informando que o término do contrato das duas estagiárias do comitê acabaria no final de dezembro, e ressaltou que o edital de seleção para a contratação de estagiários provavelmente será publicado ainda no mês de dezembro. A Sra. Adriana Saad Comunicou ainda que o INEA não fez o repasse do recurso, visto que, a auditoria do INEA havia encontrado irregularidade no ano de 2012 (dois mil e doze), informou que o consórcio está tomando as atitudes legais junto ao INEA e que há previsão de resolução do imbróglio, segundo o INEA até o dia 17 (dezessete) de dezembro. O Sr. Bruno Szuchmacher pediu a palavra informando que gostaria de pedir um ofício, para o proprietário de um muro localizado no Sana, onde contém a Bacia Hidrográfica esculpida em alto-relevo, solicitando a preservação da estrutura. A Sra. Adriana Saad informou que o Sr. Guilherme Botelho irá confeccionar o ofício e entrar em contato para mais informações sobre o dono da propriedade para o seu envio. A Sra. Virgínia Villas Boas Sá Rego informou que o site do Comitê se encontra desatualizado e que alguns links não estão abrindo, pedindo que fique registrado em ata para que seja feita as atualizações necessárias. Nada mais havendo

a tratar, a presente ata foi lavrada por Mariana Miki Fukushima e assinada pelo Diretor Presidente do CBH Macaé, Sr. Rodolfo dos Santos Coutinho Coimbra.

RODOLFO DOS SANTOS COUTINHO COIMBRA
Diretor Presidente do CBH Macaé

ANEXO 8.2.1-1

RELATÓRIO DE SIMULAÇÃO ACÚSTICA

Ecologus
Engenharia Consultiva

Fevereiro, 2020
Rev. 00

RELATÓRIO DE SIMULAÇÃO ACÚSTICA

UTE NORTE FLUMINENSE S/A.

USINA TERMELÉTRICA NORTE FLUMINENSE 2

TEC-7052-5850 – Rev. 03

– Janeiro / 2020 –

Revisões				
Rev.	***Emissão***	***Autor***	***Aprovação***	***Alteração***
0	07/08/2019	Marcelo Fontana	Silvio Pinheiro	---
1	13/01/2020	Marcelo Fontana	Silvio Pinheiro	Revisão ortográfica; 8.4. Informações adicionais sobre os elementos de modelagem; 11.7.1 Atualização do módulo de resfriamento; Atualização dos Mapas de Simulação
2	29/01/2020	Marcelo Fontana	Silvio Pinheiro	Revisão ortográfica; Reedição do capítulo 12 do Limite Ambiental
3	31/01/2020	Jonatas de J. Lima	Silvio Pinheiro	Correção do texto no item 9.1

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 1
2. INFORMAÇÕES GERAIS 1
2.1. CONTRATANTE 1
2.2. EMPREENDIMENTO 1
2.3. EQUIPE TÉCNICA 1
3. NORMAS TÉCNICAS E LEGISLAÇÃO 2
3.1. CONAMA 01/90 2
3.2. NBR 10.151 2
3.3. ISO 9613-2 2
3.4. RLS 90 2
3.5. LEGISLAÇÃO DO MUNICÍPIO DE MACAÉ 2
3.5.1. LEI COMPLEMENTAR Nº 076/2006 2
3.5.2. LEI MUNICIPAL Nº 3.284/2009 2
3.5.3. LEI COMPLEMENTAR Nº 274/2017 3
3.5.4. LEI COMPLEMENTAR Nº 280/2018 3
4. CONSIDERAÇÕES SOBRE A NORMA E LEGISLAÇÃO 3
5. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA 4
6. PERCEPÇÃO HUMANA AO RUÍDO 4
6.1. FREQUÊNCIAS BAIXAS 7
6.2. MEDIÇÃO DO ESPECTRO DE FREQUÊNCIA 9
7. PLATAFORMA DE SIMULAÇÃO – SOUNDPLAN 9
7.1. UM BREVE HISTÓRICO 9
7.2. NO BRASIL 10
7.3. DEFINIÇÃO DA MODELAGEM 10
7.4. ELEMENTOS DA MODELAGEM 11
7.5. VARIÁVEIS AMBIENTAIS 13
8. MEIO DE PROPAGAÇÃO 14
9. CONDIÇÕES AMBIENTAIS 16
9.1. VENTO 17
10. FONTES SONORAS AMBIENTAIS 17
10.1. RUÍDO NATURAL 17
10.2. RUÍDO URBANO 19
10.3. MALHA VIÁRIA 19
11. FONTES SONORAS DO EMPREENDIMENTO 20
11.1. TURBINA A GÁS 22
11.1.1. ADMISSÃO DE AR 23

11.1.2. DESCARGA DE GASES 24
11.1.3. DUTO DE ENTRADA DE GNP 25
11.2. TUBULAÇÃO DE GNP 26
11.2.1. SKID DE FORNECIMENTO DE GNP 27
11.2.2. CONTROLADOR DO SKID 28
11.3. GERADOR 29
11.3.1. TRANSFORMADOR AUXILIAR 30
11.4. CALDEIRA 31
11.4.1. FILTRO DE ENTRADA DO EVAPORADOR 31
11.4.2. CORPO DO HRSG – TRECHO A MONTANTE 32
11.4.3. CORPO DO HRSG – TRECHO A JUSANTE 33
11.4.4. DUTO DE TRANSIÇÃO 34
11.4.5. BOMBA D´ÁGUA 35
11.4.6. DUTO DE VAPOR 36
11.5. CHAMINÉ 37
11.5.1. PARTE INFERIOR 37
11.5.2. PARTE SUPERIOR 38
11.5.3. BOCA DE SAÍDA 39
11.6. TURBINA À VAPOR 40
11.6.1. DIFUSOR DA TURBINA 42
11.7. CONDENSADOR 43
11.7.1. SISTEMA DE RESFRIAMENTO 44
11.7.2. BOMBA DO CONDESADO PARA A CALDEIRA 47
12. LIMITE AMBIENTAL 48
12.1. CARACTERÍSTICAS DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO 48
12.2. LIMITES AMBIENTAL DE ACORDO COM A LEI MUNICIPAL Nº 3.284 48
12.3. LIMITES AMBIENTAL DE ACORDO COM A NBR 10.151 49
13. DEFINAÇÃO DOS MAPAS DE RUÍDO 49
13.1. CENÁRIOS 49
13.2. TIPOS DE MAPAS DE RUÍDO 50
13.3. LISTA DE MAPAS DE RUÍDO 50
14. RESULTADOS 51
ANEXO A – GLOSSÁRIO EM TERMOS TÉCNICOS 58
ANEXO B – BIBLIOGRAFIA 59

1. INTRODUÇÃO

O presente estudo, elaborado a partir de modelagem e simulação computacional, apresenta o cenário acústico na área de influência direta da Usina Termelétrica Norte Fluminense 2 – UTE NF2, que será instalada no bairro de Severina, no município de Macaé / RJ, em atendimento ao Licenciamento ambiental do IBAMA 02001.006482/2019-45.

2. INFORMAÇÕES GERAIS

2.1. CONTRATANTE

- Contratante: **EDF – NORTE FLUMINENSE**
- Endereço: Av. Almirante Barroso, 52, 17º andar – Centro, Rio de Janeiro / RJ
- Contato Técnico do Projeto: Fernando Medina

  (21) 3974-6146 – fernando.medina@edfnf.com.br
- Proposta técnica / comercial 022927-R4/19 - Contrato:44952

2.2. EMPREENDIMENTO

- Empreendimento: **USINA TERMELÉTRICA NORTE FLUMINENSE 2 – UTE NF2**
- Localidade: Rodovia BR-101, próximo ao Km161, no bairro de Severina, Macaé / RJ
- Atividade principal: Geração de energia elétrica, a partir da queima de combustível fóssil, com caldeira de recuperação
- Fonte emissora do empreendimento: Turbo gerador, Bateria de Exaustores, Torre de Gases, Parque de bombas, Casa de compressores, Bombas e Unidade de tratamento de efluentes
- Fontes ambientais: EDF Norte Fluminense, UTE Mário Lago e Rodovia BR-101

2.3. EQUIPE TÉCNICA

- Responsável técnico do projeto: Eng. Sílvio Pinheiro da Silva Júnior
- Equipe de modelagem: Vitor Adur
- Equipe de Campo: Emerson Antunes e Carlos Eduardo Brito

3. NORMAS TÉCNICAS E LEGISLAÇÃO

3.1. CONAMA 01/90

CONAMA. Resolução nº 01 de 08 de março de 1990. Dispõe sobre critérios de padrões de emissão de ruídos decorrentes de quaisquer atividades: industriais, comerciais, sociais ou recreativas, inclusive as de propaganda política.

3.2. NBR 10.151

Associação Brasileira de Normas Técnicas NBR 10.151:2019 – Acústica – Medição e avaliação de níveis de pressão sonora em áreas habitadas — Aplicação de uso geral.

3.3. ISO 9613-2

International Organization for Standardization. ISO 9613-2:1996 – Attenuation of sound during propagation outdoors – Part 2: General method of calculation. ISO, Switzerland, 1996. (Atenuação do som durante a propagação externa. Parte 2: Método Geral de cálculo).

3.4. RLS 90

RLS 90 – Richtlinie für den Lärmschutz an Straßen, August 1990. (Diretiva para Controle do Ruído em Rodovias).

3.5. LEGISLAÇÃO DO MUNICÍPIO DE MACAÉ

3.5.1. LEI COMPLEMENTAR Nº 076/2006

Lei complementar n.° 076, de 28/12/2006. Institui o Plano Diretor do Município de Macaé.

3.5.2. LEI MUNICIPAL Nº 3.284/2009

Lei n.° 3.284, de 08/10/2009. Dispõe sobre o controle de emissão de ruídos no Município de Macaé.

3.5.3. LEI COMPLEMENTAR Nº 274/2017

Lei complementar n.° 274, de 29/08/2017. Dispõe sobre a derrogação do Código de Urbanismo de Macaé, institui a Zona Especial de Logística Dutoviária 1 (ZELD-1), e modifica os limites das Zonas Industriais 3 e 4 (ZI-3 e ZI-4) e dá outras providências.

3.5.4. LEI COMPLEMENTAR Nº 280/2018

Lei complementar n.° 280, de 13/03/2018. Dispõe sobre a derrogação da Lei Complementar n° 226/2013 e dá outras providências.

4. CONSIDERAÇÕES SOBRE A NORMA E LEGISLAÇÃO

A resolução CONAMA n° 01 de 08 de março de 1990 no uso de suas atribuições instituiu a norma técnica NBR 10.151:2019, como a referência para determinar o procedimento de medição e os limites a serem considerados para poluição sonora emitidos por atividades industriais, comerciais, sociais, recreativas e de propaganda política, excetuando-se os ruídos produzidos por veículos automotores e no interior do ambiente de trabalho.

A resolução também conferiu aos órgãos públicos federais, estaduais e municipais competentes, a obrigação de fiscalizar a poluição sonora considerando os locais, horários e a natureza das atividades emissoras.

Para atendimento a essa norma, entende-se por áreas habitadas as áreas destinadas a abrigar qualquer atividade humana, ou seja, qualquer espaço destinado à moradia, trabalho, estudo, lazer, recreação, atividade cultural, administração pública, atividades de saúde entre outras.

A NBR 10.151 aplica-se a sons de natureza contínua, intermitente, impulsiva, com ou sem características tonais, dentro das atividades estipuladas pelo CONAMA. Os locais de medição devem ser preferencialmente, na área externa às edificações e, na existência de reclamação, as medições serão executadas em ambientes internos, nos locais indicados pelo reclamante, mesmo que no interior de residências. Não havendo reclamações conhecidas, deve-se medir fora do lote da fonte emissora.

O município instituiu através da Lei complementar 76, em dezembro de 2006, instituiu o Plano Diretor. A Lei 3.284, em outubro de 2009, instituiu o controle de emissão de ruídos do Município. A Lei complementar 274, de agosto de 2017, extinguiu o Código de Urbanismo criado pela LC 141, e insti-

tui a Zona Especial de Logística Dutoviária 1 (ZELD-1 e modificou os limites das Zonas Industriais 3 e 4 (ZI-3 e ZI-4). E por fim, a Lei complementar 280, em março de 2018, extinguiu a LC 226 e alterou a as áreas de abrangência da zona industrial.

Apesar de o CONAMA prever a necessidade da harmonização com a legislação municipal, é comum existirem limites menos rigorosos e exceções não previstas na norma técnica, que permite diferentes conclusões dependendo da referência adotada.

No município, a região de interesse é caracterizada como uma zona industrial, que de acordo com a NBR 10.151 possui limites de 70 e 60 dBA para os períodos diurno e noturno respectivamente. Enquanto, a legislação municipal determina limites de 75 e 70 dBA para os mesmos períodos.

Sempre que possível, são tomadas normas técnicas nacionais, e a sua ausência, são utilizadas referências internacionais de institutos consagrados. A ISO 9613-2 é a referência para o cálculo de atenuação do som na propagação em área externa e apresenta os parâmetros de aceitação de uma simulação. Enquanto a RLS 90 é uma referência para o estudo de rodovias.

5. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

Além das Normas Técnicas e Legislações apresentadas no item 3., o processo de modelagem tem como base os documentos listados a seguir:

- **27-5-NORTE_20052019 (3x1-1-1)**: Projeto Básico da Usina de Força (Formato DWG)
- **PLANIALTIMETRIA-MODEL**: Levantamento Planialtimétrico - (Formato PDF)
- **INPUTS DADOS MODELAGEM RUIDO V2**: Emissão das principais fontes sonoras (Formato DOCX)
- **ACC SHEMATICS**: Informações sobre layout, curva de potência e o plano de investimento

6. PERCEPÇÃO HUMANA AO RUÍDO

A exposição ao ruído pode causar diversos efeitos negativos a saúde dos seres humanos. Esses efeitos dependem das diversas características que podem ser encontradas em diferentes sons. Entre as características de um ruído podemos destacar:

- Nível
- Frequência
- Duração do evento

- Variações do nível e da frequência ao longo do evento
- Taxa de repetição ou intervalo entre eventos ao longo do dia
- Número de eventos por dia

É importante salientar que o sentido da audição tem uma função primordial de nos alertar quanto a perigos. Desta forma, ruídos com altos níveis ou que se destacam (em nível ou em conteúdo) do ruído de fundo, alertam ou chamam nossa atenção, causando efeitos fisiológicos mensuráveis.

O principal efeito ligado à condição de alerta é o aumento da adrenalina, provocando o aumento da pressão sanguínea. A repetição de eventos também causa desconforto, com um efeito cumulativo nas pessoas sujeitas aos ruídos.

A literatura internacional (Cowan, James P. Handbook of Environmental Acoustics, Van Nostrand Reinhold, New York, 1994. Egan, M. David, Architectural Acoustics. McGraw-Hill Book Company, 1988) indica que o ser humano tem a capacidade de perceber sons entre 0 dB (menor nível perceptível) e 130 dB (limiar da dor). Sendo o nível sonoro expresso numa escala logarítmica (em decibel) relativos à pressão de referência de 20 µPa. Desta forma, a variação de 3 dB no nível de pressão sonora corresponde à variação de 100% na pressão efetiva (ou quadrática). Essa pressão é proporcional à potência sonora, ou seja, quando dobramos a potência sonora em um local, seu nível de pressão nesse local sofre uma variação de 3dB.

No gráfico da Figura 1, as curvas 1, 2 e 3 mostram o limiar da percepção auditiva humana para diferentes campos acústicos. A curva 5 indica o limiar do desconforto e a curva 4 o limiar da dor.

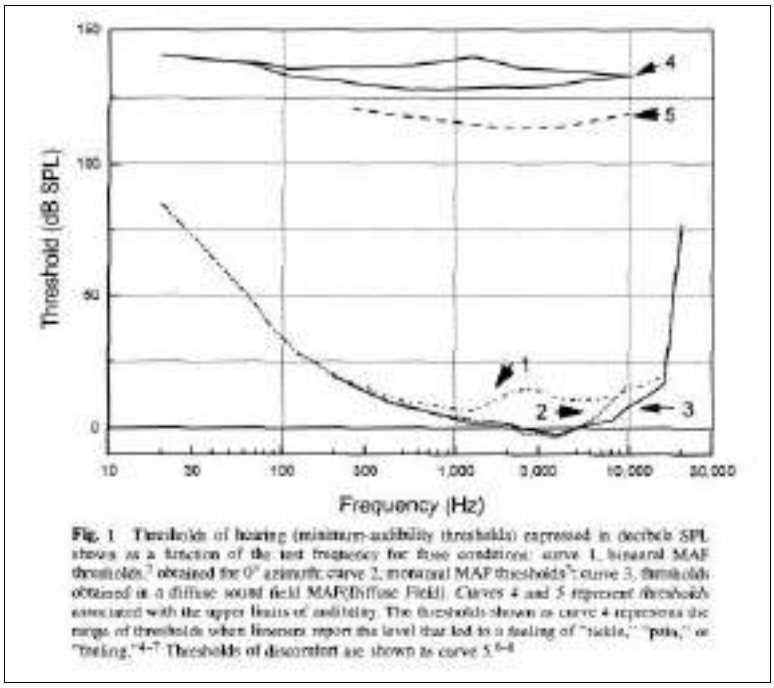


Figura 1: Limiares da audição humana (Encyclopedia of Acoustics, edited by Malcolm J. Crocker. ISBN 0-471-80465-7. 1997 John Wiley & Sons, Inc)

Do ponto de vista da percepção humana, nossa capacidade de distinguir sons diferentes depende de vários fatores:

- Nível de pressão sonora
- Conteúdo de frequências
- Variação temporal

O aumento de 3 dB de um determinado som, sem variações temporais significativas e sem componentes tonais distintas, é tido como o valor típico para suscitar a sensação de aumento de “volume” ou nível sonoro.

Nas mesmas condições, um ruído com 10 dB abaixo do ruído existente em um local, teoricamente não pode ser percebido. A Tabela 1 apresenta um resumo simplificado da percepção humana a variação do nível sonoro.

Tabela 1: Percepção Humana a variações sonoras (Bolt, Beranek and Newman, Inc., Fundamentals and Abatement of Highway Traffic Noise, Report No. PB-222-703. Prepared for Federal Highway Administration, June 1973)

Variação Sonora	*Percepção Humana*
2 ~ 3dB	Mal percebido
5 dB	Prontamente percebido
10 dB	Percebido como o dobro ou a metade do "volume" de som

Porém, os ruídos com componentes em frequência que se destacam do ruído ambiente e ruídos que possuem flutuações temporais específicas, passam a ter uma assinatura facilmente identificável pelo sistema auditivo humano. Esses sons passam então a ser percebidos muito facilmente.

A Figura 2 ilustra cenários sonoros típicos e suas correspondências com a percepção auditiva e os níveis de pressão sonora.

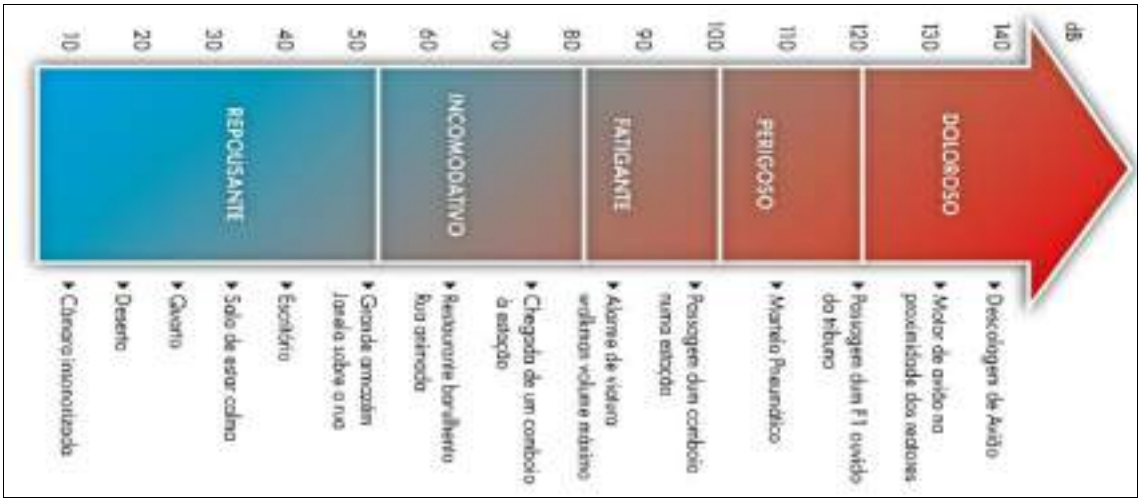


Figura 2: Escala de NPS (Fonte: Agência Portuguesa do Ambiente - www.apambiente.pt)

6.1. FREQUÊNCIAS BAIXAS

O aparelho auditivo do ser humano é especializado em reconhecer a fala humana e para isso tem maior sensibilidade na faixa de frequências compreendida entre 1 e 6 KHz. Fora dessa faixa, a sensibilidade humana é menor.

Uma pessoa jovem e saudável é capaz de ouvir sons entre a frequência de 20 Hz até a frequência de 20 KHz. Porém, quanto mais as frequências se afastam da faixa da fala, mais baixo nosso ouvido percebe os sons.

Os sons com conteúdo abaixo de 20 Hz são chamados de infrassônicos, e os que possuem frequências acima de 20 KHz são chamados de ultrassônicos.

Os sistemas que medem a pressão sonora, por sua vez, são capazes de medir frequências que vão além da faixa de audição humana. Para que possam apresentar resultados que correspondam à nossa sensação auditiva, esses equipamentos possuem filtros que tentam aproximar nossa percepção em função da frequência. Esses filtros ou ponderações em frequência, foram construídos a partir do resultado de estudos com pessoas que foram submetidas a estímulos auditivos em diferentes frequências e níveis. Como resultado desses estudos, foram desenhadas curvas de igual sensibilidade auditiva. Ou seja, curvas que reproduzem nossa sensibilidade para diferentes frequências em função do nível de pressão sonora.

As curvas usadas nos medidores de nível de pressão sonora, denominadas curvas “A”, “B” e “C”, são aproximações dessas curvas para níveis específicos. Tendo sido a curva “A” adaptada a partir da sensibilidade humana para níveis de aproximadamente 40 dB, e as curvas “B” e “C” para níveis da ordem de 70 e 100 dB, respectivamente.

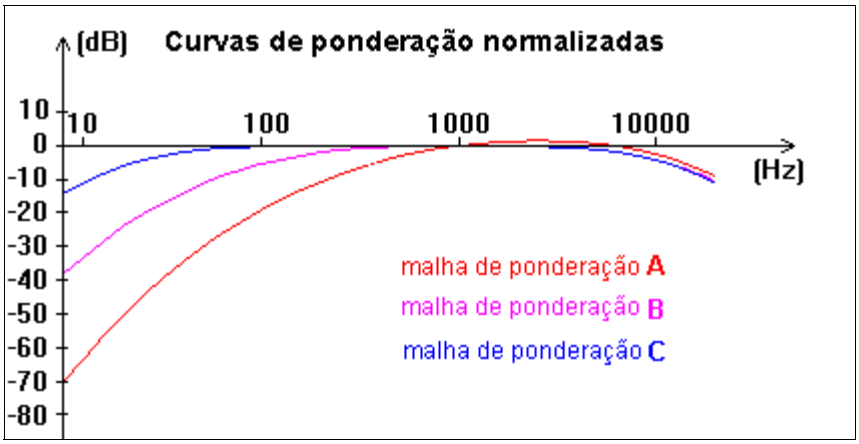


Figura 3: Gráfico das curvas de ponderação de ruído

A curva “A” é a mais utilizada em normas relacionadas ao som em todo o mundo. Isso porque ela representa nossa sensibilidade para baixos níveis de ruído e, portanto, possui boa correlação com questões relacionadas ao conforto humano. Por outro lado, a curva “A” possui grande atenuação para as baixas frequências e por conta dessa característica pode mascarar alguns efeitos, principalmente quanto existem componentes em frequências muito baixas ou mesmo infrassons.

A literatura internacional associa os infrassons a sintomas como enjoo, tonteira, sonolência, incômodo generalizado, entre outros. Não há, porém, uma universalização dos parâmetros que permitem avaliar de forma inequívoca o incômodo causado por sons infrassônicos.

Quando se faz necessário controlar o ruído em alguma situação, a aplicação de barreiras ou o uso de materiais de absorção tendem a funcionar melhor com as médias e altas frequências. Isso porque os sons de baixa frequência possuem comprimentos de onda muito grandes e por isso conseguem transpor melhor os obstáculos normalmente usados nos tratamentos tradicionais.

6.2. MEDIÇÃO DO ESPECTRO DE FREQUÊNCIA

Os medidores mais modernos e mais completos podem medir cada banda (faixa) de frequência separada e simultaneamente, de forma que é possível conhecer em detalhes a contribuição de cada região do espectro do som medido.

Para este estudo as medições de ruído efetuadas incluíram essa análise do espectro em bandas de terças de oitava, a partir de 6,3 Hz, além das medições tradicionais do nível global ponderado pelas curvas “A”, “C” e sem ponderação.

7. PLATAFORMA DE SIMULAÇÃO – SOUNDPLAN

7.1. UM BREVE HISTÓRICO

Nos últimos 20 anos, essa abordagem tem sido continuamente desenvolvida, e vem recebendo grande impulso a partir dos projetos europeus IMAGINE (Improved Methods for the Assessment of the Generic Impact of Noise in the Environment) e HARMONOISE (http://www.imagine-project.org). Esses projetos reuniram diversas universidades em consórcio, centros de pesquisa, entidades governamentais e fabricantes de programas de predição de ruído ambiental para harmonizar métodos de modelagem e cálculo de impacto ambiental proveniente do ruído gerado por rodovias, ferrovias, indústrias e aviões.

No mercado desde 1986, o SoundPLAN participou ativamente desses projetos e hoje é reconhecido como uma das principais ferramentas de simulação acústica mundial.

O *software* é desenvolvido para a predição da propagação de ruído em ambientes externos, e é balizado pelas principais normas do mundo, tanto as ISO quanto normas europeias específicas. Seus

elementos de modelo englobam todas as características necessárias para a criação de um protótipo de simulação compatível com a realidade e seus resultados são comprovadamente confiáveis, por conta da sua certificação internacional.

7.2. NO BRASIL

O SoundPLAN vem sendo utilizado para dimensionar barreiras acústicas e determinar o impacto acústico em estradas; usinas de energia; casas de espetáculo; plataformas de petróleo; aeroportos; obras civis diversas; atividades de mineração e outros. Esses trabalhos foram apresentados para órgãos como o IBAMA, CETESB, INEA, FEAM e Banco Mundial.

O SoundPLAN está presente no Brasil desde 1998, quando a GROM iniciou a distribuição da marca no país. Hoje, existem inúmeros projetos que vão desde estudos de impacto acústico de estradas, usinas de energia e casas de espetáculo até o dimensionamento de barreiras acústicas, mapeamento de ruído em unidades petroquímicas ou mesmo a análise de ruído de aeroportos, obras civis diversas e atividades de mineração, entre outros. Esses trabalhos, via de regra, são apresentados para órgão como o IBAMA, CETESB, INEA, FEAM e Banco Mundial. Muitas vezes o SoundPLAN é também usado para embasar decisões estratégicas ou como ferramenta de verificação de projetos de controle de ruído.

Com o advento das normas de desempenho de edificações (NBR 15575 e suas partes) o SoundPLAN teve seu uso ampliado para auxiliar na avaliação de terrenos para futuros empreendimentos imobiliários e também para dimensionar janelas e sistemas de vedação vertical de construções habitacionais.

7.3. DEFINIÇÃO DA MODELAGEM

O som, enquanto fenômeno físico, apresenta variações instantâneas de nível. Quando observado por curtos intervalos de tempo pode apresentar valores muito distintos entre uma observação e outra. Contudo, boa parte das fontes acústicas, quando observadas por períodos de tempo mais longos, que compreendem um ou mais ciclos representativos de funcionamento, apresentam níveis mais estáveis. A avaliação das fontes, quando feita dessa forma, permite a predição dos seus efeitos e o cálculo da propagação dos sons por elas emitidos, pelo ambiente.

Assim, a partir da determinação do meio de propagação (terreno e atmosfera) e das características físicas das diversas fontes emissoras, é possível elaborar modelos matemáticos capazes de ilustrar

cenários acústicos complexos. Esses modelos permitem inclusive que se façam predições de condições futuras diversas com acurácia suficiente para que decisões sejam tomas ainda na fase de projeto (entende-se como aceitáveis, resultados com tolerância de +/-3 dB).

O modelo é iniciado a partir da definição da área da simulação e a criação de um DGM (Digital Ground Model ou Modelo Digital de Terreno) com sua respectiva topografia e as diferentes características físicas do terreno. Prédios, barreiras, galpões e quaisquer outros elementos cujas dimensões sejam acusticamente significativas também são inseridas no modelo. Em seguida são estabelecidas as características ambientais (pressão atmosférica, temperatura, umidade e direção dos ventos), fechando assim o meio de propagação.

Deve-se inserir no modelo todas as fontes sonoras identificadas como representativas, sejam elas do empreendimento em análise, do meio ambiente ou outros empreendimentos que influenciem a região de interesse.

Os modelos podem ser aferidos a partir de medições pontuais que são comparadas com os valores calculados em pontos de controle. Os resultados das simulações são então apresentados de diversas formas, como mapas em planta, cortes transversais, tabelas de dados ou identificação de valores em pontos específicos.

Os resultados podem ser analisados em termos de níveis globais, para efeito de comparação com os limites estabelecidos ou em bandas de frequência, para auxiliar na definição de medidas de controle de ruído mais eficazes.

7.4. ELEMENTOS DA MODELAGEM

Para gerar o modelo de propagação sonora, o SoundPlan considera os efeitos a seguir, que podem aparecer isolados ou combinados.

- **Emissão**: A fonte pode ser definida em pressão sonora ou potência, nas ponderações A, C ou Z, por nível global ou por banda de frequência, seja 1/1 ou 1/3 de oitava. A fonte pode ser pontual, linear ou por área. Também se pode definir a direcionalidade da fonte em 2D ou 3D.

- **Absorção**: A absorção é definida por área em pressão sonora ou potência, por nível global ou por banda de frequência, seja 1/1 ou 1/3 de oitava.

- **Reflexão**: É a capacidade do corpo de alterar a direção de propagação de uma frente de onda. A reflexão pode ser total, índice 1, até nenhuma reflexão, índice "0". O fenômeno pode ocorrer combinado com outros efeitos. Intuitivamente, funciona como a reflexão em um espelho, e é responsável pelo eco e pela reverberação do ambiente.

- **Transmissão**: É a capacidade do som de atravessar através de obstáculos, é de grande importância quando se estuda a propagação do ruído emitido por portas janelas, telhados e paredes de um galpão a partir do ruído dentro do galpão.

- **Difração**: É a capacidade da onda de contornar objetos ou passar por fendas. Ao encontrar arestas ou frestas, a onda sonora sofrer um espalhamento na propagação, muda de direção e de alterar levemente a frequência. O fenômeno se faz presente em aberturas de portas e janelas, saídas de chaminé e na transposição de obstáculos e barreira acústica.

- **Interferência de Onda**: É a capacidade de interferência entre ondas sonoras que se cruzam durante sua propagação. O fenômeno está associado a amplitude, comprimento de onda e fase, permitindo a ampliação ou cancelamento da onda.

Os elementos de modelagem são desta forma definidos:

- **Fonte Pontual**: É modelada como uma fonte de emissão, e se aplica quando as dimensões da fonte são desprezíveis para o modelo.

- **Fonte Linear**: É modelada como uma fonte de emissão. Tipicamente, se aplica em rodovias e fontes semelhantes.

- **Área de Emissão**: É modelada como uma fonte de emissão por área, pode ser usada para modelar uma área urbana ou uma fábrica que não serão discretizadas, e que a topografia não impacta no modelo.

- **Área de Atenuação**: São áreas de obstáculos menores porém com grande concentração, como casas e pequenas edificações, vegetação densa ou construções industriais. Estas áreas costumam ter o efeito de atenuar o som ao longo de seu percurso, portanto são modelados de forma diferente dos edifícios. Podem ser definidas como:

    - *Foliage* – áreas de floresta e vegetação densa, normalmente com pouca ou nenhuma visibilidade logo após a borda da mata.

- *Built-up Area* – áreas de casas e pequenos edifícios

- *Industrial site* – áreas industriais como volumes de tubulação, estruturas de aço, pilhas de materiais, etc.

- **Building**: São edificações ou grupo de edificações, funcionam como barreira acústica, fazendo a reflexão do som, podendo ter também área de absorção.

- **Industrial Building**: Possuem o mesmo comportamento do building com a capacidade adicional de emissão pelas paredes e teto.

- **Floating Screen**: São elementos planos que se apresentam como obstáculo impermeável ao som, permitindo apenas difração por suas bordas. Podem ser definidos no espaço em qualquer orientação e ângulo.

Cada um desses elementos pode ser configurado a partir da pressão ou da potência sonora, por nível global ou banda de frequência de 1/1 ou 1/3 de oitava. Também para cada elemento, pode-se configurar a direcionalidade de emissão a fonte em 2D ou 3D.

7.5. VARIÁVEIS AMBIENTAIS

As variáveis ambientais influenciam a propagação de ruído da seguinte forma:

- **Pressão Atmosférica**: A propagação da pressão sonora se dá a partir do choque mecânico das moléculas presentes na atmosfera. Então, quanto mais rarefeito for o ar menor será a velocidade propagação e o alcance da onda sonora, até o limite do vácuo onde não há som.

- **Temperatura**: Uma maior temperatura se traduz em maior agitação molecular, que contribuí para a propagação da onda sonora. Mas o efeito mais é importante é o gradiente de temperatura, a diferença entre o piso e as camadas mais altas da faixa de interesse da atmosfera. Grandes diferenças na temperatura tendem a jogar a frente de onda para cima, se contrapondo ao efeito típico descendente da onda, que resulta num maior alcance das ondas.

- **Umidade**: Quanto maior a umidade, maior será a quantidade de moléculas dissolvidas na atmosfera, aumentando a velocidade de propagação da onda sonora.

- **Vento**: O vento é o agente ambiental com maior capacidade de influenciar na propagação sonora. O vento tem um perfil de velocidades onde quanto pais próximo ao solo menor, é a velocidade. Este gradiente de velocidade desvia as ondas sonoras que se propagam em direção próxima a horizontal, para cima quando se propagando contra o vento, diminuindo o alcance do som, e para baixo quando se propagando a favor do vento, o que aumenta o alcance do som, para emissor e receptor próximos ao solo.

  O SoundPLAN gerencia a contribuição dos ventos permitindo a entrada de dados a partir de uma rosa dos ventos e seus respectivos índices de incidência.

8. MEIO DE PROPAGAÇÃO

- **Topografia**: A topografia da região, da área de influência direta do empreendimento, foi extraída do software Google Earth e da planta enviada pelo cliente, que contém as curvas de nível.

  Somente a área de instalação do empreendimento foi planificada, tendo a absorção do piso alterada para concreto. Dessa maneira foi definida a topografia final da região, representada na Figura 4.

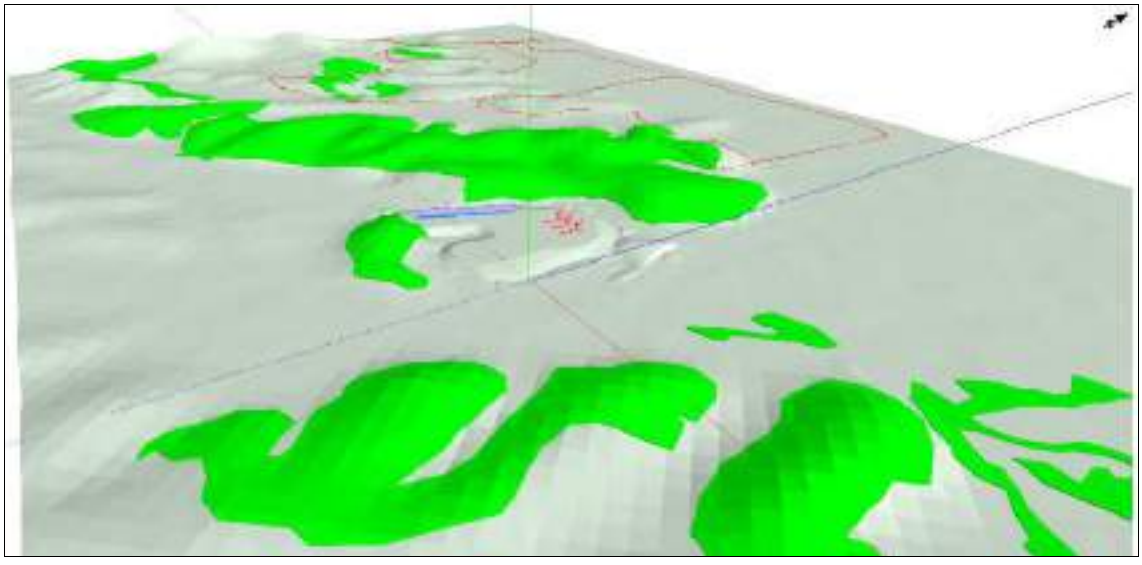


Figura 4: Modelo Digital 3D da topografia da região após instalação da UTE NF2

- **Edificações e áreas construídas**: As edificações (UTE Mário Lago, UTE NF e UTE NF 2) foram identificadas e modeladas como área de atenuação tipo *Building*, que considera as edificações construídas em concreto, com os níveis de atenuação apresentados na Figura 5.

Na região de influência do empreendimento, não há nenhum centro urbano. Existem na região, somente duas casas afastadas.

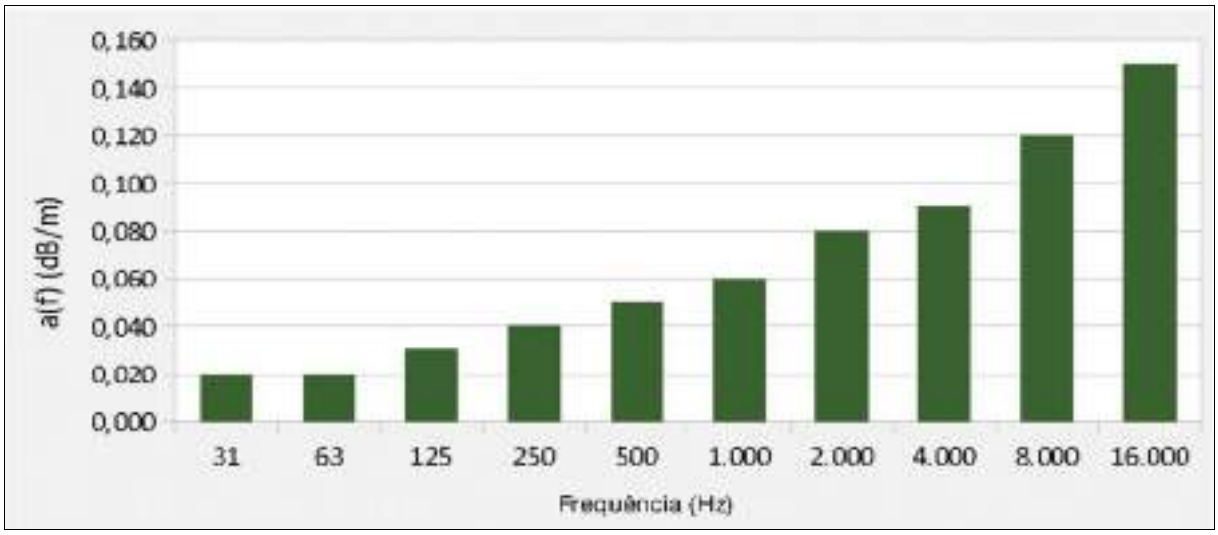


Figura 5: Espectro da atenuação das edificações

- **Vegetação Rasteira e Cinturão Verde**: São áreas compostas por plantas rasteiras, arbustos e pequenas árvores espaçadas. A atenuação de ruído é apresentada conforme Figura 6, e seu efeito somente pode ser percebido quando abrange grandes distâncias da simulação.

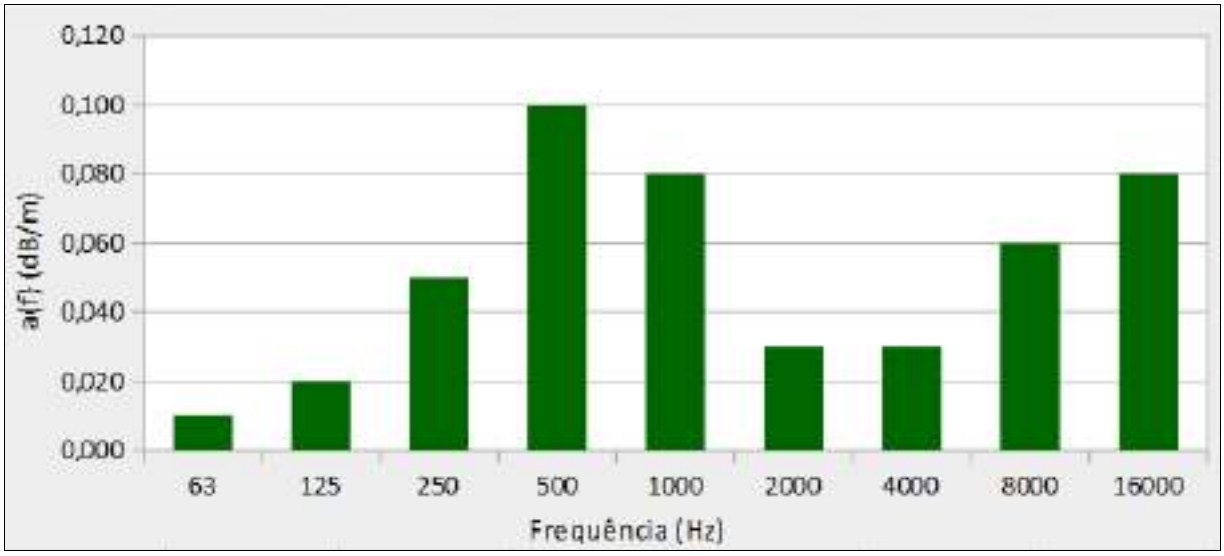
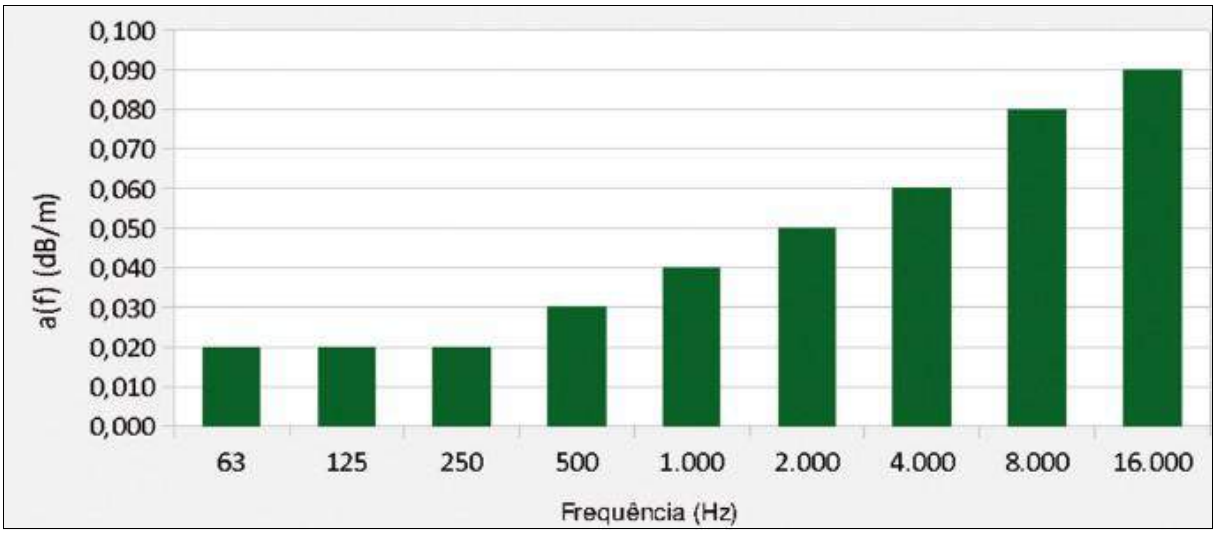


Figura 6: Espectro da atenuação da vegetação rasteira e cinturão verde

- **Vegetação Alta**: São áreas com árvores maiores e/ou com maior densidade, classificadas como área de mata, sendo definidas nos mapas de ruído com legenda específica. A atenuação de ruído é apresentada conforme Figura 7.

Figura 7: Espectro da atenuação da vegetação alta



- **Terreno**: As demais regiões da topografia não detalhadas acima, são chamadas de "Terreno". No trabalho aqui desenvolvido, os terrenos são constituídos de concreto e asfalto ou de gramado.

  O concreto e asfalto são modelados como superfícies refletoras, de Índice de Reflexão de 0,100. Áreas de gramado são modeladas como superfícies absortivas, com índice de reflexão de 0,900. Tais definições são tomadas conforme especificado pela norma técnica ISO 9613-2.

  O Terreno apresenta grande influência na propagação do ruído, sobretudo na área junto às fontes sonoras.

9. CONDIÇÕES AMBIENTAIS

Os parâmetros ambientais foram tomados a partir da estação meteorológica pública do INMET (http://www.inmet.gov.br) mais próxima do empreendimento.

Dados da Estação:

- Identificação: A 608 – Centro Estadual de Pesquisa em Desenvolvimento Rural Sustentável
- Localização: Bairro de Imboassica – Macaé
- Distância do empreendimento: 7,5 Km aproximadamente
- Período de avaliação: Junho de 2018 a Julho de 2019

Dados Ambientais:

As condições ambientais foram obtidos na estação de referência a partir da média aritmética dos durante o período considerado.

- Pressão atmosférica: 1012,8 hPa
- Umidade relativa do ar: 80,8 %
- Temperatura: 23,9 °C

9.1. VENTO

O vento considerado no projeto foi de Nordeste – NE, com direcionalidade de 40 a 50 graus e velocidade foi então definida com 3,31 m/s, conforme a Figura 8. As informações sobre os ventos obtidas através da estação do INMET são compatíveis com a roda dos ventos apresentada no memorial descritivo do Cliente.

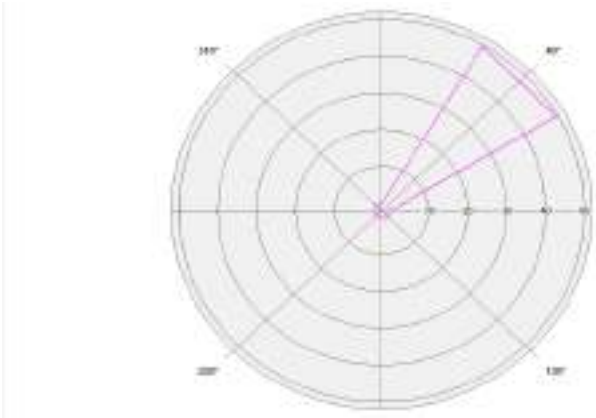


Figura 8: Rosa de ventos considerada na simulação

10. FONTES SONORAS AMBIENTAIS

10.1. RUÍDO NATURAL

O ruído chamado natural é aquele gerado pela fauna e flora local, por eventos naturais, como o vento, e fontes naturais fixas, como cachoeiras, rios, etc. O ruído emitido por estas fontes é intrinsecamente aleatório ao longo do tempo. Porém, não é viável e nem necessário representar esta aleatoriedade, já que os níveis de interesse e limites definidos por norma para este tipo de avaliação são valores médios.

O ruído natural foi modelado em compatibilidade com os níveis apresentados em campanha de medição anterior, na região no entorno do futuro empreendimento. Os valores foram extraídos do relatório de medição TEC-7052-5840-R1 e são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2: Valores medidos de ruído natural

Período Noturno – Dia de Semana						
Data (dd/mm/aa)	*Horário (hh:mm:ss)*	*Duração (hh:mm:ss)*	*LAeq,T*	*LAFmax*	*L90 dB(A)*	*Sons observados*
28/06/2019	00:36:06	00:07:20	52	67,6	49,5	Vacas + Insetos + Répteis
28/06/2019	00:21:56	00:07:20	48	59,7	44,8	Insetos + Répteis
28/06/2019	01:11:33	00:07:20	44,1	52,4	41,5	Insetos + Répteis
28/06/2019	00:55:27	00:07:20	40,5	47,7	39,7	Insetos
28/06/2019	02:24:14	00:07:20	38	52,8	30,9	Insetos
28/06/2019	01:32:11	00:07:20	44	59,4	43,2	Insetos
28/06/2019	20:18:06	02:00:20	57,2	87,7	39,6	Veículos + Cães
27/06/2019	23:38:40	02:00:20	57,7	77,1	51,4	Veículo + Cães + Rodovia BR 101
28/06/2019	02:44:40	02:00:20	54,1	61,3	52,4	Rodovia BR 101 + Insetos + EDF
28/06/2019	23:58:50	00:07:20	48	58,2	47	Insetos + Vento na vegetação

Tabela 3: Valores medidos de ruído natural

Período Noturno – Dia de Fim Semana						
Data (dd/mm/aa)	*Horário (hh:mm:ss)*	*Duração (hh:mm:ss)*	*LAeq,T*	*LAFmax*	*L90 dB(A)*	*Sons observados*
30/06/2019	01:00:06	00:07:20	49,8	52,7	48,6	Insetos + Vento na vegetação
30/06/2019	00:38:53	00:07:20	50,8	58	48,5	Insetos + Vento na vegetação
30/06/2019	00:15:39	00:07:20	45,8	60,1	44,5	Insetos + Vento na vegetação
30/06/2019	00:24:06	00:07:20	44,7	49,4	43,7	Insetos + Vento na vegetação
30/06/2019	00:22:40	00:07:20	44,5	55,1	41,7	Insetos + Vento na vegetação
30/06/2019	01:13:25	00:07:20	54,3	62,9	48	Insetos + Vento na vegetação
30/06/2019	01:53:26	02:00:20	53,1	63,6	45,2	Insetos + Vento na vegetação
29/06/2019	21:09:32	02:00:20	57,8	86,9	50,8	Veículo + Cães + Rodovia BR 101
29/06/2019	21:38:39	02:00:20	61	77,6	54,6	Cães + Vento na Vegetação
30/06/2019	00:08:58	00:07:20	48,3	57,2	47,7	Insetos + Vento na vegetação

A validação do modelo de simulação foi realizada, a partir da comparação dos resultados das medições no campo e os níveis simulados. Para um modelo adequado, as diferenças entre os resultados, devem ser inferiores a ± 3 dB, conforme apresentado na Tabela 4.

Tabela 4: Valores medidos de ruído natural

Ponto	*Medição (dBA)*	*Simulação (dBA)*	*Diferença*
S01	49,8	49,1	0,7
S02	48,0	48,2	-0,2
S03	44,1	43,7	0,4
S04	44,7	44,0	0,7

Ponto	Medição (dBA)	Simulação (dBA)	Diferença
S01	49,8	49,1	0,7
S05	44,5	44,3	0,2
S06	44,0	45,6	-1,6
S07	53,1	53,6	-0,5
S08	57,8	58,5	-0,7
S09	54,1	52,2	1,9
S10	48,0	47,0	1

10.2. RUÍDO URBANO

O ruído gerado pelas comunidades, ou ruído urbano, é aquele gerado pelos habitantes de locais com algum adensamento de população. Podendo citar como exemplo, os ruídos domésticos (bater de panelas, correr de água, conversa, sons emitidos por animais de estimação, etc). Como na área em torno das futuras instalações há uma ausência de áreas urbanas, esse tipo de ruído não foi simulado e não está apresentado no modelo.

10.3. MALHA VIÁRIA

A malha viária local foi simulada de acordo com a norma alemã RLS90 (por falta de substituta nacional). No modelo, somente foi considerado a rodovia federal Governador Mário Covas (BR 101), devido as demais vias terem baixo fluxo.

A rodovia foi modelada como uma fonte linear, com potência sonora média para os períodos diurno e noturno separadamente, conforme indicado na Tabela 5.

Tabela 5: Dados de nível de ruído da malha viária

Rodovia	Diurno dBA	Noturno dBA
Rodovia Governador Mário Covas – BR 101	65,7	64,0

11. FONTES SONORAS DO EMPREENDIMENTO

O empreendimento foi modelado considerando as fontes emissoras estacionárias representativas, tomando a máxima capacidade de operação independente do período do dia (diurno ou noturno), conforme itens a seguir:

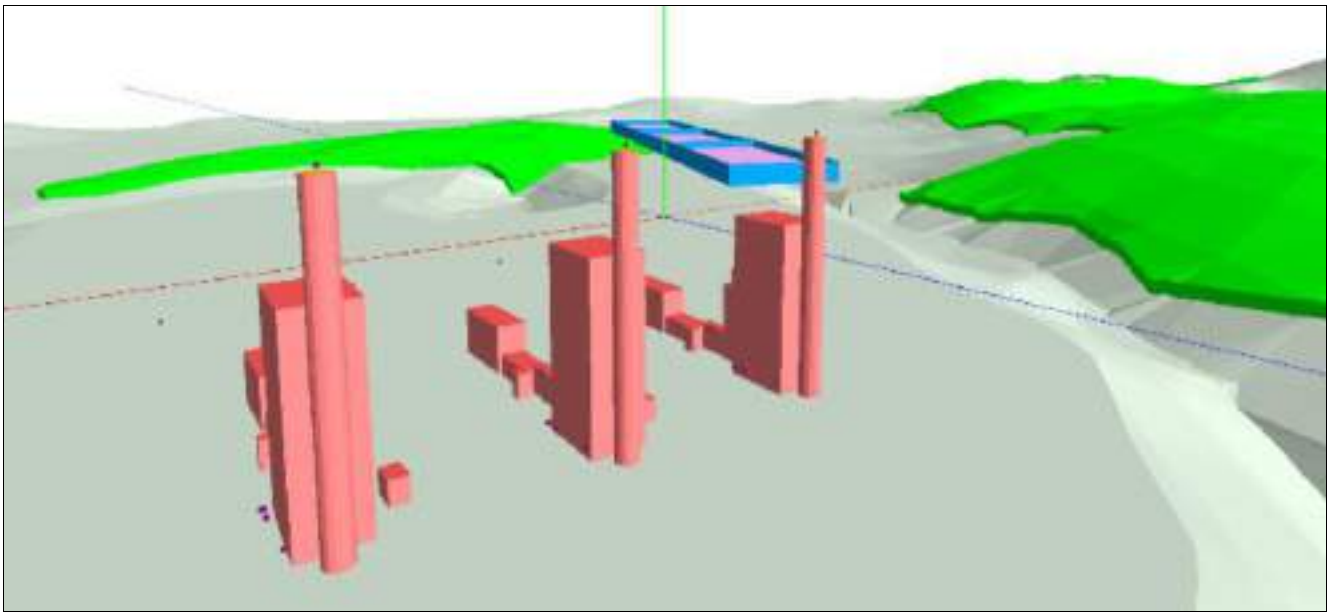


Figura 9: Layout em 3D da EDF NF 2

Foram considerados no modelo as seguintes fontes: (1) Turbina a gás, (2) Admissão de ar, (3) Descarga de gases, (4) Duto de entrada de GNP, (5) Tubulação de GNP, (6) Skid de GNP, (7) Controlador do Skid, (8) Gerador, (9) Transformador auxiliar, (10) Filtro de entrada do Evaporador, (11) Corpo do HRSG a montante, (12) Corpo do HRSG a jusante, (13) Duto de transição, (14) Bomba d´água, (15) Duto de Vapor, (16) Chaminé – Parte Inferior, (16) Parte superior, (16) Boa de saída, (17) Turbinas a vapor, (18) Difusor da Turbina a Gás, (19) Condensador, (20) Módulo de resfriamento 1, (20) Módulo de resfriamento 2, (21) Bomba do Condensado para a caldeira.

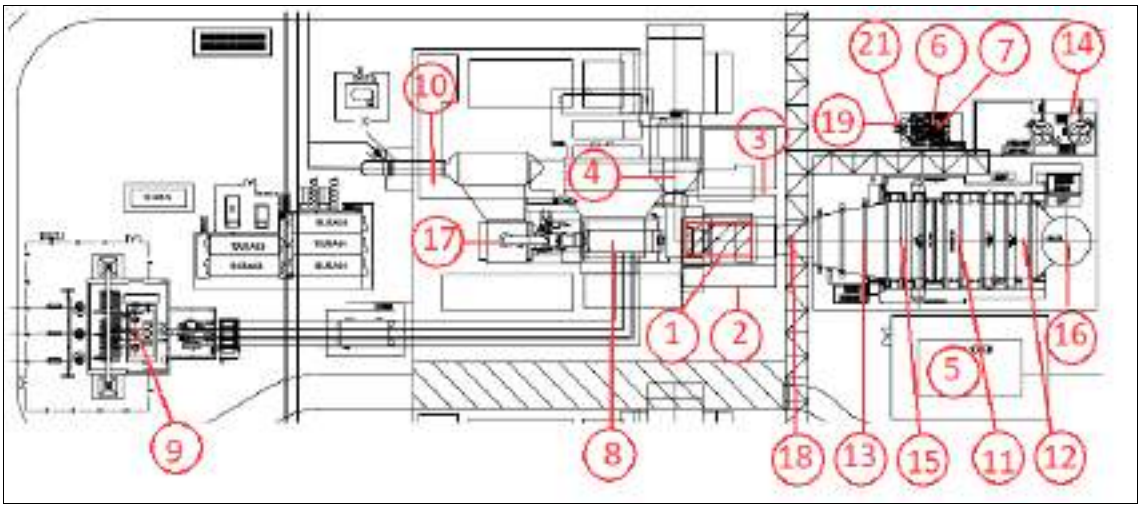


Figura 10: Layout dos elementos da simulação

No modelo existem três principais grupos de fontes simuladas: Fontes pontuais, Industrial Buildings e Fontes de Área. Eles se diferem basicamente pela maneira de cálculo e entrada de dados, tendo sido mantidas as potências acústicas fornecidas pelo cliente em ambos os casos.

Nas fontes pontuais, a potência Lw foi definida por unidade, “Lw/unit", como sendo apenas um ponto com emissão omnidirecional, tendo em vista que as dimensões geométricas dos objetos representados não teriam influência significativa na propagação das fontes no restante do modelo.

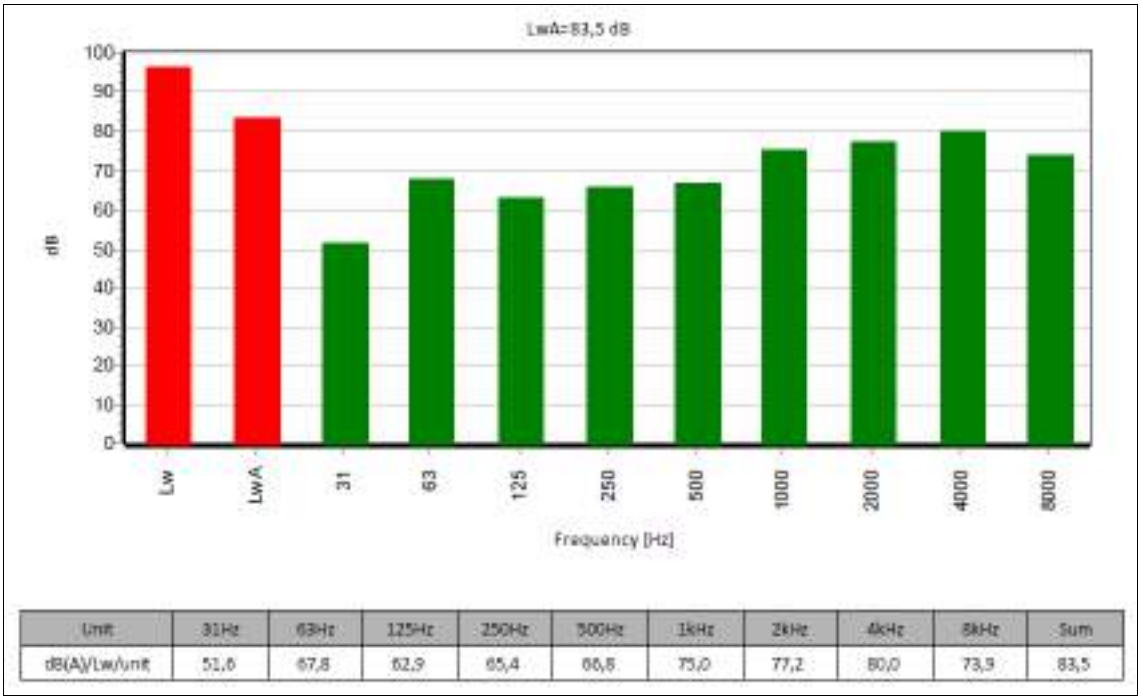
Os componentes da termelétrica que tem geometrias significativas para a propagação de ruído das outras fontes modeladas, funcionando como obstáculos, foram modeladas com Industrial Building.

Os buildings foram definidos com os lados sendo fontes de área, tendo a potência total dividida e distribuída pelos lados, sendo mantida assim a potência acústica total do objeto.

O ACC, Sistema de Resfriamento, foi modelado como fonte de área, tendo a potência total de cada modulo mantida. Para essa fonte também foi simulada direcionalidade da emissão, para representar melhor a situação real.

11.1. TURBINA A GÁS

- Marca e Modelo: Siemens SGT5 - 8000H
- Potência de geração: 450 MW
- Indicação de posição no layout: Figura 10, item 1
- Emissão acústica: 83,5 dBA / Lw / unit, vide o espectro da distribuição do ruído é apresentado na Figura 11.
- Tipo de fonte: Industrial Building
- Direcionalidade: Omnidirecional

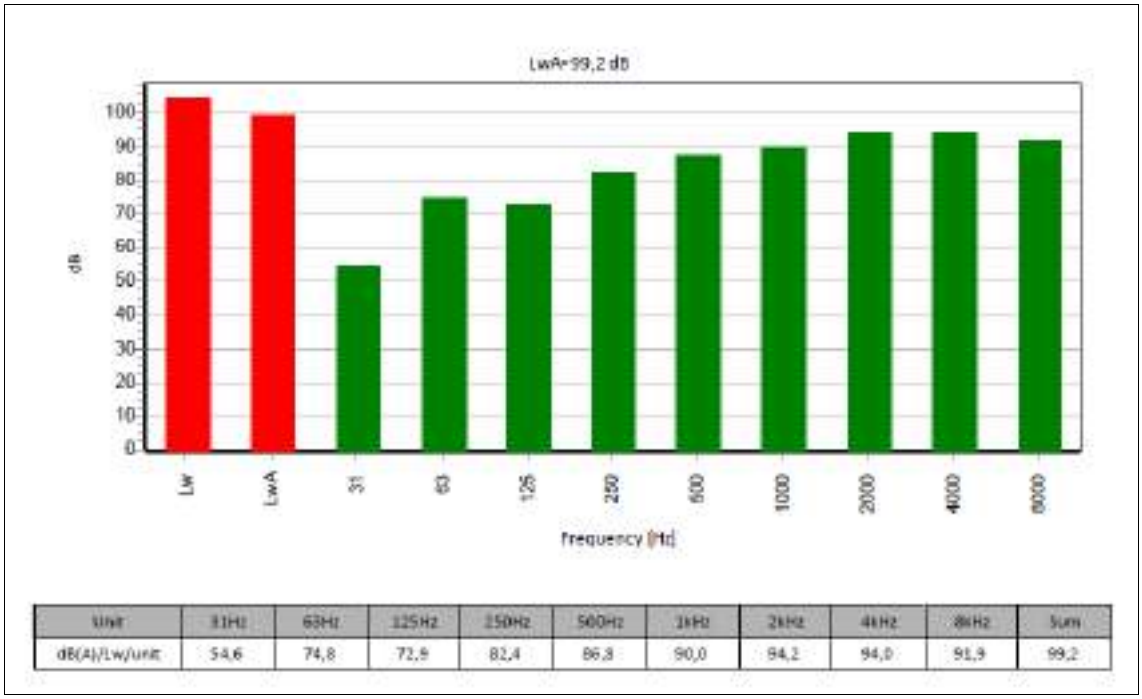


Unit	31Hz	63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz	Sum
dB(A)/Lw/unit	51,6	67,8	62,9	65,4	66,8	75,0	77,2	80,0	73,9	83,5

Figura 11: Espectro de emissão da turbina

11.1.1. ADMISSÃO DE AR

- Emissão acústica: 99,2 dBA / Lw / unit, vide o espectro da distribuição do ruído é apresentado na Figura 12.
- Tipo de fonte: Fonte Pontual
- Direcionalidade: Omnidirecional



Unit	31Hz	63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz	Sum
dB(A)/Lw/unit	54,6	74,8	72,9	82,4	86,8	90,0	94,2	94,0	91,9	99,2

Figura 12: Espectro de emissão da admissão de ar na turbina

11.1.2. DESCARGA DE GASES

- Emissão acústica: 100,6 dBA / Lw / unit, vide o espectro da distribuição do ruído é apresentado na Figura 13.
- Tipo de fonte: Fonte Pontual
- Direcionalidade: Omnidirecional

Unit	31Hz	63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz	Sum
dB(A)/Lw/unit	55,6	75,8	73,9	79,4	81,8	92,0	95,2	96,0	95,9	100,6

Figura 13: Espectro de emissão da descarga de vapor da turbina

11.1.3. DUTO DE ENTRADA DE GNP

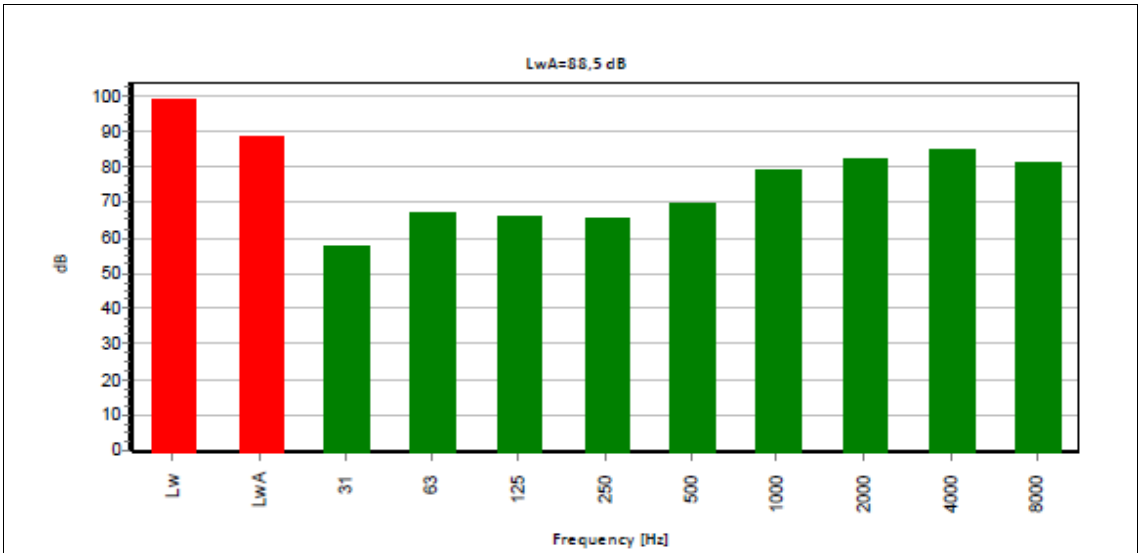
- Emissão acústica: 112,8 dBA / Lw / unit, vide o espectro da distribuição do ruído que é apresentado na Figura 14.
- Tipo de fonte: Fonte Pontual
- Direcionalidade: Omnidirecional

Unit	31Hz	63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz	Sum
dB(A)/Lw/unit	72,6	78,8	84,9	84,4	92,8	111,0	106,2	102,0	97,9	112,8

Figura 14: Espectro de emissão da entrada de GNP na Turbina

11.2. TUBULAÇÃO DE GNP

- Emissão acústica: 88,5 dBA / Lw / unit, vide o espectro da distribuição do ruído que é apresentado na Figura 15.
- Tipo de fonte: Fonte Pontual
- Direcionalidade: Omnidirecional

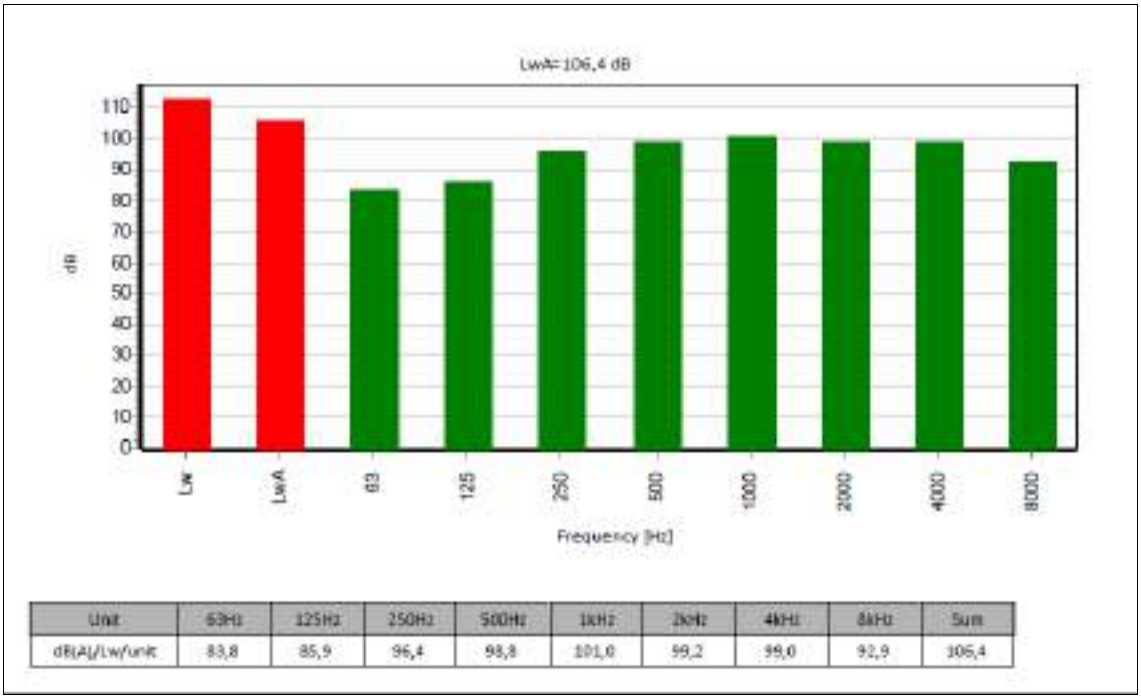


Unit	31Hz	63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz	Sum
dB(A)/Lw/unit	57,6	66,8	65,9	65,4	69,8	79,0	82,2	85,0	80,9	88,5

Figura 15: Espectro de emissão da Tubulação de combustível

11.2.1. SKID DE FORNECIMENTO DE GNP

- Emissão acústica: 106,4 dBA / Lw / unit, vide o espectro da distribuição do ruído que é apresentado na Figura 16.
- Tipo de fonte: Fonte Pontual
- Direcionalidade: Omnidirecional



Unit	63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz	Sum
dB(A)/Lw/unit	83,8	85,9	96,4	98,8	101,0	99,2	99,0	92,9	106,4

Figura 16: Espectro de emissão do Skid de fornecimento de combustível

11.2.2. CONTROLADOR DO SKID

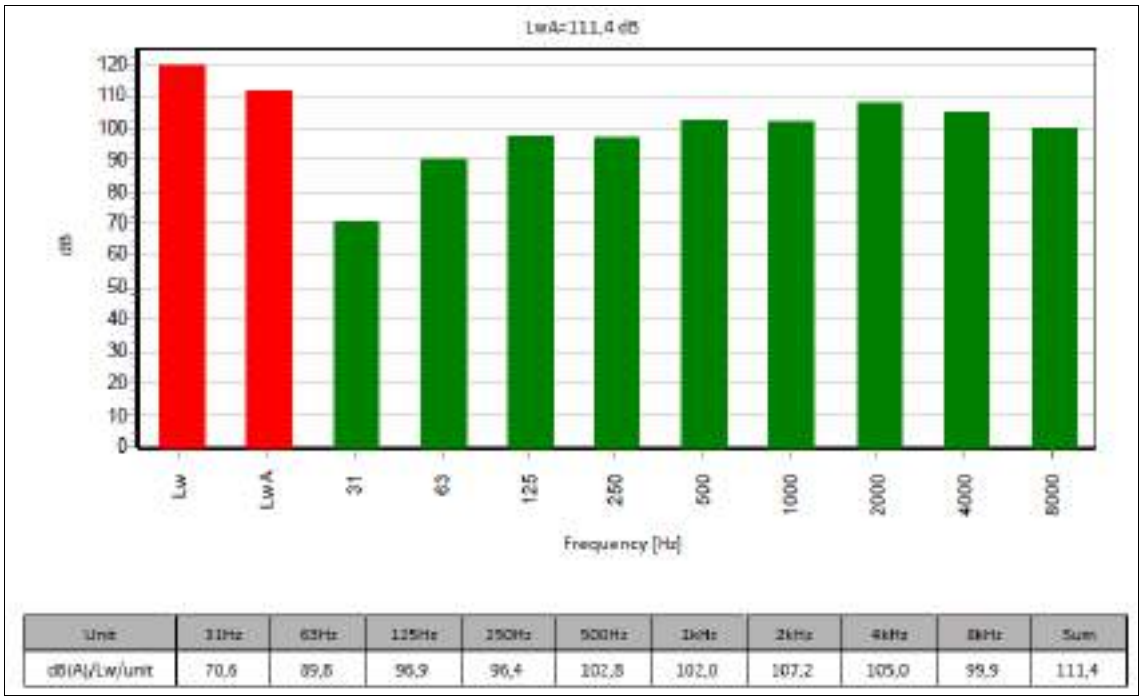
- Emissão acústica: 108,7 dBA / Lw / unit, vide o espectro da distribuição do ruído que é apresentado na Figura 17.
- Tipo de fonte: Fonte Pontual
- Direcionalidade: Omnidirecional

Unit	63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz	Sum
dB(A)/Lw/unit	82,8	86,9	96,4	100,8	105,0	101,2	100,0	95,9	108,7

Figura 17: Espectro de emissão do Controlador do skid

11.3. GERADOR

- Emissão acústica: 111,4 dBA / Lw / unit, vide o espectro da distribuição do ruído que é apresentado na Figura 18.
- Tipo de fonte: Industrial Building
- Direcionalidade: Omnidirecional

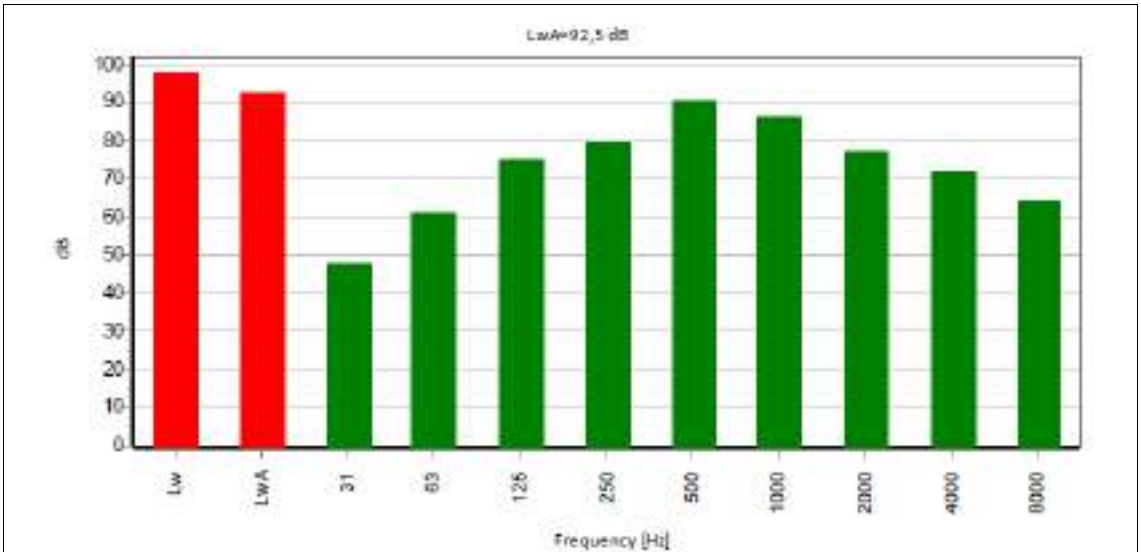


Unit	31Hz	63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz	Sum
dB(A)/Lw/unit	70,6	89,8	96,9	96,4	102,8	102,0	107,2	105,0	99,9	111,4

Figura 18: Espectro de emissão do Gerador

11.3.1. TRANSFORMADOR AUXILIAR

- Emissão acústica: 92,5 dBA / Lw / unit, vide o espectro da distribuição do ruído que é apresentado na Figura 19.
- Tipo de fonte: Fonte Pontual
- Direcionalidade: Omnidirecional



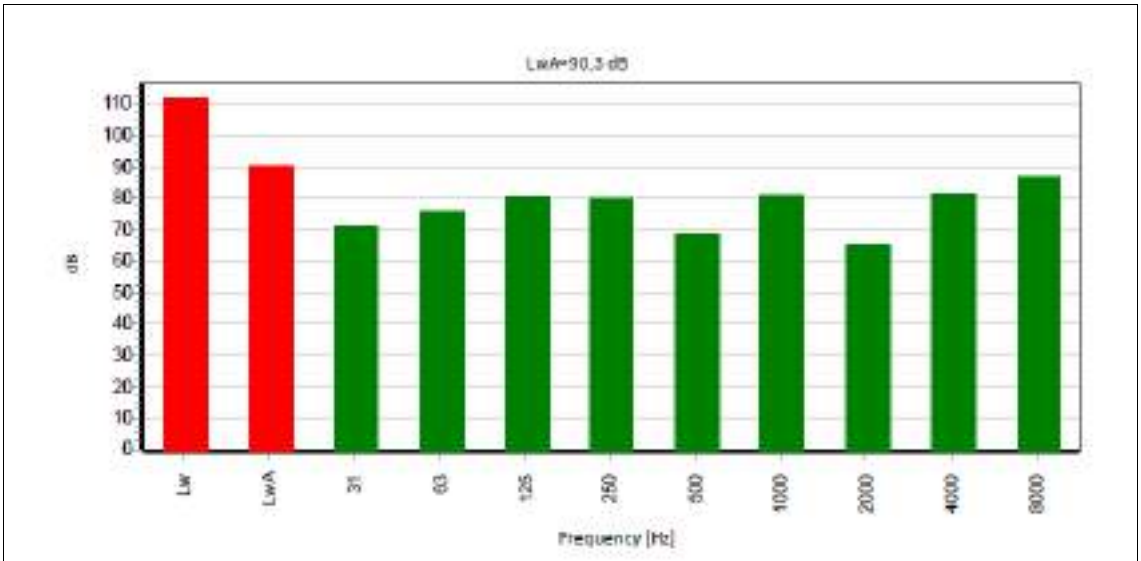
Unit	31Hz	63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz	Sum
dB(A)/Lw/unit	47,6	60,8	74,9	79,4	90,8	86,0	77,2	72,0	63,9	92,5

Figura 19: Espectro de emissão do Transformador auxiliar

11.4. CALDEIRA

11.4.1. FILTRO DE ENTRADA DO EVAPORADOR

- Emissão acústica: 90,3 dBA / Lw / unit, vide o espectro da distribuição do ruído que é apresentado na Figura 20.
- Tipo de fonte: Fonte Pontual
- Direcionalidade: Omnidirecional

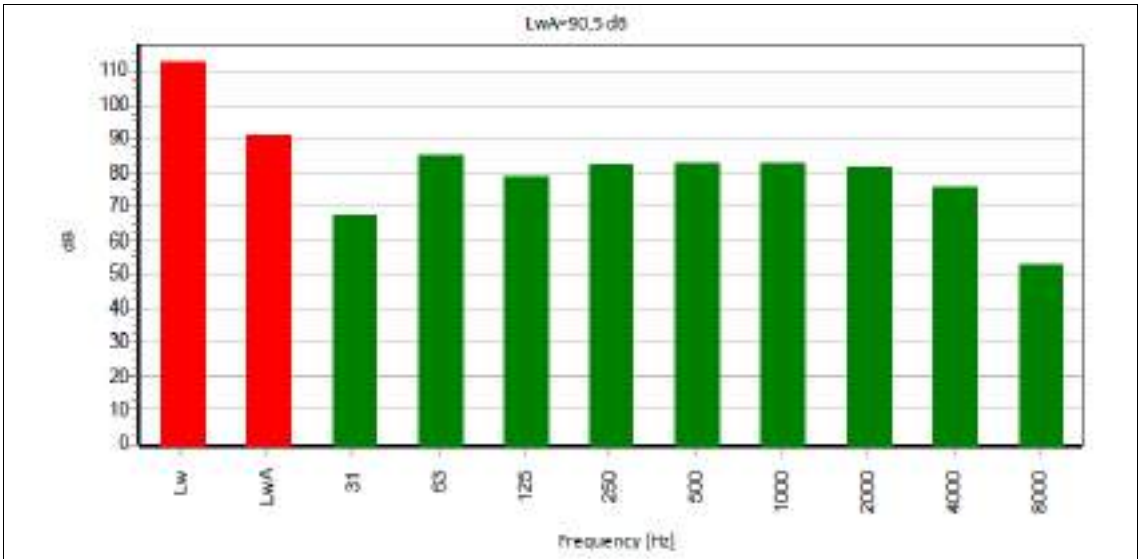


Unit	31Hz	63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz	Sum
dB(A)/Lw/unit	71,6	75,8	80,9	80,4	68,8	81,0	65,2	82,0	86,9	90,3

Figura 20: Espectro de emissão do filtro do evaporador

11.4.2. CORPO DO HRSG – TRECHO A MONTANTE

- Emissão acústica: 90,5 dBA / Lw / unit, vide o espectro da distribuição do ruído que é apresentado na Figura 21.
- Tipo de fonte: Industrial building
- Direcionalidade: Omnidirecional

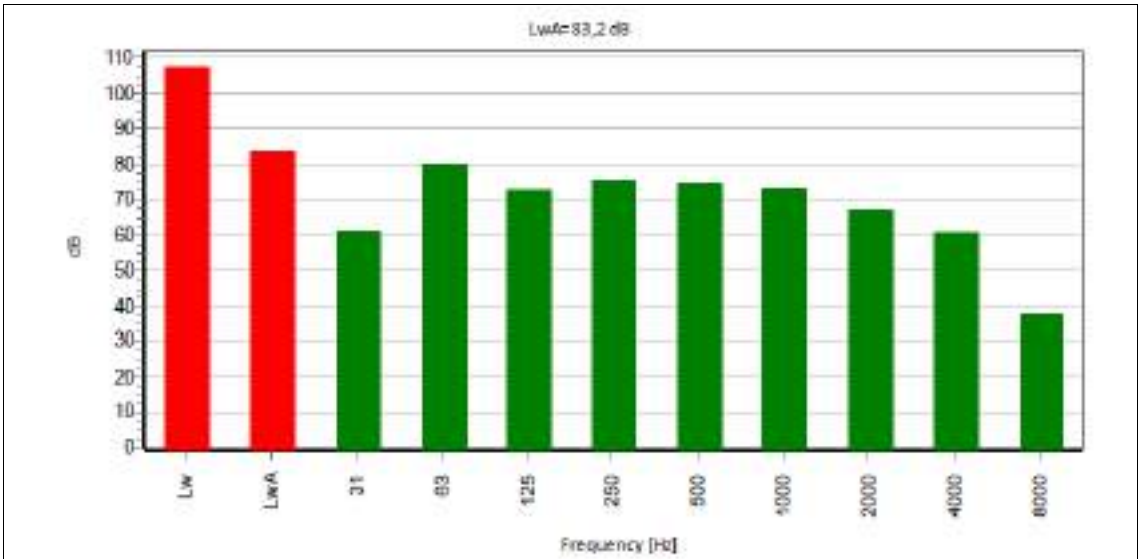


Unit	31Hz	63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz	Sum
dB(A)/Lw/unit	67,6	84,8	78,9	82,4	82,8	83,0	81,2	76,0	52,9	90,5

Figura 21: Espectro de emissão do corpo do HRSG trecho a montante

11.4.3. CORPO DO HRSG – TRECHO A JUSANTE

- Emissão acústica: 83,2 dBA / Lw / unit, vide o espectro da distribuição do ruído que é apresentado na Figura 22.
- Tipo de fonte: Industrial building
- Direcionalidade: Omnidirecional

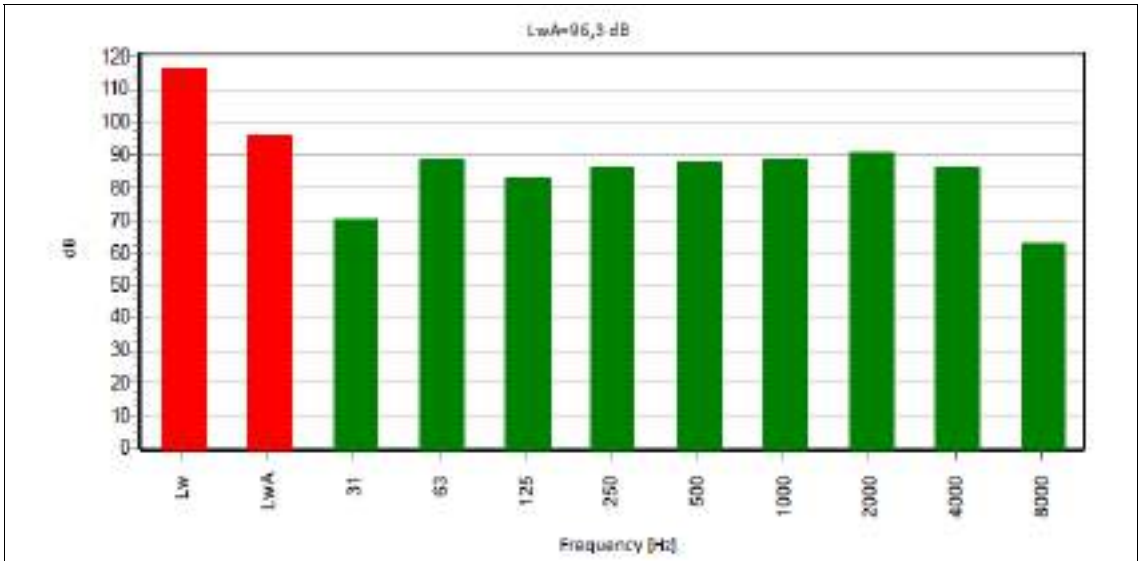


Unit	31Hz	63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz	Sum
dB(A)/Lw/unit	61,6	79,8	72,9	75,4	74,8	73,0	67,2	61,0	37,9	83,2

Figura 22: Espectro de emissão do corpo do HRSG trecho a jusante

11.4.4. DUTO DE TRANSIÇÃO

- Emissão acústica: 96,3 dBA / Lw / unit, vide o espectro da distribuição do ruído que é apresentado na Figura 23.
- Tipo de fonte: Industrial Building
- Direcionalidade: Omnidirecional

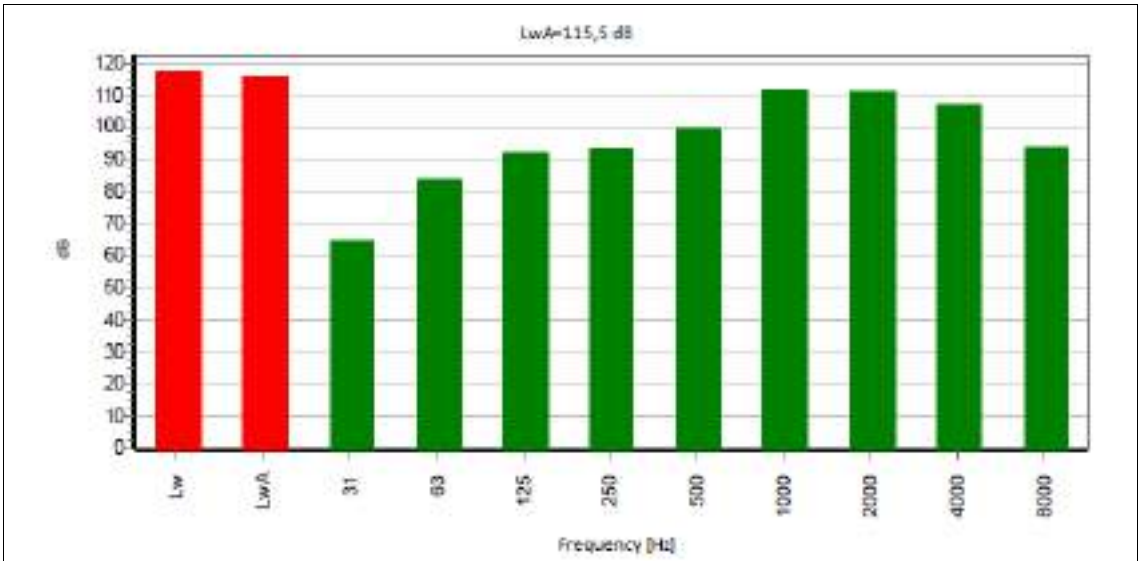


Unit	31Hz	63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz	Sum
dB(A)/Lw/unit	70,6	88,8	82,9	86,4	87,8	89,0	90,2	86,0	62,9	96,3

Figura 23: Espectro de emissão do duto de transição

11.4.5. BOMBA D´ÁGUA

- Emissão acústica: 115,5 dBA / Lw / unit, vide o espectro da distribuição do ruído que é apresentado na Figura 24.
- Tipo de fonte: Fonte Pontual
- Direcionalidade: Omnidirecional



Unit	31Hz	63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz	Sum
dB(A)/Lw/unit	84,6	83,8	91,9	93,4	99,8	112,0	111,2	107,0	93,9	115,5

Figura 24: Espectro de emissão da Bomba d´água da caldeira

11.4.6. DUTO DE VAPOR

- Emissão acústica: 96,3 dBA / Lw / unit, vide o espectro da distribuição do ruído que é apresentado na Figura 25.
- Tipo de fonte: Industrial building
- Direcionalidade: Omnidirecional

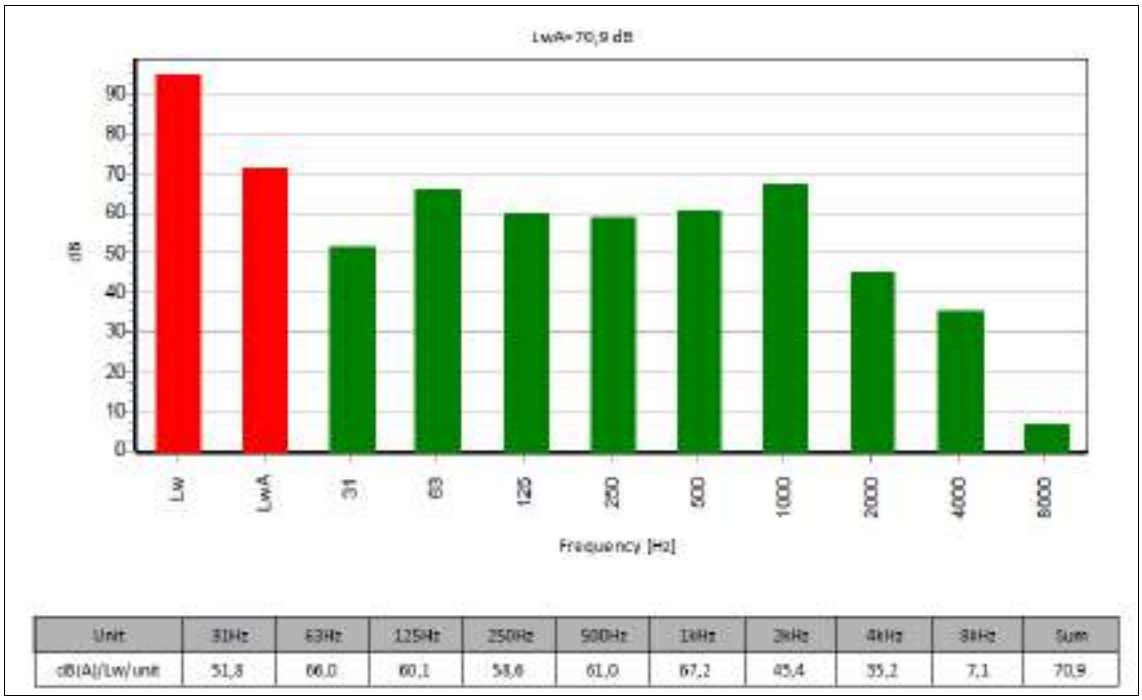
Unit	31Hz	63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz	Sum
dB(A)/Lw/unit	70,6	88,8	92,9	86,4	87,8	89,0	90,2	86,0	62,9	96,3

Figura 25: Espectro de emissão do duto de vapor

11.5. CHAMINÉ

11.5.1. PARTE INFERIOR

- Emissão acústica: 70,9 dBA / Lw / unit, vide o espectro da distribuição do ruído que é apresentado na Figura 26.
- Tipo de fonte: Industrial Building
- Direcionalidade: Omnidirecional

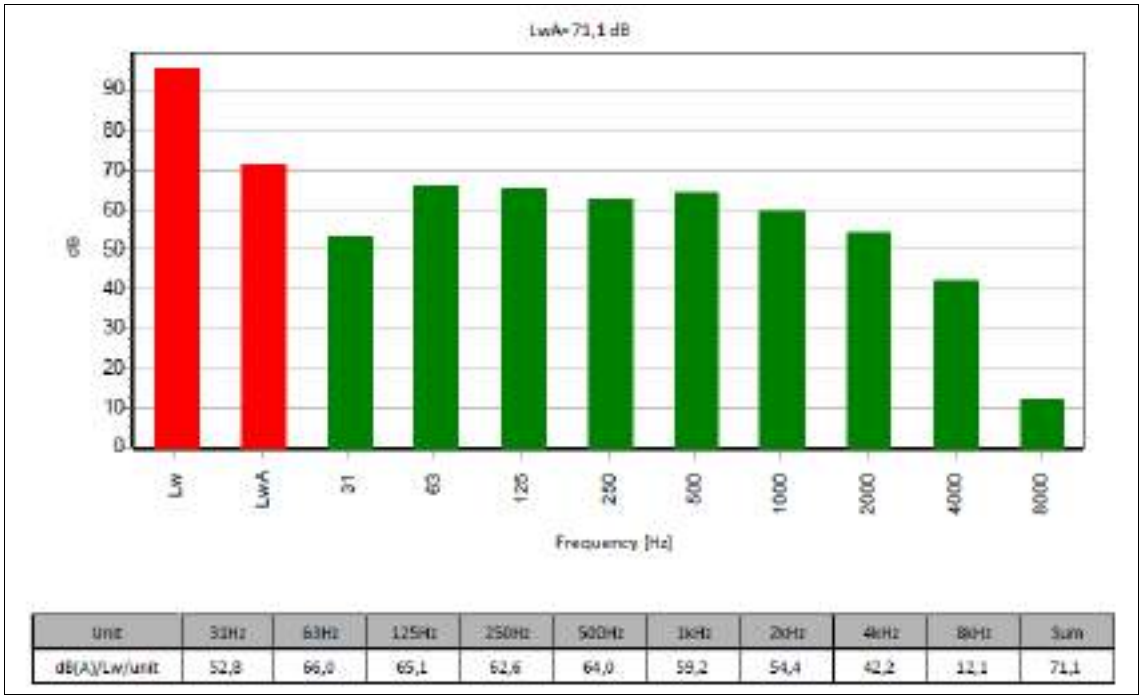


Unit	31Hz	63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz	Sum
dB(A)/Lw/unit	51,8	66,0	60,1	58,6	61,0	67,2	65,4	55,2	7,1	70,9

Figura 26: Espectro de emissão da Chaminé – trecho inferior

11.5.2. PARTE SUPERIOR

- Emissão acústica: 71,1 dBA / Lw / unit, vide o espectro da distribuição do ruído que é apresentado na Figura 27.
- Tipo de fonte: Industrial Building
- Direcionalidade: Omnidirecional

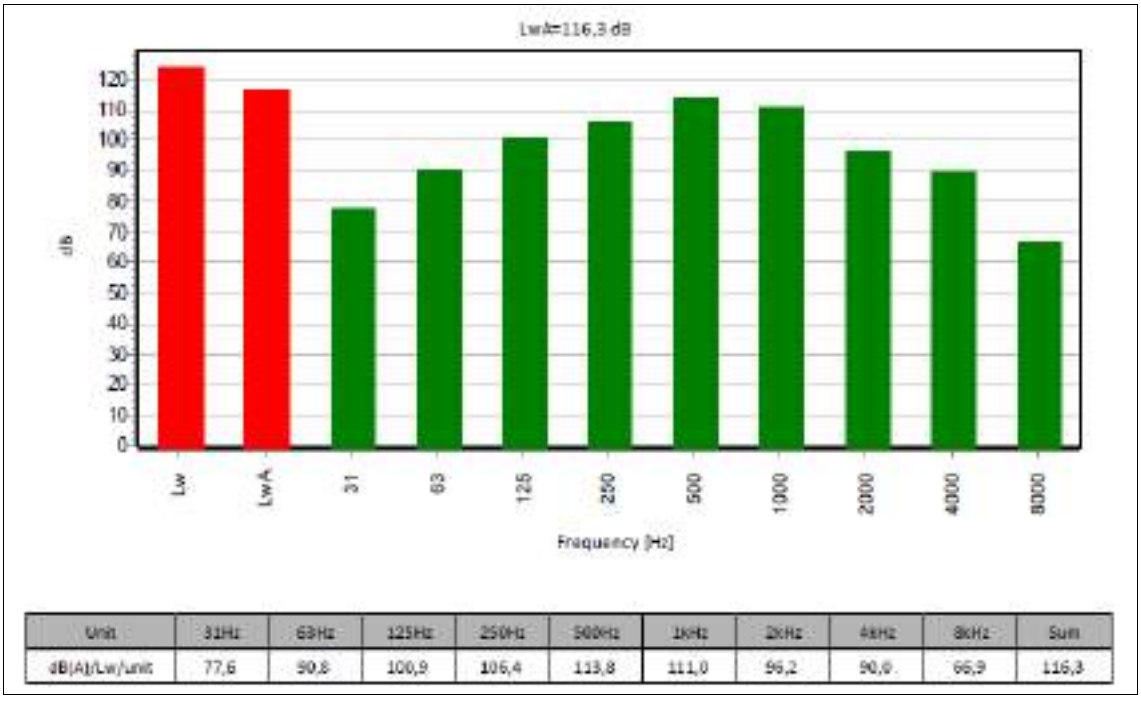


Unit	31Hz	63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz	Sum
dB(A)/Lw/unit	52,8	66,0	65,1	62,6	64,0	59,2	54,4	42,2	12,1	71,1

Figura 27: Espectro de emissão da Chaminé – trecho superior

11.5.3. BOCA DE SAÍDA

- Emissão acústica: 116,3 dBA / Lw / unit, vide o espectro da distribuição do ruído que é apresentado na Figura 28.
- Tipo de fonte: Fonte Pontual
- Direcionalidade: Omnidirecional

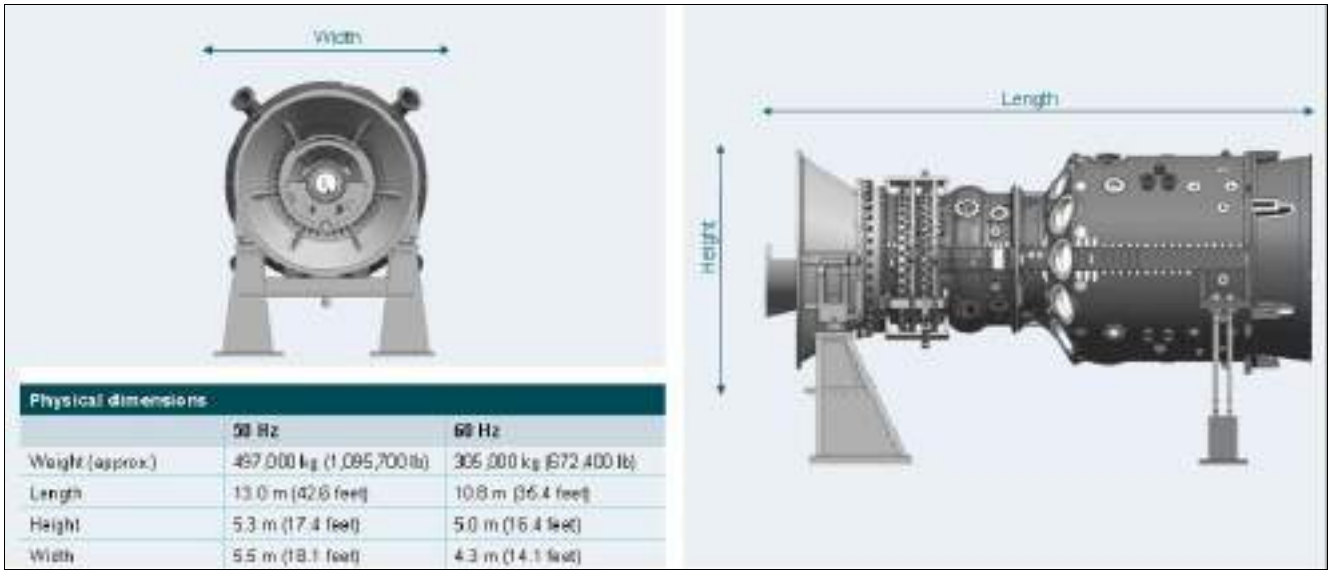


Unit	31Hz	63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz	Sum
dB(A)/Lw/unit	77,6	90,8	100,9	106,4	113,8	111,0	96,2	90,0	66,9	116,3

Figura 28: Espectro de emissão da Chaminé – Boca de saída

11.6. TURBINA À VAPOR

- Especificação: SGT-8000H
- Emissão acústica: 106,4 dBA / Lw / unit, vide o espectro da distribuição do ruído que é apresentado na Figura 30.
- Tipo de fonte: Industrial Building
- Direcionalidade: Omnidirecional



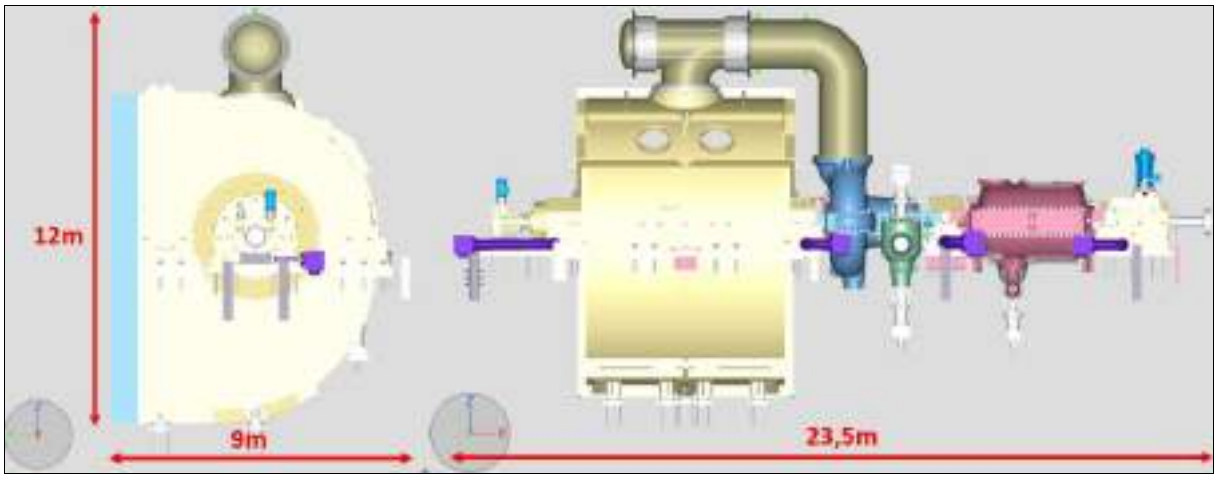
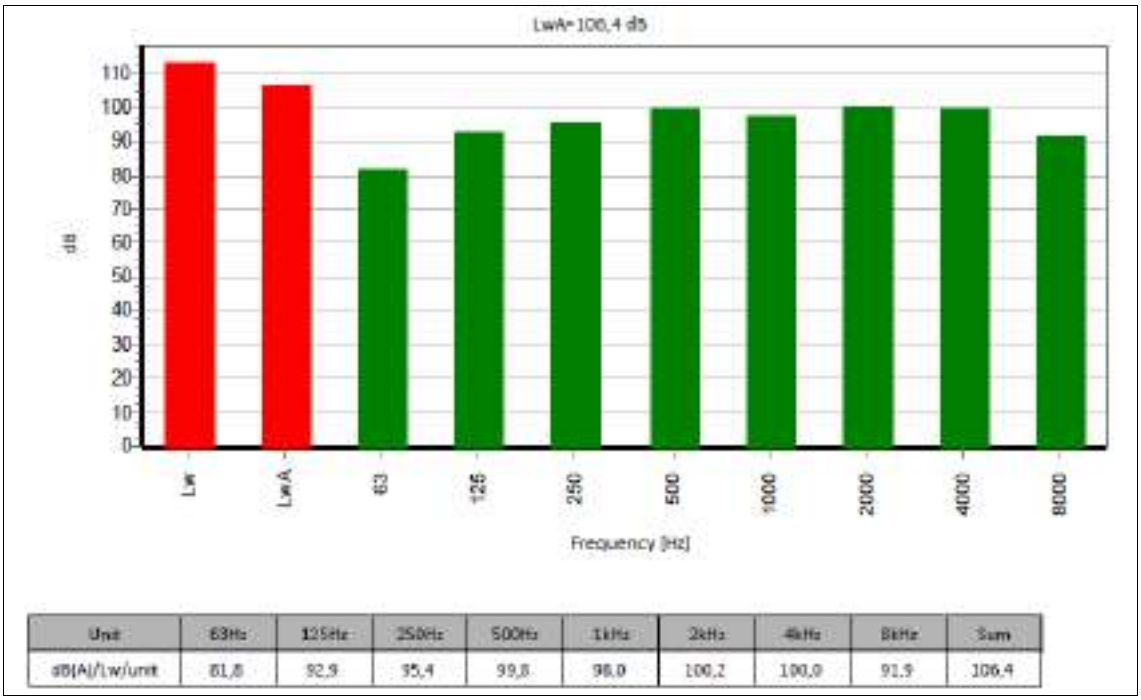


Figura 29: Layout da turbina a vapor



Unit	63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz	Sum
dB(A)/Lw/unit	81,8	92,9	95,4	99,8	98,0	100,2	100,0	91,9	106,4

Figura 30: Espectro de emissão da Turbina a vapor

11.6.1. DIFUSOR DA TURBINA

- Emissão acústica: 102,7 dBA / Lw / unit, vide o espectro da distribuição do ruído que é apresentado na Figura 31.
- Tipo de fonte: Fonte Pontual
- Direcionalidade: Omnidirecional

Unit	31Hz	63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz	Sum
dB(A)/Lw/unit	82,6	92,8	87,9	93,4	95,8	97,0	96,2	90,0	64,9	102,7

Figura 31: Espectro de emissão do Difusor da turbina

11.7. CONDENSADOR

- Emissão acústica: 113,2 dBA / Lw / unit, vide o espectro da distribuição do ruído que é apresentado na Figura 32.
- Tipo de fonte: Fonte Pontual
- Direcionalidade: Omnidirecional

Unit	63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz	Sum
dB(A)/Lw/unit	90,8	99,9	103,4	107,8	106,0	107,2	103,0	98,9	113,2

Figura 32: Espectro de emissão do Condensador

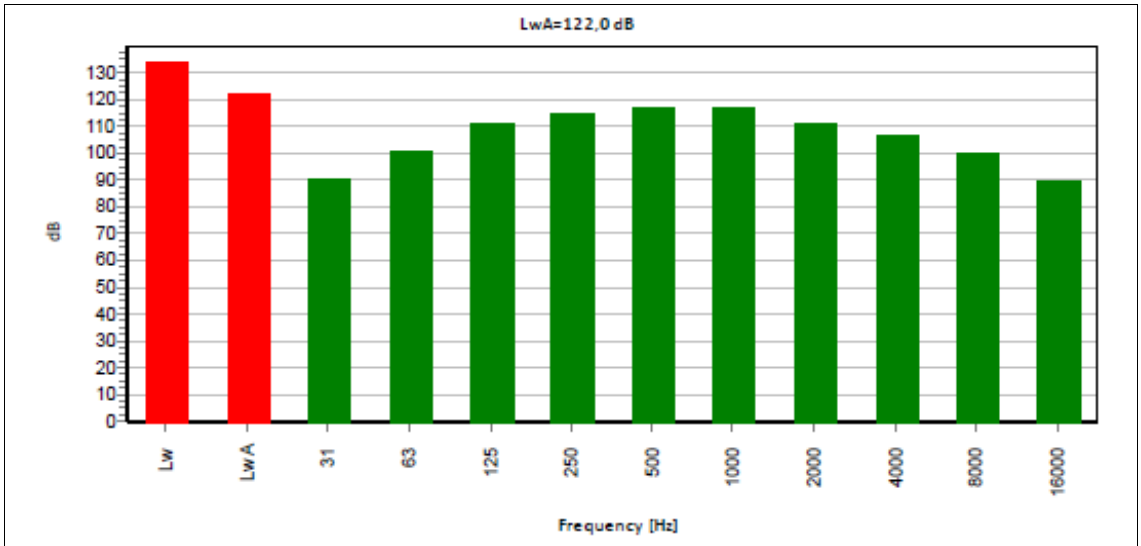
11.7.1. SISTEMA DE RESFRIAMENTO

O Sistema de resfriamento, é composto de três módulos, com 36 ventiladores por módulo. Como o sistema está instalados a aproximadamente 32 metros do solo, a emissão sonora se dá para cima e para baixo, conforme indicado pelas setas em vermelho na Figura 33.

Figura 33: Imagem de um módulo de resfriamento equivalente

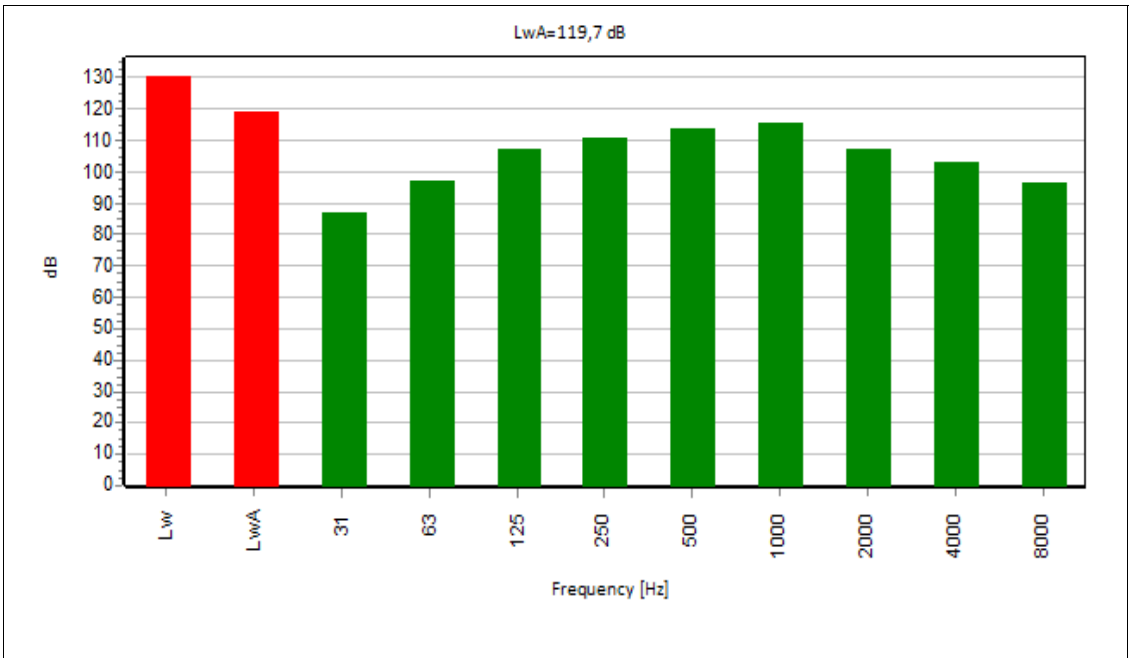
Para elaboração do modelo, tomou-se a potência total da fonte e aplicou o conceito de direcionalidade, onde parte da potência é emitida para cima e parte para baixo.

- Emissão acústica: 122,0 dBA / Lw / unit para cada módulo, conforme indicado na Figuras 34.
- Direcionalidade: Foi tomada conforme recomendação do cliente, dividindo a potência total em 50% para cima e 50% para baixo, e adicionando 1 dB para cima e reduzindo 1 dB para baixo, como mostram as Figuras 35 e 36.
- Tipo de fonte: Area Source



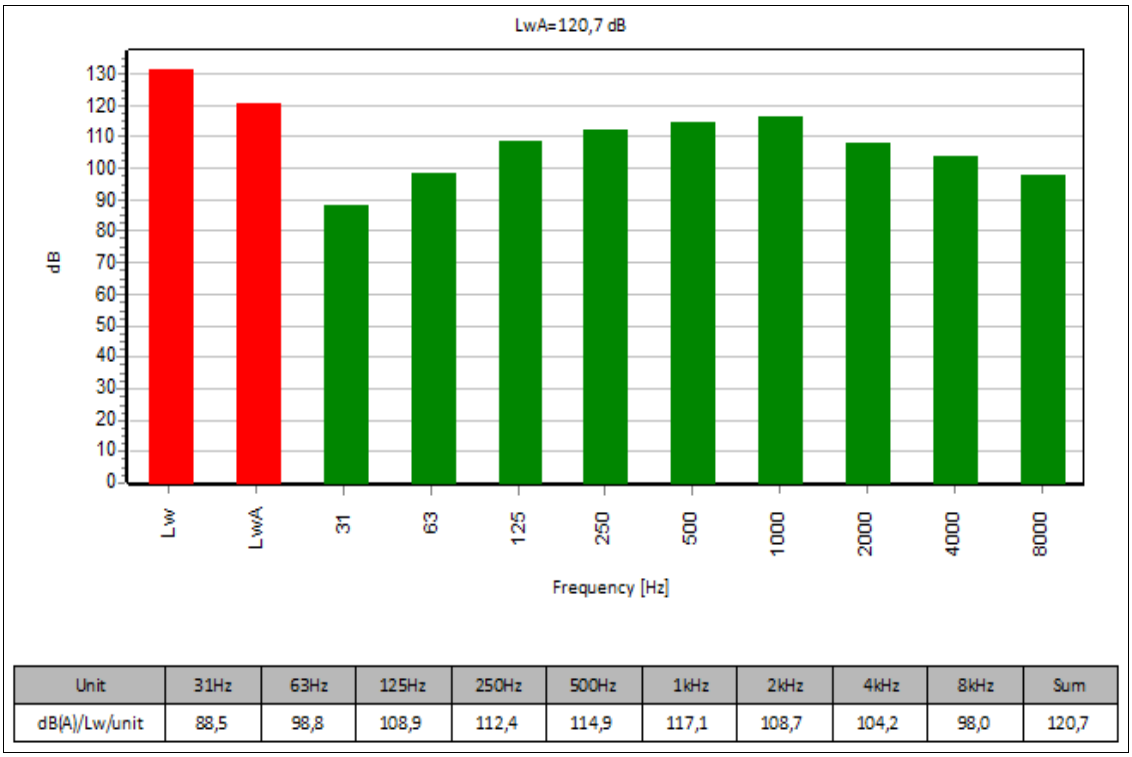
Unit	31Hz	63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz	16kHz
dB(A)/Lw/unit	90,6	100,8	110,9	114,4	116,9	117,1	110,7	106,2	100,0	89,4
Sum										
122,0										

Figura 34: Espectro de emissão total do Módulo de resfriamento



Unit	31Hz	63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz	Sum
dB(A)/Lw/unit	87,5	97,8	107,9	111,4	113,9	116,1	107,7	103,2	97,0	119,7

Figura 35: Espectro de emissão direcionado para baixo (50% da potência - 1dB)



Unit	31Hz	63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz	Sum
dB(A)/Lw/unit	88,5	98,8	108,9	112,4	114,9	117,1	108,7	104,2	98,0	120,7

Figura 36: Espectro de emissão direcionado para cima (50% da potência + 1dB)

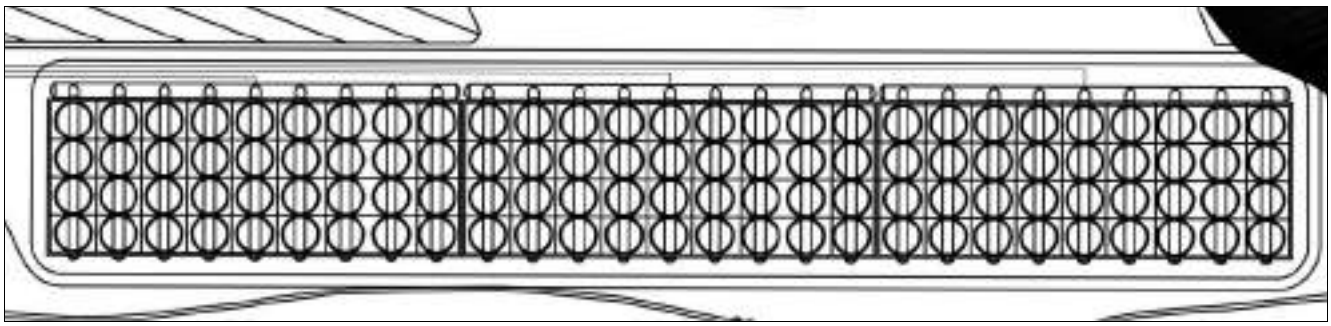
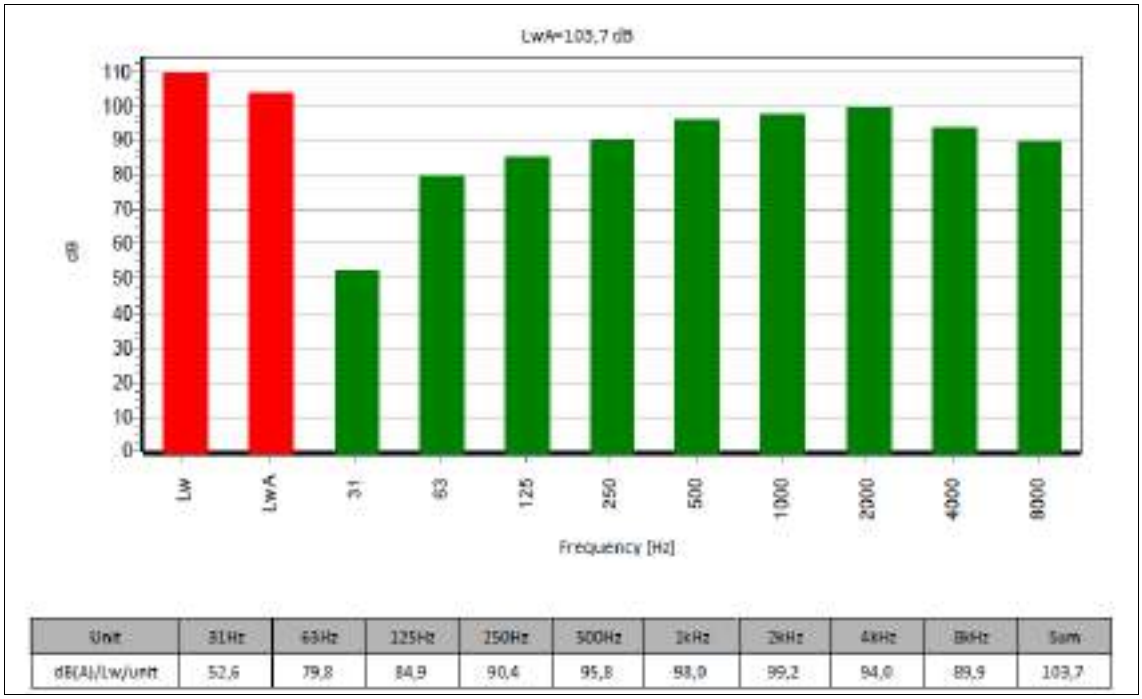


Figura 37: Layout dos três módulos de resfriamento

11.7.2. BOMBA DO CONDESADO PARA A CALDEIRA

- Emissão acústica: 103,7 dBA / Lw / m^2, vide o espectro da distribuição do ruído que é apresentado na Figura 38.
- Tipo de fonte: Fonte Pontual
- Direcionalidade: Omnidirecional



Unit	31Hz	63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz	Sum
dB(A)/Lw/unit	52,6	79,8	84,9	90,4	95,8	98,9	99,2	94,0	89,9	103,7

Figura 38: Espectro de emissão da Bomba de condensado para a caldeira

12. LIMITE AMBIENTAL

12.1. CARACTERÍSTICAS DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

A Figura 39 apresenta parte do Mapa de Zoneamento do Município, com a indicação em vermelho, da locação da UTE e de um retângulo demarcado a área de influência do empreendimento, onde é possível observar que a maior parte da área de interesse, corresponde a Zona Industrial 4 (ZI4) e a área de expansão, com trecho a leste numa Zona de Expansão Urbanística (ZEU) e ainda, uma terceira área, a nordeste, sem classificação definida.

Neste sentido, o Plano Diretor de Macaé, indica que as áreas sem classificação, se equivalem a zona a limítrofe são adotados. Então, sendo conservativo, a área é classificada como ZEU.

Figura 39: Zoneamento Urbano do Município de Macaé

12.2. LIMITES AMBIENTAL DE ACORDO COM A LEI MUNICIPAL Nº 3.284

Os limites ambientais são determinados pela Lei Municipal 3.284/2009, conforme indicado na Tabela 6.

Tabela 6: Limites para ambientes externos, em dB(A), segundo Lei Municipal n° 3.284/2009

Tipo de Usos	*Zoneamento Municipal*	*Diurno*	*Noturno*
Zona residencial, Zona de expansão urbana	ZR, **ZEU**	55	50
Zona de uso comercial	-	65	60
Zona de uso especial	ZEIS, ZEIA	65	60
Zona industrial, portuária e aeroportuária	**ZI**	75	70

12.3. LIMITES AMBIENTAL DE ACORDO COM A NBR 10.151

A Tabela 7, que corresponde a transcrição da Tabela 3 da NBR 10151:2019, apresenta os níveis de pressão sonora em função dos tipos de áreas habitadas e o período.

Por similaridade de características de uso e ocupação, a zona ZI-4, equivale a Área predominantemente industrial. Enquanto, a zona ZEU, equivale a Área mista predominantemente residencial.

Tabela 7: Tabela 3 da ABNT NBR 10151:2019

Tipos de áreas habitadas	RLAeq - Limite ambiental (dB)	
	Per. Diurno	Per. Noturno
Áreas de residências rurais	40	35
Área estritamente residencial urbana ou de hospitais ou de escolas	50	45
Área mista predominantemente residencial	55	50
Área mista com predominância de atividades comerciais e/ou administrativa	60	55
Área mista com predominância de atividades culturais, lazer e turismo	65	55
Área predominantemente industrial	70	60

Como nas áreas industriais, os limites da norma NBR 10.151, respectivamente 70 e 60 dBA, são mais restritivos que os limites municipais, 75 e 70 dBA. Então, sendo conservativo, para efeito deste estudo, será tomado os limites da norma.

Vale a ressalva, que de acordo com a legislação municipal, o período diurno, vai 07:00 às 20:00, e do noturno, no período complementar. Enquanto, na norma técnica, o período diurno se estende até as 22:00, exceto domingos e feriados, quando começa às 9:00.

13. DEFINAÇÃO DOS MAPAS DE RUÍDO

13.1. CENÁRIOS

O cenário descreve as condições de operação das fontes de interesse, das demais representativas do entorno e dos receptores. Um mesmo cenário apresenta diferentes mapas de ruído.

- Cenário #1: **SOM AMBIENTE:** São todas as fontes de ruído identificadas no entorno do empreendimento que não representam a UTE
- Cenário #2: **SOM DE OPERAÇÃO UTE:** São todas as fontes sonoras representativas do empreendimento (Caldeiras, turbinas, chaminés)

13.2. TIPOS DE MAPAS DE RUÍDO

A partir do cenário identificado acima, serão gerados os mapas listados a seguir, considerando sempre as diferenças entre o período diurno e noturno.

- **MAPAS DO SOM AMBIENTE:** Consideram todas as fontes sonoras no entorno do empreendimento, que não pertencem ao mesmo, mas afetam a comunidade identificada como receptor crítico.
- **MAPAS DA CONDIÇÃO DE OPERAÇÃO**: Apresentam apenas as fontes de ruído do empreendimento sem o ruído ambiente.
- **MAPAS DO SOM TOTAL:** São a soma dos Mapas da Condição de Operação com os Mapas do Ruído Ambiente.
- **MAPAS DE CONFLITO**: Apresenta a distribuição do ruído que excede o limite ambiental, ou seja, é o mapa de ruído na condição de operação subtraído pelo nível de critério ambiental.
- **MAPAS DE IMPACTO**: Apresenta o acréscimo de som que o empreendimento acrescenta a região. ou seja, é o mapa de ruído na condição de operação subtraída pelo mapa de som ambiente.

13.3. LISTA DE MAPAS DE RUÍDO

A partir dos cenários acústicos modelados e dos tipos de mapas de ruído a serem gerados, segue a Tabela 8 com a lista de mapas a serem apresentados no projeto.

Tabela 8: Lista de Mapas Acústicos do Projeto

Mapa	*Título*	*Cenário*
A	Ruído Ambiente	Cenário #1
B	Ruído de Operação da UTE NF2	Cenário #2
C	Ruído Total	
D	Conflito Ambiental	
E	Impacto	
F	Topografia	---

14. RESULTADOS

O presente relatório descreve o processo de modelagem e simulação computacional de ruído gerado pela Usina Termoelétrica Norte Fluminense 2 – UTE NF2, instalada no bairro de Severina em Macaé / RJ, próximo ao Km 161 da rodovia BR-101.

Para análise ambiental, na área de influência do empreendimento, que é classificado pelo município como Zona Industrial, foi tomando a referência da NBR 101.151 para área predominantemente industrial, por ser mais restritivo, e como o empreendimento opera ininterruptamente, foi considerado o limite noturno de 60 dBA.

Apenas num pequeno trecho a nordeste da planta, por não estar especificado o zoneamento no Plano Diretor de Macaé, a região foi classificada com Zona de Expansão Urbana, com limite noturno de 50 dBA. Tal classificação foi tomada com base no § 2º da lei 3284 – 2009, que diz que para zonas não inseridas, os limites da zona limítrofe são adotados, obedecendo a legislação e novamente sendo conservativo.

Os resultados da simulação indicam que não há violação ambiental próximo a centros urbano, e um excesso de ruído de até 6 dBA no entorno da usina.

Os mapas de ruídos a seguir são a síntese do trabalho e permitem ao interlocutor, mesmo não especializado, entender e acompanhar os diversos aspectos da propagação do ruído e seus efeitos nas áreas potencialmente afetadas pelo empreendimento.

GROM Acústica & Vibração.
Sílvio Pinheiro da Silva Jr. M. SC.
Diretor técnico
CREA-RJ 841009130/D

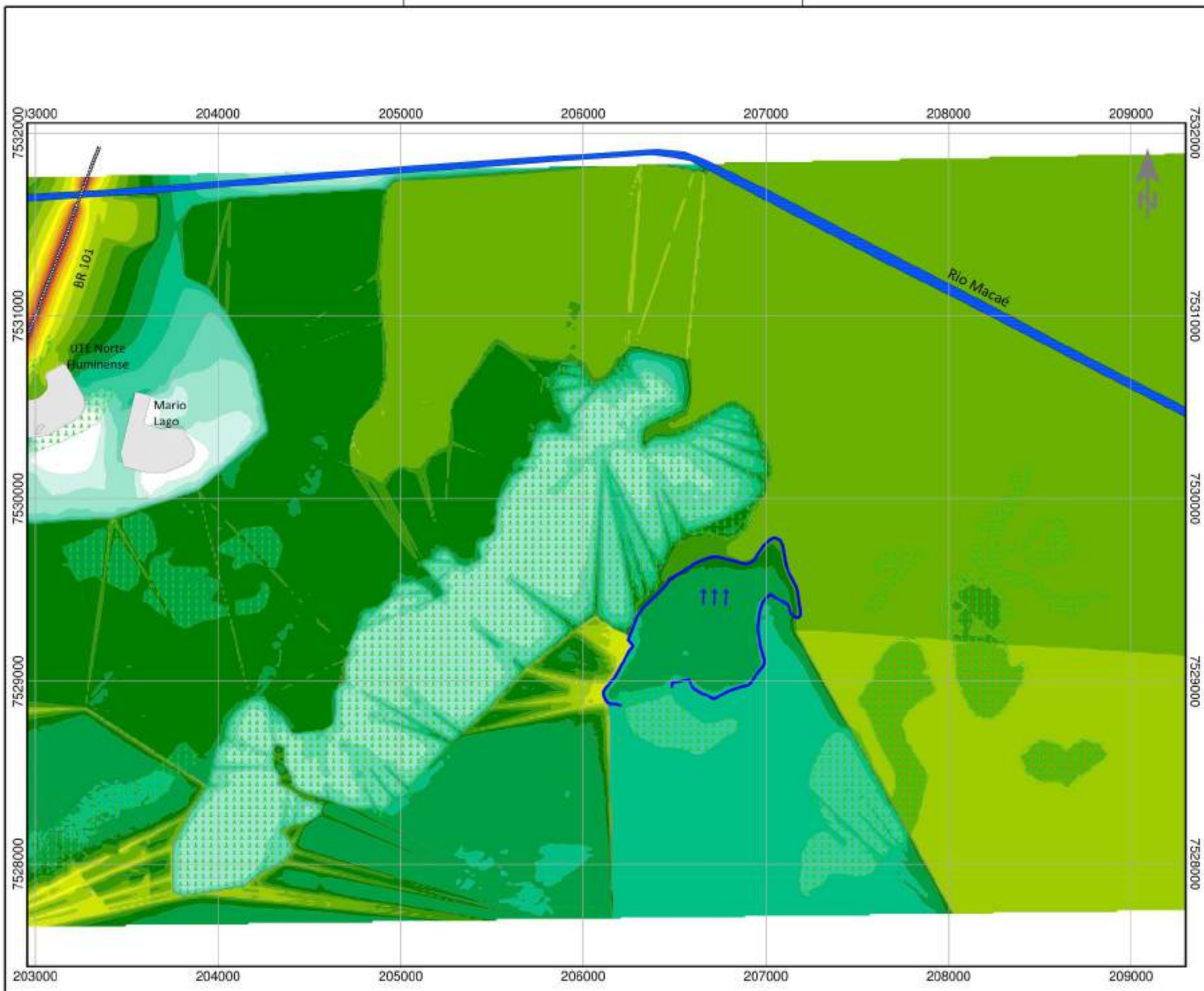
GROM ACÚSTICA & VIBRAÇÃO

eDF

MAPA A - REV 03

Ruído Ambiente

Fontes sonoras consideradas:
- Vento na Vegetação
- BR 101
- Insetos



Legenda

- Vias e Rodovias
- Edifícios/casas
- Vegetação
- Limites da Propriedade
- Fonte Pontual
- Rio Macaé

Ruído em dB(A)

	<= 34
34 <	<= 36
36 <	<= 38
38 <	<= 40
40 <	<= 42
42 <	<= 44
44 <	<= 46
46 <	<= 48
48 <	<= 50
50 <	<= 52
52 <	<= 54
54 <	<= 56
56 <	<= 58
58 <	<= 60
60 <	<= 62
62 <	<= 64
64 <	<= 66
66 <	<= 68
68 <	<= 70
70 <	<= 72
72 <	<= 74
74 <	

Escala 1:20792

0 200 400 800 m

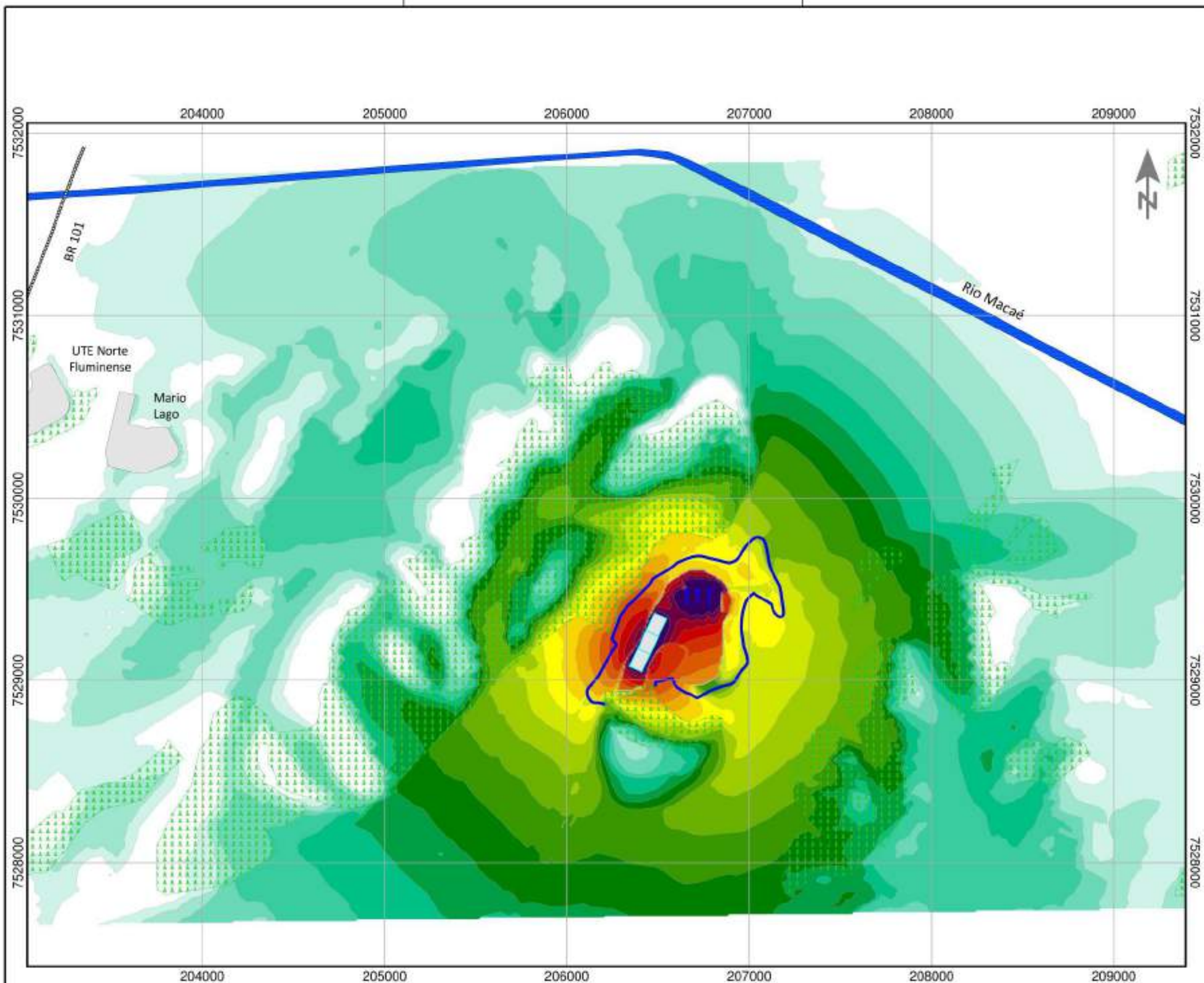
GROM ACÚSTICA & VIBRAÇÃO

eDF

MAPA B - REV 03

Mapa de Operação

Fontes sonoras consideradas:
- Módulo de Resfriamento
- Sistema do HRSG
- Turbinas a Gás e ventilações
- Bombas de óleo
- Turbinas a Vapor
- Geradores
- Transformadores
- Bombas de Condensado



Legenda
- Vias e Rodovias
- Edifícios/casas
- Vegetação
- Limites da Propriedade
- Fonte Pontual
- Fontes
- Rio Macaé
- ACC

Ruído em dB(A)

34 <	<= 36
36 <	<= 38
38 <	<= 40
40 <	<= 42
42 <	<= 44
44 <	<= 46
46 <	<= 48
48 <	<= 50
50 <	<= 52
52 <	<= 54
54 <	<= 56
56 <	<= 58
58 <	<= 60
60 <	<= 62
62 <	<= 64
64 <	<= 66
66 <	<= 68
68 <	<= 70
70 <	<= 72
72 <	<= 74
74 <	

Escala 1:20835

0 200 400 800 m

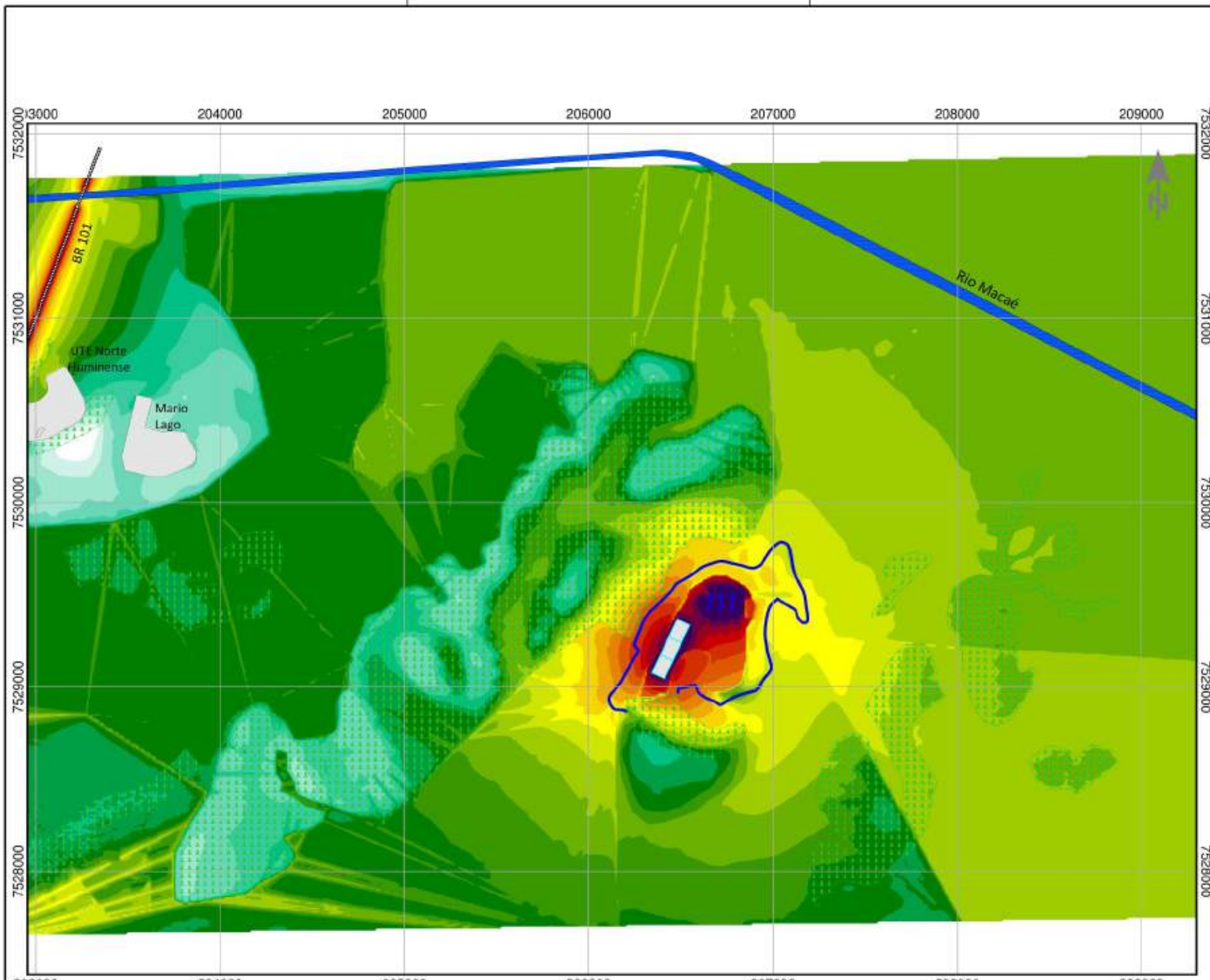
GROM ACÚSTICA & VIBRAÇÃO

eDF

MAPA C - REV 03

Ruído Total

Fontes sonoras consideradas:
- Módulo de Resfriamento
- Sistema do HRSG
- Turbinas a Gás e ventilações
- Bombas de óleo
- Turbinas a Vapor
- Geradores
- Transformadores
- Bombas de Condensado
- Vento na vegetação
- Rodovia BR 101
- Insetos



Legenda
- Vias e Rodovias
- Edifícios/casas
- Vegetação
- Limites da Propriedade
- Fonte Pontual
- Fontes
- Rio Macaé
- ACC

Ruído em dB(A)

	<= 34
34 <	<= 36
36 <	<= 38
38 <	<= 40
40 <	<= 42
42 <	<= 44
44 <	<= 46
46 <	<= 48
48 <	<= 50
50 <	<= 52
52 <	<= 54
54 <	<= 56
56 <	<= 58
58 <	<= 60
60 <	<= 62
62 <	<= 64
64 <	<= 66
66 <	<= 68
68 <	<= 70
70 <	<= 72
72 <	<= 74
74 <	

Escala 1:20792

0 200 400 800 m

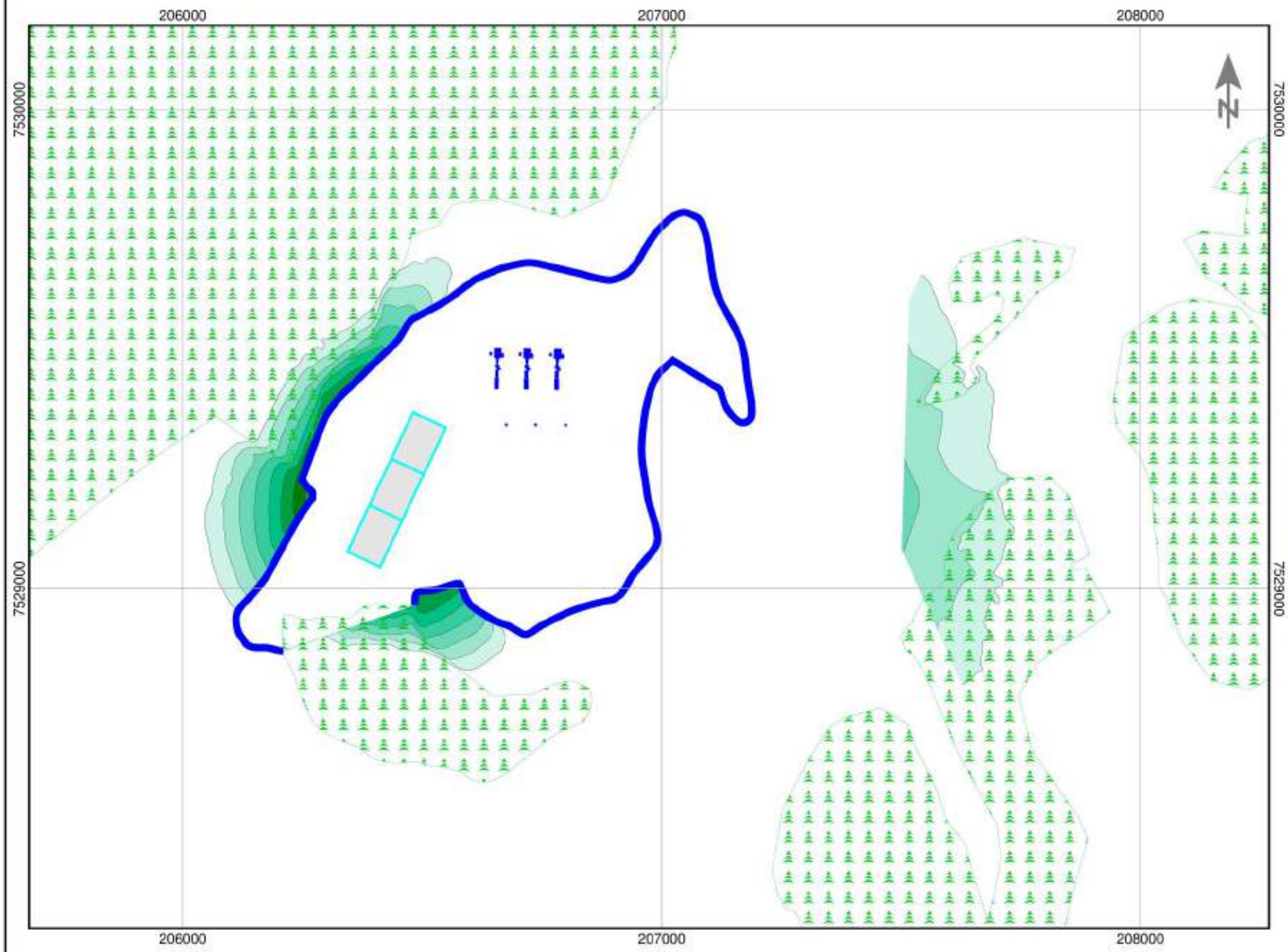
GROM ACÚSTICA & VIBRAÇÃO

eDF

MAPA D - REV 03

Mapa de Conflito

Fontes sonoras consideradas:
- Módulo de Resfriamento
- Sistema do HRSG
- Turbinas a Gás e ventilações
- Bombas de óleo
- Turbinas a Vapor
- Geradores
- Transformadores
- Bombas de Condensado



Legenda
- Vias e Rodovias
- Edifícios/casas
- Vegetação
- Limites da Propriedade
- Fonte Pontual
- Fontes
- ACC
- Point receiver

Ruído em dB(A)

	<= 0
0 <	<= 1
1 <	<= 2
2 <	<= 3
3 <	<= 4
4 <	<= 5
5 <	<= 6
6 <	<= 7
7 <	<= 8
8 <	<= 9
9 <	<= 10
10 <	<= 11
11 <	<= 12
12 <	<= 13
13 <	<= 14
14 <	<= 15
15 <	<= 16
16 <	<= 17
17 <	<= 18
18 <	<= 19
19 <	<= 20
20 <	

Escala 1:8489

0 50 100 200 m

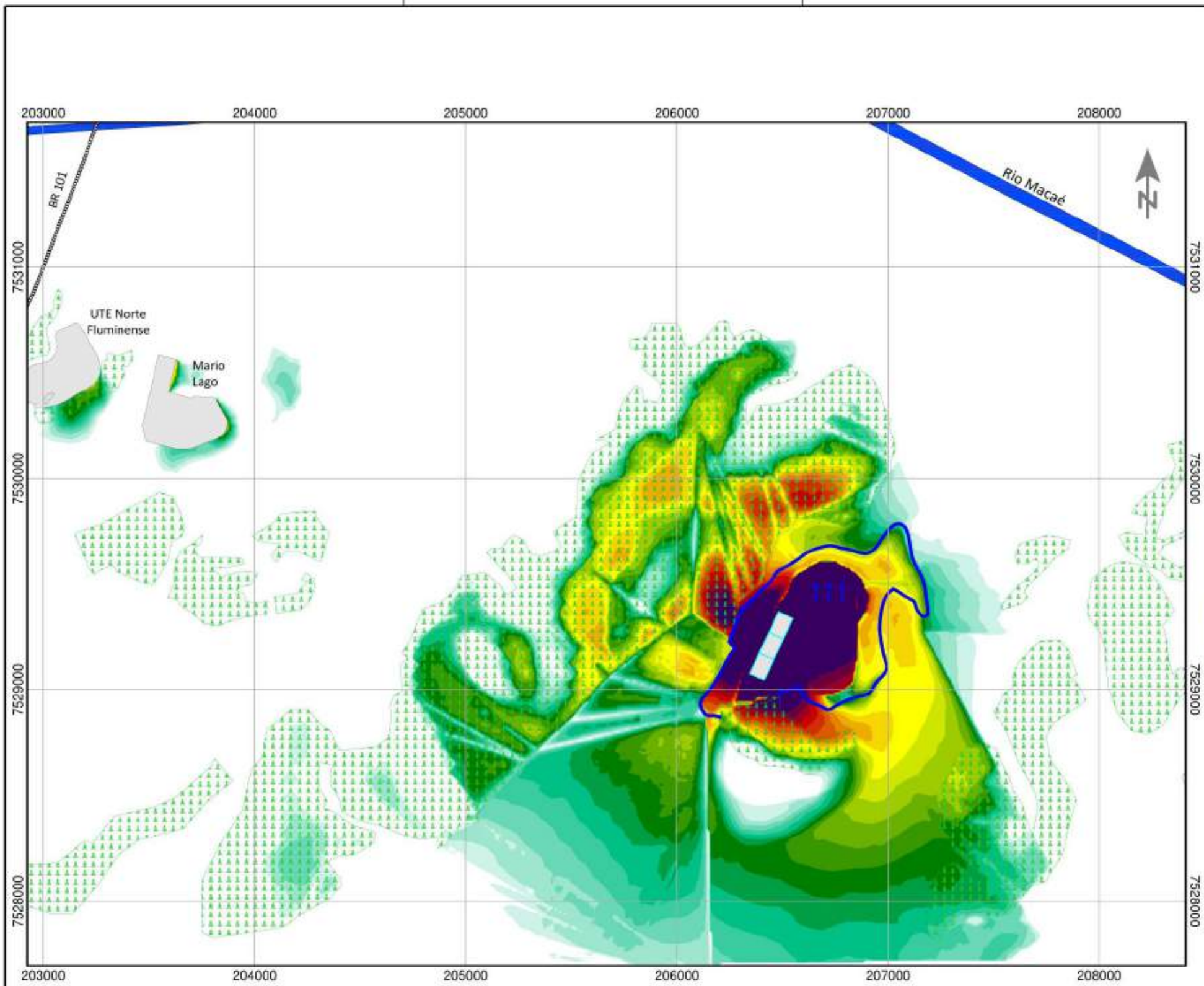
GROM ACÚSTICA & VIBRAÇÃO

eDF

MAPA E - REV 03

Mapa de Impacto

Fontes sonoras consideradas:
- Módulo de Resfriamento
- Sistema do HRSG
- Turbinas a Gás e ventilações
- Bombas de óleo
- Turbinas a Vapor
- Geradores
- Transformadores
- Bombas de Condensado



Legenda
- Vias e Rodovias
- Edifícios/casas
- Vegetação
- Limites da Propriedade
- Fonte Pontual
- Fontes
- ACC

Ruído em dB(A)

0 <	<= 0
1 <	<= 1
2 <	<= 2
3 <	<= 3
4 <	<= 4
5 <	<= 5
6 <	<= 6
7 <	<= 7
8 <	<= 8
9 <	<= 9
10 <	<= 10
11 <	<= 11
12 <	<= 12
13 <	<= 13
14 <	<= 14
15 <	<= 15
16 <	<= 16
17 <	<= 17
18 <	<= 18
19 <	<= 19
20 <	<= 20

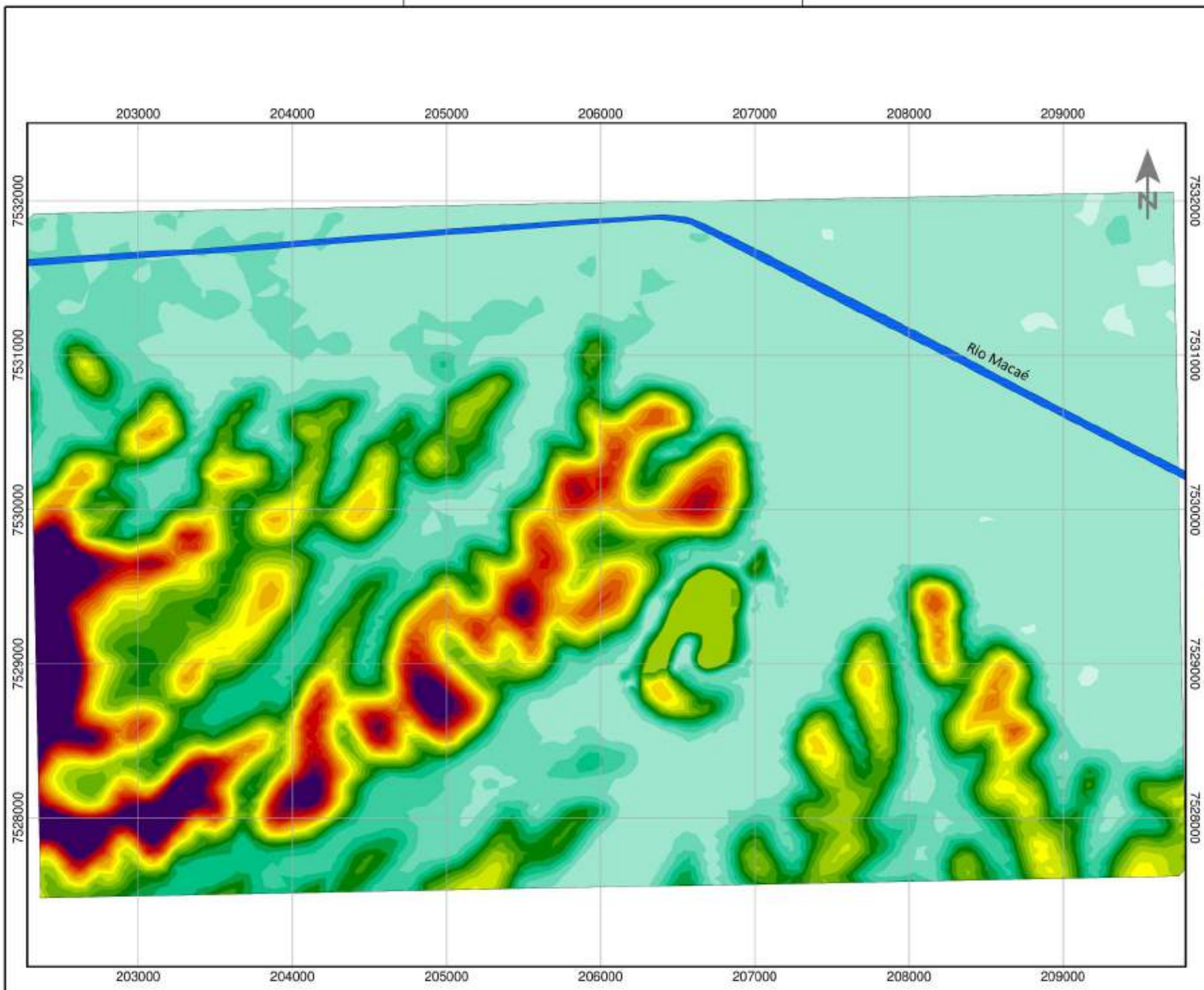
Escala 1:17978

0 150 300 600 m

GROM ACÚSTICA & VIBRAÇÃO

eDF

MAPA F - Rev 03
Mapa de Topografia



Legenda

Rio Macaé

Ruído em dB(A)

0 <	<= 0
4 <	<= 4
8 <	<= 8
12 <	<= 12
16 <	<= 16
20 <	<= 20
24 <	<= 24
28 <	<= 28
32 <	<= 32
36 <	<= 36
40 <	<= 40
44 <	<= 44
48 <	<= 48
52 <	<= 52
56 <	<= 56
60 <	<= 60
64 <	<= 68
68 <	<= 72
72 <	<= 76
76 <	<= 80
80 <	

Escala 1:24637

0 250 500 1000 m

ANEXO A – GLOSSÁRIO EM TERMOS TÉCNICOS

- **RBC** – Rede Brasileira de Calibração
- **INMET –** Instituto Nacional Meteorologia
- **GPS** – Sistema de posicionamento global
- **UTM** – Universal Transverse Mercator
- **L_{Aeq}** – Nível de pressão sonora equivalente
- **$L_{máx}$** – Nível máximo medido
- **L90** – Dado estatístico (os níveis de ruído observados excedem o L90 em 90% do tempo)
- **Lc** – Nível corrigido
- **L_{ra}** – Nível de ruído ambiente
- **PD** – Período diurno
- **PN** – Período noturno

ANEXO B – BIBLIOGRAFIA

Associação Brasileira De Normas Técnicas - ABNT - Norma NBR 10151 - Acústica — Medição e avaliação de níveis de pressão sonora em áreas habitadas — Aplicação de uso geral – Maio de 2.019.

Bolt, Beranek and Newman, Inc., Fundamentals and Abatement of Highway Traffic Noise, Report No. PB-222-703. Prepared for Federal Highway Administration, June 1973

Cowan, James P. Handbook of Environmental Acoustics, Van Nostrand Reinhold, New York, 1994. Egan, M. David, Architectural Acoustics. McGraw-Hill Book Company, 1988

GERGES, S.N.Y. - "Curso Intensivo sobre Controle de ruído industrial" - Apostila da Universidade Federal de Santa Catarina, 1988.

GERGES, S.H.Y. - "Ruído : Fundamentos e Controle" - Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Santa Catarina - 2ª Edição, Florianópolis, 2000.

Resolução CONAMA no 01 de 08 de março de 1990. Dispõe sobre critérios de padrões de emissão de ruídos decorrentes de quaisquer atividades industriais, comerciais, sociais ou recreativas, inclusive as de propaganda política.

RLS 90 – Richtlinie für den Lärmschutz an Straßen, August 1990. (Diretiva para Controle do Ruído em Rodovias: Agosto de 1990 – Tradução livre)

ANEXO 8.2.1-2

ESTUDO DE DISPERSÃO ATMOSFÉRICA

Ecologus
Engenharia Consultiva

Fevereiro, 2020
Rev. 00

Versão 5.0

Estudo de Dispersão Atmosférica

UTE Norte Fluminense 2

Macaé ▪ RJ

2020
fevereiro

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 3

2. ASPECTOS FISIOGRÁFICOS RELEVANTES 5

3. MATERIAIS E MÉTODOS 8

3.1. SISTEMA DE MODELAGEM DA QUALIDADE DO AR 8

3.2. EMISSÕES ATMOSFÉRICAS 9

3.2.1. CENÁRIO NF2 9

3.2.2. CENÁRIO SINERGIA 10

3.2.3. CENÁRIO VIZINHOS 12

3.3. DADOS METEOROLÓGICOS 12

3.3.1. DADOS DE SUPERFÍCIE 13

3.3.2. DADOS DE ALTITUDE 14

3.4. USO E COBERTURA DO SOLO 17

3.5. CONFIGURAÇÕES DO SISTEMA DE MODELAGEM 19

4. RESULTADOS 21

4.1. AERMAP 21

4.2. AERMET 22

4.2.1. CAMADA LIMITE ATMOSFÉRICA 22

4.2.2. CLASSES DE INSTABILIDADE ATMOSFÉRICA 24

4.3. AERMOD 25

4.3.1. CENÁRIO NF2 26

4.3.2. CENÁRIO SINERGIA 34

4.3.3. CENÁRIO VIZINHOS 44

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS 48

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 49

1. INTRODUÇÃO

O controle e estudo das emissões de gases por fontes antropogênicas são de fundamental importância para a qualidade do ar do ecossistema local. Deste modo, antes da concessão ou renovação de uma licença ambiental faz-se necessária a realização de um estudo prévio do impacto ambiental que estas instalações e/ou empreendimentos possam provocar na região. Estudos que avaliam a implantação de possíveis fontes emissoras devem contemplar, quando possível, dados observacionais de monitoramento meteorológico e qualidade do ar, além de estimativas de concentração dos poluentes simuladas pelos Modelos de Qualidade do Ar (MQAr). Estas simulações auxiliam na concessão de permissões para instalação de futuros parques industriais permitindo identificar as possíveis regiões mais afetadas, as condições meteorológicas mais propícias a eventos de poluição, bem como, uma estimativa quantitativa dos possíveis máximos de concentração de poluentes nas redondezas do empreendimento. Para isso, alguns MQAr como o AERMOD (USEPA, 2004a e 2004b) e CALPUFF (SCIRE et al., 2000) são recomendados por órgãos ambientais nacionais e internacionais para Estudos de Dispersão Atmosférica (EDA) que visam o licenciamento de fontes poluidoras.

No Brasil, os principais órgãos ambientais exigem Estudos de Dispersão Atmosférica (EDA) como requisito para a concessão de licenças ou renovação de licenciamentos. Estes estudos devem contemplar a modelagem da dispersão de poluentes universalmente consagrados como indicadores da qualidade do ar pelos efeitos adversos que causam ao meio ambiente. São eles: Material Particulado menores que 10 μm (PM_{10}), Material Particulado menores que 2,5 μm ($PM_{2.5}$), Dióxido de Enxofre (SO_2), Dióxido de Nitrogênio (NO_2), Ozônio (O_3), Fumaça, Monóxido de Carbono (CO), Partículas Totais em Suspensão (PTS) e Chumbo (Pb). A avaliação da qualidade do ar nestes estudos é realizada através de comparações entre os resultados simulados e os Padrões Nacionais de Qualidade Do Ar (PNQAr) estabelecidos atualmente pela Resolução CONAMA n° 491/18. Sendo assim, a Tab 1 apresenta os poluentes e seus respectivos padrões de qualidade do ar regulamentados nesta Resolução.

Segundo a referida resolução CONAMA, os padrões de qualidade do ar são "*um dos instrumentos de gestão da qualidade do ar, determinado como valor de concentração de um poluente específico na atmosfera, associado a um intervalo de tempo de exposição, para que o meio ambiente e a saúde da população sejam preservados em relação aos riscos de danos causados pela poluição atmosférica*". Entende-se como poluente atmosférico "qualquer forma de matéria em quantidade, concentração, tempo ou outras características, que tornem ou possam tornar o ar impróprio ou nocivo à

saúde, inconveniente ao bem-estar público, danoso aos materiais, à fauna e flora ou prejudicial à segurança, ao uso e gozo da propriedade ou às atividades normais da comunidade" (CONAMA 491/18).

A partir do exposto, a Usina Termelétrica Norte Fluminense 2 (UTE NF2), vem por meio deste estudo apresentar a avaliação de sua potencial viabilidade, em relação a impactos sobre a qualidade do ar, respeitando as normas aplicáveis e exigências do órgão ambiental competente no que tocante à matéria.

Tab 1 Padrões de Qualidade do Ar estabelecidos na CONAMA 491/2018.

Poluente	Tempo de exposição	PI-1 ($\mu g \cdot m^{-3}$)	PI-2 ($\mu g \cdot m^{-3}$)	PI-3 ($\mu g \cdot m^{-3}$)	PF ($\mu g \cdot m^{-3}$)
Material Particulado MP_{10} ou PM_{10}	24 horas Anual[1]	120 40	100 35	75 30	50 20
Material Particulado $MP_{2,5}$ ou $PM_{2.5}$	24 horas Anual[1]	60 20	50 17	37 15	25 10
Dióxido de Enxofre (SO_2)	24 horas Anual[1]	125 40	50 30	30 20	20
Dióxido de Nitrogênio (NO_2)	1 hora Anual[1]	260 60	240 50	220 45	200 40
Ozônio (O_3)	8 horas[3]	140	130	120	100
Fumaça	24 horas Anual[1]	120 40	100 35	75 30	50 20
Monóxido de Carbono (CO)	8 horas[3]	---	---	---	10.000 (9 ppm)
Particulas Totais em Suspenção (PTS)	24 horas Anual[2]	--- ---	--- ---	--- ---	240 80
Chumbo (Pb)	Anual[1]*	---	---	---	0,5

1. média aritmética anual; 2. Média geométrica anual; e 3. máxima média móvel obtida no dia. * medido nas partículas totais em suspensão. PI – Padrões Intermediários e FP – Padrões Finais.

2. ASPECTOS FISIOGRÁFICOS RELEVANTES

De acordo com INEA (2012a), por estar situada na Sub-bacia do Baixo Rio Macaé e por estar a alguns quilômetros do centro urbano, o uso e ocupação do solo predominante na área de influência do empreendimento é pastagem, que abrange 56,27% da área da Sub-bacia. Outras categorias de uso e ocupação do solo na região incluem florestas ombrófilas densas submontanas (15,80%), pastagem em várzea (11,74%) e outras mais classificações que somam menos de 20% da área da sub-bacia (Fig 1 e Fig 2).

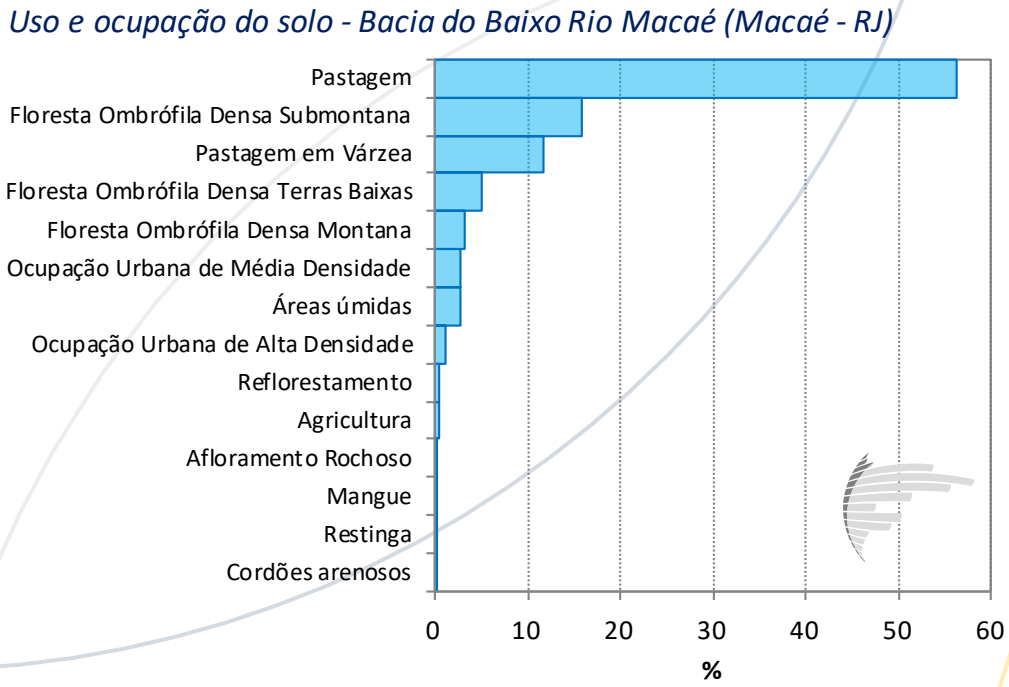


Fig 1 Classificação da cobertura do solo da região em estudo.
Fonte: Adaptado de INEA (2012a).

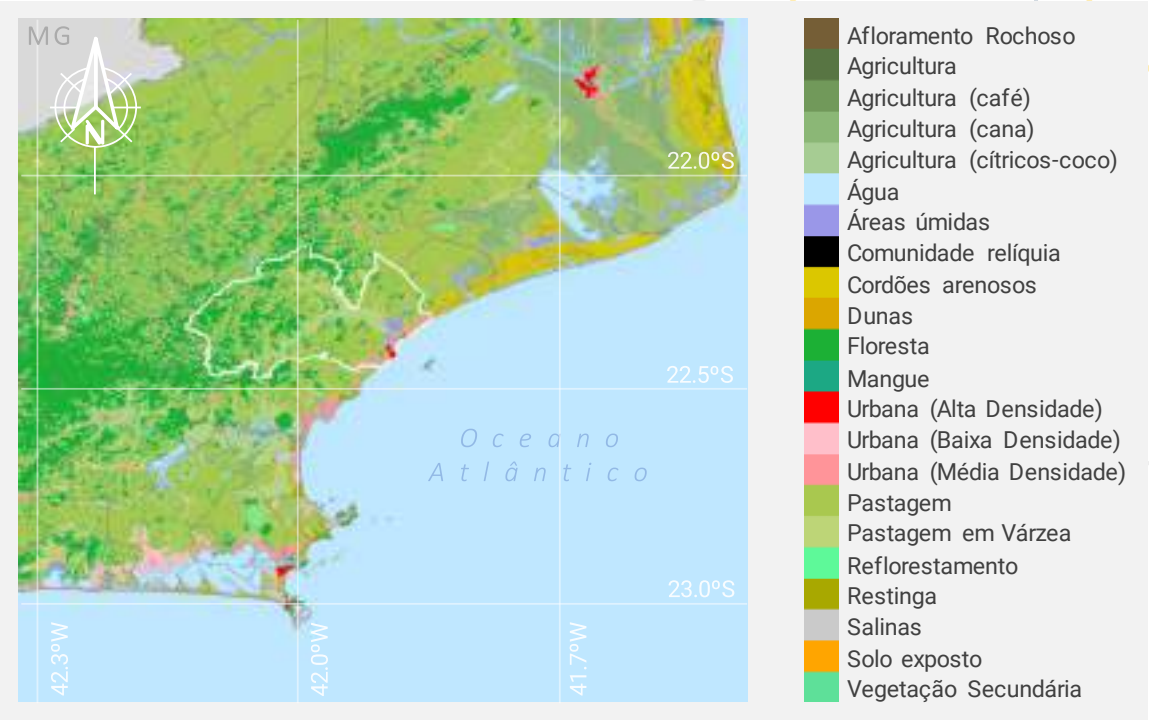


Fig 2 Mapa de Uso e Cobertura do solo do Norte Fluminense com destaque para o município de Macaé (contorno branco). Elaborado através de INEA (2012b).

O relevo do Norte Fluminense é caracterizado pela extensa região de baixada margeada pela Serra do Mar à Oeste e pelo Oceano Atlântico à Leste (Fig 3). No que tange especificamente a região de Macaé, possui relevo diversificado nos aspectos fisiográficos podendo ser dividida, de modo geral, em duas áreas distintas: a primeira, de baixada, relativa às planícies fluviais e litorâneas (região do empreendimento); e a segunda, referente às áreas mais elevadas, principalmente nas partes oeste e noroeste do município, representada pelo predomínio de colinas e maciços da Serra de Macaé que superam 1.000m de altitude.

Quanto à hidrografia, destaca-se o Rio Macaé com sua nascente em Lumiar (Distrito de Nova Friburgo) na região Serrana do Estado do Rio de Janeiro, que atravessa todo o município e deságua no Oceano Atlântico em meio a zona urbana de Macaé. O rio abastece a todo o perímetro urbano da cidade.

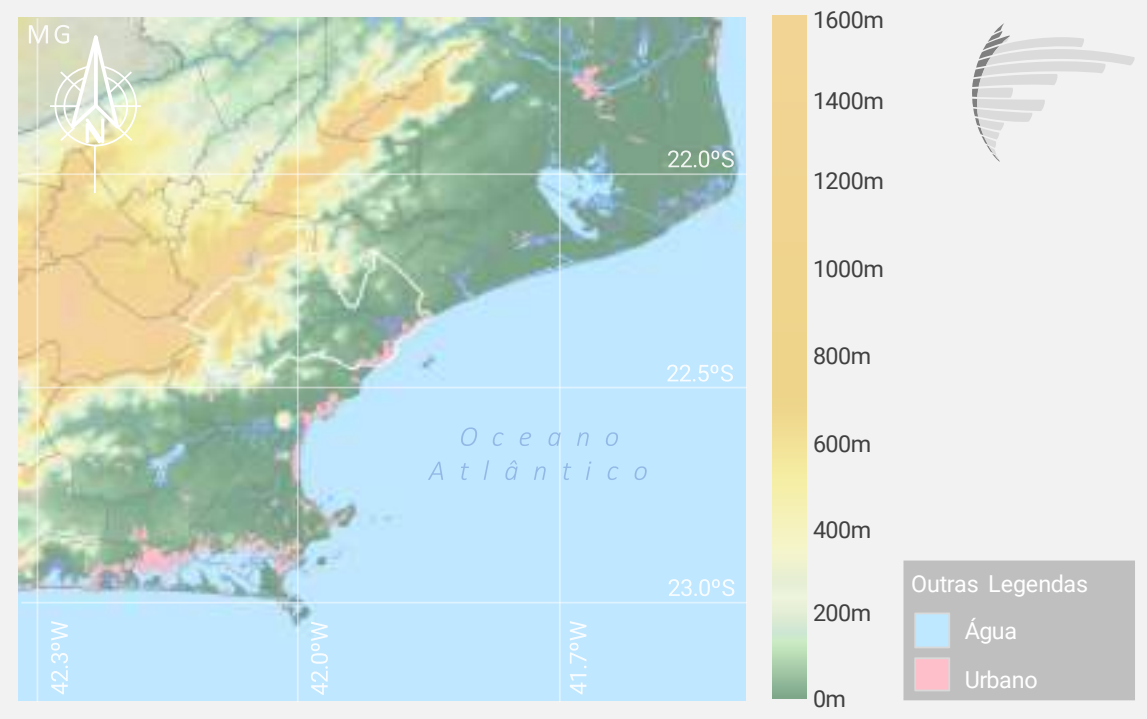


Fig 3 Relevo do Norte Fluminense com destaque para o município de Macaé (contorno branco). Elaborado através dos arquivos digitais de elevação de terreno SRTM (FARR et al., 2007).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Nesta seção apresentam-se os materiais e métodos acerca do Estudo de Dispersão Atmosférica (EDA) e tópicos associados. O período definido para o EDA compreende os anos de 2014, 2015, 2016, 2017 e 2018 completos, e o domínio de modelagem abrange uma área quadrada com dimensões de 50 x 50 km, totalizando 2.500 km^2.

3.1. SISTEMA DE MODELAGEM DA QUALIDADE DO AR

O sistema de modelagem da qualidade do ar AERMOD (USEPA, 2004a) é o sistema empregado no presente EDA. Este sistema foi desenvolvido pela AERMIC (AMS/EPA *Regulatory Model Improvement Comittee*) com o objetivo de incorporar à estrutura do modelo ISC3 (*Industrial Source Complex Model*) as mais avançadas técnicas de modelagem e os mais recentes conhecimentos da estrutura da CLA (USEPA, 2004a). O Sistema de Modelagem AERMOD é recomendado para estudos regulatórios por diversos órgãos ambientais nacionais e internacionais, sendo esta recomendação presente no Termo de Referência emitido pelo IBAMA para os estudos ambientais do presente projeto. Este sistema é composto por dois pré-processadores e um modelo de dispersão. O AERMET (AERMOD *Meteorological Pre-processor*) é um pré-processador que a partir de dados meteorológicos de superfície e altitude, e de características da superfície como albedo, rugosidade e razão de Bowen, calcula diversos parâmetros da Camada Limite Atmosférica (CLA) e os informa para o módulo de dispersão AERMOD. O AERMAP (AERMOD *Terrain Pre-processor*) caracteriza o terreno e o incorpora na grade de receptores para o módulo de dispersão utilizando informações digitais de elevação. O AERMOD é um modelo de dispersão atmosférica de pluma estacionária, baseado na equação da pluma Gaussiana, que assume que as concentrações em todas as distâncias durante a hora modelada são governadas pelas condições meteorológicas médias na dada hora. As informações meteorológicas necessárias consideradas neste tipo de modelagem são restritas a apenas uma estação meteorológica de superfície e uma de altitude, e isto é devido a sua concepção de homogeneidade.

Para que seja possível modelar a dispersão atmosférica de contaminantes num determinado domínio, três classes de informações são imprescindíveis na modelagem: (1) Inventário de Emissões Atmosféricas, isto é, a caracterização da massa a ser modelada, neste caso são os poluentes emitidos pelas fontes de interesse; (2) informações meteorológicas que representem as condições do meio (*i.e.* atmosfera) onde os poluentes serão transportados (dispersados); e (3) as características da superfície sobre a qual será modelado o transporte advectivo-difusivo. Baseado no

exposto, apresenta-se a seguir uma síntese destas três classes de informações que serão consideradas na modelagem da qualidade do ar.

3.2. EMISSÕES ATMOSFÉRICAS

Seguindo as práticas comuns em EDA, faz-se necessária a realização de simulações das concentrações dos poluentes atmosféricos emitidos em dois cenários distintos. O primeiro utilizando apenas o inventário do empreendimento, avaliando-se apenas o impacto destas emissões na região (**Cenário NF2**), e o segundo utilizando os inventários de todos os empreendimentos vizinhos que atuariam sinergicamente com a a UTE NF2, a fim de verificar sua contribuição nas concentrações de poluentes da região (**Cenário Sinergia**). De maneira complementar, apresenta-se neste EDA um terceiro, denominado **Cenário Vizinhos**, que contempla os empreendimentos vizinhos, entretanto, sem as emissões do empreendimento em questão, a UTE NF2. Por questões de objetividade apresentam-se apenas os resultados para o poluente NO_2 no cenário Vizinhos, uma vez que as emissões de NO_2 são as mais preocupantes em projetos de Usinas Termelétricas a gás natural.

Os poluentes considerados neste EDA são todos aqueles indicados como significativos no inventário de emissões gasosas da UTE NF2 e que estão regulamentados na resolução CONAMA 491/2018. São eles: Monóxido de Carbono (CO) e Dióxido de Nitrogênio (NO_2).

3.2.1. CENÁRIO NF2

O conjunto de emissões atmosféricas envolvidas exclusivamente nas atividades da UTE NF2 irá compor um cenário para avaliar apenas as emissões do empreendimento em questão, Cenário NF2. As emissões deste cenário imputadas no modelo AERMOD são apresentadas em Tab 2.

Tab 2 Informações assimiladas no AERMOD referente às emissões do Cenário NF2.

Nº	Fonte ID	Tipo	Coord. UTM (Z24) X (m)	Coord. UTM (Z24) Y (m)	Elev. (m)	Alt. (m)	Diâm. (m)	Vel. (m/s)	Temp. (K)	Taxa de Emissão (g/s) CO	Taxa de Emissão (g/s) NOx
01	NF2_01	Pontual	206787	7529503	37,5	90,0	6,0	26,24	360,61	6,55	23,63
02	NF2_02	Pontual	206724	7529503	37,5	90,0	6,0	26,24	360,61	6,55	23,63
03	NF2_03	Pontual	206661	7529503	37,5	90,0	6,0	26,24	360,61	6,55	23,63

3.2.2. CENÁRIO SINERGIA

Em EDA, o objetivo de se considerar as emissões de empreendimentos vizinhos é uma tentativa de representar as concentrações totais às quais o meio ambiente como um todo estará exposto, caso o presente empreendimento venha a se instalar naquela região.

Neste cenário, as concentrações oriundas dos empreendimentos já em operação (concentrações de background) são representadas a partir de uma rede de monitoramento adequadamente posicionada, que registra a influência não somente das fontes principais, próximas à fonte em consideração, mas também a influência de fontes naturais e de fontes não identificadas, de ocorrência generalizada, como, por exemplo, as emissões veiculares e portuárias. Sua utilização na modelagem representa uma simulação mais próxima da realidade, pois além de incluir a influência de uma gama mais ampla de fontes presentes, também evita que erros ou imprecisões contidas em inventários de fontes existentes sejam propagados.

Neste sentido foram utilizados os mesmos dados apresentados na seção diagnóstico da qualidade do ar, cujas estações são: Pesagro, Severina, Airis e Cabiúnas. A metodologia para assimilação das concentrações de *background* (BG) no modelo foi aplicada de forma que o domínio de modelagem fosse dividido em setores (Fig 4). Para cada setor, há uma estação de monitoramento cuja concentração monitorada representa a concentração de *background* deste setor, ou seja, considera o efeito das das emissões atmosféricas oriundas dos empreendimentos em operação. O modelo AERMOD adota um sistema de referência baseado na direção do vento para decidir qual EQAr será utilizada em cada hora simulada. Por exemplo, no momento que os ventos são de Leste, os poluentes serão transportados para o setor Oeste, sendo escolhida a concentração de *background* monitorada neste setor (Oeste). A Fig 4 mostra os setores da forma como foram configuradas no modelo. Como não há estações ao Norte do empreendimento, optou-se por considerar a maior concentração dentre todas as estações em momentos com ventos do quadrante Sul. Para que fosse possível implementar tal metodologia, produziu-se um arquivo contendo a maior concentração registrada dentre as quatro estações para cada hora simulada.

Seguindo orientação do órgão ambiental competente (IBAMA), o cenário sinergia deve contemplar não apenas as concentrações de *background*, consequente das emissões já presentes na região, mas também as emissões de empreendimentos vizinhos que já possuam Licença Prévia (LP). No que tange especificamente aos empreendimentos que devem ser considerados como sinérgicos, não há nenhuma instrução de referência apresentada pelo IBAMA. No entanto, usualmente o INEA recomenda considerar todos os empreendimentos distantes em até 10 km do

empreendimento em estudo. O que é bastante razoável, visto que na região Norte Fluminense os ventos são espacialmente homogêneos, em que as direções são predominantemente do quadrante Norte-Leste (SOARES da SILVA et al., 2014). Ventos estes que são dirigidos pelo Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul (ASAS). Em situações de campo de vento homogêneo a confluência entre plumas é menos provável, não contribuindo para a sobreposição de emissões muito distantes entre si. Apesar do exposto, de forma cautelar, consideraram-se os empreendimentos distantes em até 15 km da UTE NF2, de maneira a avaliar o impacto de projetos importantes recém licenciados para Macaé. Os empreendimentos sinérgicos considerados são: Usinas Termelétricas Vale Azul (VA), Unidade de Processamento de Gás Natural Vale Azul (UPGN VA), Complexo Logístico Industrial de Macaé (CLIMA), Usina Termelétrica Nossa Senhora de Fátima (NSF), Complexo Termelétrico São João Batista (CTSJB) e Terminal Portuário de Macaé (TEPOR). As informações assimiladas para representar cada empreendimento foram adquiridas nos respectivos EDA, e estão disponíveis em material digital suplementar que também contempla todo o projeto de modelagem do presente EDA.

Salienta-se que todas as emissões oriundas de vias de tráfego consideradas no estudo estão representadas pelas concentrações de *background*.

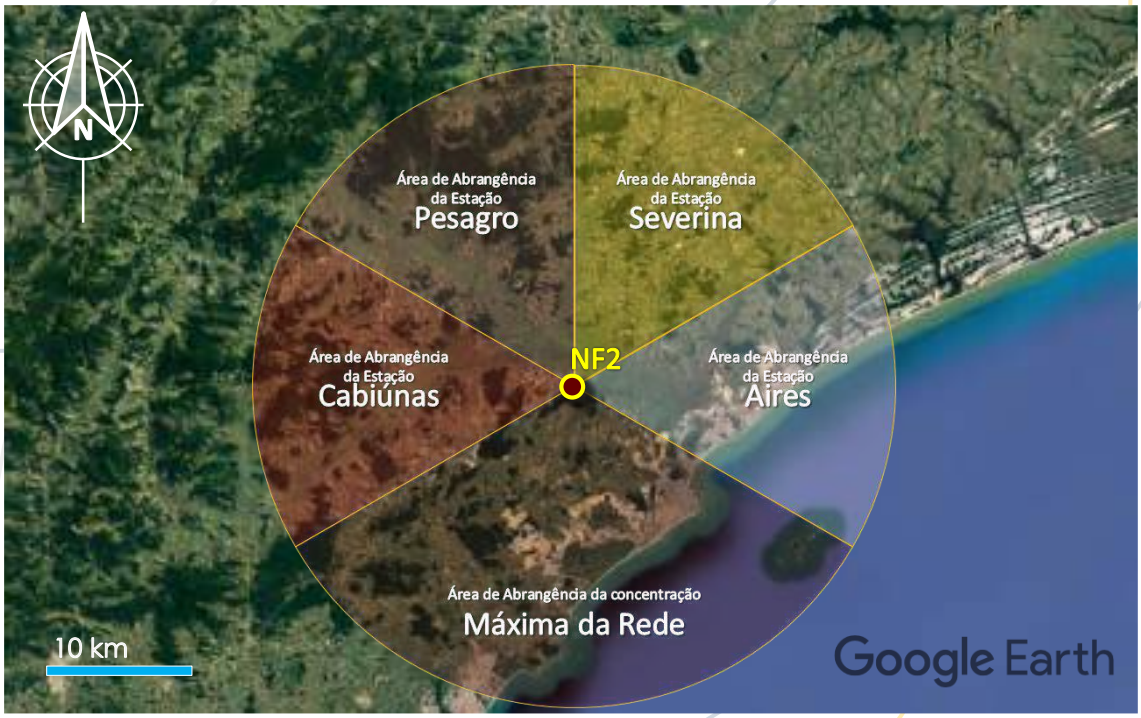


Fig 4 Abrangência dos setores definidos para as concentrações de *background*.

3.2.3. CENÁRIO VIZINHOS

No objetivo de avaliar o impacto da UTE NF2 com os demais empreendimentos vizinhos nos momentos mais críticos identificados no Cenário de Sinergia, adicionalmente apresenta-se este cenário, que difere do cenário SINERGIA no fato de não contemplar as emissões da UTE NF2. A comparação dos resultados obtidos neste cenário com os obtidos por meio do cenário SINERGIA, poderá indicar se realmente as emissões da UTE NF2 atuarão sinergicamente com as demais, principalmente nos momentos em que ocorrem as máximas concentrações modeladas.

3.3. DADOS METEOROLÓGICOS

Para os Estudos de Dispersão Atmosférica um mínimo de informações meteorológicas é requerido para simular a dispersão dos poluentes emitidos na atmosfera. Essas informações meteorológicas podem ser oriundas de Estações Meteorológicas com medições diretas na atmosfera, por meio de modelagem numérica dos processos atmosféricos, ou então uma combinação das duas opções anteriores.

As informações meteorológicas requeridas podem ser classificadas como: superfície e altitude. Das informações de superfície, as variáveis minimamente exigidas pelo sistema de modelagem AERMOD são: direção e intensidade do vento, temperatura do ar ambiente e cobertura total de nuvens (USEPA, 2004a). Além destas variáveis, outras informações meteorológicas de superfície também podem ser utilizadas no objetivo de minimizar esquemas paramétricos simplificados, como por exemplo: radiação global, radiação líquida, pressão atmosférica e umidade relativa. Através das variáveis meteorológicas de superfície e os perfis verticais de temperatura encontrados nos dados de altitude, processadores meteorológicos como o AERMET são capazes de estimar a altura da Camada Limite, bem como, outros importantes parâmetros micrometeorológicos (velocidade de atrito u*, escala de velocidade convectiva w*, comprimento de Obuhkov L e fluxo de calor sensível H).

A escolha das informações meteorológicas deve atender tanto os quesitos de qualidade e consistência de dados, como também devem ser representativas para a região em estudo. A representatividade pode ser função do relevo, uso e ocupação do solo, e do próprio sistema de modelagem utilizado no EDA. O sistema de modelagem AERMOD é limitado espacialmente a um domínio de 50 x 50 km de área. Esta limitação impõe restrições ao uso de dados meteorológicos de superfície, uma vez que prioritariamente devem ser utilizados dados observados contidos na área de modelagem.

Visto que as estimativas das concentrações nos EDA's são fortemente relacionadas com as informações meteorológicas, torna-se imprescindível selecionar, formatar e processar corretamente todas as informações meteorológicas que serão utilizadas na modelagem. Neste sentido, a seguir são descritos os dados meteorológicos empregados na modelagem da qualidade do ar.

3.3.1. DADOS DE SUPERFÍCIE

Conforme descrito no diagnóstico climático deste EIA, atualmente, o sistema de monitoramento no Norte Fluminense dispõe de algumas estações meteorológicas que são operadas por instituições públicas e privadas distribuídas entre os municípios que constituem esta região. No entanto, as opções de dados meteorológicos de superfície considerados para o estudo devem estar, no máximo, até 25 km de distância das futuras fontes emissoras (neste caso, a UTE NF2). Dentre as disponibilizadas publicamente, tem-se: a estação automática A608 operada pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) localizada nas coordenadas 22°22'34,68"S e 41°48'43,92"O, e a estação do Aeroporto de Macaé (SBME) pertencente a Rede de Meteorologia do Comando da Aeronáutica (REDEMET), localizada nas coordenadas 22°20'35.52"S e 41°46'2.17"O (Fig 5).

Fig 5 Mapa da área de estudo com as localizações dos pontos com informações meteorológicas.

Assim como realizado para o diagnóstico climático, priorizou-se no estudo utilizar os dados oriundos da estação A608, visto sua maior proximidade com a UTE NF2 em relação à estação SBME, entretanto, salienta-se que os registros de

nebulosidade da estação SBME foram utilizados, visto que não há tal observação na estação A608 do INMET. Quanto à qualidade dos dados empregados, a mesma já foi discutida no diagnóstico climático.

3.3.2. DADOS DE ALTITUDE

No Estado do Rio de Janeiro, a única estação meteorológica de altitude de acesso público disponível se encontra no Aeroporto Internacional Antônio Carlos Jobim – Galeão (SBGL), localizada no município do Rio de Janeiro a aproximadamente 155 km de distância do empreendimento. Por ser considerada demasiadamente distante da região de estudo e, consequentemente, não representativa para a mesma, utilizou-se informações meteorológicas prognosticadas pelo modelo de mesoescala *Weather Research and Forecasting* (WRF, SKAMAROCK et al., 2019) para suprir a ausência de dados meteorológicos de altitude. Para tanto, executou-se o modelo para os mesmos cinco anos considerados no EDA (2014, 2015, 2016, 2017 e 2018).

Considerado uma evolução do modelo MM5, o WRF é um modelo de previsão numérica do tempo regional e mesoescala, desenvolvido tanto para fins de pesquisa quanto operacionais. Tem como característica não ser hidrostático e adota um sistema de coordenadas verticais que segue a topografia. Resolve as equações de Navier-Stokes em três dimensões, a equação termodinâmica e a equação de transferência radiativa. Possui dois núcleos dinâmicos, o *Advanced Research* WRF (ARW) e o *Non-Hidrostatic Mesoescale Model* (NMM). O núcleo dinâmico que será utilizado no estudo será o ARW, uma vez que este código apresenta mais opções físicas do que o núcleo NMM. As diversidades existentes de opções físicas são referentes ao solo/superfície terrestre, à camada limite planetária, à radiação na atmosfera e superfície terrestre, à microfísica de nuvens e à convecção de cúmulos. Pode ser usado em aplicações de diferentes escalas espaciais, desde alguns metros até milhares de quilômetros. Estas aplicações incluem previsões numéricas do tempo operacionais e voltadas para a pesquisa de: parametrizações físicas e assimilação de dados, modelos de qualidade do ar, acoplamento oceano-atmosfera e simulações idealizadas como ondas baroclínicas, convecção e linha de instabilidade (SKAMAROCK et al., 2019).

Utilizaram-se três domínios nas simulações (Fig 6), sendo o primeiro o mais abrangente e de menor resolução espacial, e outros dois domínios aninhados com resoluções espaciais horizontais decaindo na proporção de 3:1, como é sugerido pelo guia de boas práticas do modelo

(https://www2.mmm.ucar.edu/wrf/users/namelist_best_prac_wps.html). As grades foram aninhadas de forma que o Domínio D3 (resolução de 3 km) abrangesse todo o Estado do Rio de Janeiro. O domínio maior é centrado na latitude de 22,0°S e longitude de 42,6°W, e todos os domínios foram configurados com 45 níveis verticais descritos em coordenada ETA e híbrida. Nesses domínios, foram utilizados os dados da USGS (*United States Geological Survey*) para topografia e do sensor MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*) para uso e cobertura do solo, com diferentes resoluções espaciais conforme Tab 3.

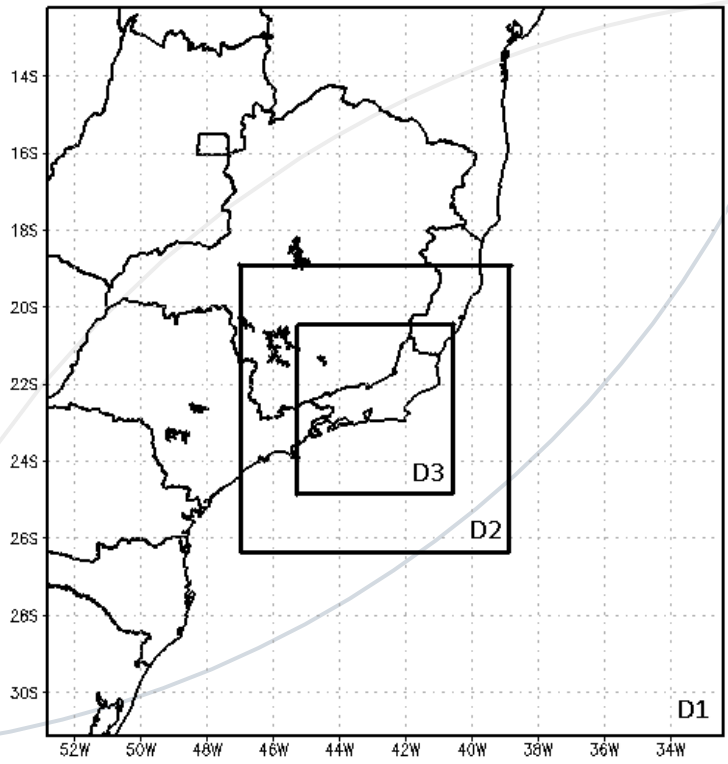


Fig 6 Domínios utilizados nas simulações com o modelo WRF.

Tab 3 Informações sobre os domínios empregados nas simulações com WRF.

Domínios	Pontos em X e Y	Resolução Espacial (km)	Dimensão da grade (°) (Latitude/Longitude)	Topografia USGS (km)
1	80 x 80	27	12.25°S e 31.12°W 32.39°S e 52.82°W	19
2	100 x 100	9	18.47°S e 26.37°W 38.59°S e 47.14°W	4
3	178 x 196	3	19.60°S e 24.83°W 40.37°S e 45.40°W	1

As parametrizações físicas utilizadas nos três domínios do modelo são apresentadas em Tab 4 a seguir.

Tab 4 Parametrizações utilizadas nos três domínios de simulação com WRF.

Tipo	*Opção*
Cúmulos	Betts-Miller-Janjic scheme (Betts-Miller, 1993; Janjic, 1994)
Microfísica de Nuvens	WSM 3-class simple ice scheme (Hong, Dudhia e Chen, 2004)
Radiação de Onda Curta	Dudhia scheme (Dudhia, 1989)
Radiação de Onda Longa	RRTM scheme (Mlawer et al, 1997)
Camada Limite Atmosférica	YSU scheme (Hong, Noh e Dudhia, 2006)
Superfície	Monin-Obukhov scheme (Similarity theory MM5)

O WRF foi inicializado com dados meteorológicos provenientes do modelo global GFS (*Global Forecast System*) do NCEP (*National Centers for Environment Prediction*). Esses dados são assimilados pelo WRF possuindo uma resolução espacial horizontal de 0,5° (~55 km) e uma resolução temporal de 6 horas (00, 06, 12 e 18Z). Em todos os horários, os dados são análises do GFS que fornecem as condições iniciais e de contorno para as simulações com o WRF. O modelo GFS é inicializado com uma base de dados composta por observações de superfície e altitude recolhidas globalmente. A aquisição dos dados observados é feita pelo *Global Telecommunications System* (GTS) da Organização Mundial de Meteorologia, disponível em http://www.wmo.int/pages/prog/www/TEM/index_en.html.

As simulações realizadas com o WRF foram integradas no período de sete dias utilizando o primeiro dia como tempo de ajuste das condições de contorno e iniciais, pois segundo Warner et al (1997), quando utilizado o modelo de área limitada como WRF, é necessário inicializar o modelo antes do período de previsão desejado para permitir que a dinâmica do modelo ajuste o balanço de energia em respostas as forçantes de mesoescala e de escala sinótica. Desta forma, os resultados do primeiro dia foram descartados e utilizados apenas os resultados simulados a partir do segundo dia.

Os resultados obtidos com o WRF foram extraídos do ponto de grade mais próximo do empreendimento (22,32 S e 41,84 W) através do programa *Mesoscale Model Interface Program* (MMIF, BRASHERS e EMERY, 2012) desenvolvido pela agência ambiental americana EPA (*Environmental Protection Agency*) e organizados no formato de arquivo FSL. O *Mesoscale Model Interface Program* (MMIF) converte campos meteorológicos tridimensionais prognosticados pelo WRF em dados de entrada nos

formatos requeridos para iniciar modelos de dispersão de poluentes AERMOD, CALPUFF e SCICHEM (BRASHERS e EMERY, 2012). No presente estudo, foram extraídos através do MMIF os perfis atmosféricos de pressão, temperatura, direção e intensidade do vento do modelo WRF e convertidos para o formato FSL adequado para a entrada no processador meteorológico AERMET.

3.4. USO E COBERTURA DO SOLO

Outras informações requeridas na execução do AERMET são: albedo, rugosidade e razão de Bowen, informadas ao processador meteorológico AERMET para a estimativa dos parâmetros micrometeorológicos.

O comprimento de rugosidade está relacionado com a altura média dos obstáculos em relação à superfície que, à princípio, está correlacionado com a altura em que a velocidade média do vento horizontal é zero. O comprimento de rugosidade da superfície influencia na tensão de cisalhamento e é um importante fator na determinação da magnitude da turbulência e da estabilidade mecânica da camada limite. Já o albedo é a fração da radiação solar incidente na superfície que é refletida diretamente de volta para o espaço sem absorção. Por fim, a razão de Bowen é um indicador de umidade na superfície definido como a razão entre o fluxo de calor sensível e o fluxo de calor latente e, em conjunto com o albedo e outras observações meteorológicas, é usada para determinar os parâmetros micrometeorológicos para condições convectivas impulsionadas pelo fluxo de calor sensível.

Definiram-se os parâmetros de superfície por meio da ferramenta AERSURFACE (USEPA, 2013). Esta ferramenta foi desenvolvida para auxiliar os usuários na obtenção de valores de características reais de superfície, incluindo albedo, razão de Bowen, e comprimento de rugosidade, para input no AERMET. O AERSURFACE usa dados publicamente disponíveis de cobertura e uso do solo e tabelas que associam as características da superfície com valores para os parâmetros requeridos, variando por tipo de cobertura do solo e estação do ano.

No presente estudo o AERSURFACE foi utilizado com informações de uso e cobertura do solo com resolução de 1 km, do projeto *GLOBAL LAND COVER CHARACTERIZATION* (GLCC) desenvolvido pela *U.S. Geological Survey* (http://edc2.usgs.gov/glcc/glcc.php). A única fonte de dados compatíveis com o AERSURFACE para o Hemisfério Sul. Sendo assim, é apresentado na Fig 7 a caracterização do uso do solo obtida através da ferramenta AERSURFACE, onde é possível observar a representação do ambiente urbano (em rosa) referente ao centro

de Macaé, o oceano Atlântico (em azul), pastagens (amarelo) e mata aberta (marrom) nas vizinhanças da estação meteorológica A608 do INMET.

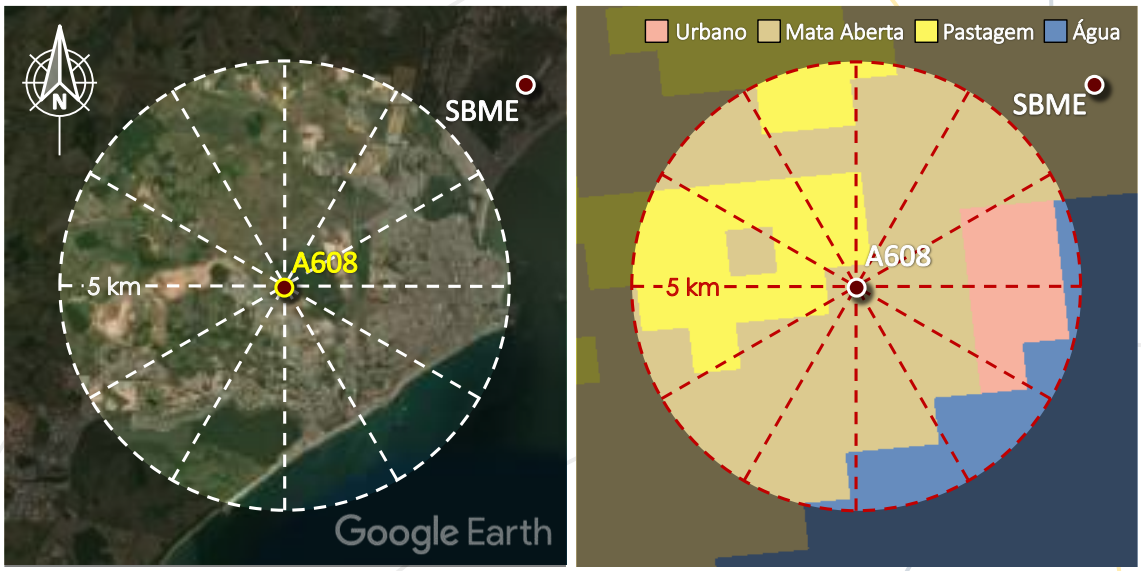


Fig 7 Caracterização de uso do solo gerada pelo AERSURFACE.

A determinação do comprimento de rugosidade de superfície é baseada numa média geométrica ponderada pelo inverso da distância para um raio padrão de 5 km a sota-vento do ponto selecionado. O comprimento de rugosidade pode variar por setor de acordo com as variações na cobertura de uso do solo da área; entretanto, as larguras destes setores não devem ser menores que 30°. A determinação da razão de Bowen é baseada numa simples média geométrica não ponderada (ou seja, sem direção ou dependência da distância) para um domínio padrão representativo de dimensões de 10x10 km centrado na região determinada. Assim como para razão de Bowen, o cálculo do albedo fundamenta-se numa média aritmética simples não ponderada (independente de sentido e distância) para o mesmo domínio definido para a razão de Bowen (USEPA, 2013).

Buscando considerar as variações sazonais nestes parâmetros micrometeorológicos, neste estudo o AERMET foi configurado para produzir valores mensais de cada uma destas variáveis. Desta forma, foram definidos doze valores para comprimento de rugosidade referente a cada setor da região, para os doze meses que compõem o ano, com valores que variaram de 0,031 a 0,300 metros. Os valores para razão de Bowen e Albedo também foram calculados mensalmente. Porém, para Bowen a variação foi de 0,56 a 0,86, enquanto o albedo, por sua vez, varia de 0,16 a 0,17 durante todo o ano.

3.5. CONFIGURAÇÕES DO SISTEMA DE MODELAGEM

O domínio de modelagem contempla uma área quadrada de 2.500 km² com 50 km de lado, onde foram considerados 10.201 receptores de grade espaçados uniformemente a cada 500 metros e 4 receptores discretos de mesmas coordenadas das estações de qualidade do ar presentes na região Tab 5. Seguindo as instruções usualmente fornecidas pelo o órgão ambiental competente, o AERMOD foi configurado com as opções *default* e definido com o coeficiente de dispersão rural concordando com a predominante vegetação de pastagem.

Tab 5 Receptores discretos configurados no AERMOD.

Localização	*Coordenadas UTM (Zona 24)*	
1) Terminal Cabiúnas	219200,00mE	7531715,00mS
2) Fazenda Aires	195616,00mE	7525940,00mS
3) Pesagro	210432,00mE	7522838,00mS
4) Fazenda Severina	203658,00mE	7526096,00mS

Adotou-se no projeto de modelagem o efeito das edificações do empreendimento sobre a dispersão dos poluentes (*Building Downwash*). As edificações consideradas referente à planta do projeto podem ser visualizadas na Fig 8.

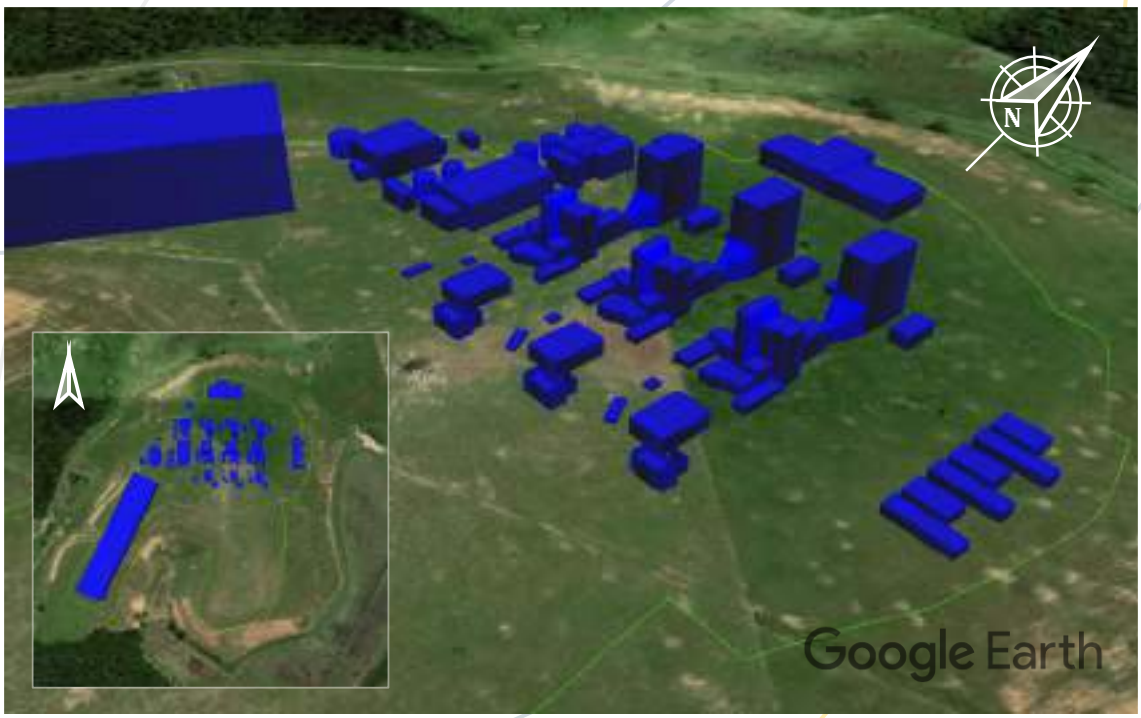


Fig 8 Representação das edificações da UTE NF2 no módulo *Building Downwash*.

Não foram ativados no modelo os módulos que resolvem processos de remoção úmida e seca. No entanto, no objetivo de se alinhar às práticas mais atuais de modelagem e para que seja possível avaliar as concentrações do poluente de referência NO_2 ao invés de todos os óxidos de nitrogênio (NO_X), utilizou-se o módulo PVMRM (*Plume Volume Molar Ratio Method*) (HANRAHAN, 1999). O PVMRM foi selecionado por ser mais acurado dentre as opções disponíveis (USEPA, 2015), além de ser mais apropriado para fontes industriais elevadas (USEPA, 2014; USEPA, 2017), como as da UTE NF2. Basicamente, este módulo estima a fração de NO_2 presente na atmosfera oriunda dos processos relativos às fontes estudadas. Todos as informações sobre este módulo podem ser encontradas em Hanrahan (1999) e USEPA (2015). Apresenta-se a seguir as três informações requeridas na execução do módulo PVMRM:

(a) **Relação de equilíbrio NO_2/NO_X na atmosfera**: definida como 0,9 seguindo a recomendação de (USEPA, 2015).

(b) **Razão de NO_2/NO_X no interior da Chaminé**: visto que este parâmetro depende de todo o processo envolvido no interior da fonte, recomenda-se preferencialmente a utilização da informação medida *in situ* ou o valor fornecido pelo fabricante. Seguindo as informações fornecidas pelo fabricante da turbina, utilizou-se o valor de 0,10 para as emissões da UTE NF2. Para as emissões dos empreendimentos sinérgicos, consideraram-se as informações dispostas nos EDAs dos respectivos empreendimentos. E para as fontes sem informações, adotou-se o valor de 0,10, valor assumido ser o mais comum para a maioria das fontes emissoras USEPA (2015).

(c) **Concentrações *background* de O_3:** foram utilizados os dados horários monitorados na rede de qualidade do ar da região, os mesmos empregados no diagnóstico da qualidade do ar. A metodologia de assimilação destas informações é a mesma adotada para as concentrações de background dos demais poluentes do cenário sinergia (página 10 deste EDA).

4. RESULTADOS

4.1. AERMAP

A Fig 9 apresenta a imagem de satélite da região de estudo (lado esquerdo) e o mapa topográfico gerado através do AERMAP (lado direito). Por meio do AERMAP calculou-se a altura da superfície em relação ao Nível Médio do Mar (NMM) para cada receptor distribuído uniformemente a cada 500 metros. As fontes de informações topográficas utilizadas no AERMAP foram os arquivos digitais de elevação do terreno SRTM 10, cuja resolução espacial é de 30 metros.

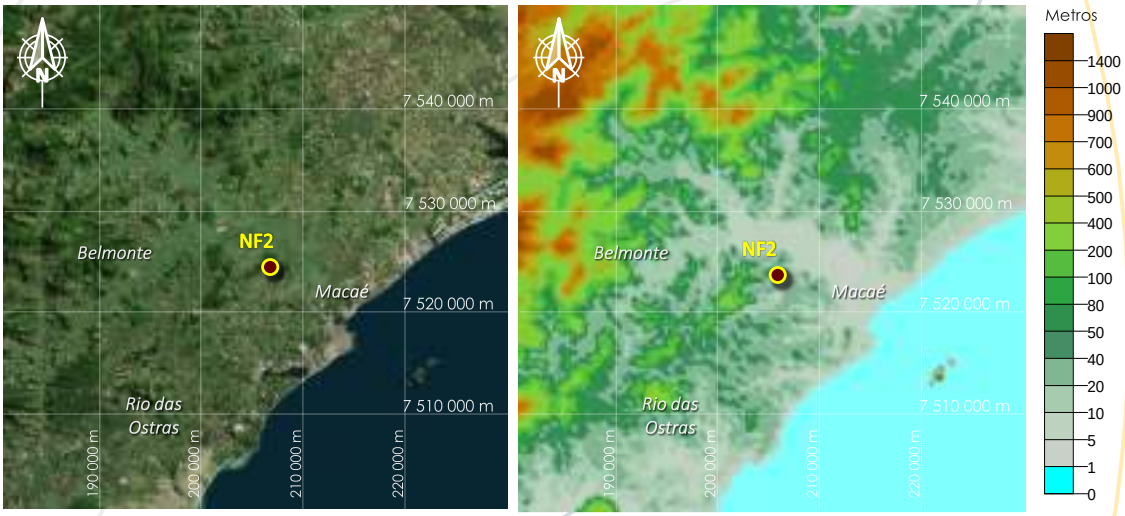


Fig 9 Imagem de satélite da região de estudo (lado esquerdo) e mapa topográfico gerado no módulo AERMAP (lado direito)

Constata-se na Fig 9 que as principais feições topográficas da região são representadas no resultado do AERMAP, seguindo o padrão apresentado na imagem de satélite. Nesta, observam-se as maiores elevações na porção noroeste do domínio como parte da Serra de Macaé, inclusive demarcando o vale por onde passa o Rio São Pedro que se encontra com o Rio Macaé próximo ao litoral trazendo águas da região serrana para o litoral norte do estado do Rio de Janeiro.

4.2. AERMET

Em estudos de dispersão atmosférica os resultados são fortemente afetados pelos dados meteorológicos. Por isso, além da escolha correta da fonte de informações meteorológicas, é fundamental avaliar a qualidade destas informações antes de serem utilizadas em estudos de licenciamento, que exigem grande responsabilidade. Conforme já destacado, os dados meteorológicos empregados no presente EDA compõe a mesma base de dados apresentada no diagnóstico climático deste EIA, diferenciando-se apenas pelo o período. Enquanto o diagnóstico climático contempla 12 anos de dados, por questões de viabilidade computacional, o EDA considera apenas os últimos cinco anos de dados consecutivos desta base, isto é, os anos de 2014, 2015, 2016, 2017 e 2018. Quanto a qualidade destes dados, ressalta-se que os dados meteorológicos de superfície possuem um elevado percentual de dados válidos, com percentuais acima de 99% para todas as variáveis imputadas no AERMET. No que tange aos dados de altitude, por se tratar de dados oriundos de modelagem atmosférica, não foram observados registros de dados ausentes. Sendo assim, ambos estes resultados para superfície e altitude dão credibilidade às informações utilizadas no presente estudo.

Como resultado da execução do AERMET, apresentam-se a seguir análises de dois parâmetros micrometeorológicos de grande importância para os processos de dispersão atmosférica: a altura da Camada Limite Atmosférica (CLA) e as classes de estabilidade atmosférica.

4.2.1. CAMADA LIMITE ATMOSFÉRICA

A Camada Limite Atmosférica é a parte da troposfera que é diretamente influenciada pela presença da superfície terrestre, e responde às forçantes superficiais com uma escala de tempo de uma hora ou menos (STULL, 1988). Essas forçantes podem ser de origem térmica ou mecânica e determinam, respectivamente, as alturas das Camadas Limite Convectiva (CLC) e Mecânica (CLM). Durante o dia os fluxos superficiais de energia são positivos e mais expressivos, portanto, o desenvolvimento da CLA é mais pronunciado, e no período noturno os fluxos são negativos e menores apresentando uma CLA diferenciada. Embora exista predominância de turbulência térmica na camada diurna, o vento também gera turbulência mecânica na camada, especialmente próximo à superfície, onde o atrito gera um maior cisalhamento do vento. Como todos os processos de dispersão de poluentes atmosféricos acontecem no interior da CLA, determinar sua altura é de fundamental importância neste tipo de estudo, de modo que camadas mais profundas representam um volume maior de

atmosfera para o poluente se dispersar e, camadas rasas favorecem o confinamento dos poluentes em maiores concentrações próximas à superfície.

Na Fig 10 são apresentadas as médias sazonais das alturas da CLA durante as 24 horas que compõe o dia. Este gráfico é uma composição das alturas das camadas limite Mecânica e Convectiva, sendo considerado o maior valor entre as duas (procedimento adotado no AERMOD). Este tipo de gráfico é importante para reunir informações da variação diurna da CLA e caracterizar dias típicos de cada estação do ano. O crescimento desta altura no decorrer do dia apresenta alta correlação com o ciclo diurno de temperatura. Como as estações do verão e primavera têm dias mais longos e radiação solar mais intensa interagindo com a superfície da Terra, a CLA tende a ser mais profunda e duradoura durante estes meses quando comparadas com as demais estações. De maneira geral, em todas as estações do ano as maiores alturas de CLA foram encontradas no fim da tarde e as maiores diferenças estão entre as estações do verão e inverno, onde a primeira apresentou picos médios próximos a 1.600 m de altura contra, aproximadamente, 1400m na estação do inverno. É importante ressaltar que essa altura é relativa à superfície na estação A608.

Devido à ausência de radiação Solar, a CLA durante o período noturno é dirigida apenas pela forçante mecânica, que é menos vigorosa. Consequentemente as alturas médias da CLA neste período variaram entre 200 a 400 metros, tornando-se menos favorável para a dispersão atmosférica sob o ponto de vista da altura da CLA.

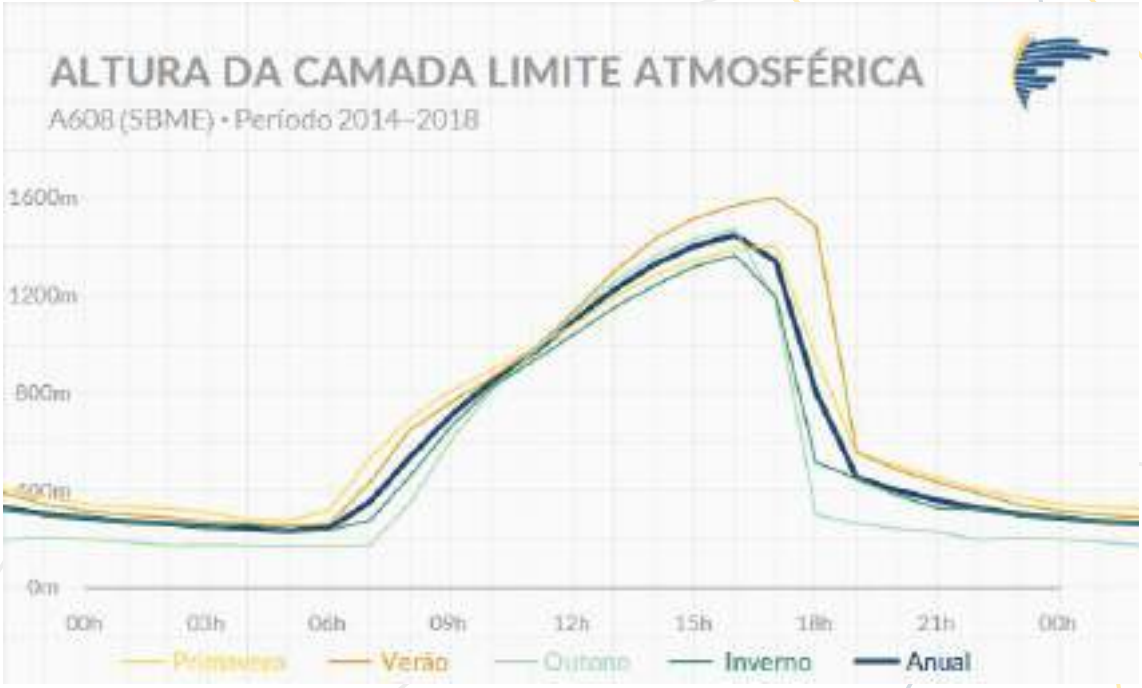


Fig 10 Ciclo diário médio da altura da CLA para cada estação do ano estimadas para a localização da estação A608.

4.2.2. CLASSES DE INSTABILIDADE ATMOSFÉRICA

O processo de dispersão depende da estabilidade atmosférica desde o momento em que o poluente é emitido pela fonte, determinando a forma da pluma, até mesmo a profundidade da camada atmosférica onde estes poluentes são dispersos. Segundo STULL (1988), a estabilidade responde tanto pelos processos térmicos quanto mecânicos, onde o fluxo de calor sensível se apresenta com fator determinante na definição da estabilidade dentro da CLA. Este fluxo, por sua vez, é positivo durante o dia quando a CLA se apresenta predominantemente instável, e negativo durante o período noturno quando a CLA é predominantemente estável. Na Fig 11 é apresentada a distribuição de frequência das classes de estabilidade atmosférica durante o dia estimadas pelo AERMET.

Como observa-se na Fig 11, o ciclo diurno é dominado pelas classes instáveis. Essas condições indicam que forçantes térmicas atuam na intensificação da turbulência que, por sua vez, aumenta a mistura do ar no interior da camada e eleva o topo da CLA. No período noturno as classes estáveis predominam. Esta estabilidade corrobora para alturas de CLA menores observadas na Fig 10, que dificultam os processos de dispersão vertical de poluentes atmosféricos nestes horários.

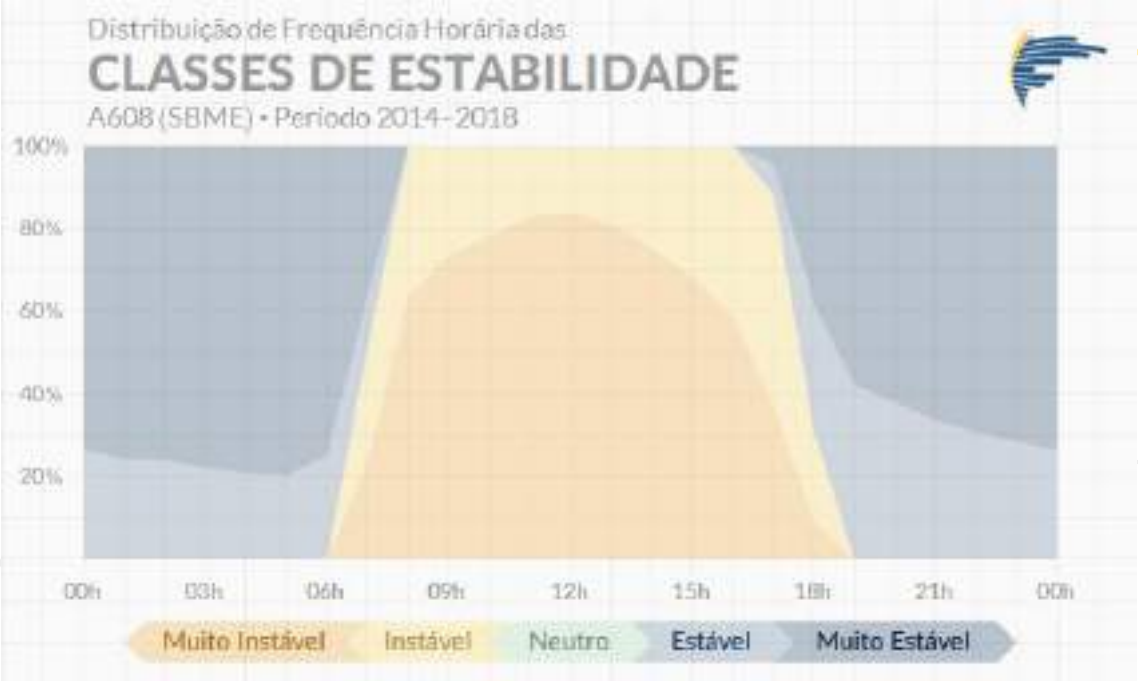


Fig 11 Frequência horária das classes de estabilidade de Pasquill-Gifford estimadas para a região da Estação A608.

4.3. AERMOD

A partir das informações geradas por meio do AERMAP, AERMET e as emissões provenientes das fontes poluidoras, utilizou-se o modelo de dispersão atmosférica AERMOD versão 19191 através da interface gráfica comercial Lakes AERMOD View versão 9.8.3 para simular a dispersão dos poluentes inventariados que estão regulamentados na CONAMA 491/2018, isto é, o Monóxido de Carbono (CO) e o Dióxido de Nitrogênio (NO_2).

Seguindo o rito comum para EDA submetidos à processos de licenciamento ambiental, os resultados são apresentados por meio de tabelas com as maiores concentrações simuladas, além de mapas com as maiores concentrações estimadas para cada receptor de grade dentro do domínio. Estes resultados são confrontados com os padrões de qualidade do ar vigentes para fins de tomada de decisão por parte do órgão ambiental.

4.3.1. CENÁRIO NF2

Apresenta-se nessa seção os resultados das simulações para os poluentes CO e NO_2 emitidos apenas pelas fontes do projeto UTE NF2, conforme apresentado na Tab 2. O objetivo aqui é avaliar o impacto individual do empreendimento na qualidade do ar do município de Macaé.

a) Monóxido de Carbono (CO)

Segundo a Resolução CONAMA 491/18, o poluente CO deve ser avaliado em um período de exposição de 8 horas, não devendo exceder o limite de 9 ppm ou 10.000 $\mu g \cdot m^{-3}$. O CO integra a lista dos poluentes com PNQAr já estabelecidos em carácter definitivo (Padrão Final). Portanto, são apresentados respectivamente nas Tab 6 e Fig 12, a ranking e o mapa com as maiores concentrações de CO estimadas para o período entre 2014 a 2018 no Cenário NF2.

Nota-se que os quantitativos relativos à UTE NF2 são significativamente inferiores ao respectivo padrão (Tab 6), sendo a maior concentração média simulada de 13,25 $\mu g \cdot m^{-3}$, o que representa menos de 1% do padrão para este poluente. Apesar de diminutas as concentrações simuladas, de maneira geral elas ocorrem preferencialmente durante o período noturno e matutino (Tab 6 e Fig 12), associados à CLA's pouco profundas (predominantemente abaixo de 100 m) e ventos fracos (inferiores a 1,5 m/s).

Em Fig 12a apresentam-se a distribuição espacial das máximas concentrações médias (em 8 horas) para cada receptor de grade (Fig 12a), a localização da máxima concentração simulada (estrela em vermelho), a localização da UTE NF2 (quadrado em verde), localização dos três receptores de grade com os maiores números de ocorrências dentre as TOP 1000 concentrações médias (triângulos). Em Fig 12b apresenta-se a rosa dos ventos para todo o período de estudo (2014 a 2018). Em Fig 12c, tem-se um gráfico que contempla a frequência das 1000 maiores concentrações por período do dia (barras em verde), média horária da CLA (m) para os eventos das TOP 1000 concentrações médias (linhas em vermelho), média horária da velocidade do vento (m/s) para os eventos das TOP 1000 concentrações médias (linhas em azul). Destaca-se que para períodos de exposição diferentes de 1 hora, os horários das barras em verde correspondem à última hora considerada na média, por exemplo, a barra associada às 8 horas refere-se à média dos horários de 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8 horas. Não são apresentadas as médias de CLA e velocidade do vento para períodos de exposição diferente de 1 hora. E em Fig 12d, tem-se a rosa de poluição para os eventos das TOP 1000 concentrações médias. A rosa de poluição (Fig 12d) demonstra a frequência das

direções dos ventos e suas respectivas escalas de concentração associadas aos eventos das TOP 1000 concentrações médias. O círculo com percentual na parte inferior da figura representa o percentual da máxima simulada em relação ao respectivo PQAr. Quando este círculo está em verde, a máxima concentração simulada é inferior ao PQAr, e quando está em vermelho, a máxima concentração simulada é superior ao PQAr.

Espacialmente, verifica-se na Fig 12 que a máxima concentração média simulada ocorre em região de topografia acidentada, no início da Serra de Macaé se tomarmos como referência o sentido litoral-continente. Além do ponto de máxima concentração, verifica-se outros receptores com elevada recorrência associados à barreiras orográficas (triângulos sólido e não sólido em azul na Fig 12). Isto ocorre porque a topografia se apresenta como barreia à dispersão dos poluentes, concentrando a massa emitida à barlavento do elemento orográfico.

Tab 6 Ranking das 30 maiores concentrações médias em 8h de CO para o Cenário NF2.

Pos	CO(µg/m³)	Data	Hora	Latitude	Longitude	Rec	Vel (m/s)	Direção	Temp (°C)	Alt CLA
1	**13,25**	05/04/2018	24h	22,230°S	41,879°O	1	0,50	154°(SE)	23,95	37 (M)
2	**12,68**	22/09/2018	24h	22,230°S	41,879°O	1	0,50	120°(SE)	20,85	38 (M)
3	**12,41**	06/03/2018	24h	22,234°S	41,884°O	2	1,00	310°(NO)	24,75	71 (M)
4	**11,64**	12/09/2015	24h	22,268°S	41,788°O	3	1,00	227°(SO)	19,05	67 (M)
5	**11,48**	22/09/2018	24h	22,234°S	41,879°O	4	0,50	120°(SE)	20,85	38 (M)
6	**10,46**	22/02/2015	08h	22,347°S	41,906°O	5	2,10	60°(NE)	28,05	337 (M)
7	**10,24**	29/11/2017	24h	22,234°S	41,879°O	4	1,50	313°(NO)	20,65	93 (M)
8	**10,10**	05/04/2014	24h	22,234°S	41,879°O	4	1,00	284°(O)	20,45	67 (M)
9	**10,10**	05/04/2014	24h	22,230°S	41,879°O	1	1,00	284°(O)	20,45	67 (M)
10	**10,09**	05/04/2018	24h	22,221°S	41,888°O	6	0,50	154°(SE)	23,95	37 (M)
11	**10,00**	06/03/2018	24h	22,221°S	41,888°O	6	1,00	310°(NO)	24,75	71 (M)
12	**9,91**	05/04/2018	24h	22,234°S	41,879°O	4	0,50	154°(SE)	23,95	37 (M)
13	**9,90**	22/02/2015	08h	22,347°S	41,901°O	7	2,10	60°(NE)	28,05	337 (M)
14	**9,85**	09/03/2018	24h	22,230°S	41,884°O	8	0,50	358°(N)	22,75	43 (M)
15	**9,66**	05/04/2018	24h	22,234°S	41,884°O	2	0,50	154°(SE)	23,95	37 (M)
16	**9,60**	29/06/2017	08h	22,351°S	41,901°O	9	1,50	58°(NE)	19,45	203 (M)
17	**9,55**	05/04/2014	24h	22,234°S	41,884°O	2	1,00	284°(O)	20,45	67 (M)
18	**9,55**	04/01/2015	24h	22,230°S	41,884°O	8	1,00	28°(NE)	23,45	83 (M)
19	**9,50**	05/04/2018	24h	22,194°S	41,893°O	10	0,50	154°(SE)	23,95	37 (M)
20	**9,43**	25/07/2016	24h	22,234°S	41,884°O	2	0,50	327°(NO)	17,45	36 (M)
21	**9,42**	05/04/2018	24h	22,194°S	41,888°O	11	0,50	154°(SE)	23,95	37 (M)
22	**9,36**	29/11/2017	24h	22,230°S	41,879°O	1	1,50	313°(NO)	20,65	93 (M)
23	**9,33**	21/02/2017	08h	22,347°S	41,896°O	12	1,50	36°(NE)	28,25	480 (C)
24	**9,29**	12/01/2016	08h	22,176°S	41,849°O	13	1,50	22°(N)	24,05	219 (M)
25	**9,23**	29/06/2017	08h	22,347°S	41,896°O	12	1,50	58°(NE)	19,45	203 (M)
26	**9,06**	05/04/2018	24h	22,189°S	41,883°O	14	0,50	154°(SE)	23,95	37 (M)
27	**8,98**	29/11/2017	24h	22,234°S	41,884°O	2	1,50	313°(NO)	20,65	93 (M)
28	**8,94**	22/09/2018	24h	22,203°S	41,893°O	15	0,50	120°(SE)	20,85	38 (M)
29	**8,87**	24/11/2014	08h	22,268°S	41,788°O	3	1,00	207°(SO)	23,95	241 (C)
30	**8,86**	30/06/2014	24h	22,268°S	41,788°O	3	1,50	227°(SO)	20,25	118 (M)

* Pos: posição no ranking. REC: receptor de grade. Alt CLA: altura da Camada Limite Atmosférica.
M: Predominância da CLA Mecânica. C: Predominância da CLA Convectiva.

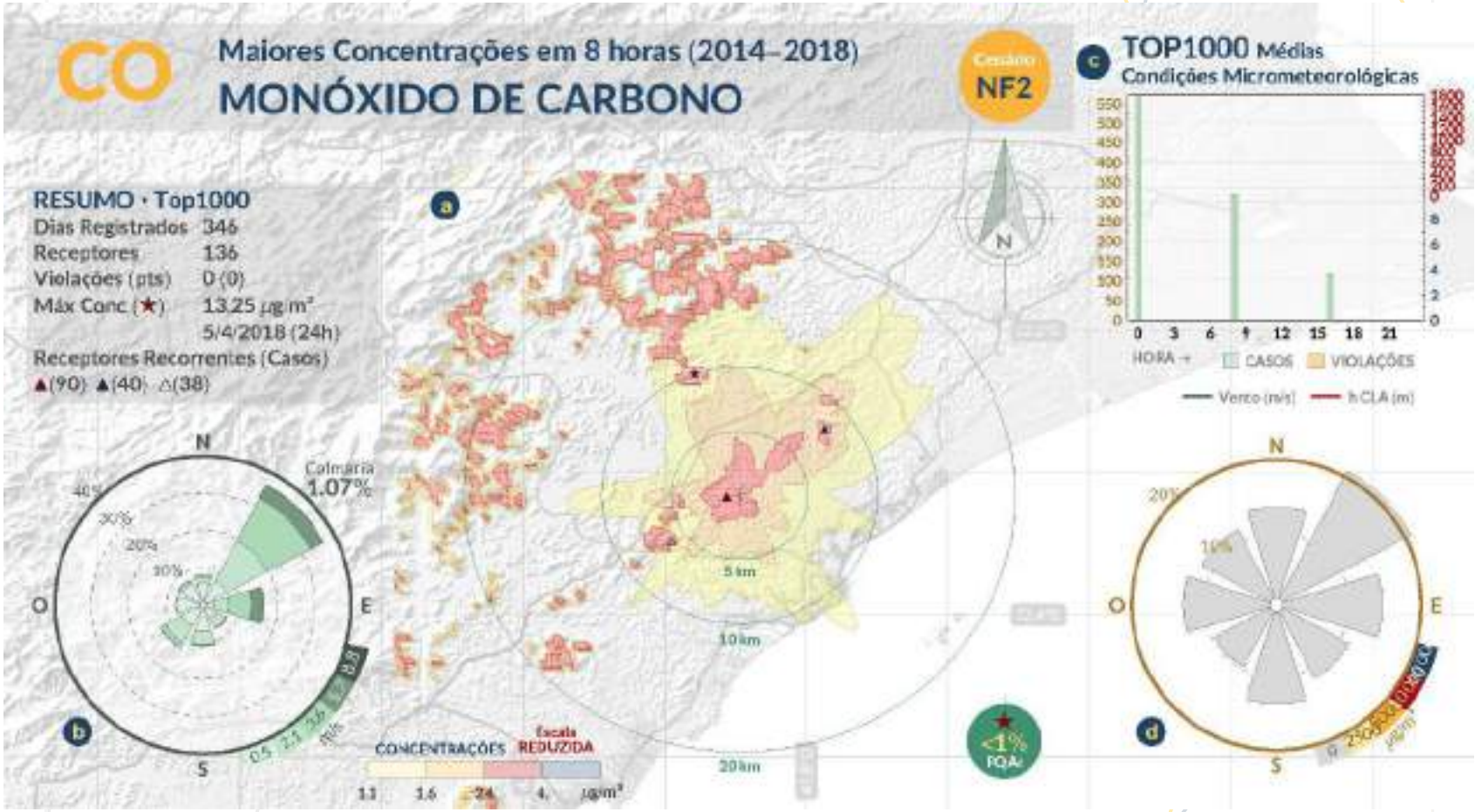


Fig 12 a) Máximas concentrações médias em 8 horas por receptor estimadas para CO no Cenário NF2. b) Rosa dos ventos de todo período (2014 a 2018). c) frequência das TOP 1000 concentrações médias por período do dia (barras em verde), média horária da CLA (m) para as TOP 1000 concentrações (linhas em vermelho), média horária da velocidade do vento (m/s) para as TOP 1000 concentrações (linhas em azul). d) Rosa de poluição das TOP 1000 concentrações.

b) Dióxido de Nitrogênio (NO_2)

O poluente NO_2 é avaliado sob dois períodos de exposição, concentração média em uma hora, cujo padrão é de 260 $\mu g \cdot m^{-3}$, e o anual, 60 $\mu g \cdot m^{-3}$. Sendo assim, para os devidos fins de comparação, são apresentados em Tab 7 e Fig 14c, os rankings das maiores concentrações médias em 1 hora e anual simuladas para o NO_2, respectivamente. Além dos rankings, apresentam-se também os mapas com as distribuições espaciais das máximas concentrações médias em cada período de exposição para cada receptor de grade (Fig 13 e Fig 14).

No ranking das 30 maiores concentrações médias em 1 hora do Cenário NF2 (Tab 7), não se verificam valores que excedem ao respectivo padrão. A máxima concentração (110,64 $\mu g \cdot m^{-3}$) simulada representa apenas 43% do padrão. De forma similar ao obtido para o poluente CO, observa-se que as maiores concentrações simuladas ocorrem preferencialmente durante o período da noite e madruga, quando há uma forte estabilidade atmosférica (Tab 7 e Fig 13c). Isto pode ser comprovado visto que todas as 1000 maiores concentrações (Fig 13c) ocorrem sob ventos inferiores à 1 m/s e alturas de CLA's abaixo de 100 metros. Quanto à direção do vento preferencial para ocorrência das maiores concentrações horárias, nota-se na rosa de poluição (Fig 13d) que ventos do quadrante Sul-Leste são os mais frequentes. Todas estas características mencionadas indicam que o fenômeno atmosférico de brisa terrestre se faz presente durante os casos de concentrações mais elevadas. Na distribuição espacial das máximas concentrações médias em 1 hora (Fig 13a), nota-se que os maiores valores estão associados à topografia, ocorrendo na Serra de Macaé, que por sua vez dificulta uma melhor dispersão dos poluentes na região.

Os resultados para o período de longa exposição, isto é, anual (Fig 14), também não demonstram qualquer valor excedente ao respectivo padrão. A máxima concentração simulada (0,75 $\mu g \cdot m^{-3}$) é pouco significante diante dos 60 $\mu g \cdot m^{-3}$ estabelecidos como limite (Fig 14c). Verifica-se que as maiores concentrações médias anuais foram simuladas para receptores de grade vizinhos ao empreendimento, que se encontram distantes das áreas mais urbanizadas de Macaé. A pluma das maiores concentrações anuais segue o sentido Nordeste-Sudoeste, regida pelos ventos de Nordeste (Fig 14b) que são predominantes na região.

Tab 7 Ranking das 30 maiores concentrações médias em 1h de NO_2 para o Cenário NF2.

Pos	NO_2 ($\mu g/m^3$)	Data	Hora	Latitude	Longitude	Rec	Vel (m/s)	Direção	Temp (°C)	Alt CLA
1	**110,64**	04/11/2015	01h	22,216°S	41,908°O	1	0,50	149°(SE)	24,95	38 (M)
2	**109,56**	27/11/2014	05h	22,216°S	41,908°O	1	0,50	149°(SE)	23,35	38 (M)
3	**109,49**	20/01/2018	23h	22,216°S	41,908°O	1	0,50	149°(SE)	23,25	38 (M)
4	**109,10**	27/12/2017	24h	22,216°S	41,908°O	1	0,50	150°(SE)	23,95	37 (M)
5	**108,58**	03/10/2017	02h	22,216°S	41,908°O	1	0,50	149°(SE)	22,45	38 (M)
6	**108,47**	04/12/2014	20h	22,216°S	41,908°O	1	0,50	150°(SE)	23,05	37 (M)
7	**105,03**	09/03/2017	02h	22,216°S	41,903°O	2	0,50	153°(SE)	22,95	37 (M)
8	**104,16**	25/07/2016	19h	22,216°S	41,903°O	2	0,50	153°(SE)	19,85	37 (M)
9	**103,63**	06/11/2014	02h	22,216°S	41,908°O	1	0,50	151°(SE)	21,95	37 (M)
10	**102,32**	06/03/2018	22h	22,216°S	41,908°O	1	0,50	150°(SE)	24,95	37 (M)
11	**102,10**	02/04/2018	22h	22,216°S	41,908°O	1	0,50	149°(SE)	24,65	38 (M)
12	**100,86**	21/01/2015	22h	22,221°S	41,888°O	3	0,50	157°(SE)	26,25	37 (M)
13	**99,83**	23/12/2018	22h	22,221°S	41,888°O	3	0,50	157°(SE)	24,65	37 (M)
14	**99,57**	04/01/2015	21h	22,221°S	41,888°O	3	0,50	157°(SE)	24,25	37 (M)
15	**99,57**	18/03/2015	01h	22,221°S	41,888°O	3	0,50	157°(SE)	24,25	37 (M)
16	**98,92**	01/04/2015	03h	22,216°S	41,903°O	2	0,50	154°(SE)	24,35	37 (M)
17	**98,84**	11/02/2016	04h	22,216°S	41,908°O	1	0,50	152°(SE)	23,75	37 (M)
18	**98,75**	30/09/2014	20h	22,221°S	41,888°O	3	0,50	157°(SE)	22,95	37 (M)
19	**98,46**	17/10/2015	06h	22,221°S	41,888°O	3	0,50	158°(S)	22,75	35 (M)
20	**98,45**	16/10/2018	06h	22,216°S	41,908°O	1	0,50	150°(SE)	19,95	36 (M)
21	**98,10**	28/03/2015	19h	22,221°S	41,888°O	3	0,50	155°(SE)	24,75	37 (M)
22	**97,68**	04/10/2017	18h	22,216°S	41,908°O	1	0,50	152°(SE)	20,35	37 (M)
23	**97,56**	03/04/2015	18h	22,221°S	41,888°O	3	0,50	156°(SE)	23,75	34 (M)
24	**97,44**	26/07/2014	21h	22,216°S	41,908°O	1	0,50	149°(SE)	18,75	39 (M)
25	**97,42**	24/11/2016	20h	22,221°S	41,888°O	3	0,50	157°(SE)	21,95	37 (M)
26	**97,18**	17/03/2016	21h	22,216°S	41,908°O	1	0,50	149°(SE)	23,25	38 (M)
27	**96,98**	13/11/2014	24h	22,221°S	41,888°O	3	0,50	158°(S)	23,65	37 (M)
28	**96,61**	30/01/2018	06h	22,221°S	41,888°O	3	0,50	158°(S)	23,05	37 (M)
29	**96,19**	18/07/2014	18h	22,216°S	41,903°O	2	0,50	154°(SE)	22,95	42 (M)
30	**95,67**	13/06/2018	17h	22,193°S	41,907°O	4	0,50	155°(SE)	23,75	63 (M)

* Pos: posição no ranking. REC: receptor de grade. Alt CLA: altura da Camada Limite Atmosférica.
M: Predominância da CLA Mecânica. C: Predominância da CLA Convectiva.

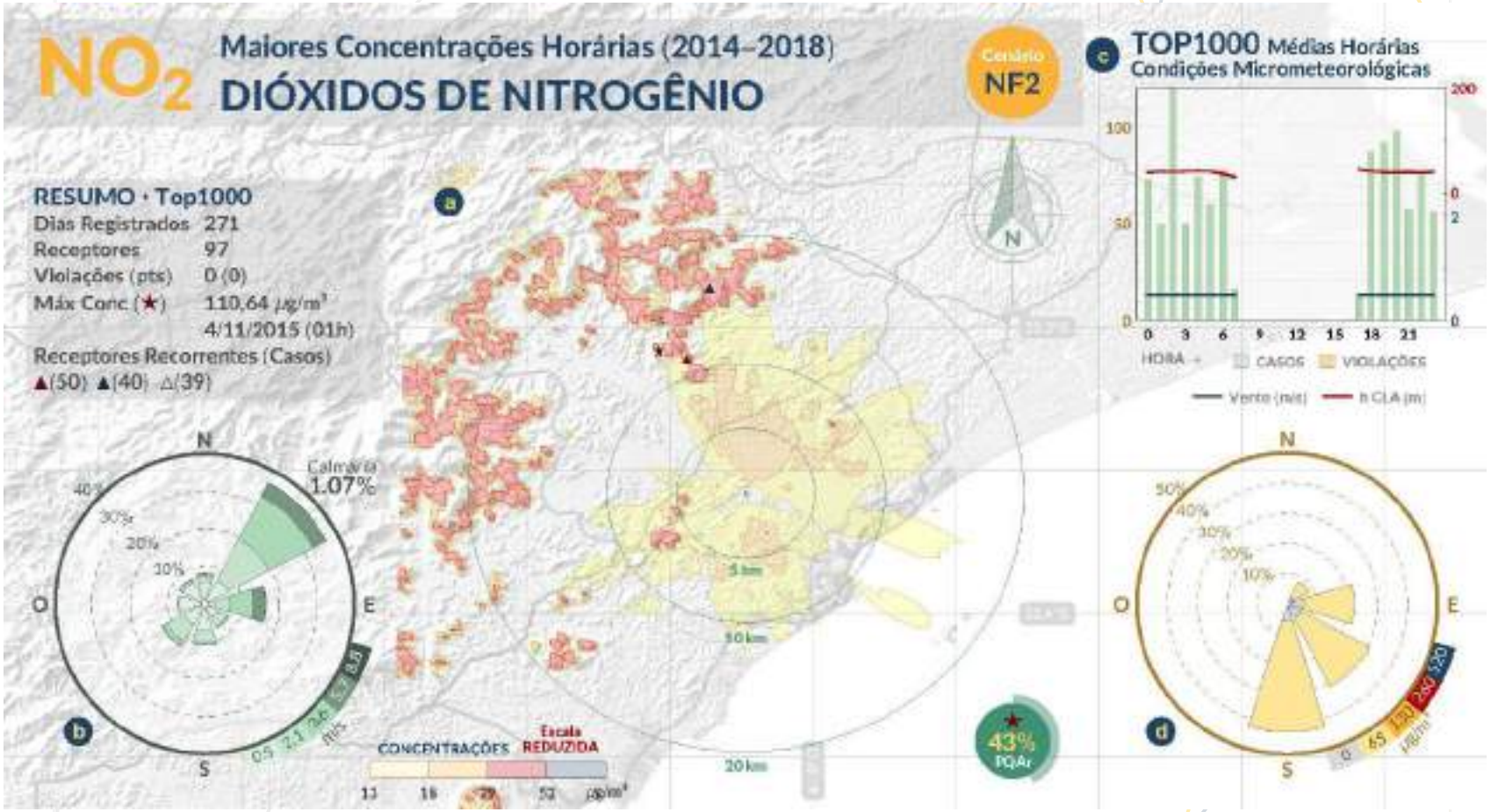


Fig 13 a) Máximas concentrações médias horárias por receptor estimadas para NO_2 no Cenário NF2. b) Rosa dos ventos de todo período (2014 a 2018). c) frequência das TOP 1000 concentrações médias por período do dia (barras em verde), média horária da CLA (m) para as TOP 1000 concentrações (linhas em vermelho), média horária da velocidade do vento (m/s) para as TOP 1000 concentrações (linhas em azul). d) Rosa de poluição das TOP 1000 concentrações.

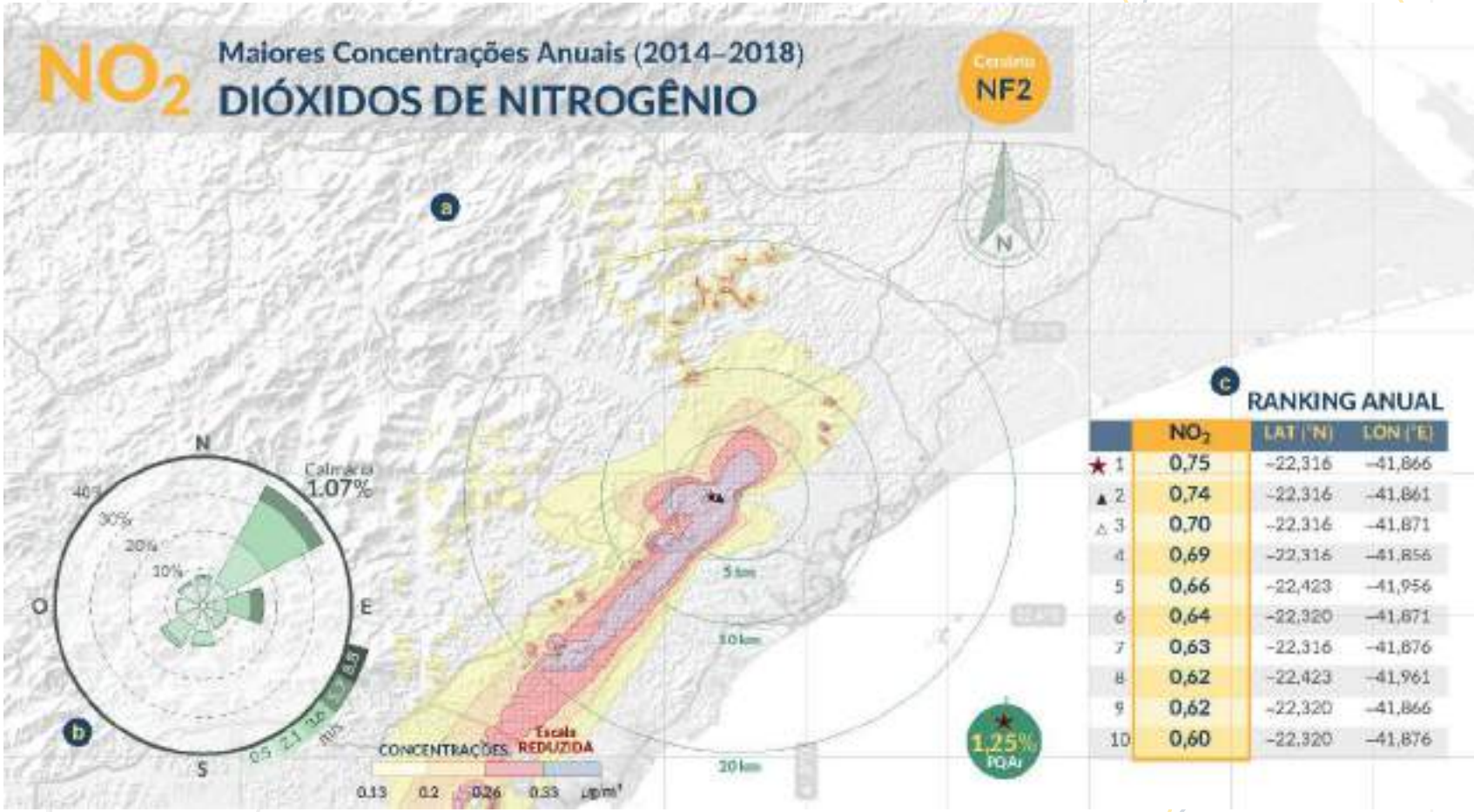


Fig 14 a) Máximas concentrações médias anuais por receptor estimadas para NO_2 no Cenário NF2. b) Rosa dos ventos de todo período (2014 a 2018). c) Ranking das 10 maiores concentrações anuais para NO_2 no Cenário NF2.

4.3.2. CENÁRIO SINERGIA

Nesta seção, o objetivo é avaliar o efeito cumulativo sobre a atmosfera local caso a UTE NF2 opere na região. Lembrando que neste cenário consideram-se as concentrações de *background* representando as emissões já presentes nos dias atuais e as emissões dos empreendimentos vizinhos com licença prévia, que porventura possam operar concomitantemente com a UTE NF2 no futuro.

a) Monóxido de Carbono

A Tab 8 apresenta o ranking das 30 maiores concentrações médias em 8h para o Cenário SINERGIA entre os anos de 2014 a 2018. Assim como as concentrações obtidas para o cenário NF2, não se verificam concentrações que excedem ao padrão para CO de 10.000 $\mu g \cdot m^{-3}$, sendo a máxima de 4.908 $\mu g \cdot m^{-3}$ (Tab 8). Destaca-se que todas as 1000 maiores concentrações estimadas ocorreram para uma mesma data, 22/09/2014. Isto indica que a concentração de *background* para o referido evento prepondera sobre todas emissões dos futuros empreendimentos somadas, em ordem de grandeza superior. Uma vez que a mesma concentração de *background* é considerada em todos os receptores a cada integração do modelo, observa-se no mapa apenas valores de mesma ordem de grandeza da concentração observada no evento (Fig 15).

Tab 8 Ranking das 30 maiores concentrações médias em 8h de CO para o Cenário SINERGIA.

Pos	CO(μg/m³)	Data	Hora	Latitude	Longitude	Rec	Vel (m/s)	Direção	Temp (°C)	Alt CLA
1	**4907,94**	22/09/2014	16h	22,295°S	41,744°O	1	3,10	190°(S)	22,75	1297 (C)
2	**4789,99**	22/09/2014	16h	22,291°S	41,739°O	2	3,10	190°(S)	22,75	1297 (C)
3	**4755,46**	22/09/2014	16h	22,291°S	41,744°O	3	3,10	190°(S)	22,75	1297 (C)
4	**4753,79**	22/09/2014	16h	22,296°S	41,740°O	4	3,10	190°(S)	22,75	1297 (C)
5	**4732,76**	22/09/2014	16h	22,352°S	41,867°O	5	3,10	190°(S)	22,75	1297 (C)
6	**4730,51**	22/09/2014	16h	22,287°S	41,739°O	6	3,10	190°(S)	22,75	1297 (C)
7	**4728,35**	22/09/2014	16h	22,291°S	41,735°O	7	3,10	190°(S)	22,75	1297 (C)
8	**4722,27**	22/09/2014	16h	22,357°S	41,867°O	8	3,10	190°(S)	22,75	1297 (C)
9	**4716,77**	22/09/2014	16h	22,287°S	41,735°O	9	3,10	190°(S)	22,75	1297 (C)
10	**4712,52**	22/09/2014	16h	22,282°S	41,739°O	10	3,10	190°(S)	22,75	1297 (C)
11	**4711,93**	22/09/2014	16h	22,352°S	41,862°O	11	3,10	190°(S)	22,75	1297 (C)
12	**4711,88**	22/09/2014	16h	22,286°S	41,744°O	12	3,10	190°(S)	22,75	1297 (C)
13	**4710,65**	22/09/2014	16h	22,357°S	41,862°O	13	3,10	190°(S)	22,75	1297 (C)
14	**4710,46**	22/09/2014	16h	22,347°S	41,867°O	14	3,10	190°(S)	22,75	1297 (C)
15	**4710,45**	22/09/2014	16h	22,361°S	41,867°O	15	3,10	190°(S)	22,75	1297 (C)
16	**4707,94**	22/09/2014	16h	22,287°S	41,730°O	16	3,10	190°(S)	22,75	1297 (C)
17	**4705,34**	22/09/2014	16h	22,348°S	41,862°O	17	3,10	190°(S)	22,75	1297 (C)
18	**4704,41**	22/09/2014	16h	22,356°S	41,872°O	18	3,10	190°(S)	22,75	1297 (C)
19	**4703,96**	22/09/2014	16h	22,352°S	41,872°O	19	3,10	190°(S)	22,75	1297 (C)
20	**4702,91**	22/09/2014	16h	22,277°S	41,739°O	20	3,10	190°(S)	22,75	1297 (C)
21	**4702,10**	22/09/2014	16h	22,282°S	41,734°O	21	3,10	190°(S)	22,75	1297 (C)
22	**4701,06**	22/09/2014	16h	22,348°S	41,857°O	22	3,10	190°(S)	22,75	1297 (C)
23	**4700,98**	22/09/2014	16h	22,352°S	41,857°O	23	3,10	190°(S)	22,75	1297 (C)
24	**4700,98**	22/09/2014	16h	22,282°S	41,730°O	24	3,10	190°(S)	22,75	1297 (C)
25	**4700,44**	22/09/2014	16h	22,343°S	41,867°O	25	3,10	190°(S)	22,75	1297 (C)
26	**4699,09**	22/09/2014	16h	22,282°S	41,744°O	26	3,10	190°(S)	22,75	1297 (C)
27	**4699,07**	22/09/2014	16h	22,278°S	41,734°O	27	3,10	190°(S)	22,75	1297 (C)
28	**4698,83**	22/09/2014	16h	22,273°S	41,729°O	28	3,10	190°(S)	22,75	1297 (C)
29	**4698,82**	22/09/2014	16h	22,282°S	41,725°O	29	3,10	190°(S)	22,75	1297 (C)
30	**4698,11**	22/09/2014	16h	22,343°S	41,862°O	30	3,10	190°(S)	22,75	1297 (C)

* Pos: posição no ranking. REC: receptor de grade. Alt CLA: altura da Camada Limite Atmosférica.
M: Predominância da CLA Mecânica. C: Predominância da CLA Convectiva.

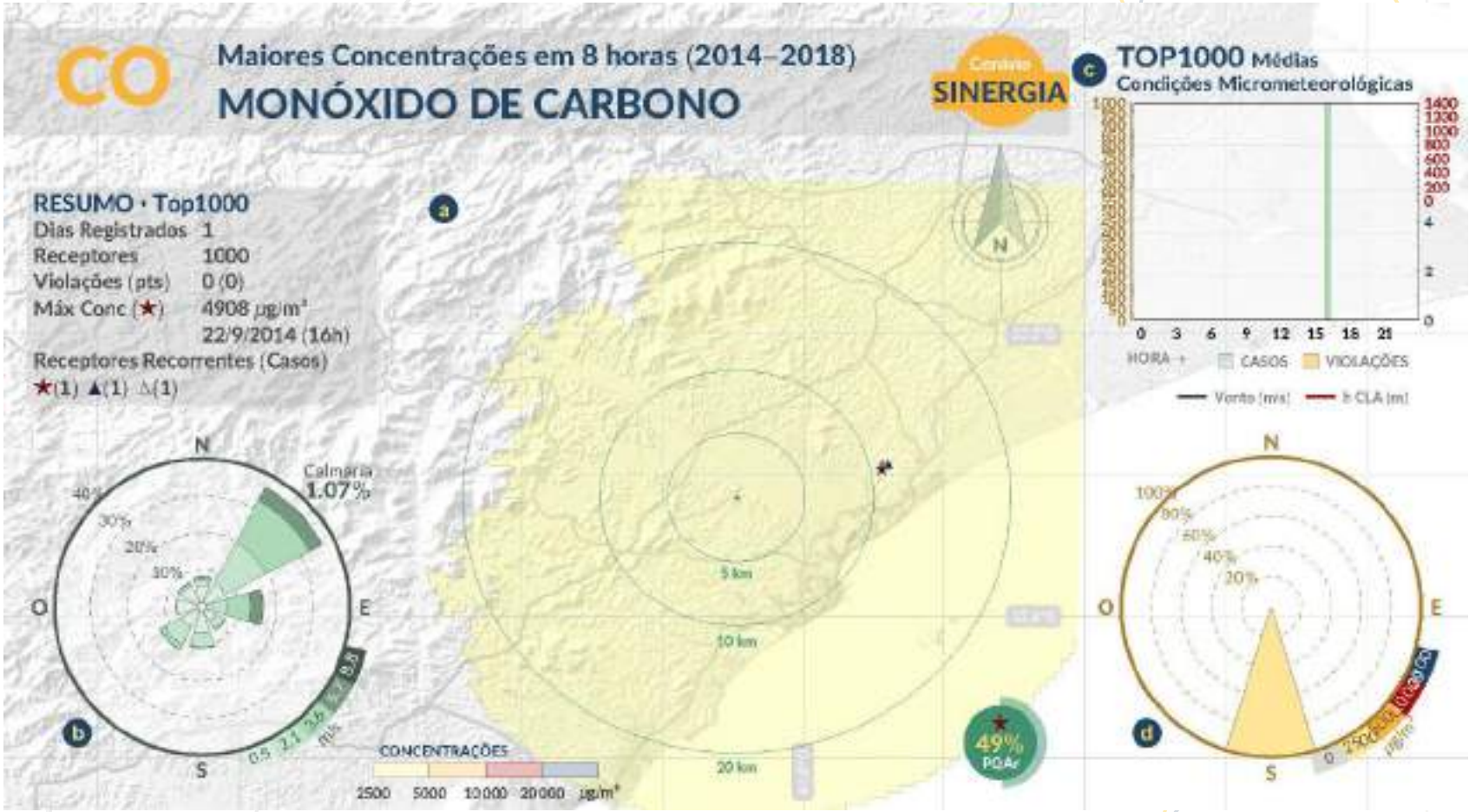


Fig 15 a) Máximas concentrações médias em 8 horas por receptor estimadas para CO no Cenário SINERGIA. b) Rosa dos ventos de todo período (2014 a 2018). c) frequência das TOP 1000 concentrações médias por período do dia (barras em verde), média horária da CLA (m) para as TOP 1000 concentrações (linhas em vermelho), média horária da velocidade do vento (m/s) para as TOP 1000 concentrações (linhas em azul). d) Rosa de poluição das TOP 1000 concentrações.

b) Dióxido de Nitrogênio

Para o poluente NO_2 no Cenário SINERGIA, os resultados demonstram que há estimativas acima do respectivo padrão nacional de qualidade do ar (Tab 9 e Fig 16). A concentração máxima simulada foi de 393 $\mu g \cdot m^{-3}$, sendo 254 o número de valores excedentes ao PQAr, distribuídos em 27 receptores grade. Todos estes 27 pontos estão associados a elementos orográficos, longe das áreas mais urbanizadas. Apesar do modelo indicar eventos com concentrações excedentes ao padrão, deve-se destacar que estes eventos são raros, representam apenas 0,1% de todos os eventos simulados. Para se ter uma referência sobre a significância destes eventos, pode-se analisar sob os critérios da legislação dos Estados Unidos, uma das mais rigorosas e inspiradoras do mundo. Segundo a legislação americana, o padrão para o poluente NO_2 é de 100 pbb (aproximadamente 190 $\mu g \cdot m^{-3}$ em condições ambiente) e deve ser avaliado para os percentis 98 das concentrações máximas de cada dia, promediados sobre 3 anos. Considerando uma regra mais simples e conservadora que a americana, isto é, apenas o percentil 98 de todos os casos do cenário SINERGIA, tem-se o valor máximo de 88 $\mu g \cdot m^{-3}$ (Fig 17), o que representa menos de 50% do padrão americano e 34% do padrão brasileiro. Apenas para demonstrar o diminuto impacto do empreendimento sob condições usuais, apresenta-se também os resultados para o percentil 98 aplicado sobre o cenário NF2 (Fig 18). Como pode ser verifica em Fig 18, o maior valor excluindo-se os 2% mais extremos é de apenas 7,93 $\mu g \cdot m^{-3}$ para o cenário NF2.

No que tange as condições atmosféricas das 1000 maiores concentrações horárias para NO_2 no cenário SINERGIA, também se verificam condições de forte estabilidade atmosférica. Ventos médios de 0,5 m/s e alturas de CLA inferiores à 50 metros (Fig 16c). Assim como observado para os resultados anteriores, as 1000 maiores concentrações ocorrem no período noturno (noite e madrugada) sob ventos de direção Sul e Sudeste (Fig 16d), ventos estes que não são frequentes na região (Fig 16b).

Quanto ao longo período de exposição (anual), os resultados (Fig 19) demonstram estimativas inferiores ao padrão (60 $\mu g \cdot m^{-3}$), cuja máxima concentração estimada foi de 19 $\mu g \cdot m^{-3}$, 32% do respectivo padrão. Este resultado reforça o quão raros são as excedências obtidas para o padrão horário, pois sob as condições atmosféricas mais comuns da região, a dispersão é favorecida, visto que o próprio percentual de calmaria é de apenas 1% (Fig 19b). Um outro fator interessante que pode ser explorado nos resultados de longa exposição é a interação entre os empreendimentos de Macaé. Verifica-se que há duas plumas bem definidas na Fig 19a, uma a sota-vento do empreendimento e outra mais próxima do litoral, porém a barlavento da UTE NF2. Este padrão demonstra que na média não há uma sinergia entre as emissões dos empreendimentos localizados a mais de 10 km à Oeste da UTE

NF2, com as emissões da própria UTE NF2. Destaca-se também que as elevadas alturas das chaminés do projeto são fundamentais para uma dispersão mais eficiente, uma vez que não se observam máximos locais próximos ao projeto, mas apenas a mais de 5 km de distância e próximos de outros empreendimentos vizinhos (Fig 19a).

Tab 9 Ranking das 30 maiores concentrações médias em 1h de NO_2 para o Cenário SINERGIA.

Pos	NO_2 ($\mu g/m^3$)	Data	Hora	Latitude	Longitude	Rec	Vel (m/s)	Direção	Temp (°C)	Alt CLA
1	**393,34**	27/10/2014	06h	22,245°S	41,777°O	1	0,50	148°(SE)	20,25	33 (M)
2	**387,23**	16/03/2016	24h	22,245°S	41,777°O	1	0,50	148°(SE)	24,25	38 (M)
3	**385,33**	27/11/2014	05h	22,245°S	41,777°O	1	0,50	149°(SE)	23,35	38 (M)
4	**381,66**	26/07/2014	21h	22,245°S	41,777°O	1	0,50	149°(SE)	18,75	39 (M)
5	**379,55**	21/05/2015	05h	22,245°S	41,777°O	1	0,50	148°(SE)	18,35	39 (M)
6	**378,37**	17/04/2015	19h	22,245°S	41,777°O	1	0,50	147°(SE)	23,95	38 (M)
7	**377,96**	04/11/2015	01h	22,245°S	41,777°O	1	0,50	149°(SE)	24,95	38 (M)
8	**377,19**	02/04/2018	22h	22,245°S	41,777°O	1	0,50	149°(SE)	24,65	38 (M)
9	**376,03**	09/12/2016	20h	22,245°S	41,777°O	1	0,50	147°(SE)	24,75	38 (M)
10	**375,94**	03/10/2017	02h	22,245°S	41,777°O	1	0,50	149°(SE)	22,45	38 (M)
11	**375,12**	17/03/2016	21h	22,245°S	41,777°O	1	0,50	149°(SE)	23,25	38 (M)
12	**372,53**	20/01/2018	23h	22,245°S	41,777°O	1	0,50	149°(SE)	23,25	38 (M)
13	**371,14**	27/10/2014	06h	22,236°S	41,782°O	2	0,50	148°(SE)	20,25	33 (M)
14	**368,60**	27/11/2014	05h	22,236°S	41,782°O	2	0,50	149°(SE)	23,35	38 (M)
15	**366,38**	04/12/2014	20h	22,245°S	41,777°O	1	0,50	150°(SE)	23,05	37 (M)
16	**365,65**	26/07/2014	21h	22,236°S	41,782°O	2	0,50	149°(SE)	18,75	39 (M)
17	**363,46**	27/12/2017	24h	22,245°S	41,777°O	1	0,50	150°(SE)	23,95	37 (M)
18	**362,71**	06/03/2018	22h	22,245°S	41,777°O	1	0,50	150°(SE)	24,95	37 (M)
19	**360,96**	04/11/2015	01h	22,236°S	41,782°O	2	0,50	149°(SE)	24,95	38 (M)
20	**360,25**	16/10/2018	06h	22,245°S	41,777°O	1	0,50	150°(SE)	19,95	36 (M)
21	**360,24**	02/04/2018	22h	22,236°S	41,782°O	2	0,50	149°(SE)	24,65	38 (M)
22	**360,20**	16/03/2016	24h	22,236°S	41,782°O	2	0,50	148°(SE)	24,25	38 (M)
23	**358,75**	03/10/2017	02h	22,236°S	41,782°O	2	0,50	149°(SE)	22,45	38 (M)
24	**358,40**	17/03/2016	21h	22,236°S	41,782°O	2	0,50	149°(SE)	23,25	38 (M)
25	**357,62**	04/12/2014	20h	22,236°S	41,782°O	2	0,50	150°(SE)	23,05	37 (M)
26	**356,35**	20/01/2018	22h	22,272°S	41,783°O	3	0,50	124°(SE)	24,25	38 (M)
27	**356,10**	14/03/2015	03h	22,272°S	41,783°O	3	0,50	124°(SE)	23,25	38 (M)
28	**355,96**	26/01/2016	05h	22,272°S	41,783°O	3	0,50	124°(SE)	23,35	38 (M)
29	**355,82**	20/01/2018	23h	22,236°S	41,782°O	2	0,50	149°(SE)	23,25	38 (M)
30	**355,40**	29/12/2018	19h	22,245°S	41,777°O	1	0,50	146°(SE)	24,35	38 (M)

* Pos: posição no ranking. REC: receptor de grade. Alt CLA: altura da Camada Limite Atmosférica. M: Predominância da CLA Mecânica. C: Predominância da CLA Convectiva.

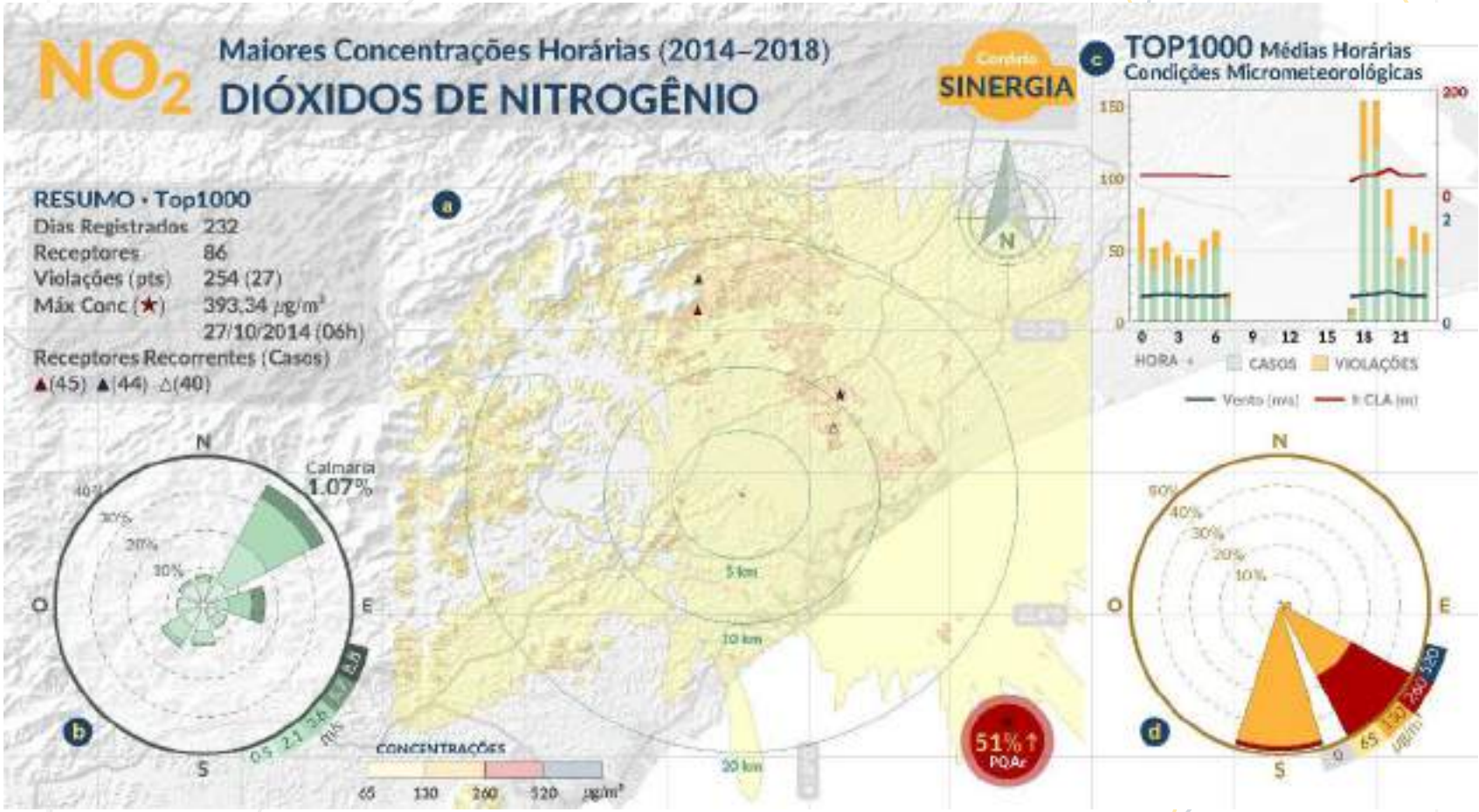
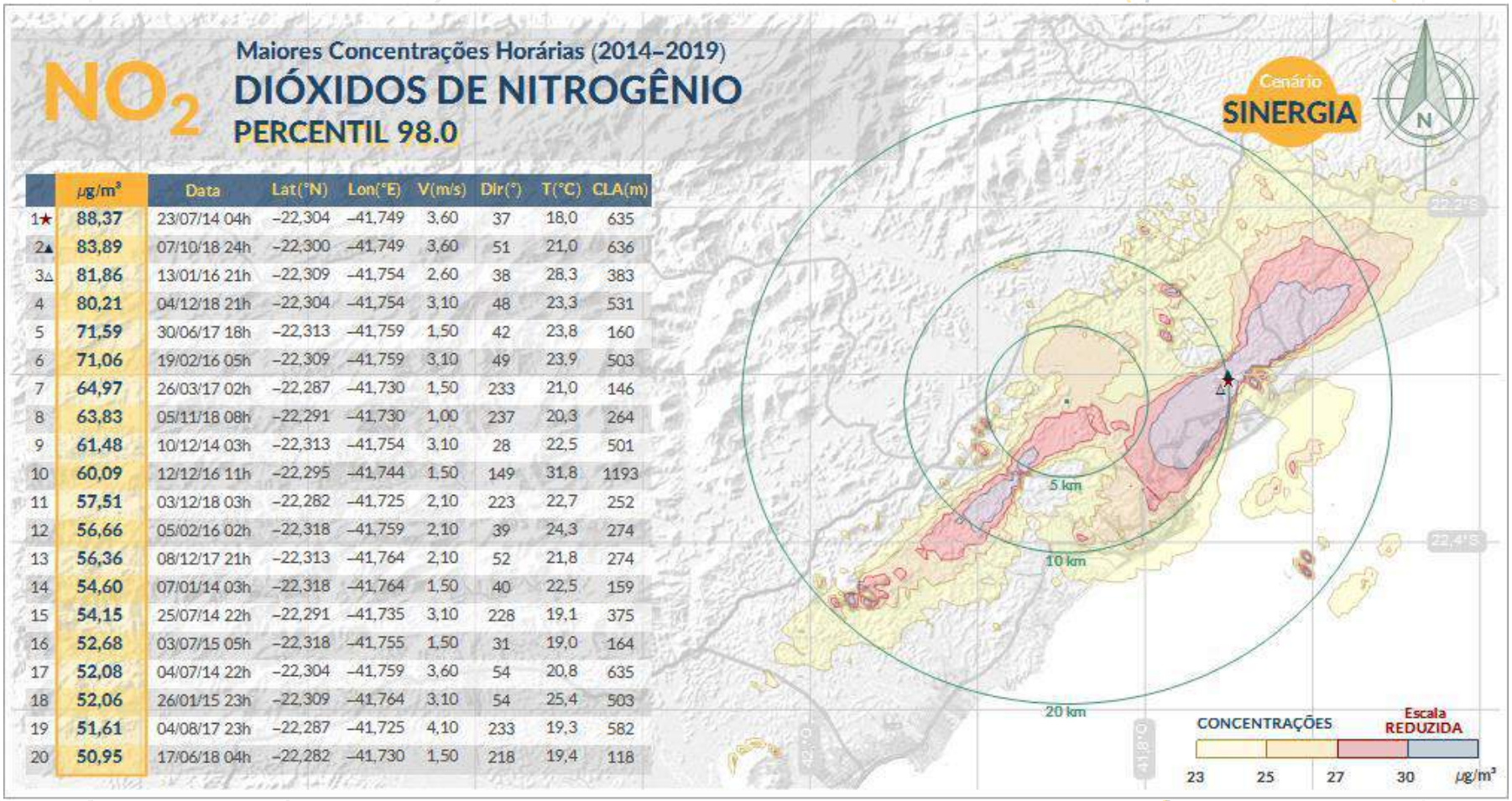
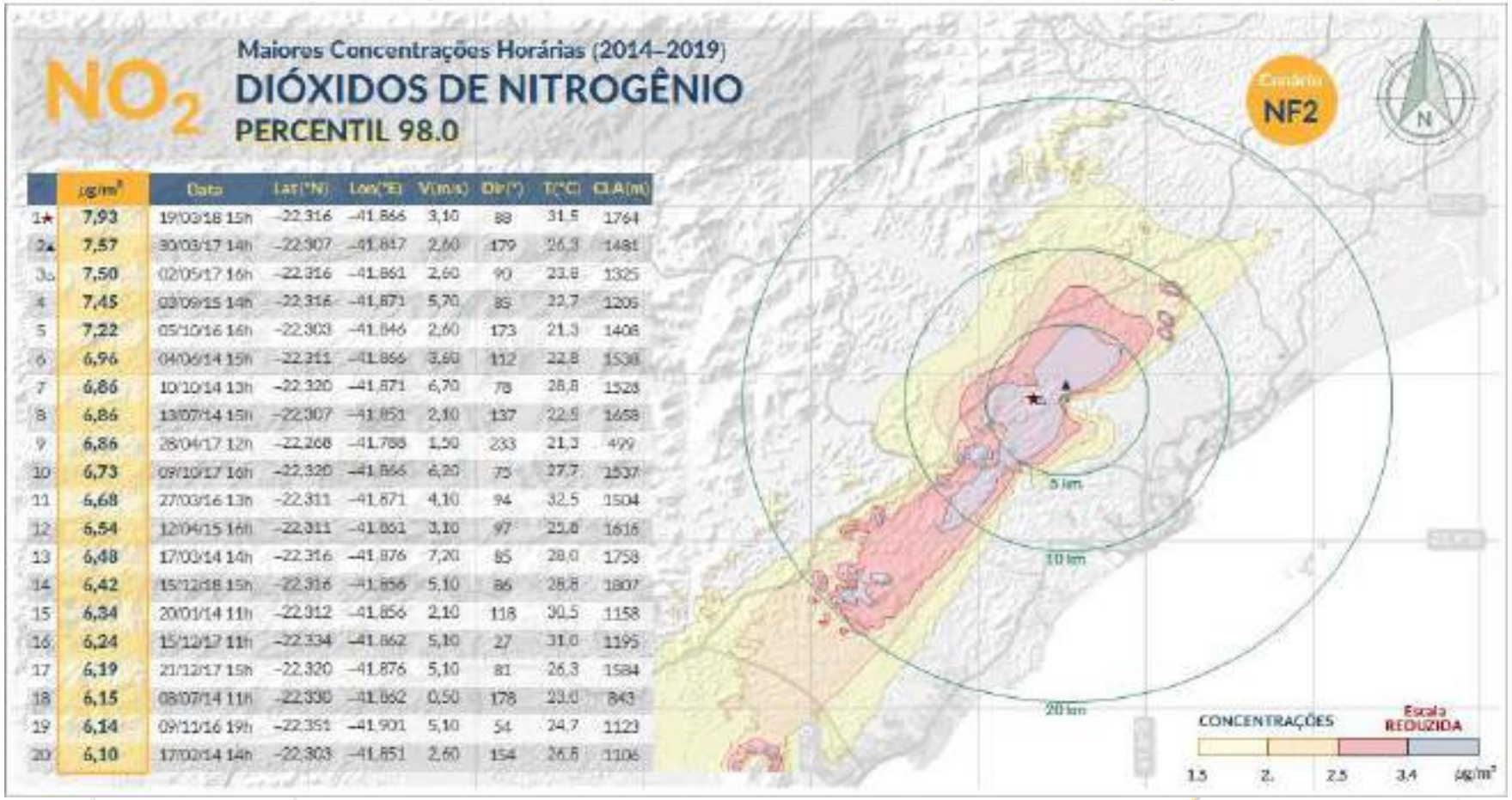


Fig 16 a) Máximas concentrações médias horárias por receptor estimadas para NO_2 no Cenário SINERGIA. b) Rosa dos ventos de todo período (2014 a 2018). c) frequência das TOP 1000 concentrações médias por período do dia (barras em verde), média horária da CLA (m) para as TOP 1000 concentrações (linhas em vermelho), média horária da velocidade do vento (m/s) para as TOP 1000 concentrações (linhas em azul). d) Rosa de poluição das TOP 1000 concentrações.



	µg/m³	Data	Lat(°N)	Lon(°E)	V(m/s)	Dir(°)	T(°C)	CLA(m)
1★	88,37	23/07/14 04h	-22,304	-41,749	3,60	37	18,0	635
2▲	83,89	07/10/18 24h	-22,300	-41,749	3,60	51	21,0	636
3△	81,86	13/01/16 21h	-22,309	-41,754	2,60	38	28,3	383
4	80,21	04/12/18 21h	-22,304	-41,754	3,10	48	23,3	531
5	71,59	30/06/17 18h	-22,313	-41,759	1,50	42	23,8	160
6	71,06	19/02/16 05h	-22,309	-41,759	3,10	49	23,9	503
7	64,97	26/03/17 02h	-22,287	-41,730	1,50	233	21,0	146
8	63,83	05/11/18 08h	-22,291	-41,730	1,00	237	20,3	264
9	61,48	10/12/14 03h	-22,313	-41,754	3,10	28	22,5	501
10	60,09	12/12/16 11h	-22,295	-41,744	1,50	149	31,8	1193
11	57,51	03/12/18 03h	-22,282	-41,725	2,10	223	22,7	252
12	56,66	05/02/16 02h	-22,318	-41,759	2,10	39	24,3	274
13	56,36	08/12/17 21h	-22,313	-41,764	2,10	52	21,8	274
14	54,60	07/01/14 03h	-22,318	-41,764	1,50	40	22,5	159
15	54,15	25/07/14 22h	-22,291	-41,735	3,10	228	19,1	375
16	52,68	03/07/15 05h	-22,318	-41,755	1,50	31	19,0	164
17	52,08	04/07/14 22h	-22,304	-41,759	3,60	54	20,8	635
18	52,06	26/01/15 23h	-22,309	-41,764	3,10	54	25,4	503
19	51,61	04/08/17 23h	-22,287	-41,725	4,10	233	19,3	582
20	50,95	17/06/18 04h	-22,282	-41,730	1,50	218	19,4	118

Fig 17 a) Percentil 98 das concentrações médias horárias simuladas para NO_2 no Cenário SINERGIA. À esquerda a tabela com o ranking dos 20 maiores valores entre todos os receptores e à direita o mapa com as concentrações para cada receptor de grade.



	µg/m³	Data	Lat (°N)	Lon (°E)	V (m/s)	Dir (°)	T (°C)	CLA (m)
1★	7,93	19/03/18 15h	-22,316	-41,866	3,10	88	31,5	1764
2▲	7,57	30/03/17 14h	-22,307	-41,847	2,60	179	26,3	1481
3●	7,50	02/05/17 16h	-22,316	-41,861	2,60	90	23,8	1325
4	7,45	03/09/15 14h	-22,316	-41,871	5,70	85	22,7	1206
5	7,22	05/10/16 16h	-22,303	-41,846	2,60	173	21,3	1408
6	6,96	04/06/14 15h	-22,311	-41,866	3,60	112	22,8	1538
7	6,86	10/10/14 13h	-22,320	-41,871	6,70	78	26,8	1528
8	6,86	13/07/14 15h	-22,307	-41,851	2,10	137	22,5	1658
9	6,86	28/04/17 12h	-22,268	-41,788	1,50	233	21,3	499
10	6,73	09/10/17 16h	-22,320	-41,866	6,20	75	27,7	1537
11	6,68	27/03/16 13h	-22,311	-41,871	4,10	94	32,5	1504
12	6,54	12/04/15 16h	-22,311	-41,861	3,10	97	25,8	1616
13	6,48	17/02/14 14h	-22,316	-41,876	7,20	85	28,0	1758
14	6,42	15/12/18 15h	-22,316	-41,856	5,10	86	28,8	1807
15	6,34	20/01/14 11h	-22,312	-41,856	2,10	118	30,5	1158
16	6,24	15/12/17 11h	-22,334	-41,862	5,10	27	31,0	1195
17	6,19	21/12/17 15h	-22,320	-41,876	5,10	81	26,3	1584
18	6,15	08/07/14 11h	-22,330	-41,862	0,50	178	23,0	843
19	6,14	09/11/16 19h	-22,351	-41,901	5,10	54	24,7	1123
20	6,10	17/02/14 14h	-22,303	-41,851	2,60	154	26,6	1106

Fig 18 a) Percentil 98 das concentrações médias horárias simuladas para NO_2 no Cenário NF2. À esquerda a tabela com o ranking dos 20 maiores valores entre todos os receptores e à direita o mapa com as concentrações para cada receptor de grade.

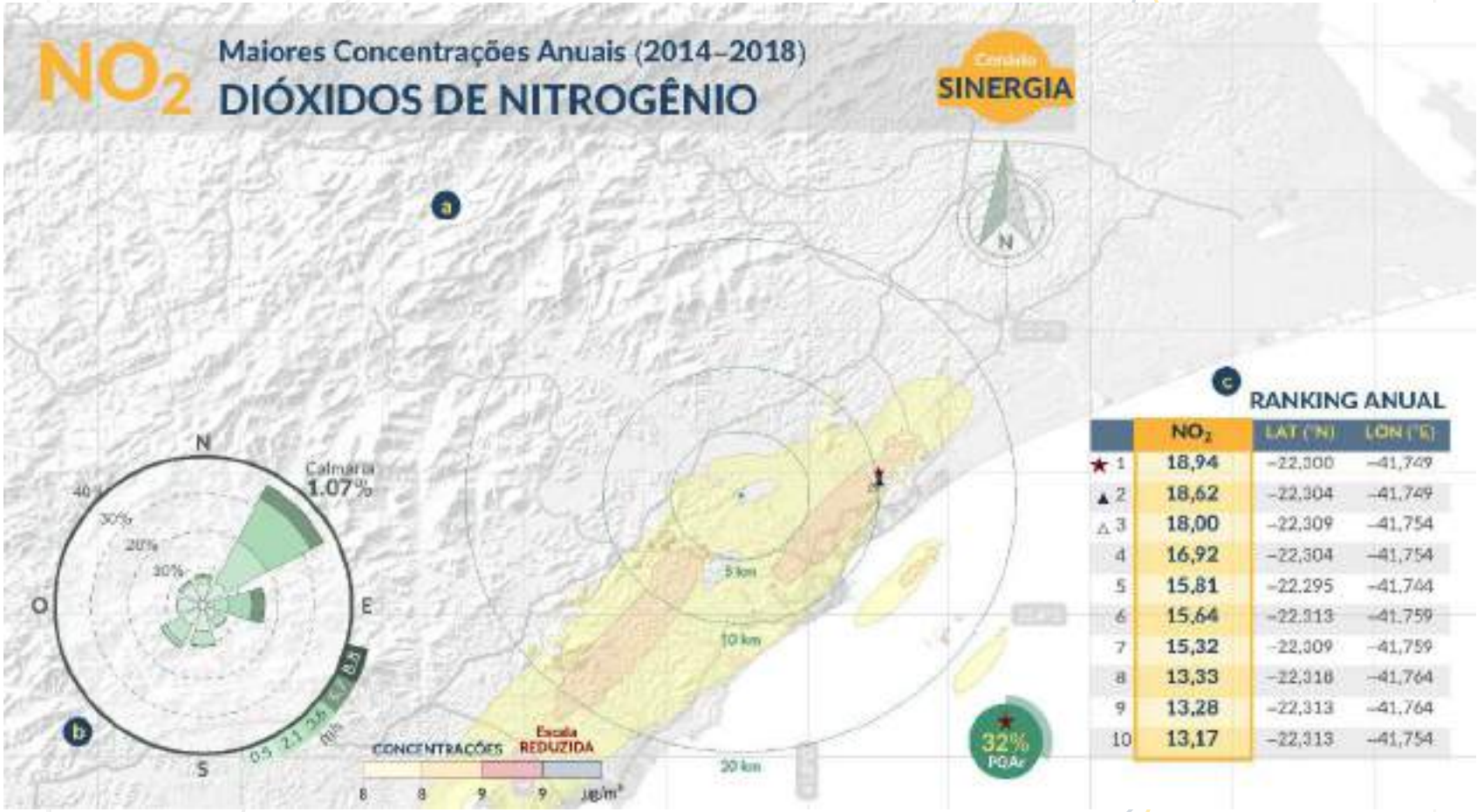


Fig 19 a) Máximas concentrações médias anuais por receptor estimadas para NO_2 no Cenário SINERGIA. b) Rosa dos ventos de todo período (2014 a 2018). c) Ranking das 10 maiores concentrações anuais para NO_2 no Cenário SINERGIA.

4.3.3. CENÁRIO VIZINHOS

No objetivo de reforçar a tese de que as emissões do projeto UTE NF2 apresentam fraca sinergia com outros empreendimentos da região, de maneira complementar apresentam-se os resultados para um cenário onde exclui-se as emissões da UTE NF2 (Fig 20). Por questões de objetividade, neste cenário analisa-se apenas a pior condição, que é a avaliação do poluente NO_2 sob o período de curta exposição (média horária).

A Fig 20 demonstram que os resultados pouco diferem dos obtidos para o cenário SINERGIA, em que é considerado a UTE NF2. A máxima concentração simulada em todo o domínio permanece inalterada no quantitativo, espaço e tempo. O número de receptores com excedentes varia de 27 (SINERGIA) para 21 (VIZINHOS), e o número de eventos com excedências ao padrão varia de 254 (SINERGIA) para 240 (VIZINHOS), apenas 6%.

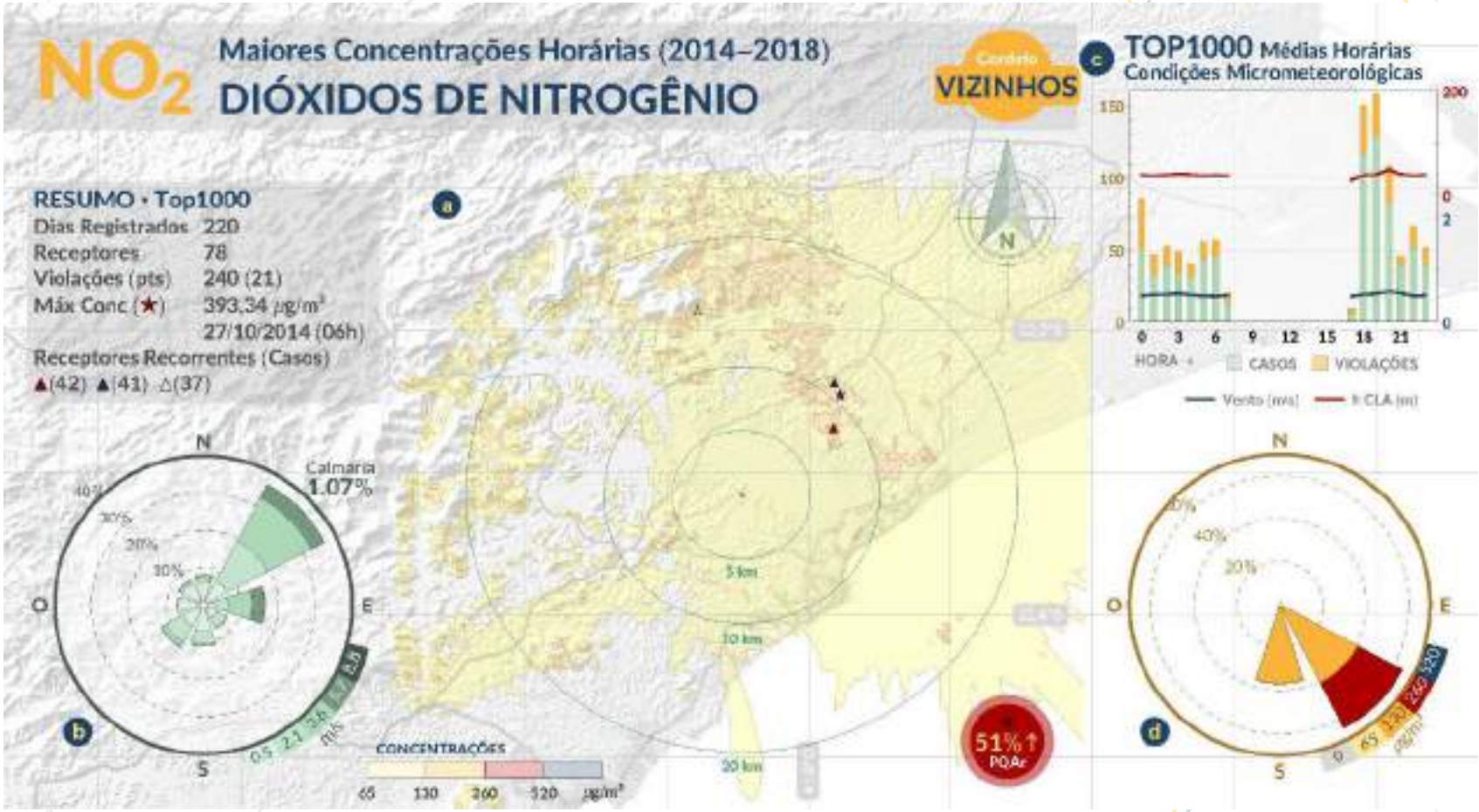


Fig 20 a) Máximas concentrações médias horárias por receptor estimadas para NO_2 no Cenário VIZINHOS. b) Rosa dos ventos de todo período (2014 a 2018). c) frequência das TOP 1000 concentrações médias por período do dia (barras em verde), média horária da CLA (m) para as TOP 1000 concentrações (linhas em vermelho), média horária da velocidade do vento (m/s) para as TOP 1000 concentrações (linhas em azul). d) Rosa de poluição das TOP 1000 concentrações.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Fundamentado nas informações apresentadas, acredita-se que as bases de dados imprescindíveis para o sucesso da modelagem da dispersão de poluentes foram utilizadas de maneira responsável e atendem aos propósitos do Estudo de Dispersão Atmosférica. Uma vez que, seguiu-se as recomendações do órgão ambiental competente e as boas práticas de modelagem.

Com exceção à estimativa obtida para o NO_2 sob curto período de exposição, os resultados demonstram que a UTE NF2 não impactaria a qualidade do ar de modo a torná-la degradada. Especificamente a respeito das estimativas obtidas para NO_2 em curto período de exposição, observa-se que o percentual de eventos que excedem ao PNQAr representa menos de 0,1% de todo o universo de casos possíveis, ou seja, são eventos raros, de baixa probabilidade. Sob a luz da legislação americana, considerada uma das mais rigorosas do mundo, este percentual de eventos não é considerado representativo, podendo ser interpretado como outliers.

Tendo em mente que: (i) não foram considerados na modelagem os processos de remoção úmida e seca dos poluentes; (ii) a fraca sinergia das emissões do projeto com outros em Macaé, e (iii) a concepção conservadora do modelo AERMOD, cujo propósito é propiciar uma margem confiável para os tomadores de decisão; indica-se que o empreendimento é potencialmente viável sob o ponto de vista da dispersão das espécies emitidas. Contudo, recomenda-se que a operação do empreendimento conte com um programa de gestão da qualidade do ar no qual, além do controle e do monitoramento contínuo das emissões nas chaminés, seja prevista a instalação de uma estação automática de monitoramento meteorológico e de qualidade do ar, situada preferencialmente na porção norte da área de influência, permitindo tanto o acompanhamento das condições próximo às áreas de maiores concentrações indicadas nos resultados das simulações, como promovendo a complementação da cobertura regional da rede atualmente em operação em Macaé. Ademais, sugere-se para Macaé, o desenvolvimento de um sistema operacional de previsão da qualidade do ar, que permita antever eventos adversos, permitindo a aplicação de medidas preventivas e consequentemente, evitando-se qualquer possibilidade de degradação da qualidade do ar, ainda que os resultados indiquem baixa probabilidade. Entende-se que tais sugestões estão alinhadas com o Artigo 5º da Resolução CONAMA 491/2018, que atribui aos órgãos ambientais o planejamento da gestão de bacias aéreas sob sua jurisdição, através da elaboração de Planos de Controle de Emissões Atmosféricas.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BETTS, A. K.; MILLER, M. J. The Betts-Miller scheme the representation of cumulus convection in numerical models. K. A. Emanuel and D. J. Raymond, Eds., **Amer. Meteor. Soc**. 246 pp, 1993.

BRASHERS, B.; EMERY, C. **The Mesoescale Model Interface Program (MMIF)**. U.S. Environmental Protection Agency, Research Triangle Park, NC, 2012.

CONAMA. Resolução Nº 491/2018 - Dispõe sobre padrões de qualidade do ar. - Publicação DOU nº 223, de 21/11/2018, Seção 01, Página 155-156. Conselho Nacional do Meio Ambiente, 2018

DUDHIA, J. Numerical Study of Convection Observed during the Winter Monsoon Experiment using a Mesoscale Two-Dimensional Model. **Journal Atmospheric Science**, v.46, pp. 3077-3107, 1989.

FARR, T. G., et al. The Shuttle Radar Topography Mission, **Rev. Geophys**., 45, RG2004, doi:10.1029/2005RG000183. 2007.

HANRAHAN, P. L. The Plume Volume Molar Ratio Method for Determining NO2/NOx Ratios in Modeling—Part I: Methodology, **Journal of the Air & Waste Management Association**, 49:11, 1324-1331, DOI:10,1080/10473289,1999,10463960, 1999.

HONG, S.-Y.; DUDHIA, J.; CHEN, S.-H. A Revised Approach to Ice Microphysical Processes for the Bulk Parameterization of Clouds and Precipitation, **Mon. Wea. Rev.**, 132, 103–120, 2004.

HONG, S.-Y.; NOH, Y.; DUDHIA, J. A new vertical diffusion package with an explicit treatment of entrainment processes. **Mon. Wea. Rev**. 134, 2318–2341, 2006.

INEA. **Elaboração do plano de recursos hídricos da região hidrográfica Macaé e Rios das ostras: relatório de caracterização e mapeamento do uso do solo e cobertura vegetal da região hidrográfica Macaé e das Ostras**. Instituto do Meio Ambiente – INEA, 59 p., 2013.

INEA. **Portal da Instituto Estadual do Ambiente**. [Acesso Online] http://www.inea.rj.gov.br/Portal/MegaDropDown/Monitoramento/Coberturavegetaleusodaterra/index.htm&lang=. 2012.

JANJIC, Z. I. The step-mountain eta coordinate model: further developments of the convection, viscous sublayer and turbulence closure schemes, **Mon. Wea. Rev.**, 122, 927–945, 1994.

MLAWER, E. J.; TAUBMAN, S. J.; BROWN, P. D.; IACONO, M. J.; CLOUGH, S. A. Radiative transfer for inhomogeneous atmospheres: RRTM, a validated correlated-k model for the longwave. **J. Geophys. Res**. 102(D14), 16,663–16,682, 1997.

SCIRE, J.S.; STRIMAITIS, D.G.; YAMARTINO, R.J. **A User's Guide for the CALPUFF Dispersion Model (Version 5.0)**. Concord, MA: Earth Tech, Inc, 2000. 468 p.

SEINFELD, J., & PANDIS, S. **Atmospheric Chemistry and Physics: From Air Pollution to Climate Change**. New York: John Wiley & Sons. 2006.

SKAMAROCK, W. C.; et al. **A Description of the Advanced Research WRF Version 4**. NCAR/TN 475+STR Tech. Note, UCAR, 2019.

SOARES da SILVA, M.S.; MARTINS, R.P.; ARAGÃO, L.F.S.; PIMENTEL, L.C.G.; MARTON, E. Climatologia do regime de vento em superfície na Região dos Lagos e Norte Fluminense via METAR e Gráficos de Rosa dos Ventos. In: **XVIII Congresso Brasileiro de Meteorologia**, 2014, Recife. XVIII Congresso Brasileiro de Meteorologia, 2014.

STULL, R. B. **An Introduction to Boundary Layer Meteorology**. 1988, 666 pp. Dordrecht, Boston, London: Kluwer Academic Publishers.

USEPA. **AERMOD: Description of Model Formulation**. Research Triangle Park, NC: U.S. Environmental Protection Agency, September, 2004a.

USEPA. **USER'S GUIDE FOR THE AERMOD METEOROLOGICAL REPROCESSOR (AERMET)**. U.S. Environmental Protection Agency, Research Triangle Park, NC, 2004b.

USEPA. **AERSURFACE User's Guide**. Research Triangle Park, NC: U.S. Environmental Protection Agency, September, 2013.

USEPA. **Memorandum: Clarification on the Use of AERMOD Dispersion Modeling for Demonstrating Compliance with the NO2 National Ambient Air Quality Standard**. Research Triangle Park, NC: U.S. Environmental Protection Agency, Published in the Federal Register, 2014.

USEPA. **Technical support document (TSD) for NO2-related AERMOD modifications**. Research Triangle Park, NC: U.S. Environmental Protection Agency, Published in the Federal Register, 2015.

USEPA. APPENDIX W: **Revisions to the Guideline on Air Quality Models: Enhancements to the AERMOD Dispersion Modeling System and Incorporation of Approaches To Address Ozone and Fine Particulate Matter**. Research Triangle Park, NC: U.S. Environmental Protection Agency, Published in the Federal Register, 2017.

WARNER, T. T.; RALPH A. P.; RUSSELL E. T. A Tutorial on Lateral Boundary Conditions as a Basic and Potentially Serious Limitation to Regional Numerical Weather Prediction. **Bull. Amer. Meteor. Soc.**, 78, 2599–2617, 1997.