

EIA

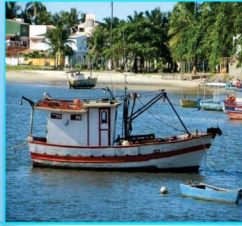
ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL PORTO SUL

TOMO II - Volume 1
Diagnóstico Ambiental - Meio Físico

CONSÓRCIO
HYDROS

 **ORIENTA**





EIA

ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL PORTO SUL

TOMO II - Volume 1
Diagnóstico Ambiental - Meio Físico

CONSÓRCIO
HYDROS

ORIENTA

Derco

EIA

**ESTUDO DE
IMPACTO
AMBIENTAL
PORTO SUL**

TOMO II - Volume 1

Diagnóstico Ambiental - Meio Físico

GOVERNO DO ESTADO DA BAHIA

SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA

**DERBA - DEPARTAMENTO DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES DA
BAHIA**

DIRETOR GERAL

Saulo Filinto Pontes de Souza

DIRETOR DE PROJETOS E PROGRAMAS ESPECIAIS

Anna Christina Cruz Dias

HYDROS ENGENHARIA E PLANEJAMENTO LTDA

RESPONSÁVEL TÉCNICO

Engº Silvio Humberto Vieira Regis

COORDENAÇÃO GERAL

Engº Ulysses Fontes Dias

Engº José Jaques Coelho

GERENTE DE CONTRATO

Geol. Sandro Luiz de Camargo

**ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) E RELATÓRIO DE IMPACTO
AMBIENTAL (RIMA) PARA IMPLANTAÇÃO DO PORTO SUL EM ILHÉUS**

TOMO II – DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

VOLUME 1 – DIAGNÓSTICO DO MEIO FÍSICO

SUMÁRIO GERAL DO EIA/RIMA

Tomo I – CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

Tomo II – DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

- *Volumes 1 - Diagnóstico do Meio Físico*
- *Volumes 2 e 3 - Diagnóstico do Meio Biótico*
- *Volume 4 - Diagnóstico do Meio Socioeconômico*
- *Volume 5 - Anexos*

Tomo III – AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS

RIMA

TOMO II – DIAGNÓSTICO AMBIENTAL**VOLUME 1****SUMÁRIO**

8.	DIAGNÓSTICO AMBIENTAL.....	8-1
8.1	MEIO FÍSICO	8-1
8.1.1	<u>Metodologia Aplicada</u>	8-1
8.1.2	<u>Clima e Condições Meteorológicas.....</u>	8-56
8.1.3	<u>Geologia e Pedologia.....</u>	8-99
8.1.4	<u>Geomorfologia e Espeleologia</u>	8-188
8.1.5	<u>Recursos Hídricos.....</u>	8-208
8.1.6	<u>Oceanografia e Hidrodinâmica Costeira.....</u>	8-401
8.1.7	<u>Assoreamento, Necessidade de Dragagem de Aprofundamento e Previsão de Dragagens de Manutenção.....</u>	8-464
8.1.8	<u>Modelagem Hidrodinâmica, de Ondas, de Transporte de Sedimentos e da Variação da Linha de Costa.....</u>	8-521

ANEXOS

8.1.1.4.1	Laudos Analíticos Água marinha
8.1.3.1.1	Mapa Geológico regional
8.1.3.1.2	Mapa Geológico da AID
8.1.3.2.1	Mapa Pedológico da ADA
8.1.3.2.2	Mapa Pedológico da AID
8.1.4.1.1	Mapa Planialtimétrico da ADA
8.1.5.5.1	Laudos Analíticos - Sedimentos
8.1.5.5.2	Laudos Analíticos - Água continental
8.1.5.5.3	Metodologia do Cálculo do IQA
8.1.6.3.1	Batimetria
8.1.7.4.1	Laudos Sedimentológicos
8.1.7.4.2	Laudos Geoquímicos
8.1.7.4.3	Sondagens Geotécnicas
8.1.8.1.1	Domínio do Modelo
8.1.8.1.2	Malha Utilizada nos Estudos de Modelagem
8.1.8.2.1	Relatório Scott Wilson - modelagem morfodinâmica
8.1.8.3.1	Relatório Scott Wilson - modelagem da dispersão de sedimentos
8.2.2.1.1	Mapa de vegetação
8.2.3.2.1	Autorização - Ponta da Tulha, Aritaguá e Sema

- 8.2.4.1 Lista bruta de Ictiofauna
- 8.3.1.1 Ferramenta de Análise das Entrevistas
- 8.3.2.10.1 Quilombolas e Indígenas
- 8.3.3.2.1 Áreas de Pesca
- 8.3.3.3.1 Territórios Pesqueiros
- 8.3.3.3.2 Esquema Áreas de Pesca

LISTA DE FIGURAS

Figura 8.1.1.4.1 -	Estações de Amostragem dos Principais Estudos de Qualidade de Água Realizados na Bacia do Rio Almada.....	8-9
Figura 8.1.1.4.2 -	Mapa de Localização das Estações de Amostragem de Água - Qualidade das Águas e Sedimentos - Porto Sul -Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2010 e Período Chuvoso (1) 2011	8-12
Figura 8.1.1.4.3 -	Estação Hidrometeorológica da Agência Nacional das Águas - ANA no Rio Almada. Área da Estação AL1	8-13
Figura 8.1.1.4.4 -	Vista da Ponte sobre o Rio Almada na Rodovia BA 262 Ilhéus-Uruçuca Situada a Jusante da Estação AL1.....	8-13
Figura 8.1.1.4.5 -	Detalhe de Troncos e Caules Depositados na Margem Esquerda Rochosa.....	8-14
Figura 8.1.1.4.6 -	Mata Ciliar do Rio Almada, no Trecho da AL1. Visão Geral a Montante da Ponte Rodovia BA-262	8-14
Figura 8.1.1.4.7 -	Visão geral da Margem Direita do Rio Almada no Trecho da Estação AL2	8-14
Figura 8.1.1.4.8 -	Visão geral da Margem Esquerda do Rio Almada no Trecho da Estação AL2	8-14
Figura 8.1.1.4.9 -	Vila de Urucutuca, Local do Encontro Entre Rio Tariri e Rio Almada, Situado a Jusante da Estação AL3	8-15
Figura 8.1.1.4.10 -	Mata Ciliar do Rio Almada Logo a Montante do Trecho da AL3	8-15
Figura 8.1.1.4.11 -	Margem Esquerda do Rio Almada.....	8-15
Figura 8.1.1.4.12 -	Margem Direita do Rio Almada.....	8-15
Figura 8.1.1.4.13 -	Detalhe de Construção Consolidada Pertencente a Balneário (Coordenadas 490.766 e 8.380.431) Situado na Margem Esquerda do Rio.....	8-15
Figura 8.1.1.4.14 -	Rio Almada em Detalhe de Vista a Montante a Partir da Estação AL4.....	8-15
Figura 8.1.1.4.15 -	Rio Almada em Detalhe de Vista a Jusante a Partir da Estação AL4.....	8-15
Figura 8.1.1.4.16 -	Margem Esquerda do Rio Almada Estação AL4	8-15
Figura 8.1.1.4.17 -	Macrófitas na Margem Direita da Estação AL4	8-16
Figura 8.1.1.4.18 -	Construções Consolidadas da Vila de Aritaguá, na Margem Direita do rio Almada.....	8-16
Figura 8.1.1.4.19 -	Margem Direita do rio Almada (Estação AL5) Apresentando Manguezal.....	8-16
Figura 8.1.1.4.20 -	Plantações de Coqueiros (<i>Cocos nucifera</i>) e Dendezeiros (<i>Elaeis guineensi</i>) na Margem Esquerda da Estação AL5, além de Presença de Manguezal (Primeiro Plano da Foto).....	8-16
Figura 8.1.1.4.21 -	Construções Consolidadas na Cidade de Ilhéus, Margem Direita do Rio Almada da Estação AL6	8-17

Figura 8.1.1.4.22 -	Manguezal na Margem Esquerda do Rio Almada, no Trecho Correspondente a Estação AL6.....	8-17
Figura 8.1.1.4.23 -	Vista Geral da Margem em Direção à Vila de Areias.....	8-17
Figura 8.1.1.4.24 -	Detalhe de Domicílios da Vila de Areias.....	8-17
Figura 8.1.1.4.25 -	Visão Geral da Margem Oeste da Estação LE2 - Lagoa Encantada.....	8-18
Figura 8.1.1.4.26 -	Visão Geral da Margem Nordeste da Estação LE2 - Lagoa Encantada.....	8-18
Figura 8.1.1.4.27 -	Detalhe da Margem Oeste da Estação LE2 - Lagoa Encantada.....	8-18
Figura 8.1.1.4.28 -	Detalhe da Margem Nordeste Oeste da Estação LE2 - Lagoa Encantada ..	8-18
Figura 8.1.1.4.29 -	Visão Geral de Ambas As Margens da Estação LE3.....	8-18
Figura 8.1.1.4.30 -	Geral da Cachoeira de Caldeiras.....	8-18
Figura 8.1.1.4.31 -	Visão Geral da Cachoeira de Apepique.....	8-19
Figura 8.1.1.4.32 -	Visão Geral da Estação P1, Área Diretamente Afetada, a Montante de Ponte Sobre o Rio Sonrisal	8-19
Figura 8.1.1.4.33 -	Visão geral da Estação P1, Área Diretamente Afetada, a Jusante de Ponte Sobre o Rio Sonrisal. Detalhe de Presença de Manguezal	8-19
Figura 8.1.1.4.34 -	Ambiente Situado na Estação P2	8-20
Figura 8.1.1.4.35 -	Vegetação de Restinga - Mata Ciliar da Estação P2.....	8-20
Figura 8.1.1.4.36 -	Imagem de Satélite da Estação C01 e Local de Despejo de Lixo Proveniente de Ilhéus-BA (Google, 2011).....	8-20
Figura 8.1.1.4.37 -	Visão Geral de Lagoa de Chorume e Local Onde é Depositado o Lixo	8-21
Figura 8.1.1.4.38 -	Detalhe Local Onde é Depositado o Lixo	8-21
Figura 8.1.1.4.39 -	Visão Geral a Montante do Rio do Porto, Estação C01	8-21
Figura 8.1.1.4.40 -	Visão Geral a Jusante do Rio do Porto, Estação C01	8-21
Figura 8.1.1.4.41 -	Detalhe de Troncos e Folhas Depositados na Margem Direita.....	8-21
Figura 8.1.1.4.42 -	Detalhe de Cacau Cabruca no Trecho da Estação C01	8-21
Figura 8.1.1.4.43 -	Visão geral do Encontro Entre Rio do Porto e Rio Tiriri.....	8-22
Figura 8.1.1.4.44 -	Visão Geral a Montante da Estação C02, no Rio Tiriri	8-22
Figura 8.1.1.4.45 -	Visão Geral a Jusante da Estação C02, no Rio Tiriri.....	8-22
Figura 8.1.1.4.46 -	Detalhe de Vegetação e de Folhas Presentes na Margem Direita	8-23
Figura 8.1.1.4.47 -	Detalhe de Vegetação da Margem Direita	8-23
Figura 8.1.1.4.48 -	Visão geral de Formação de Áreas úmidas em Locais de Cacau Cabruca e Plantação de Açaizeiro	8-23
Figura 8.1.1.4.49 -	Visão geral de Formação de Áreas úmidas em Locais de Cacau Cabruca ..	8-23
Figura 8.1.1.4.50 -	Visão Geral de Formação de Pequenos Córregos Denominados de Valas ou Valetas.....	8-23
Figura 8.1.1.4.51 -	Imagem de Satélite do Encontro entre Rio Tiriri e Rio Almada (Google, 2011)	8-24
Figura 8.1.1.4.52 -	Ponte Sobre Rio Tiriri Situada a Jusante da Estação C03. Próximo à Vila de Urucutuca	8-24
Figura 8.1.1.4.53 -	Visão Geral da Estação C03 no Rio Tiriri a Montante da Vila Urucutuca ..	8-24
Figura 8.1.1.4.54 -	Local do Encontro Entre Rio Tariri e Rio Almada a Jusante da Ponte na Vila de Urucutuca	8-25
Figura 8.1.1.4.55 -	Presença de Sacos de Lixo na entre Margem de Estrada e Rio Tiriri	8-25
Figura 8.1.1.4.56 -	Imagem de Satélite da Estação C04 (Google, 2011).....	8-25
Figura 8.1.1.4.57 -	Visão Geral a Jusante da Estação C04	8-26
Figura 8.1.1.4.58 -	Visão Geral da Estação C04.....	8-26
Figura 8.1.1.4.59 -	Ponte de Madeira sobre Valeta	8-26
Figura 8.1.1.4.60 -	Visão Geral do Riacho	8-26
Figura 8.1.1.4.61 -	Detalhe do Riacho	8-26
Figura 8.1.1.4.62 -	Visão Geral do Riacho	8-27
Figura 8.1.1.4.63 -	Detalhe do Riacho do Jundiá	8-27

Figura 8.1.1.4.64 -	Visão Geral do Riacho	8-27
Figura 8.1.1.4.65 -	Visão Geral do Entorno do Riacho	8-27
Figura 8.1.1.4.66 -	Imagem de Satélite da Área que Abrange a Estação C07 (Google, 2011)...	8-28
Figura 8.1.1.4.67 -	Visão Geral do Rio a Montante da Estação C07.....	8-28
Figura 8.1.1.4.68 -	Visão Geral do Rio a Jusante da Estação C07	8-28
Figura 8.1.1.4.69 -	Visão Geral de Foz do Rio.....	8-28
Figura 8.1.1.4.70 -	Visão Geral do Entorno do Rio, com Presença de Lixo	8-28
Figura 8.1.1.4.71 -	Imagem de Satélite da Área que Abrange a Estação RAL01 (Google, 2011)	8-29
Figura 8.1.1.4.72 -	Visão Geral da Margem Esquerda do Rio Almada no Trecho da Estação RAL01.....	8-29
Figura 8.1.1.4.73 -	Visão Geral da Margem Direita do Rio Almada no Trecho da Estação RAL01.....	8-29
Figura 8.1.1.4.74 -	Visão Geral a Jusante da Estação RAL01, no Rio Almada	8-30
Figura 8.1.1.4.75 -	Imagem de Satélite da Área que Abrange a Estação RAL02 (Google, 2011)	8-30
Figura 8.1.1.4.76 -	Visão Geral a Montante da Estação RAL02, no Rio Almada.....	8-31
Figura 8.1.1.4.77 -	Detalhe da Margem Esquerda do Rio Almada no Trecho da Estação RAL02.....	8-31
Figura 8.1.1.4.78 -	Imagem de Satélite da Área que Abrange a Estação RAL03 (Google, 2011)	8-31
Figura 8.1.1.4.79 -	Visão Geral da Sede de Fazenda São Tiago, na Margem Direita do Rio Almada, Próximo à Estação RAL03	8-32
Figura 8.1.1.4.80 -	Visão Geral do rio Almada, no Trecho da Estação RAL03	8-32
Figura 8.1.1.4.81 -	Visão Geral do rio Almada, no Trecho da Estação RAL03	8-32
Figura 8.1.1.4.82 -	Visão Geral da Vegetação de Manguezal e Dendezeiro na Margem do Rio Almada no Trecho da Estação RAL03.....	8-32
Figura 8.1.1.4.83 -	Amostragem de Água Superficial e Armazenamento em Garrafa Adequada para Cada Parâmetro	8-38
Figura 8.1.1.4.84 -	Armazenamento de Amostras em Caixas Isotérmicas	8-38
Figura 8.1.1.4.85 -	Garrafa de Van Dorn para Amostragem de Fundo da Lagoa Encantada	8-38
Figura 8.1.1.4.86 -	Equipamentos: ORP (<i>Oxidation Reduction Potential</i>), pH (Potencial Hidrognônico), Condutividade e Temperatura.....	8-39
Figura 8.1.1.4.87 -	Medição de pH, Condutividade e Temperatura	8-39
Figura 8.1.1.4.88 -	Detalhe da Inserção do Disco de <i>Secchi</i> em Corpo D'água.....	8-39
Figura 8.1.1.4.89 -	Medição de Salinidade Através de Refratômetro.....	8-39
Figura 8.1.1.4.90 -	Amostragem de Sedimento Amostrador de Fundo <i>Petersen</i>	8-47
Figura 8.1.1.4.91 -	Abertura do Pegador de Fundo <i>Petersen</i>	8-47
Figura 8.1.1.4.92 -	Sedimento Amostrado Estação LE1	8-47
Figura 8.1.1.4.93 -	Sedimento Amostrado Estação LE1 Detalhe da medição de pH e ORP com Eletrodos dos Respective Equipamentos.....	8-47
Figura 8.1.1.4.94 -	Mapa de Localização das Estações de Amostragem Seleccionadas para Avaliação da Qualidade das Águas no Trecho Marinho da Área de Influência Direta do Porto Sul-Ilhéus	8-49
Figura 8.1.1.4.95 -	Embarcação Utilizada para Execução das Coletas do Porto Sul - Ilhéus em Maio de 2011.....	8-51
Figura 8.1.1.4.96 -	Condições Ambientais Observadas Durante as Coletas em Maio de 2011.....	8-51
Figura 8.1.1.4.97 -	Rotina de Coleta Empregada na Campanha Realizada em Maio de 2011, A - Coleta de amostra microbiológica; B - Lançamento da garrafa de	

	van Dorn; C - Sonda Multiparamétrica Hidrolab/Quanta e D; Disco de Secchi.....	8-53
Figura 8.1.2.1.1 -	Localização Aproximada das Massas de Ar que Atuam no Verão no Litoral Sul do Estado da Bahia	8-58
Figura 8.1.2.1.2 -	Localização Aproximada e Interações das Massas de Ar que Atuam no Inverno no Litoral Sul do Estado da Bahia	8-59
Figura 8.1.2.2.1 -	Temperaturas Máximas, Mínimas e Médias Compensadas em Ilhéus	8-60
Figura 8.1.2.2.2 -	Umidade Relativa do Ar em Ilhéus.....	8-61
Figura 8.1.2.2.3 -	Pressão Atmosférica em Ilhéus	8-62
Figura 8.1.2.2.4 -	Evaporação em Ilhéus	8-63
Figura 8.1.2.2.5 -	Insolação em Ilhéus.....	8-64
Figura 8.1.2.2.6 -	Localização Aproximada da Estação Meteorológica INMET de Ilhéus.....	8-65
Figura 8.1.2.2.7 -	Velocidade do Vento em Ilhéus.....	8-66
Figura 8.1.2.2.8 -	Rosa dos Ventos da Estação Meteorológica do INMET em Ilhéus, Período 2001 - 2010, Valores em m/s.....	8-67
Figura 8.1.2.2.9 -	Frequência de Ocorrência de Ventos por Direções, Estação Meteorológica do INMET em Ilhéus, Período 2001 - 2010	8-68
Figura 8.1.2.2.10 -	Localização Aproximada do Aeródromo de Ilhéus, Intensidade e Direção Horária do Vento, anos 2001 e 2002	8-69
Figura 8.1.2.2.11 -	Climatologia Horária de Intensidade e Direção do Vento no Aeroporto de Ilhéus, no ano de 2001.....	8-70
Figura 8.1.2.2.12 -	Climatologia Horária de Intensidade e Direção do Vento no Aeroporto de Ilhéus, no ano de 2002.....	8-71
Figura 8.1.2.2.13 -	Localização do Ponto de Coleta de Dados de Ventos pela NCEP/NCAR.....	8-72
Figura 8.1.2.2.14 -	Rosas dos Ventos (m/s) por Períodos Diários Distintos: 0 horas, 6 horas, 12 horas e 18 horas.....	8-73
Figura 8.1.2.2.15 -	Rosas dos Ventos (m/s) para Ventos Médios por Trimestres, para Série de 30 anos.....	8-74
Figura 8.1.2.2.16 -	Isoietas Médias Anuais	8-75
Figura 8.1.2.2.17 -	Média das Chuvas Mensais na Região.....	8-78
Figura 8.1.2.2.18 -	Estações Pluviométricas Seleccionadas para a Caracterização	8-80
Figura 8.1.2.2.19 -	Relação Tempo de Retorno x Precipitação - 1 Hora.....	8-88
Figura 8.1.2.2.20 -	Relação Tempo de Retorno x Precipitação - 2 Horas	8-88
Figura 8.1.2.2.21 -	Relação Tempo de Retorno x Precipitação - 3 Horas	8-88
Figura 8.1.2.2.22 -	Relação Tempo de Retorno x Precipitação - 4 Horas	8-88
Figura 8.1.2.2.23 -	Relação Tempo de Retorno x Precipitação - 6 Horas	8-88
Figura 8.1.2.2.24 -	Relação Tempo de Retorno x Precipitação - 12 Horas	8-88
Figura 8.1.2.2.25 -	Relação Tempo de Retorno x Precipitação - 24 Horas	8-88
Figura 8.1.2.2.26 -	Balanço Hídrico - Ilhéus	8-94
Figura 8.1.2.2.27 -	Balanço Hídrico - Itabuna	8-95
Figura 8.1.2.2.28 -	Balanço Hídrico - Provisão	8-96
Figura 8.1.2.2.29 -	Balanço Hídrico - Rio do Braço.....	8-97
Figura 8.1.3.1.1 -	Embasamento Cristalino (Gnaiss Granulitizado na Estrada Ilhéus - Sambaituba), Apresentando Foliação e Sistema de Fratura. Terraços Marinheiros Pleistocênicos em Frente ao Afloramento	8-103
Figura 8.1.3.1.2 -	Coordenadas 491656 - 8377043 Embasamento Cristalino com Sn - N210/50NW. Área Urbana de Aritaguá.....	8-103
Figura 8.1.3.1.3 -	Afloramento das Rochas Cristalinas da Suíte Intrusiva Alcalina Itabuna - Floresta Azul, Formando o Leito do Rio Almada, a Montante, na Região de Castelo Novo.....	8-104

Figura 8.1.3.1.4 -	Próximo a Ribeira das Pedras. Bancos de Arenito e Siltitos, Sub-horizontalizados Formação Sergi.....	8-106
Figura 8.1.3.1.5 -	Arenitos Conglomeráticos e Arenitos Grossos de Cor Amarela Amarronzada, Estratificados, com Evidências de Podzol, Formação Sergi, Estrada Cascalheira - Valão 486826 - 8375137	8-106
Figura 8.1.3.1.6 -	Arenito Conglomerático com Matriz Areno-Argilosa, com Cor Cinza Clara, Maciça. Formação Sergi. Estrada para Lava Pés, Ribeira das Pedras e Santa Rita.....	8-107
Figura 8.1.3.1.7 -	Arenito Siltoso, Cor Amarelada Avermelhada, Formação Itaparica, depois de Campinho e Vila Olímpio. Coordenadas 483466 - 8378774.....	8-107
Figura 8.1.3.1.8 -	Siltitos e Lamitos, de Cor Cinza e Avermelhada, Estratificados sub-horizontalmente, Solos Argilosos. Formação Itaparica. Estrada da Cascalheira para o Valão. Coordenadas 48774 - 8374957	8-108
Figura 8.1.3.1.9 -	Intercalações de Arenitos e Lamitos da Formação Urucutuca na Estrada Aritaguá - Sambaituba	8-110
Figura 8.1.3.1.10 -	Afloramento da Formação Urucutuca em Sambaituba	8-111
Figura 8.1.3.1.11 -	Lentes de Arenitos e Siltitos de Cor Amarela Avermelhada, S0 N185/15SE. Formação Urucutuca, Estrada para Sambaituba. Coordenadas 490786 - 8378432	8-111
Figura 8.1.3.1.12 -	Conglomerados Maciços Sustentados por uma Matriz Areno - siltosa com Fragmentos de Veio de Quartzo e Lamitos. Formação Urucutuca. Antes de Sambaituba.....	8-112
Figura 8.1.3.1.13 -	Depósitos Arenosos Desenvolvidos sobre o Grupo Barreiras Localizados a Sul de Ilhéus, onde Extraem Areia para a Construção Civil.....	8-112
Figura 8.1.3.1.14 -	Arenito Conglomerático, com Matriz Areno-argilosa, cor Avermelhada, Maciço, Intercalados com Níveis Decimétricos de Cascalho. Característico de Fluxo de Detritos Plásticos ou Coesivos do Grupo Barreiras. Os Níveis Cascalhosos e os Arenitos Conglomeráticos Encontram-se Sub-horizontalizados. É uma Jazida de Cascalho, em Avançado Estágio de Erosão.....	8-113
Figura 8.1.3.1.15 -	Estrada da Cascalheira Depois do Lixão com Entrada pela Rodovia Ilhéus-Uruçuca. Coordenadas 485995- 8374277, Evidenciando a Extensa Distribuição Espacial destes Depósitos	8-113
Figura 8.1.3.1.16 -	Aspecto dos Depósitos Arenosos Marinhos Pleistocênicos que Ocorrem no Sopé do Conjunto Serrano Cristalino. Em Primeiro Plano os Terraços Marinhos Holocênicos (QHt) em Cotas mais Baixas; Intermediariamente os Sedimentos Arenosos dos Terraços Marinhos Pleistocênicos (QPt) e, ao Fundo Escarpamento em Rochas do Embasamento Cristalino	8-114
Figura 8.1.3.1.17 -	Sedimentos Arenosos de Cor Branca, Maciços. Terraços Marinhos Pleistocênicos. Povoado do Valão e Pedro do Brejo. Coordenadas 485626 - 8376433 Sedimentos Arenosos de Cor Branca, Maciços. Terraços Marinhos Pleistocênicos, Situados Próximo da Área Urbana de Aritaguá.....	8-115
Figura 8.1.3.1.18 -	Depósitos Arenosos dos Terraços Marinhos Holocênicos, nas Margens do Rio Almada na Localidade de Sambaituba. Em Ambos os Lados do Rio Ocorrem Depósitos Fluviais.....	8-115
Figura 8.1.3.1.19 -	Areia de Cor Branca dos Terraços Marinhos Holocênicos, Fazendo Contato com as Areias de Praia, na Parte Frontal da Foto, e com as	

	Terras Úmidas, no Fundo da Foto. Entrada pelo Sítio Jequitibá e Condomínio Japar. Coordenada 492621 - 8377161	8-116
Figura 8.1.3.1.20 -	Sedimentos Flvio-lagunares no Entorno do Rio Almada, Região de Campinhos	8-116
Figura 8.1.3.1.21 -	Planície Aluvionar do Rio Almada em Frente  Fazenda Monte Belo, Antes de Sambaituba.....	8-117
Figura 8.1.3.1.22 -	Em Primeiro Plano Ocorrência dos Terraços Marinheiros Holocênicos e em Segundo Plano, em Cotas mais Elevadas Verifica-se o Ressalto para os Terraços Marinheiros Pleistocênicos - Estrada Ilhéus - Sambaituba.....	8-118
Figura 8.1.3.1.23 -	Vista Geral dos Terraços Marinheiros Holocênicos na área do Empreendimento	8-118
Figura 8.1.3.1.24 -	Aspecto dos Terraços Marinheiros na Faixa Litorânea, sendo Perfurados por Trado.....	8-118
Figura 8.1.3.1.25 -	Exposio de Sedimentos Arenosos dos Terraços Marinheiros da Foto Acima, Retirados Atrves de Tradagem até 2,00 m de Profundidade	8-119
Figura 8.1.3.1.26 -	Vista em Corte dos Terraços Marinheiros Holocênicos, em Talude do Rio Almada (Cerca de 3,5 m) na área do Empreendimento	8-119
Figura 8.1.3.1.27 -	Vista Geral da Praia em Frente ao Empreendimento para o Norte	8-121
Figura 8.1.3.1.28 -	Vista Geral de Remanescentes de Depósitos Barreiras na AID, Formados por Areias Brancas de Granulao Grossa.....	8-122
Figura 8.1.3.1.29 -	Aspectos de Sedimentos Pelíticos Cinza Esverdeado, Amarelados com Intercalao Subordinadas de Arenitos Impuros, Grossos, Amarelos e Cremes, Laminos Verdes e Pretos, Arcósios, Litoarenitos, das Formao Sergi / Itaparica, Medianamente a Muito Alterada, com Mergulho de Alto ngulo para SW. Cicatriz de Deslizamento Mostrando a Instabilidade Desses Terrenos Sedimentares sob Efeito de Interveno de Cortes com Taludes de Alta Declividade. Corte da Estrada para Lagoa Encantada	8-123
Figura 8.1.3.1.30 -	Coordenadas: 489029/8379517 - Conglomerados Maciços Sustentados por Clastos e Matriz Areno-argilosa, Cor Amarelada Avermelhada, Sub-horizontalizados, Formao Urucutuca. rea Urbana de Sambaituba.....	8-123
Figura 8.1.3.1.31 -	Mapa de Controle de rea	8-127
Figura 8.1.3.2.1 -	Perfil 01 - Latossolo Amarelo Distrófico A Moderado Textura Argilosa ...	8-139
Figura 8.1.3.2.2 -	Perfil 02 - Latossolo Amarelo Distrófico A Moderado Textura Média.....	8-140
Figura 8.1.3.2.3 -	Perfil 03 - Latossolo Amarelo Distrófico A Moderado Textura Média.....	8-141
Figura 8.1.3.2.4 -	Perfil 04 - Argilossolo Amarelo Distrófico abruptico A Moderado Textura Arenosa/Argilosa.....	8-142
Figura 8.1.3.2.5 -	Perfil 05 - Neossolo Quartzarênico Distrófico A Fraco Textura Arenosa ...	8-143
Figura 8.1.3.2.6 -	Perfil 06 - Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico A Moderado Textura Média/Argilosa	8-144
Figura 8.1.3.2.7 -	Perfil 07 - Chernossolo Argilúvico rtico Textura Argilosa a Muito Argilosa.....	8-145
Figura 8.1.3.2.8 -	Perfil 08 - Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico A Moderado Textura Argilosa Leve	8-146
Figura 8.1.3.2.9 -	Perfil 09 - Latossolo Amarelo Distrófico A Moderado Textura Média.....	8-147
Figura 8.1.3.2.10 -	Perfil 10 - Latossolo Amarelo Distrófico A Moderado Textura Média.....	8-148
Figura 8.1.3.2.11 -	Perfil 11 - Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico A Moderado Textura Média/Argilosa	8-149
Figura 8.1.3.2.12 -	Perfil 12 - Argissolo Vermelho Distrófico (?) A Moderado Textura Argilosa.....	8-150

Figura 8.1.3.2.13 -	Perfil 13 - Chernossolo Argilúvico Órtico Textura Argilosa.....	8-151
Figura 8.1.3.2.14 -	Perfil 14 - Espodossolo Humilúvico Órtico Espessarênico A Fraco Textura Arenosa.....	8-152
Figura 8.1.3.2.15 -	Perfil 15 - Cambissolo Háplico Distrófico A Moderado Textura Argilosa.....	8-153
Figura 8.1.3.2.16 -	Perfil 16 - Latossolo Amarelo Distrófico A Moderado Textura Média/Argilosa (Interm. para PA m/arg).....	8-154
Figura 8.1.3.2.17 -	Perfil 17 - Luvissole Háplico Textura Argilosa (Intermediário para Argissolo Vermelho-Amarelo, se Distrófico).....	8-155
Figura 8.1.3.2.18 -	Perfil 18 - Latossolo Amarelo Distrófico A Moderado Textura Média/Argilosa (Descontínuo).....	8-156
Figura 8.1.3.2.19 -	Perfil 19 - Argissolo Vermelho Ta Distrófico A Moderado Textura Argilosa.....	8-157
Figura 8.1.3.2.20 -	Perfil 20 - Argissolo Amarelo Distrófico A Moderado Textura Média/Argilosa (Descontínuo).....	8-158
Figura 8.1.3.2.21 -	Mapa de Risco de Erosão.....	8-177
Figura 8.1.3.3.1 -	Arcabouço estrutural da Bacia de Almada.....	8-179
Figura 8.1.3.3.2 -	Carta Estratigráfica da Bacia de Almada	8-181
Figura 8.1.3.3.3 -	Seção Geológica da Bacia de Almada	8-182
Figura 8.1.3.3.4 -	Mapa Geológico Simplificado com os Principais Pontos de Amostragem e Seções Sísmicas.....	8-183
Figura 8.1.3.3.5 -	Seção Sísmica dip (Perpendicular à Linha de Costa) no Ponto P-6, Situado na Borda Norte do Cânion de Almada, Próximo à Área do Futuro Empreendimento	8-183
Figura 8.1.3.3.6 -	Descrição do Testemunho a Mergulho Autônomo M-142	8-184
Figura 8.1.3.3.7 -	Descrição do Testemunho a Mergulho Autônomo M-143	8-184
Figura 8.1.3.3.8 -	Análises Granulométricas e Perfil Litológico do Testemunho P-2.....	8-185
Figura 8.1.3.3.9 -	Análises Granulométricas e Perfil Litológico do Testemunho P-6.....	8-186
Figura 8.1.3.3.10 -	Linha Sísmica (dip) Rasa no Ponto P-6, Mostrando Possível Afloramento do Pleistoceno.....	8-186
Figura 8.1.3.3.11 -	Mapa Faciológico da Plataforma e Talude Continentais	8-188
Figura 8.1.4.1.1 -	Unidades Geomorfológicas da AID e da ADA.....	8-191
Figura 8.1.4.1.2 -	Mapa de Hipsometria da AID e da ADA	8-192
Figura 8.1.4.1.3 -	Mapa de Declividade da AID e da ADA	8-193
Figura 8.1.4.1.4 -	Vertentes Íngremes com Acentuada Declividade, por Conta da Influência Tectônica.....	8-194
Figura 8.1.4.1.5 -	Cobertura Vegetal Típica de Mata Atlântica	8-194
Figura 8.1.4.1.6 -	Prática de Pastagem	8-194
Figura 8.1.4.1.7 -	Vertentes Íngremes nas Bordas do Tabuleiro	8-196
Figura 8.1.4.1.8 -	Processo Erosivo nas Vertentes do Tabuleiro.....	8-196
Figura 8.1.4.1.9 -	Relevo com Elevada Dissecção e Antropização	8-197
Figura 8.1.4.1.10 -	Contato Entre o Patamar Colinoso e a Planície	8-197
Figura 8.1.4.1.11 -	Presença de Manguezais na Planície Flúvio-Marinha	8-198
Figura 8.1.4.1.12 -	Adensamento habitacional ao longo da faixa de praia.....	8-199
Figura 8.1.4.1.13 -	Prática de pastagem na área da planície litorânea.....	8-199
Figura 8.1.4.1.14 -	Unidades Geomorfológicas da ADA	8-201
Figura 8.1.4.1.15 -	Mapa de Hipsometria da ADA.....	8-202
Figura 8.1.4.1.16 -	Mapa de Declividade da ADA.....	8-203
Figura 8.1.4.2.1 -	Grau de Potencialidade Espeleológica da Área de Estudo.....	8-206
Figura 8.1.4.2.2 -	Depressões Inundadas na Planície de Inundação do rio Almada.....	8-207
Figura 8.1.4.2.3 -	Prospecção Espeleológica na Área de Estudos	8-208

Figura 8.1.4.2.1 -	Prospecção Espeleológica na Área de Estudos	8-208
Figura 8.1.5.1.1 -	Relação Vazão Média x Área de Drenagem Bacias dos Rios Almada e Cachoeira	8-212
Figura 8.1.5.1.2 -	Relação Vazão Média x Área de Drenagem Bacia do Rio Almada.....	8-213
Figura 8.1.5.1.3 -	Relação Vazão Média x Área de Drenagem Bacia do Rio Cachoeira	8-213
Figura 8.1.5.1.4 -	Relação Vazão Média Específica X Área de Drenagem Bacia do Rio Almada.....	8-214
Figura 8.1.5.1.5 -	Relação Vazão Média x Área de Drenagem Bacia do Rio Cachoeira	8-214
Figura 8.1.5.1.6 -	Relação Q90%/Qmed x Área de Drenagem Bacia do Rio Almada	8-216
Figura 8.1.5.1.7 -	Estudos das Vazões Máximas Tr = 5 Anos.....	8-217
Figura 8.1.5.1.8 -	Estudos das Vazões Máximas Tr = 10 Anos.....	8-218
Figura 8.1.5.1.9 -	Estudos das Vazões Máximas Tr = 25 Anos.....	8-218
Figura 8.1.5.1.10 -	Estudos das Vazões Máximas Tr = 50 Anos.....	8-219
Figura 8.1.5.1.11 -	Estudos das Vazões Máximas Tr = 100 Anos.....	8-219
Figura 8.1.5.1.12 -	Vista geral da PCH Desativada a partir da Margem Esquerda	8-221
Figura 8.1.5.1.13 -	Vista para Montante do rio Almada, vendo-se a PCH Desativada	8-221
Figura 8.1.5.1.14 -	Ao fundo Captação Flutuante do SAA de Itabuna.....	8-221
Figura 8.1.5.1.15 -	Marca da Máxima Enchente Observada no rio Almada	8-221
Figura 8.1.5.1.16 -	Visualização do Comportamento das Cotas Médias Diárias	8-224
Figura 8.1.5.1.17 -	Visualização do Comportamento das Vazões Médias Diárias.....	8-225
Figura 8.1.5.1.18 -	Características Fluviométricas Mensais rio Almada em Provisão II (53091000).....	8-226
Figura 8.1.5.1.19 -	Séries Normalizadas de Vazões Naturais Bacia do rio Almada	8-228
Figura 8.1.5.1.20 -	Sub-Bacias Afluentes da AID e ADA do Empreendimento Porto Sul	8-229
Figura 8.1.5.2.1 -	Domínios e Unidades Hidrogeológicas Homogêneas (SIAGAS/CRRM) ...	8-237
Figura 8.1.5.2.2 -	Mapa Hidrogeológico da Área Diretamente Afetada.....	8-240
Figura 8.1.5.2.3 -	Parte superior do Sistema B Desenvolvido sobre os Sedimentos Barreiras.....	8-242
Figura 8.1.5.2.4 -	Minação em Fraturas das Rochas Cristalinas na Parte Inferior da Falésia - Estrada Ilhéus - Sambaituba. Fonte Usada pela População de Aritaguá e Usuários da Estrada.....	8-242
Figura - 8.1.5.2.5 -	Em Vermelho, Faixa Costeira na AID Fronteiriça ao Empreendimento com Inúmeras Captações de Água Subterrânea para Abastecimento Humano (Poço Ponteira para Cada Imóvel). Profundidade do N.A. 0,20 a 5,0 m. Também Lançam Esgotos Diretamente nos Terrenos Arenosos deste Sistema Aquífero Através de Fossa, Contaminando-o	8-244
Figura 8.1.5.2.6 -	Zoneamento Conceitual Hidrogeológico da Área Diretamente Afetada e Entorno.....	8-246
Figura 8.1.5.4.1 -	Normal Climatológica Pluviométrica (mm) na Estação Meteorológica de Ilhéus. Período de 1961-2007 (Fonte: INMET, 2008)	8-340
Figura 8.1.5.4.2 -	Distribuição climatológica do número de dias com chuva na estação meteorológica de Ilhéus. Período de 1961-2007 (Fonte: INMET, 2008)	8-340
Figura 8.1.5.4.3 -	Comparação da Transparência da Água ao Longo das 10 Estações de Monitoramento Avaliadas na Área de Influência do Porto Sul -Ilhéus, em Maio de 2011.....	8-342
Figura 8.1.5.4.4 -	Comparação da Temperatura da Água ao Longo das 10 Estações de Monitoramento Avaliadas na Área de Influência do Porto Sul -Ilhéus, em Maio de 2011.....	8-343
Figura 8.1.5.4.5 -	Perfil da Temperatura ao Longo da Coluna d'água das 10 Estações de Monitoramento Avaliadas na Área de Influência do Porto Sul - Ilhéus, em maio de 2011	8-344

Figura 8.1.5.4.6 -	Comparação dos Teores de Oxigênio Dissolvido (acima) e Saturação de Oxigênio (abaixo), ao Longo das 10 estações de Monitoramento Avaliadas na Área de Influência do Porto Sul -Ilhéus, em Maio de 2011 ...	8-345
Figura 8.1.5.4.7 -	Perfil do Oxigênio Dissolvido ao Longo da Coluna d'água das 10 Estações de Monitoramento Avaliadas na Área de Influência do Porto Sul - Ilhéus, em Maio de 2011	8-346
Figura 8.1.5.4.8 -	Comparação da Salinidade da Água ao Longo das 10 Estações de Monitoramento Avaliadas na Área de Influência do Porto Sul -Ilhéus, em Maio de 2011.....	8-347
Figura 8.1.5.4.9 -	Perfil da Salinidade ao Longo da Coluna d'água das 10 Estações de Monitoramento Avaliadas na Área de Influência do Porto Sul -Ilhéus, em Maio de 2011.....	8-347
Figura 8.1.5.4.10 -	Comparação do pH da Água ao Longo das 10 Estações de Monitoramento Avaliadas na Área de Influência do Porto Sul - Ilhéus, em Maio de 2011.....	8-348
Figura 8.1.5.4.11 -	Perfil do pH ao Longo da Coluna d'água das 10 Estações de Monitoramento Avaliadas na Área de Influência do Porto Sul - Ilhéus, em Maio de 2011.....	8-349
Figura 8.1.5.4.12 -	Comparação do N. Total Kjeldahl da Água ao Longo das 10 Estações de Monitoramento Avaliadas na Área de Influência do Porto Sul - Ilhéus, em Maio de 2011.....	8-350
Figura 8.1.5.4.13 -	Comparação do Fosfato da Água ao Longo das 10 Estações de Monitoramento Avaliadas na Área de Influência do Porto Sul -Ilhéus, em Maio de 2011.....	8-352
Figura 8.1.5.4.10 -	Comparação dos Sólidos Totais Dissolvidos da Água ao Longo das 10 Estações de Monitoramento Avaliadas na Área de Influência do Porto Sul - Ilhéus, em Maio de 2011	8-354
Figura 8.1.5.4.15 -	Comparação dos Teores de Sólidos Suspensos Totais da Água ao Longo das 10 Estações de Monitoramento Avaliadas na Área de Influência do Porto Sul-Ilhéus, em Maio de 2011	8-354
Figura 8.1.5.4.16 -	Comparação da Turbidez da Água ao Longo das 10 Estações de Monitoramento Avaliadas na Área de Influência do Porto Sul -Ilhéus, em Maio de 2011.....	8-355
Figura 8.1.5.4.17 -	Comparação do Ferro Dissolvido na Água ao Longo das 10 Estações de Monitoramento Avaliadas na Área de Influência do Porto Sul-Ilhéus, em Maio de 2011.....	8-356
Figura 8.1.5.4.18 -	Comparação do Cobre Dissolvido na Água ao Longo das 10 Estações de Monitoramento Avaliadas na Área de Influência do Porto Sul-Ilhéus, em Maio de 2011.....	8-357
Figura 8.1.5.4.19 -	Comparação dos Teores de Zinco Total da Água ao Longo das 10 Estações de Monitoramento Avaliadas na Área de Influência do Porto Sul - Ilhéus, em Maio de 2011	8-358
Figura 8.1.5.4.20 -	Comparação dos Teores de Manganês Total da Água ao Longo das 10 Estações de Monitoramento Avaliadas na Área de Influência do Porto Sul - Ilhéus, em Maio de 2011	8-358
Figura 8.1.5.4.21 -	Dendograma de Ordenamento Tipo CLUSTER Somente com os Indicadores de Suporte à Vida (acima) e com todos os Resultados Físico-químicos Detectados (abaixo) nas Amostras de Água das 10 Estações de Monitoramento Avaliadas na Área de Influência do Porto Sul - Ilhéus, em Maio de 2011	8-360

Figura 8.1.5.4.22 -	Dendograma de Ordenamento tipo CLUSTER (acima) e Gráfico nMDS (abaixo) Elaborados a Partir dos Teores de Metais Obtidos nas Amostras de Água das 10 Estações de Monitoramento Avaliadas na Área de Influência do Porto Sul-Ilhéus, em Maio de 2011.....	8-361
Figura 8.1.5.4.23 -	Análise de Componentes Principais (PCA) a Partir dos Resultados Físico-químicos Detectados nas Amostras de Água das 10 Estações de Monitoramento Avaliadas na Área de Influência do Porto Sul-Ilhéus, em Maio de 2011.....	8-362
Figura 8.1.6.1.1 -	Localização das estações de coleta de temperatura superficial do mar para os períodos de verão (esquerda) e inverno (direita)	8-402
Figura 8.1.6.1.2 -	Distribuição da Temperatura Superficial do Mar na Região que Abrange a Parte Sul da Plataforma Leste Brasileira e a Região entre Abrolhos e Campos, Período de Verão.....	8-403
Figura 8.1.6.1.3 -	Distribuição da Temperatura Superficial na Região que Abrange a Parte Sul da.....	8-403
Figura 8.1.6.1.4 -	Imagem Termal AVHRR da Região Oceânica entre a Bahia e o Rio de Janeiro, Representando uma Média Mensal de Janeiro de 2008	8-404
Figura 8.1.6.1.5 -	Imagem Termal AVHRR da Região Oceânica entre a Bahia e o Rio de Janeiro, Representando uma Média Mensal de Junho de 2008	8-405
Figura 8.1.6.1.6 -	Localização das Estações de Coleta de Salinidade, para os Períodos de Verão (à Esquerda) e Inverno (à Direita).....	8-406
Figura 8.1.6.1.7 -	Distribuição da Salinidade Superficial na Região que Abrange a parte Sul da.....	8-407
Figura 8.1.6.1.8 -	Distribuição da Salinidade Superficial na Região que Abrange a parte Sul da.....	8-407
Figura 8.1.6.1.9 -	Localização dos Perfis Utilizados para Caracterizar a Estrutura Vertical da Coluna de.....	8-408
Figura 8.1.6.1.10 -	Perfis de Temperatura (°C), Salinidade e Densidade (kg/m ³) do Ponto 1 (mais Próximo à Costa), nos Períodos de Verão e Inverno.....	8-409
Figura 8.1.6.1.11 -	Perfis de Temperatura (°C), Salinidade e Densidade (kg/m ³) do Ponto 2, nos Períodos de Verão e Inverno	8-409
Figura 8.1.6.1.12 -	Perfis de Temperatura (°C), Salinidade e Densidade (kg/m ³) do Ponto 3 (mais Distante da Costa), nos Períodos de Verão e Inverno	8-410
Figura 8.1.6.1.13 -	Localização do ADCP (em Vermelho) Fundeado nas Proximidades do Porto Sul (em Amarelo).....	8-411
Figura 8.1.6.1.14 -	Localização dos Perfis de Temperatura e Salinidade Disponíveis no BNDO para a Região Próxima ao Porto Sul	8-413
Figura 8.1.6.1.15 -	Diagrama T-S Espalhado, Elaborado com os dados do BNDO.....	8-414
Figura 8.1.6.1.16 -	Perfil Transversal na Latitude de 14°S, Mostrando a Variação Vertical dos Valores de Temperatura, Salinidade e Distribuição das Massas de Água (Modificado da DHN 1972)	8-415
Figura 8.1.6.1.17 -	Esquema de Variação Sazonal da Corrente de Contorno Oeste ao Longo da Plataforma Leste Brasileira baseada nas Posições mais ao Sul (17° S) e mais ao Norte (13° S) da Corrente Sul Equatorial de Acordo com Rodrigues <i>et al.</i> (2007).....	8-416
Figura 8.1.6.1.18 -	Caracterização da Circulação da Plataforma Leste Brasileira com a Célula de Recirculação Costeira (Setas Pontilhadas).....	8-417
Figura 8.1.6.1.19 -	Derivadores do Projeto PNBOIA.....	8-418
Figura 8.1.6.1.20 -	Série Temporal da Componente Leste-Oeste (u, em cm/s) da Corrente.....	8-419

Figura 8.1.6.1.21 -	Série Temporal da Componente Norte-Sul (v, em cm/s) da Corrente Superficial na Região de Estudo, Obtida por Dados Altimétricos Multissatélites	8-419
Figura 8.1.6.1.22 -	Histograma na Banda Intrassazonal, Indicando Faixas de Variabilidade de Feições de Mesoescala na Região, Incluindo Vórtices, Obtido pela Análise de Dois Anos de Dados Diários	8-420
Figura 8.1.6.1.23 -	Esquema do ADCP Instalado nas Proximidades de Aritaguá.....	8-421
Figura 8.1.6.1.24 -	Velocidade e Direção das Correntes de Superfície, Meio e Fundo.....	8-422
Figura 8.1.6.1.25 -	Histograma Polar das Correntes Medidas pelo ADCP Instalado nas Proximidades de Aritaguá, dividido em Setores de 15°	8-423
Figura 8.1.6.1.26 -	Localização da Estação Maregráfica de Ilhéus	8-424
Figura 8.1.6.1.27 -	Maré Astronômica no Porto Velho–Rio Cachoeira (Ilhéus – BA), em Janeiro de 2008	8-425
Figura 8.1.6.1.28 -	Campo de Altura Significativa em Metros e Direção para a Região	8-427
Figura 8.1.6.1.29 -	Campo de Período de Pico em Segundos e Direção para a Região Noroeste do Oceano Atlântico Sul.....	8-428
Figura 8.1.6.1.30 -	Campo de Altura Significativa em Metros e Direção para a Região Nordeste do Oceano Atlântico Sul.....	8-429
Figura 8.1.6.1.31 -	Séries Temporais de Hs, Dm e Tz.....	8-430
Figura 8.1.6.1.32 -	Diagrama de Dispersão da Altura Significativa e Período Médio, Os Valores Correspondem ao Número de Ocorrências e as Cores Indicam o Grau de Ocorrência	8-431
Figura 8.1.6.1.33 -	Diagrama de Dispersão da Altura Significativa e Direção de Pico, Os Valores Correspondem ao Número de Ocorrências e as Cores Indicam o Grau de Ocorrência	8-431
Figura 8.1.6.2.19 -	Exemplo de Saliente Formado em Decorrência da Construção de um Porto “ <i>offshore</i> ” ao Sul de Maceió	8-452
Figura 8.1.6.2.20 -	Saliente que Deverá se Formar em Decorrência da Construção do Porto de Aritaguá, Segundo Modelagem Realizada pela Scott-Wilson. Observar que os Resultados da Modelagem do Comportamento da Linha de Costa Disponibilizados no Relatório da Scott-Wilson, se Limitam ao Trecho Representado na Figura	8-453
Figura 8.1.6.2.21 -	Previsão da Posição da Linha de Costa Imediatamente a Norte do Saliente 30 anos após a Construção do Porto de Aritaguá, Segundo Resultados da Modelagem Realizada pela Scott-Wilson. Esta Erosão, em Magnitude Decrescente, muito Provavelmente se Estenderá por mais de uma Dezena de Quilômetros, a Norte.....	8-454
Figura 8.1.6.2.22 -	Comparação entre as Fotos de 2005 e 2009, Mostrando que a Erosão Continua a Despeito da Construção dos Molhes.....	8-455
Figura 8.1.6.2.23 -	Comparação entre as Fotos de 2005 e 2009, Mostrando que a Erosão Continua a Despeito da Construção dos Molhes.....	8-456
Figura 8.1.6.2.24 -	Comparação entre as Fotos de 2005 e 2009, Mostrando que a Erosão Continua a Despeito da Construção dos Molhes.....	8-457
Figura 8.1.6.3.1 -	Identificação da Área de Sondagem.....	8-458
Figura 8.1.6.3.2 -	Sondagem Batimétrica	8-459
Figura 8.1.6.3.3 -	Carta Náutica.....	8-461
Figura 8.1.6.3.4 -	Levantamento Batimétrico da Região de Construção do Porto Sul.....	8-462
Figura 8.1.6.3.5 -	Levantamento Batimétrico em 3D	8-463
Figura 8.1.7.1.1 -	Localização das Áreas Previstas para Dragagem.....	8-464
Figura 8.1.7.3.1 -	Identificação dos Possíveis Pontos de Descarte da Dragagem	8-466
Figura 8.1.7.4.1 -	Localização da Área Estudada	8-468

Figura 8.1.7.4.2 -	Área de Estudo e Identificação das Áreas a Serem Dragadas	8-470
Figura 8.1.7.4.3 -	Localização dos Pontos de Amostragem para o Estudo Sedimentológico e Geoquímico	8-471
Figura 8.1.7.4.4 -	Localização das Sondagens Geotécnicas	8-472
Figura 8.1.7.4.5 -	Distribuição de Lama, Areia, Bioclastos e Litoclastos (%) nos Sedimentos das Áreas de Dragagem	8-479
Figura 8.1.7.4.6 -	Distribuição por Área de Lama e Bioclastos (%) nos Sedimentos das Áreas de Dragagem	8-480
Figura 8.1.7.4.7 -	Histogramas das Distribuições Granulométricas das Amostras Analisadas no Canal Norte	8-487
Figura 8.1.7.4.8 -	Histogramas das Distribuições Granulométricas das Amostras Analisadas na Bacia de Evolução Norte	8-488
Figura 8.1.7.4.9 -	Histogramas das Distribuições Granulométricas das Amostras Analisadas no Berço Norte	8-488
Figura 8.1.7.4.10 -	Histogramas das Distribuições Granulométricas das Amostras Analisadas no Berço Sul	8-489
Figura 8.1.7.4.11 -	Histogramas das Distribuições Granulométricas das Amostras Analisadas na Bacia de Evolução Sul	8-490
Figura 8.1.7.4.12 -	Histogramas das Distribuições Granulométricas das Amostras Analisadas no Canal Sul	8-491
Figura 8.1.7.4.13 -	Histogramas das Distribuições Granulométricas das Amostras Analisadas no Enrocamento	8-492
Figura 8.1.7.4.14 -	Distribuição Espacial das Fácies Sedimentares da Plataforma Continental entre Itacaré e Olivença (Simplificado de Freire, 2006 apud Tavares, 2008)	8-493
Figura 8.1.7.4.15 -	Distribuição do Arsênio (mg/kg) nos Sedimentos da Área de Dragagem ..	8-506
Figura 8.1.7.4.16 -	Distribuição do Cádmio (mg/kg) nos Sedimentos da Área de Dragagem ..	8-507
Figura 8.1.7.4.17 -	Distribuição do Chumbo (mg/kg) nos Sedimentos da Área de Dragagem ..	8-508
Figura 8.1.7.4.18 -	Distribuição do Cobre (mg/kg) nos Sedimentos da Área de Dragagem	8-509
Figura 8.1.7.4.19 -	Distribuição do Cromo (mg/kg) nos Sedimentos da Área de Dragagem	8-510
Figura 8.1.7.4.20 -	Distribuição do Mercúrio (mg/kg) nos Sedimentos da Área de Dragagem	8-511
Figura 8.1.7.4.21 -	Distribuição do Níquel (mg/kg) nos Sedimentos da Área de Dragagem	8-512
Figura 8.1.7.4.22 -	Distribuição do Zinco (mg/kg) nos Sedimentos da Área de Dragagem	8-513
Figura 8.1.7.4.23 -	Distribuição do Alumínio (mg/kg) nos Sedimentos da Área de Dragagem	8-514
Figura 8.1.7.4.24 -	Distribuição do Ferro (mg/kg) nos Sedimentos da Área de Dragagem	8-515
Figura 8.1.7.4.25 -	Distribuição do Manganês (mg/kg) nos Sedimentos da Área de Dragagem	8-516
Figura 8.1.7.4.26 -	Distribuição do COT (%) nos Sedimentos da Área de Dragagem	8-517
Figura 8.1.7.4.27 -	Distribuição do Nitrogênio Total (mg/kg) nos Sedimentos da Área de Dragagem	8-518
Figura 8.1.7.4.28 -	Distribuição do Fósforo (mg/kg) nos Sedimentos da Área de Dragagem ..	8-519
Figura 8.1.8.1.1 -	Local Proposto para a Construção do Quebra-mar do Porto Sul, em Aritaguá, e Localização do ADCP, em Ponta da Tulha	8-521
Figura 8.1.8.1.2 -	Modelo da Batimetria para a Situação Atual e o Ponto de Extração de Onda	8-523
Figura 8.1.8.1.3 -	Localização do Ponto de Extração de Onda, em Aritaguá, em Relação ao Quebra-mar do TUP	8-524

Figura 8.1.8.1.4 -	Comparação dos Dados de Altura Significativa de Onda Modelados e Medidos pelo ADCP. A linha Rosa é a Linha de Igualdade e a Linha Preta uma Interpolação Linear do Dado.....	8-525
Figura 8.1.8.1.5 -	Comparação dos Dados de Período de Pico de Onda Modelados e Medidos pelo ADCP. A Linha Rosa é a Linha de Igualdade.....	8-525
Figura 8.1.8.1.6 -	Histograma Polar das Alturas Significativas de Onda (m) Para o Ponto de Extração de Dados de Aritaguá.....	8-526
Figura 8.1.8.1.7 -	Histograma Polar dos Períodos de Pico de Onda(s) para o Ponto de Extração de Dados de Aritaguá.....	8-526
Figura 8.1.8.2.1 -	Layout do Porto Sul, Ponte de Acesso ao Porto e Estrutura do LOP.....	8-528
Figura 8.1.8.2.2 -	Perfis de Praia Utilizados no LITDRIFT	8-529
Figura 8.1.8.2.3 -	Localização de Áreas de Perfis de Praia ao Longo da Costa de Aritaguá (A, B, C, D) e Região com Medições de Perfis de Praia em Ponta da Tulha	8-530
Figura 8.1.8.2.4 -	Batimetria da Região de Estudo e Localização dos Pontos de Extração de Dados de Onda	8-531
Figura 8.1.8.2.5 -	Resultados da Modelagem da Propagação de Ondas para um Evento Típico na Linha de Costa atual	8-532
Figura 8.1.8.2.6 -	Resultados da Modelagem da Propagação de Ondas para um Evento Típico Contendo o Porto Proposto.....	8-532
Figura 8.1.8.2.7 -	Efeitos na Linha de Costa Considerando Apenas o Quebra-mar do LOP ...	8-534
Figura 8.1.8.2.8 -	Efeitos na Linha de Costa Considerando a Configuração com os Quebra-mares do Porto Sul e do LOP.....	8-535
Figura 8.1.8.3.1 -	Região de Aritaguá Indicando o Porto Sul, Batimetria, Localização dos Recifes de Coral e Locais de Disposição (Descarte)	8-538
Figura 8.1.8.3.2 -	Região de Aritaguá Indicando os Pontos do Quebra-mar, Canal de Navegação do Porto Sul, Recifes de Coral e Locais dos ADCPs	8-539
Figura 8.1.8.3.3 -	Tensão Média de Cisalhamento no Fundo para a Situação Batimétrica Atual Considerando o Clima de Ondas Anual	8-545
Figura 8.1.8.3.4 -	Concentrações Máximas de Sedimento Durante uma Corrente Típica para o Norte. Dragagem do Canal de Navegação - A.....	8-546
Figura 8.1.8.3.5 -	Taxa de Deposição Diária de Material Inconsolidado Durante uma Corrente Típica para o Norte. Dragagem do Canal de Navegação - A.....	8-547
Figura 8.1.8.3.6 -	Concentrações Máximas de Sedimento Durante uma Corrente Crítica para o Norte. Dragagem do Canal de Navegação - B	8-548
Figura 8.1.8.3.7 -	Concentrações Máximas de Sedimento Durante uma Corrente Típica para o Sul. Dragagem do Canal de Navegação - C.....	8-549
Figura 8.1.8.3.8 -	Taxa de Deposição Diária de Material Inconsolidado Durante uma Corrente Típica para o Sul. Dragagem do Canal de Navegação - C.....	8-550
Figura 8.1.8.3.9 -	Concentrações Máximas de Sedimento Durante uma Corrente Típica para o Norte. Dragagem do local do Quebra-mar - A.....	8-551
Figura 8.1.8.3.10 -	Taxa de Deposição Diária de Material Inconsolidado Durante uma Corrente Típica para o Norte. Dragagem do Local do Quebra-mar - A	8-552
Figura 8.1.8.3.11 -	Concentrações Máximas de Sedimento Durante uma Corrente Típica para o Norte. Disposição no Local a -50 m.....	8-553

LISTA DE QUADRO

Quadro 8.1.1.4.1 -	Principais Estudos de Qualidade das Águas e do Sedimento Identificados para a Bacia do Rio Almada.....	8-7
--------------------	--	-----

Quadro 8.1.1.4.2 -	Quantidade de Amostras por Campanha em Cada Estação de Amostragem - Qualidade das Águas - Porto Sul - Períodos Chuvoso e Seco em 2010.....	8-11
Quadro 8.1.1.4.3 -	Quantidade de Amostras por Campanha em Cada Estação de Amostragem - Qualidade das Águas - Porto Sul - Períodos Chuvoso em 2011.....	8-11
Quadro 8.1.1.4.4 -	Método, Limite de Detecção e Laboratório Responsável para Cada Parâmetro Avaliado na Matriz Água - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso 2010.....	8-33
Quadro 8.1.1.4.5 -	Método, Limite de Detecção e Laboratório Responsável para Cada Parâmetro Avaliado na Matriz Água - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Seco 2010.....	8-34
Quadro.8.1.1.4.6 -	Método, Limite de Detecção e Laboratório Responsável para Cada Parâmetro Avaliado na Matriz Água - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período chuvoso 2011.....	8-35
Quadro 8.1.1.4.7 -	Cronograma de Amostragem - Qualidade das Águas- Porto Sul - Período Chuvoso e Seco 2010.	8-37
Quadro 8.1.1.4.8 -	Cronograma de Amostragem - Qualidade das Águas- Porto Sul - Período Chuvoso 2011.....	8-37
Quadro 8.1.1.4.9 -	Padrões de Qualidade das Águas Segundo a Resolução nº 357/05 - Água Doce (Classe 2) e Água Salobra (Classe 1) - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2010 e Período Chuvoso (1) 2011.....	8-41
Quadro 8.1.1.4.10 -	Classificação do Corpo d'Água Conforme a Presença de Coliformes Termotolerantes - Resolução Conama nº 274/00- Qualidade das Águas - Porto Sul.....	8-42
Quadro 8.1.1.4.11 -	Classificação do Corpo d'Água Conforme a Presença de Enterococos - Resolução Conama nº 274/00- Qualidade das Águas - Porto Sul.....	8-42
Quadro 8.1.1.4.12 -	Critério da NOAA para Avaliação da Presença de Metais na Água - Qualidade das Águas - Porto Sul -Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2010 e Período Chuvoso (1) 2011.....	8-43
Quadro 8.1.1.4.13 -	Quantidade de Amostras por Campanha em Cada uma das Estações de Amostragens - Qualidade dos Sedimentos - Porto Sul - Períodos Chuvoso e Seco em 2010.....	8-43
Quadro 8.1.1.4.14 -	Quantidade de Amostras por Campanha em Cada uma das Estações de Amostragens - Qualidade dos Sedimentos - Porto Sul - Períodos Chuvoso em 2011.....	8-44
Quadro 8.1.1.4.15 -	Método, Limite de Detecção e Laboratório Responsável para Cada Parâmetro Avaliado na Matriz Sedimento - Qualidade dos Sedimentos - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) de 2010.....	8-44
Quadro 8.1.1.4.16 -	Método, Limite de Detecção e Laboratório Responsável para Cada Parâmetro Avaliado na Matriz Sedimento - Qualidade dos Sedimentos - Porto Sul - Período Chuvoso (1) de 2011.....	8-45
Quadro 8.1.1.4.17 -	Critério da NOAA para Avaliação da Presença de Metais no Sedimento - Qualidade dos Sedimentos - Porto Sul -Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2010 e Período Chuvoso (1) 2011.....	8-48
Quadro 8.1.1.4.18 -	Relação dos pontos de amostragem selecionados para avaliação da qualidade das águas no trecho marítimo do Porto Sul-Ilhéus (Datum WGS 84).....	8-48
Quadro 8.1.1.4.19 -	Relação dos Parâmetros Selecionados para Caracterização da Qualidade das Águas do Trecho Marinho sob Influência do Porto Sul-Ilhéus.....	8-50

Quadro 8.1.1.5.1 -	Localizações das Fontes de Dados.....	8-55
Quadro 8.1.2.2.1 -	Temperaturas em Ilhéus (°C).....	8-60
Quadro 8.1.2.2.2 -	Umidade Relativa do Ar (%).....	8-61
Quadro 8.1.2.2.3 -	Pressão Atmosférica (mbar).....	8-62
Quadro 8.1.2.2.4 -	Evaporação (mm).....	8-63
Quadro 8.1.2.2.5 -	Insolação (horas).....	8-64
Quadro 8.1.2.2.6 -	Normais Climatológicas da Velocidade do Vento (m/s) Medida na Estação do INMET/Ilhéus.....	8-66
Quadro 8.1.2.2.7 -	Períodos de Retorno de 1, 5, 10, 50 e 100 anos para Intensidade de Vento ao Largo das Áreas de Influência do Empreendimento (m/s).....	8-74
Quadro 8.1.2.2.8 -	Dados Pluviométricos Disponíveis Para a Região de Estudo.....	8-76
Quadro 8.1.2.2.9 -	Correlação Anual dos Postos Pluviométricos.....	8-77
Quadro 8.1.2.2.10 -	Chuvas Médias Mensais da Região.....	8-78
Quadro 8.1.2.2.11 -	Características Pluviométricas Mensais (mm) em Ilhéus.....	8-81
Quadro 8.1.2.2.12 -	Características Pluviométricas Mensais (mm) em Itabuna.....	8-81
Quadro 8.1.2.2.13 -	Características Pluviométricas Mensais (mm) em Rio do Braço.....	8-81
Quadro 8.1.2.2.14 -	Características Pluviométricas Mensais (mm) em Provisão.....	8-82
Quadro 8.1.2.2.15 -	Número de Dias de Chuva (Dias) em Ilhéus.....	8-82
Quadro 8.1.2.2.16 -	Número de Dias de Chuva (Dias) em Itabuna.....	8-83
Quadro 8.1.2.2.17 -	Número de Dias de Chuva (Dias) em Provisão.....	8-83
Quadro 8.1.2.2.18 -	Número de Dias de Chuva (Dias) em rio do Braço.....	8-84
Quadro 8.1.2.2.19 -	Chuvas Intensas - Ilhéus/BA.....	8-85
Quadro 8.1.2.2.20 -	Chuvas Intensas Ilhéus (mm) Equação Chuvas Intensas na Bahia, por Jorge Eurico.....	8-86
Quadro 8.1.2.2.21 -	Chuvas Intensas Ilhéus (mm) - Equação Chuvas Intensas na Bahia da UF Viçosa.....	8-87
Quadro 8.1.2.2.22 -	Estudo Estatístico das Chuvas Máximas Diárias.....	8-89
Quadro 8.1.2.2.23 -	Classificação Climática de <i>Thorntwaite</i>	8-91
Quadro 8.1.2.2.24 -	Classificação Climática de <i>Köppen</i> - Grandes Grupos Climáticos.....	8-92
Quadro 8.1.2.2.25 -	Critério Classificação Climática de <i>Köppen-Geiger</i> , Climas Prováveis na Bahia.....	8-92
Quadro 8.1.2.2.26 -	Classificação Climática de <i>Köppen-Geiger</i>	8-93
Quadro 8.1.3.1.1 -	Unidades Formais que Preenchem a Bacia do rio Almada - Associação de Fácies, Litotipos, Ambientes e Sistemas Depositionais.....	8-105
Quadro 8.1.3.1.2 -	Seção Geológico-Geotécnica Representativa para a Área do Empreendimento.....	8-119
Quadro 8.1.3.1.3 -	Áreas de Direitos Minerários Oneradas Junto ao DNPM Localizadas na Área do Empreendimento e seu Entorno, Bem como as Áreas Indicadas como Jazidas de Pedra, Areia e Saibro.....	8-125
Quadro 8.1.3.2.1 -	Classes de Solos na ADA do Porto Sul e Respectivas Áreas.....	8-128
Quadro 8.1.3.2.2 -	Classe de Atributos.....	8-173
Quadro 8.1.3.2.3 -	Interpolação de Classes.....	8-174
Quadro 8.1.3.2.4 -	Resistência à Erosão.....	8-175
Quadro 8.1.3.2.5 -	Risco de Erosão.....	8-176
Quadro 8.1.4.1.1 -	Área E Percentual das Unidades Geomorfológicas na AID e ADA.....	8-199
Quadro 8.1.4.2.1 -	Potencial Espeleológico Segundo Litotipo.....	8-205
Quadro 8.1.5.1.1 -	Dados Fluviométricos Disponíveis.....	8-210
Quadro 8.1.5.1.2 -	Características dos Postos Fluviométricos - Bacias dos rios Almada e Cachoeira.....	8-211
Quadro 8.1.5.1.3 -	Comparação dos Resultados.....	8-215
Quadro 8.1.5.1.4 -	Vazões Máximas nas Bacias dos Almada e Cachoeira.....	8-217

Quadro 8.1.5.1.5 -	Vazões Máximas (m ³ /s)	8-220
Quadro 8.1.5.1.6 -	Máximas Cheias Observadas nas Bacias dos Rios Almada e Cachoeira.....	8-222
Quadro 8.1.5.1.7 -	Características Fluviométricas Mensais - Rio Almada em Provisão II (m ³ /s)	8-225
Quadro 8.1.5.1.8 -	Vazões Médias Mensais (m ³ /s) rio Almada em Provisão II (53091000)	8-227
Quadro 8.1.5.1.9 -	Vazões Características	8-230
Quadro 8.1.5.1.10 -	Vazões Máximas nas Sub-bacias, em m ³ /s	8-232
Quadro 8.1.5.1.11 -	Vilas e Povoados Inseridos na AID, População Total Estimada	8-234
Quadro 8.1.5.1.12 -	Per Capitas Médios em Função da População Total das Comunidades.....	8-234
Quadro 8.1.5.1.13 -	Demandas de Água para Abastecimento Humano na AID	8-235
Quadro 8.1.5.2.1 -	Poços Existentes na Região Cadastrados no Sistema de Informação de Águas Subterrâneas – SIAGAS / CPRM	8-238
Quadro 8.1.5.2.2 -	Poços Existentes na Região e Cadastrados na CERB, Ressaltando Algumas Características hidrodinâmicas e Dados de Qualidade das Águas	8-238
Quadro 8.1.5.4.1 -	Sinopse dos Resultados Obtidos na Avaliação da Qualidade das Águas do Trecho Marítimo sob Influência do Porto Sul - Ilhéus, Campanha de Maio de 2011	8-341
Quadro 8.1.5.4.2 -	Correlação das Variáveis Físico-químicas Detectadas nas Amostras de Águas Marinhas Coletadas em Maio de 2011.....	8-362
Quadro 8.1.6.1.1 -	Temperatura da água do mar a cerca de 15 m de profundidade.....	8-411
Quadro 8.1.6.1.2 -	Diagrama de Dispersão das Correntes Medidas pelo ADCP Instalado nas Proximidades de Aritaguá.....	8-423
Quadro 8.1.6.1.3 -	Velocidades Mínimas, Máximas e Médias de Superfície, Meio e Fundo....	8-424
Quadro 8.1.6.1.4 -	Constantes Harmônicas da Estação de Ilhéus	8-424
Quadro 8.1.6.1.5 -	Valores Máximos, Médios e Mínimos dos Registros de Ondas Obtidos do ADCP	8-432
Quadro 8.1.6.2.1 -	Análise 1 - Variações Volumétricas Experimentados para os Diferentes Setores da Linha de Costa para o Intervalo de 49 anos, com Base no Pressuposto que a Espessura do Pacote de Areia Resultante da Progradação da Linha de Costa se Situa em Torno de 12 Metros	8-434
Quadro 8.1.6.2.2 -	Análise 2. Variações Volumétricas Experimentados para os Diferentes Setores da Linha de Costa para o Intervalo de 49 anos, com Base no Pressuposto que a Espessura do Pacote de Areia Resultante da Progradação da Linha de Costa se Situa em Torno de 12 Metros	8-443
Quadro 8.1.6.3.1 -	Características do Ecobatímetro de Dupla Frequência.	8-459
Quadro 8.1.7.4.1 -	Localização das Estações de Amostragem no CANAL NORTE para Caracterização da Qualidade dos Sedimentos.....	8-468
Quadro 8.1.7.4.2 -	Localização das Estações de Amostragem na BACIA DE EVOLUÇÃO NORTE para Caracterização da Qualidade dos Sedimentos	8-469
Quadro 8.1.7.4.3 -	Localização das Estações de Amostragem no BERÇO NORTE Caracterização da Qualidade dos Sedimentos.....	8-469
Quadro 8.1.7.4.4 -	Localização das Estações de Amostragem no BERÇO SUL Caracterização da Qualidade dos Sedimentos.....	8-469
Quadro 8.1.7.4.5 -	Localização das Estações de Amostragem na BACIA DE EVOLUÇÃO SUL Caracterização da Qualidade dos Sedimentos	8-469
Quadro 8.1.7.4.6 -	Localização das Estações de Amostragem no CANAL SUL para Caracterização da Qualidade dos Sedimentos.....	8-469
Quadro 8.1.7.4.7 -	Localização das Estações de Amostragem no ENROCAMENTO para Caracterização da Qualidade dos Sedimentos.....	8-470
Quadro 8.1.7.4.8 -	Indicadores de Qualidade dos Sedimentos Marinhos	8-473

Quadro 8.1.7.4.9 -	Classificação Granulométrica de Wentworth (1922).....	8-475
Quadro 8.1.7.4.10 -	Classificação de Folk (1968) para o Grau de Seleção.....	8-475
Quadro 8.1.7.4.11 -	Classificação de Folk (1968) para a Assimetria.....	8-475
Quadro 8.1.7.4.12 -	Classificação da Composição Carbonática dos Sedimentos	8-476
Quadro 8.1.7.4.13 -	Parâmetros Determinados e suas Respectivas Metodologias.....	8-476
Quadro 8.1.7.4.14 -	Teores de Lama, Areia, Bioclastos e Litoclastos das Amostras Coletadas na Área do Canal Norte	8-481
Quadro 8.1.7.4.15 -	Teores de Lama, Areia, Bioclastos e Litoclastos das Amostras Coletadas na Área da Bacia de Evolução Norte.....	8-481
Quadro 8.1.7.4.16 -	Teores de Lama, Areia, Bioclastos e Litoclastos das Amostras Coletadas na Área do Berço Norte.....	8-481
Quadro 8.1.7.4.17 -	Teores de Lama, Areia, Bioclastos e Litoclastos das Amostras Coletadas na Área do Berço Sul	8-481
Quadro 8.1.7.4.18 -	Teores de Lama, Areia, Bioclastos e Litoclastos das Amostras Coletadas na Área da Bacia de Evolução Sul	8-482
Quadro 8.1.7.4.19 -	Teores de Lama, Areia, Bioclastos e Litoclastos das Amostras Coletadas na Área do Canal Sul.....	8-482
Quadro 8.1.7.4.20 -	Teores de Lama, Areia, Bioclastos e Litoclastos das Amostras Coletadas na Área do Enrocamento	8-483
Quadro 8.1.7.4.21 -	Porcentagem do Peso Total Retido nos Diversos Intervalos Granulométricos.....	8-483
Quadro 8.1.7.4.22 -	Classificação dos Parâmetros Estatísticos das Distribuições Granulométricas	8-484
Quadro 8.1.7.4.23 -	Características Físico-químicas dos Sedimentos das Diferentes Áreas de Dragagem, Coletados entre os dias 05 e 07 de Julho. Dados Medidos <i>in</i> <i>Situ</i>	8-494
Quadro 8.1.7.4.24 -	Resultados Analíticos Provenientes das Amostras Coletadas no Canal Norte.....	8-495
Quadro 8.1.7.4.25 -	Resultados Analíticos Provenientes das Amostras Coletadas na Bacia de Evolução Norte	8-496
Quadro 8.1.7.4.26 -	Resultados Analíticos Provenientes das Amostras Coletadas no Berço Norte.....	8-497
Quadro 8.1.7.4.27 -	Resultados Analíticos Provenientes das Amostras Coletadas no Berço Sul	8-498
Quadro 8.1.7.4.28 -	Resultados Analíticos Provenientes das Amostras Coletadas no Bacia de Evolução Sul	8-499
Quadro 8.1.7.4.29 -	Resultados Analíticos Provenientes das Amostras Coletadas no Canal Sul	8-500
Quadro 8.1.7.4.30 -	Resultados Analíticos Provenientes das Amostras Coletadas no Entroncamento	8-501
Quadro 8.1.7.4.31 -	Valores de Referência para a Concentração de Metais Pesados, COT, N e P em Sedimentos Estuarinos e Costeiros	8-502
Quadro 8.1.8.1.1 -	Alturas Significativas de Onda (m) em Eventos Extremos para o Ponto de Extração de Dados de Aritaguá.....	8-527
Quadro 8.1.8.2.1 -	Resumo das Taxas Anuais de Transporte de Sedimento Baseado nos Perfis de Praia da Costa de Aritaguá. Valores Negativos Indicam Transporte de Sedimento de Sul para Norte e Positivos de Norte para Sul	8-533
Quadro 8.1.8.2.2 -	Resumo dos Resultados das Equações Empíricas.....	8-536
Quadro 8.1.8.3.1 -	Velocidades Médias de Corrente em Profundidade dos Cenários Simulados no Modelo Hidrodinâmico	8-537

Quadro 8.1.8.3.2 -	Resumo das Concentrações de SST para Três Pontos de Coleta à Profundidade de 5 m	8-537
Quadro 8.1.8.3.3 -	Plano de Dragagem - Local do Quebra-mar até o Local de Disposição (50 m).....	8-540
Quadro 8.1.8.3.4 -	Plano de Dragagem - Canal de Navegação até o Local de Disposição (50 m).....	8-540
Quadro 8.1.8.3.5 -	Plano de Dragagem - Local do Quebra-mar até o local de Disposição (100 m).....	8-540
Quadro 8.1.8.3.6 -	Plano de Dragagem - Canal de Navegação até o Local de Disposição (100 m).....	8-540
Quadro 8.1.8.3.7 -	Plano de Dragagem - Local do Quebra-mar até o Local de Disposição (200 m).....	8-541
Quadro 8.1.8.3.8 -	Plano de Dragagem - Canal de Navegação até o Local de Disposição (200 m).....	8-541
Quadro 8.1.8.3.9 -	Taxa de Lançamento de Sedimentos Finos - Operação de Dragagem (Local).....	8-541
Quadro 8.1.8.3.10 -	Taxa de Lançamento de Sedimentos Finos - Operação de Disposição.....	8-542
Quadro 8.1.8.3.11 -	Simulações	8-543
Quadro 8.1.8.3.12 -	Casos de Dragagem e Disposição	8-543
Quadro 8.1.8.3.13 -	Limites para Deposição em Recifes de Coral	8-543
Quadro 8.1.8.3.14 -	Limites de Concentração de Sedimentos em Suspensão Sobre Recifes de Coral	8-544

8. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

O diagnóstico ambiental foi realizado através da incorporação e consolidação dos resultados obtidos com os estudos realizados nas áreas de influência direta e indireta do empreendimento, fundamentados em: campanhas de coleta de dados primários, entre o período de 2008 a 2010, para o diagnóstico e avaliação dos impactos realizados pela BAMIN para a área do TUP, na Ponta da Tulha; campanhas de campo, realizadas durante o ano de 2010, para o diagnóstico ambiental do Porto Público para a alternativa da Ponta da Tulha; campanha amostral expedita, realizada entre dezembro de 2010 e janeiro de 2011, para os estudos de avaliação das alternativas locais elegíveis - relatórios temáticos meio físico, meio biótico e meio socioeconômico e cultural, realizados pela BAMIN/ELO, na Ponta da Tulha e Aritaguá; e, campanha amostral, realizada entre o período de maio a junho de 2011 para o diagnóstico ambiental da alternativa de Aritaguá.

Estes levantamentos foram complementados com a pesquisa de dados secundários dos bancos de dados de diversas instituições e órgãos competentes.

Através dessa caracterização objetiva-se levantar os principais fatores ambientais da área a ser potencialmente afetada pela implantação do empreendimento, abrangendo aspectos determinados no TR para elaboração deste estudo e outros, considerados relevantes para a construção do retrato da qualidade ambiental atual da área de abrangência dos estudos, conforme segue.

8.1 MEIO FÍSICO

Neste capítulo será apresentado o diagnóstico ambiental do meio físico das áreas de influência do projeto Porto Sul, a ser implantado em Ilhéus/BA.

8.1.1 Metodologia Aplicada

Neste item são apresentadas as metodologias utilizadas no levantamento de dados e informações que fundamentaram a descrição dos itens associados ao Meio Físico.

8.1.1.1 Clima e Condições Meteorológicas

A área de implantação do projeto Porto Sul está localizada na faixa litorânea na parte leste do Estado da Bahia, sob a influência da interface terra/mar, com alto índice de precipitação e com pequena variação dos demais meteoros climáticos. Neste item são apresentados os aspectos climáticos que caracterizam a área onde está localizado o Porto Sul no município de Ilhéus.

O clima foi caracterizado na Área de Influência Indireta - AII, na Área de Influência Direta - AID e na Área Diretamente Afetadas - ADA do projeto Porto Sul a partir de dados meteorológicos observados na região. Neste diagnóstico foram utilizadas diversas fontes para a obtenção destes meteoros que serão citadas em sequência.

A área de estudo localiza-se no município de Ilhéus, no Estado da Bahia, sendo que na sede municipal existe uma estação meteorológica operada pelo Instituto Nacional de Meteorologia - INMET, cujo comportamento meteorológico é bastante representativo da área de interesse, e de onde foram obtidas as normais climatológicas (médias) de temperatura, umidade relativa do ar, pressão atmosférica, evaporação, insolação e ventos.

Os dados de pluviometria da região foram obtidos do Banco de Dados Hidroweb da ANA, disponibilizados na internet, ampliando-se a pesquisa dos dados de chuva para outros postos fora da Área de Influência Indireta - AII, para permitir uma melhor caracterização da pluviometria da região.

Os dados de chuva destes postos possuem diferentes períodos de observação, tendo-se aprofundado a análise nos postos pluviométricos que resultaram em quatro séries, duas localizadas próximas ao litoral e duas ao oeste além das áreas de análise. Com base nessas séries são apresentadas as médias, as mínimas e as máximas mensais e anuais de precipitação e número de dias com precipitação.

A espacialização da precipitação anual da região está apresentada através de isoietas anuais obtidas no Plano Estadual de Recursos Hídricos - PERH-BA.

O regime de ventos em Aritaguá está caracterizado de acordo com os dados utilizados pela Bahia Mineração / Biodinâmica Engenharia e Meio Ambiente para estudos apresentados no “Terminal Portuário da Ponta da Tulha - Diagnóstico Ambiental Meio Físico - Área Continental” (BAMIN, 2009). Para o referido estudo foram considerados três aspectos principais: velocidade, direção e frequência. Os dados e informações levantadas são oriundos da NCEP/NCAR, do Projeto SONDA/CPTEC/INPE e da Estação Meteorológica do INMET em Ilhéus.

De forma complementar, também foram analisados dados de vento obtidos das reanálises do NCEP/NCAR (*National Centers for Environment Prediction/National Center for Atmospheric Research*) (KALNAY et al., 1996), obtidos a cada 6 horas, com coordenadas de referência 14°17,13'S e 37°30'W, no período entre 1979 a 2008.

Pelo Projeto SONDA/CPTEC/INPE, foram levantadas informações da climatologia horária, nas coordenadas 14°48' S e 39°04'W, utilizadas no aeroporto de Ilhéus, BA (SBIL 83348), para o período de 2001 a 2002 e regime horário de observações de 3 em 3 horas (BAMIN, 2010).

Por fim, foram levantados dados da Estação Meteorológica do INMET em Ilhéus, localizada nas coordenadas 14°48'S e 39°04'W com dados processados correspondentes ao período de 1961 a 2007.

A análise das “chuvas intensas” na região foi realizada a partir de dois estudos existentes no Estado da Bahia, “Chuvas Intensas na Bahia - Equações e Metodologia de Regionalização” (Jorge Eurico Ribeiro Matos e publicado pela Editora da Universidade Federal da Bahia - EDUFBA, em 2006) e “Chuvas Intensas na Bahia” (Universidade Federal de Viçosa, 2002).

Para o clima da região são apresentadas duas diferentes classificações: a de Thornthwaite, sendo que e se pode observar a espacialização desta classificação climática da região obtida junto a SEI - Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia e outra classificação segundo Köppen, apresentada no Diagnóstico Ambiental do EIA/RIMA elaborado para a implantação do Terminal Portuário da Ponta da Tulha da Bahia Mineração / Biodinâmica Engenharia e Meio Ambiente (BAMIN, 2009).

8.1.1.2 Geologia e Pedologia

- Geologia

Este capítulo visa à caracterização dos aspectos litológicos, estratigráficos e estruturais da área de influência do Empreendimento Porto Sul, que compreende partes dos municípios de Ilhéus e Uruçuca, no litoral sul do Estado da Bahia, segundo a sequência dada abaixo.

- Caracterização geológica das áreas de influência direta - AID e área diretamente afetada - ADA, englobando as principais unidades litoestratigráficas, ocorrências litológicas, feições estruturais, condições geotécnicas gerais dos terrenos, com descrição detalhada das unidades geológicas presentes na área do empreendimento, suas características físico-químicas e mineralógicas;
- Identificação das características geotécnicas das unidades aflorantes, em escala local (ADA), identificando o seu potencial erosivo e os mecanismos condicionantes de movimentos de massa (escorregamentos), especialmente na zona prevista para a implantação da retro-área portuária, bem como as características geotécnicas dos solos em que deverão se desenvolver as obras (fundações, cortes e aterros);
- Caracterização das áreas de empréstimo passíveis de utilização pelo empreendimento (indicações de possíveis jazidas minerais de uso imediato na construção civil, de ocorrência na área de influência do empreendimento), identificando a existência de áreas oneradas junto ao DNPM;
- Mapeamento com as delimitações das Áreas de Influência, com escala e resolução adequadas para melhor visualização, bem como seções geológico/geotécnicas da área de influência direta e área diretamente afetada do empreendimento, respectivamente nas escalas 1:25.000, e 1:5.000 de forma a representar as principais feições observadas.

Os itens acima foram descritos baseando-se em levantamentos de campo e fotointerpretação na escala 1:60.000, interpretação de imagem de satélite 1:25.000, imagem de alta resolução na escala 1:5.000, levantamento topográfico, carta imagem (ortofotocarta), carta planialtimétrica na escala 1:25.000, bem como em informações contidas nos textos e mapas das seguintes publicações:

- Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil - PLGB Carta Geológica de Itabuna 1: 100.000, Companhia de Pesquisa e Recursos Minerais - 1991;
- Geologia do Quaternário Costeiro do Estado da Bahia - SME/UFBA - 1980;
- Geologia da Bahia - Mapa Geológico do Estado da Bahia - CPRM - 2006.

- Pedologia

O mapeamento e a descrição dos solos foram realizados com base em informações contidas nos seguintes estudos e levantamentos:

- EMBRAPA SOLOS – Levantamento Exploratório-Reconhecimento dos Solos do Estado da Bahia – Margem Direita do Rio São Francisco
- PROJETO RADAM – Levantamento dos Recursos Naturais - Volume 24

- CEPLAC - Zoneamento Agroecológico do Município de Ilhéus, Bahia – Boletim Técnico Nº 186 – Zoneamento do Meio Físico do Município de Ilhéus, Utilizando a Técnica de Geoprocessamento – Boletim Nº 187 e Solos da Região Sudeste da Bahia – Atualização da Legenda de Acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos (EMBRAPA).

Os estudos de solos realizados pela CEPLAC/CEPEC na região e que serviram de apoio ao presente estudo, envolvem, entre outros, os seguintes levantamentos semi detalhados e detalhados: Solos da Faixa Litorânea Itacaré/Camamú, Solos do Município de Itabuna, Solos da Estação Experimental Lemos Maia em Una, Solos da Estação Experimental Djalma Bahia, em Una, Solos do Bolsão do Pequeno Produtor, Solos do Município de Buerarema, Levantamento do solo do Município de Uruçuca, Solos da área de proteção ambiental do Pratigi, Igrapiúna, Ituberá e Nilo Peçanha, Solos do município de Aurelino Leal, Solos do Núcleo Colonial de Una, Levantamento dos Recursos Naturais e Cadastramento rural da Área de Proteção Ambiental – Tombamento da Lagoa Encantada e Rio Almada.

As classes de solos ocorrentes na Área de Influência Direta AID do Porto Sul, foram identificadas, caracterizadas e delimitadas mediante mapeamento realizado em campo, utilizando-se fotografias aéreas e mapas planialtimétricos com curvas equidistantes de 5 metros. Para a descrição das unidades pedológicas foram examinadas as características de 77 locais, abrangendo 53 observações, 4 sondagens a trado e abertura de 20 perfis com descrição morfológica até a profundidade de 1,50 m.

A caracterização físico-química dos solos fundamentou-se em análises laboratoriais de perfis-tipo de cada classe de solo, descrita por uma das entidades acima referidas e localizados nas manchas delimitadas das classes de solo ou em extensão destas situadas além dos limites da área de influência do Porto Sul.

8.1.1.3 Geomorfologia e Espeleologia

- Geomorfologia

Para elaboração do mapeamento, identificação e descrição das unidades geomorfológicas inseridas na AID e na ADA do empreendimento do Porto Sul-Ilhéus, utilizou-se as seguintes bases de dados:

- Pesquisa documental e bibliográfica;
- Base topográfica digital em escala 1:5000;
- Ortofotos e imagem de satélite;
- Pesquisa de campo;
- *Software* de geoprocessamento, *Arc Gis – Versão 9.3.1*, para manipulação dos dados.

A pesquisa de campo foi realizada durante o mês de maio de 2011. Com base nos dados secundários foi feita uma confirmação das informações, através da análise dos sedimentos, assim como a utilização de GPS para identificação das áreas erodidas, bússola para orientação e cálculo de declividade, além da aquisição de material visual, a exemplo de fotografias dos modelados e das atividades antrópicas.

Após a sistematização e análise dos dados secundários e da pesquisa de campo tornou-se possível estabelecer as unidades geomorfológicas, com base nos seguintes critérios:

- Análise da compartimentação topográfica da AID e da ADA;
- Avaliação dos aspectos geológicos e litoestratigráficos da área;
- Análise morfogênica das formas de relevo existentes;
- Compreensão dos processos morfodinâmicos regional e local.

A partir dessa composição de informações foi possível definir a heterogeneidade da paisagem morfológica local e definir as unidades geomorfológicas da AID e da ADA.

- Espeleologia

Para a realização dos trabalhos foram realizadas as seguintes etapas:

- **Levantamento bibliográfico** das pesquisas geológicas, geomorfológicas e espeleológicas realizadas na área, incluindo buscas em bancos de dados oficiais (CANIE/CECAV), relatórios e outros documentos técnicos da área do empreendimento.
- **Análise documental e cartográfica** da área de estudo, buscando reconhecer indicadores geológicos (litologias e estruturas) e geomorfológicos (maciços aflorantes, rupturas de relevo, escarpas, sumidouros, ressurgências, dolinas, úvulas, etc.) favoráveis à existência de cavernas.
- **Vistoria de campo** através de prospecção espeleológica que visou identificar e cadastrar as cavernas inseridas na ADA do empreendimento e entorno imediato. A prospecção foi realizada através de caminhamento sistemático balizado pela análise documental e cartográfica e registrado por meio de equipamento específico (GPSMap Garmin 60CSx) (sistema de coordenadas UTM e datum SAD-1969). A equipe foi composta por dois integrantes, sendo um coordenador e o outro mateiro. Ao coordenador coube a orientação acerca dos procedimentos e direção a ser seguida, além do registro do caminhamento no GPS, descrição e registro geral das atividades. Ao mateiro coube a liderança na abertura de picadas.

8.1.1.4 Recursos Hídricos

- Hidrologia

Os recursos hídricos da região onde está localizado o Porto Sul foram analisados em duas escalas, regional e local. A escala regional contempla a bacia do rio Almada onde está inserida a Área de Influência Indireta - AII deste Empreendimento, e a bacia do rio Cachoeira, contígua a bacia do rio Almada. A escala local foca as pequenas bacias hidrográficas, nas quais estão inseridas a Área de Influência Direta - AID e na Área Diretamente Afetada - ADA.

As análises das pequenas bacias hidrográficas ficam condicionadas pela escassez de dados hidrológicos observados nas mesmas, sendo necessária a transposição de informação das bacias hidrográficas maiores, que possuem registros sistemáticos. Por esta razão, serão

analisados inicialmente os dados da bacia do rio Almada de maior porte e que possui dados observados, para em seguida trasladar estas informações para as sub-bacias hidrográficas de menor porte, localizadas nas áreas de interesse deste estudo.

A bacia do rio Almada possui registros sistemáticos de dados fluviométricos a partir de 1935 e no rio Cachoeira desde 1965, definindo assim uma base de informações bastante significativa e que será utilizada nesta análise dos recursos hídricos superficiais.

Os dados observados na bacia do rio Almada permitem a caracterização do comportamento hidrológico da AII ampliada do empreendimento Porto Sul, que contempla a bacia hidrográfica. A análise do comportamento hidrológico será realizada a partir da identificação do comportamento das vazões mensais ao longo do período observado, definindo-se as normais para cada mês do ano, bem como, a frequência de suas ocorrências e as máximas vazões observadas no ano.

Na transposição das informações observadas no rio Almada para as pequenas bacias hidrográficas sem registros sistemáticos de dados de vazão foram utilizadas técnicas de regionalização dos principais parâmetros hidrológicos determinados a partir das séries observadas nos postos fluviométricos. Os parâmetros regionalizados foram vazão média, vazão $Q_{90\%}$ e vazão máxima. Esta metodologia mostra-se mais adequada do que simplesmente trasladar estas informações considerando a proporcionalidades das áreas de drenagens.

Destaca-se a dificuldade encontrada na definição dos divisores de algumas sub-bacias de pequenas dimensões localizadas na margem esquerda do rio Almada, em área de depósitos quaternários holocênicos (antigos depósitos de areias marinhas) em terreno plano, devido a dois fatos principais, o escoamento difuso e o relevo.

Nessas áreas, o relevo geral é acentuadamente plano, porém, ocorrem ondulações no terreno com diferença altimétrica típica de dois a três metros entre os cumes e os vales, separados estes por distâncias da ordem de 40 m. Estas formas do micro relevo ocorrem paralelas à costa e definem a paisagem local caracterizada pela alternância entre áreas alagadas e áreas não alagadas.

O micro relevo, a elevada permeabilidade dos solos e o gradiente hidráulico disponível extremamente reduzido, definem uma forma de escoamento difuso, extremamente lento e predominantemente subterrâneo.

Esses dois fatores, escoamento difuso e relevo, tornam a definição dos divisores de bacia menos precisa que a habitual, apesar da cartografia disponível possuir curvas de nível com equidistância igual a 5 metros.

- Hidrogeologia Continental

As principais fontes de informação utilizadas para aquisição de dados foram:

- Relatório e mapa geológico da área de influência; estudos hidrológicos, geomorfológicos, do uso do solo, elaborados durante este estudo;
- Interpretação de fotos aéreas e imagens de satélite;
- Dados e cadastro de poços da CERB / SIAGAS;
- Levantamento de dados de campo com ênfase para o cadastro de pontos d'água;

- Plano Diretor de Recursos Hídricos. Bacias da Região Leste, PDRH (1997). Documento Síntese. SRH, Salvador – Bahia;
- Levantamento topográfico plani-altimétrico de detalhe da AID.
- Qualidade da Água Continental

Área de Estudo e Malha Amostral

A bacia do rio Almada limita-se a Norte e a Oeste com a bacia do rio de Contas, a Sul com a do rio Cachoeira e a Leste com o Oceano Atlântico, fazendo parte, segundo o INGA (2010), da Região de Planejamento e Gestão das Águas (RPGA VII). Esta RPGA ocupa 9.507 km² (1,68 % do Estado).

A lagoa Encantada é um sistema lântico intensamente ligado ao rio Almada. A referida lagoa é caracterizada como lagoa marginal, recebendo influência direta das águas do rio Almada. As lagoas marginais comumente são formadas a partir de leitos/meandros abandonados devido à mudança da dinâmica do rio ao longo do tempo, geralmente denominadas de *oxbow lakes* (formometria parecida a de uma ferradura). Entretanto, apesar da lagoa Encantada não possuir a característica formométrica descrita, esta se encontra em área alagável (depressão - poço natural) da planície de inundação, apresentando comunicação permanente ou intermitente com o rio principal (rio Almada) e canais secundários (rio Inhaúpe e Caldeiras, por exemplo).

O recente interesse econômico na região em questão promoveu a execução de alguns estudos ambientais em relação à qualidade das águas e sedimento como, por exemplo, o Estudo de Impacto Ambiental do Terminal Privativo Ponta da Tulha (BAMIN) e o levantamento e diagnóstico de áreas degradadas da bacia hidrográfica do rio Almada (MARQUES *et al.*, 2008). Além destes, existem também trabalhos acadêmicos como o estudo da variação da salinidade no curso inferior do rio Almada (SOUZA, 2006) e a avaliação espaço-temporal da concentração de coliformes termotolerantes na lagoa Encantada (REGO *et al.*, 2010).

Dois principais monitoramentos realizados na região foram identificados: o monitoramento da qualidade das águas no rio Almada, ao longo períodos de anos apresentados através dos dados da Estação Provisão II operada pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais; e o monitoramento recente entre 2008 e 2009 promovido pelo Instituto de Gestão de Águas e Clima (INGÁ) a fim de se avaliar a qualidade da água das bacias hidrográficas. Os resultados destes trabalhos foram utilizados, quando pertinente, na discussão do estudo atual. O **Quadro 8.1.1.4.1** apresenta os principais estudos realizados na bacia do rio Almada e suas descrições.

Em todos os estudos supracitados, as estações de coleta têm proximidade espacial com as Estações de Amostragem selecionadas para o presente estudo de Qualidade de Água. A **Figura 8.1.1.4.1** apresenta mapa da região com as Estações de Amostragem dos referidos estudos.

Quadro 8.1.1.4.1 - Principais Estudos de Qualidade das Águas e do Sedimento Identificados para a Bacia do Rio Almada

Estudos	Descrição
Estudo da Variação da Salinidade no Curso Inferior do rio Almada, Sul da Bahia (SOUZA, 2006)	O objetivo principal deste estudo foi determinar as variáveis responsáveis para os fenômenos. Balanço da composição, clima e a intrusão de cunha salina foram eleitos como as fontes possíveis do aumento da salinidade na bacia. A condutividade elétrica foi medida em pontos selecionados ao longo do meio e o final da bacia do rio Almada, como também as duas captações (rio do Braço e Castelo Novo) situadas durante períodos de descarga baixa e elevadas do rio. Os resultados mostraram que o clima acoplado com a intrusão salina são as principais causas que controlam o aumento do índice de sais dissolvido.
Levantamento e Diagnóstico de Áreas Degradadas da Bacia Hidrográfica do rio Almada, Bahia (MARQUES <i>et al.</i> , 2008).	O objetivo deste levantamento foi consolidar as informações pré-existentes a respeito dos estudos ambientais já realizados na Bacia Hidrográfica do rio Almada, com a meta de elaborar um inventário contendo as informações pré-existentes com objetivo de gerenciar e otimizar a produção de novos dados.
Programa Monitora - SEMA/INGÁ (2008 e 2009)	Programa MONITORA - Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas do Estado da Bahia - está inserido no Programa Água para Todos (2007-2010), focado na ampliação da cobertura do abastecimento de água e do serviço de esgotamento sanitário. Dentre outros pontos amostrais foram realizadas quatro campanhas no ano de 2008 e 2009 com duas Estações de Amostragem no rio Almada e uma na lagoa Encantada. Amostragem no rio Almada: sob a ponte na BR-101, situada 6km a montante de Itajuípe e no ponto de captação de água para abastecimento de Ilhéus, em Castelo Novo; a lagoa Encantada: próximo ao píer da localidade de Areias.
Estudo de Impacto Ambiental/EIA Terminal de Uso Privativo da Ponta da Tulha (BAMIN)	As Áreas de Influência do Terminal Portuário da Ponta da Tulha estão inseridas na denominada "Sub-bacia dos rios Pardo, Cachoeira e outros", pertencentes à Bacia do Atlântico - Trecho Leste (Bacia 5), que abrange as sub-bacias hidrográficas do rio Almada e dos pequenos cursos d'água inseridos nas Áreas de Influência do empreendimento. Deste modo, o Estudo de Impacto Ambiental realizado pela Bahia Mineração (BAMIN), apresenta resultados da qualidade das águas em ambientes continentais distribuídos na Área de Influência Direta (AID) do empreendimento Terminal Portuário da Ponta da Tulha no período de agosto de 2008 e fevereiro de 2009, tais como: Corpo d'água lêntico às margens da rodovia (Estação LM1); Área alagadiça no meio de um remanescente florestal (LM2); Córrego nas margens da rodovia utilizado por moradores para atividades domésticas (LM3); Área alagadiça nos fundos de uma propriedade abandonada, próxima à rodovia (LM4). Córrego com leito parcialmente coberto por taboas (LM5) e em pequeno barramento para captação de água (LM6). A coleta de água do mar foi realizada em fevereiro de 2009, em 16 estações de coleta, sendo uma estação-controle (mais afastada da costa) e 15 estações distribuídas em três perfis paralelos (A, B e C), em duas profundidades (superfície e meia água). Essas estações de coleta foram coincidentes com as estações de coleta de amostras do plâncton.
Avaliação Espaço-Temporal da Concentração de Coliformes Termotolerantes na lagoa Encantada, Ilhéus, Bahia, Brasil (REGO <i>et al.</i> , 2010),	O trabalho teve por objetivo a avaliação espaço-temporal da concentração de coliformes termotolerantes na lagoa Encantada, Ilhéus (Bahia) visando contribuir para a análise dos possíveis impactos ambientais decorrentes das atividades turísticas e influências antrópicas desenvolvidas no local. Foram monitorados seis pontos amostrais através de coletas mensais de amostras de água durante o período de 12 meses.
Estação: PROVISÃO II Código: 53091000 Ilhéus-Bahia (ANA, 2010)	A Agência Nacional de Águas - ANA é a responsável e a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais é a operadora desta Estação hidrológica. Nesta Estação além dos dados de cota e chuva foram obtidos a temperatura, condutividade, pH e oxigênio dissolvido da água durante longo período. Para o pH, como por exemplo, existem séries amostrais de pH entre o ano de 1977 até 2009. A Estação de Amostragem denominada de AL1 no Estudo de Impacto Ambiental Porto Sul está inserida no mesmo local da Estação Pluviométrica Provisão II.

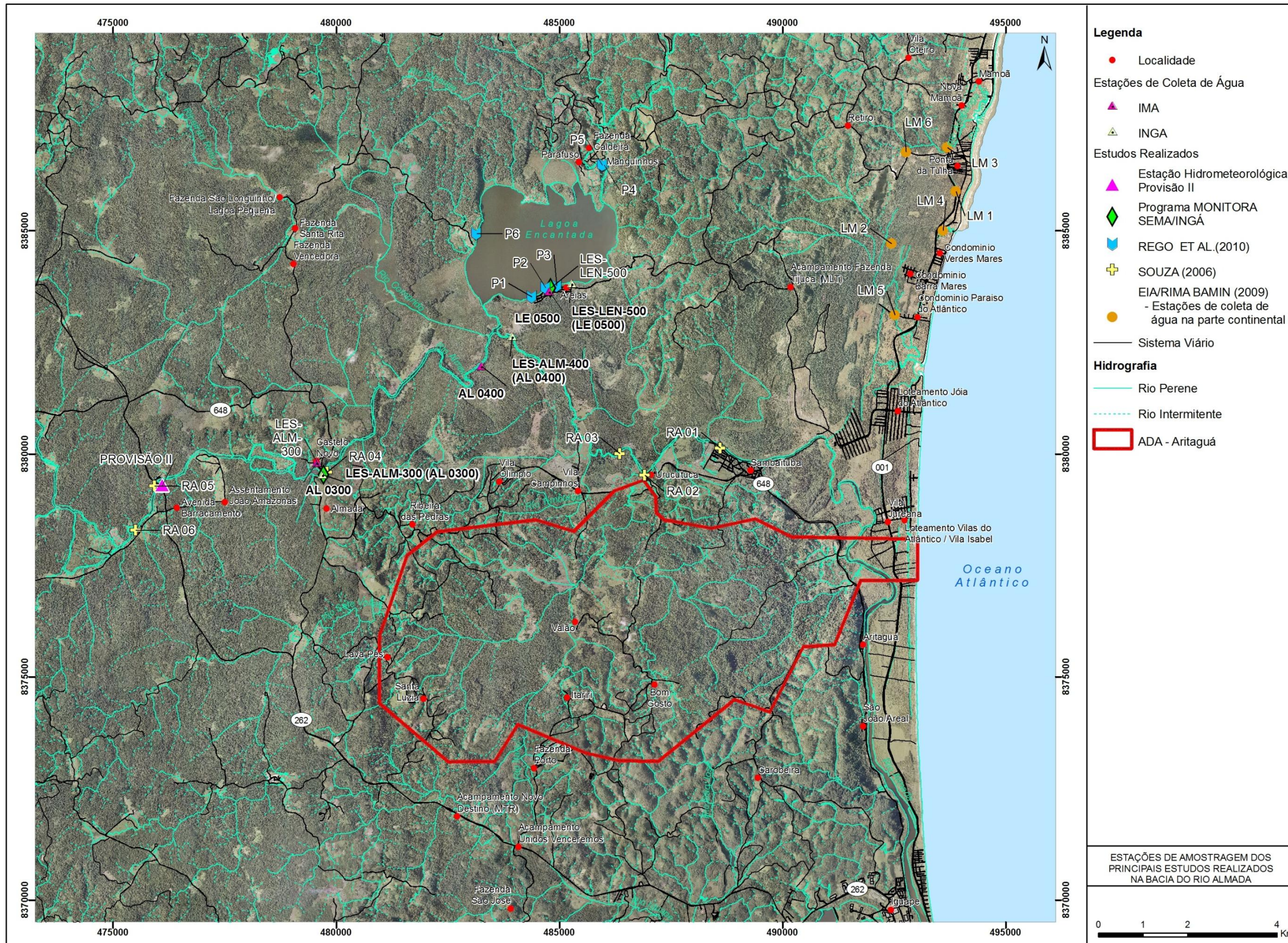


Figura 8.1.1.4.1 - Estações de Amostragem dos Principais Estudos de Qualidade de Água Realizados na Bacia do Rio Almada

Para o presente Estudo de Impacto Ambiental do Empreendimento Porto Sul (área de Aritaguá) foram usados como dados primários de qualidade de água os resultados provenientes das Campanhas de Amostragem de 2010 (Período chuvoso e seco) e de 2011 (Período chuvoso). Assim, os ecossistemas aquáticos continentais estudados foram:

- A lagoa Encantada;
- O rio Almada;
- Os córregos/riachos e rios inseridos na AII do Porto Sul (Aritaguá);
- Os córregos/riachos e rios inseridos na ADA do Porto Sul, na região da Vila de Aritaguá.

Deve-se deixar evidente que a área da lagoa Encantada está inserida na AII do Porto Sul (Aritaguá) e que os resultados aqui apresentados para este sistema lântico foram de duas Campanhas de Amostragem executadas para os estudos do Porto Sul (área de Ponta da Tulha), sendo estas: Campanha 1 - período chuvoso (maio/2010); e Campanha 2 - período seco (setembro/2010).

No rio Almada foram selecionadas Estações de Amostragem dentro dos limites da AID e da ADA do Porto Sul (Aritaguá). Os resultados de qualidade de água do referido sistema lótico foram apresentados a partir das informações adquiridas das Estações de Amostragem das duas Campanhas executadas em 2010 para os estudos o Porto Sul (Ponta da Tulha). Além disto, no presente estudo foram também expostos e discutidos os resultados provenientes da única Campanha realizada em 2011 (Período Chuvoso – maio/2011).

Na lagoa Encantada, as águas foram amostradas em três Estações de Amostragem (LE1, LE2 e LE3). Totalizando assim três amostras para água superficial e três para água de fundo (hipolímnio) em cada período considerado (chuvoso/2010 e seco/2010). Não houve coleta de água na lagoa Encantada no ano de 2011.

Em relação ao período chuvoso e seco, representantes do ano de 2010, no rio Almada, foi estabelecido um gradiente montante-jusante para as Estações de Amostragem. Deste modo, foi definido o código AL1 para representar o ambiente lótico mais a montante e o AL6 a porção mais a jusante (próximo a foz) com características estuarinas. Estas Estações estão na AID do Porto Sul (Aritaguá).

No rio Almada foram realizadas coletas em apenas três Estações no ano de 2011, período chuvoso (maio). Uma Estação de Amostragem se localizou dentro dos limites da ADA do Porto Sul (Aritaguá), sendo nomeada RAL01. Esta Estação se manteve mais a jusante dentre as demais Estações amostradas no ano de 2011. A Estação RAL02, a montante da Vila de Aritaguá, está situada no mesmo local do trecho do rio em que as coletas foram realizadas no ano de 2010 (mesmo que a AL5). Já a Estação RAL03 está situada a jusante da Vila de Aritaguá. Deste modo, levando em consideração as Campanhas de 2010 e 2011 as Estações permaneceram dispostas na seguinte ordem montante-jusante: AL1, AL2, AL3, AL4, RAL01, RAL02/AL5, RAL03 e AL6.

Nos córregos/riachos e rios inseridos na atual AII do Porto Sul (Aritaguá) foram selecionadas dois ecossistemas aquáticos com Estações denominadas P1 e P2, também amostrados em duas campanhas no ano de 2010.

Os córregos/riachos e rios inseridos na ADA do Porto Sul, na região da Vila de Aritaguá, foram selecionados, assim como os demais, a partir de corpos d'água identificados primeiramente por análise em imagem de satélite em escritório e posteriormente através de observação *in loco*. Os códigos dessas Estações de Amostragem são: C01, C02, C03, C04, C05, C06 e C07. As amostragens de água para estas Estações foram realizadas apenas na Campanha 1 de 2011 (período chuvoso/maio).

Os Quadros 8.1.1.4.2 e 8.1.1.4.3 a seguir, apresentam síntese do código e nome referente de cada Estação além da quantidade de amostras para cada matriz ambiental nos anos de 2010 e 2011, respectivamente. A Figura 8.1.1.4.2 apresenta o mapa de localização das estações de amostragem para água e sedimentos definidas para o Estudo de Impacto Ambiental do empreendimento Porto Sul.

Os resultados obtidos no presente Estudo de Impacto Ambiental foram comparados com critérios nacionais e internacionais, destacando-se para a água as Resoluções Conama nº 357 de 17 de março de 2005 e nº 274 de 29 de novembro de 2000 e critérios da *Environmental Protection Agency* - EPA, agência ambiental dos Estados Unidos.

Quadro 8.1.1.4.2 - Quantidade de Amostras por Campanha em Cada Estação de Amostragem - Qualidade das Águas - Porto Sul - Períodos Chuvoso e Seco em 2010

Código da Estação	Nome da Estação	Área	Quantidade de Amostras Por Campanha	
			Água Superfície	Água Fundo
LE1	Lagoa Encantada - Areias	AII	1	1
LE2	Lagoa Encantada - Oeste	AII	1	1
LE3	Lagoa Encantada - Cachoeiras	AII	1	1
AL1	Rio Almada - Provisão	AID	1	0
AL2	Rio Almada - Ligação	AID	1	0
AL3	Rio Almada - Urucutuca	AID	1	0
AL4	Rio Almada - Sambaituba	AID	1	0
AL5	Rio Almada - Montante Aritaguá, mesmo local do RAL02	AID	1	0
AL6	Rio Almada - Foz	AID	1	0
P1	ADA - Sonrisal	AII	1	0
P2	ADA - Areal	AII	1	0
Total			11	3

Quadro 8.1.1.4.3 - Quantidade de Amostras por Campanha em Cada Estação de Amostragem - Qualidade das Águas - Porto Sul - Períodos Chuvoso em 2011

Código da Estação	Nome da Estação	Área	Quantidade de Amostras Por Campanha	
			Água Superfície	Água Fundo
C01	Rio do Porto - Fazenda Sr. Ronildo	ADA	1	0
C02	Rio Tiriri (Tariri ou Itariri) - Montante da confluência do rio do Porto	ADA	1	0
C03	Rio Tiriri (Tariri ou Itariri) - Foz em Urucutuca	ADA	1	0
C04	Rio Timbuíba	ADA	1	0
C05	Riacho Valeta	ADA	1	0
C06	Riacho do Jundiá	ADA	1	0
C07	Rio - Acampamento Batista	ADA	1	0
RAL01	Rio Almada - ADA	ADA	1	0
RAL02	Rio Almada - Montante Aritaguá, mesmo local do AL5	AID	1	0
RAL03	Rio Almada - Jusante Aritaguá	AID	1	0
Total			10	0

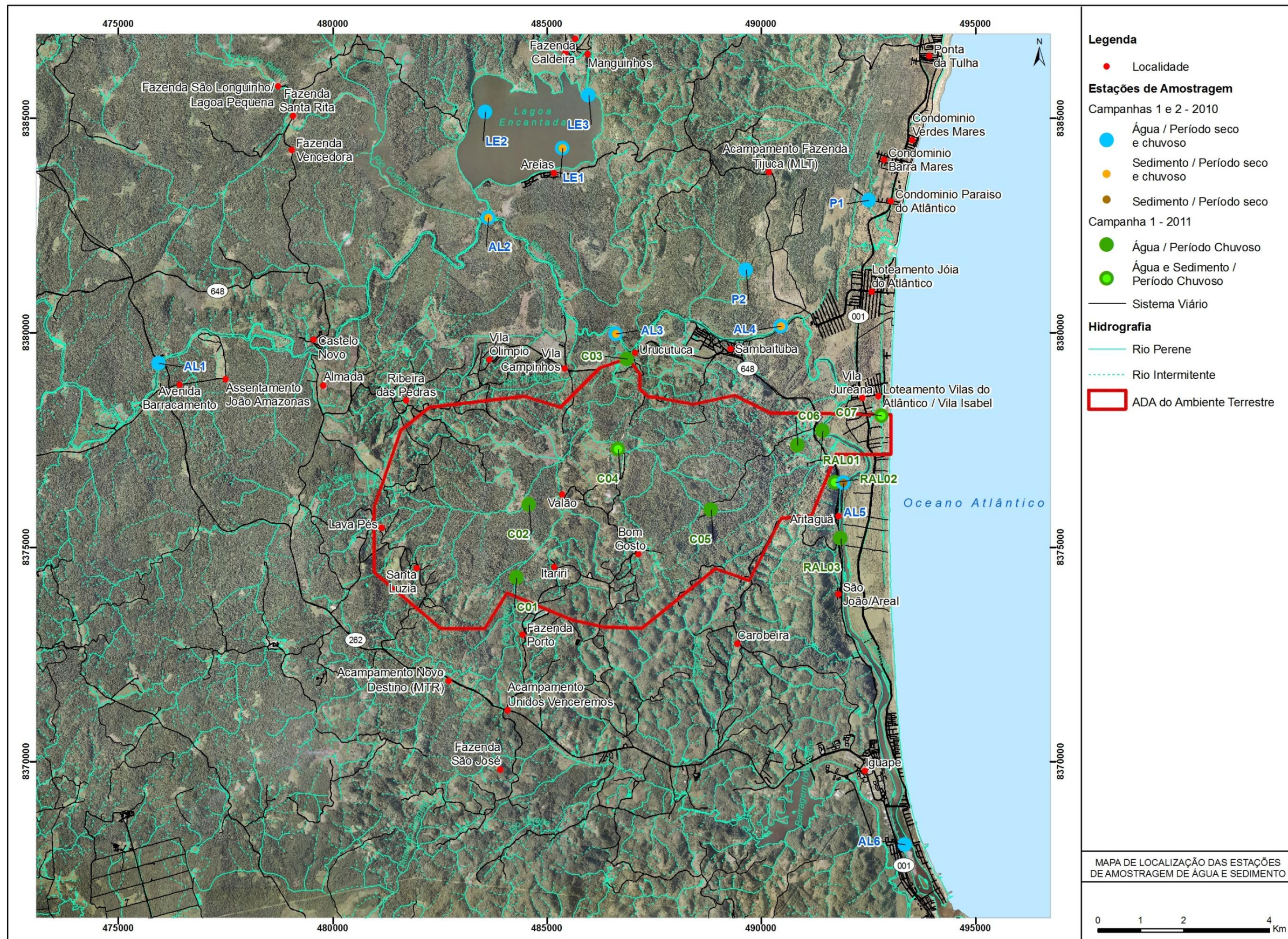


Figura 8.1.1.4.2 - Mapa de Localização das Estações de Amostragem de Água - Qualidade das Águas e Sedimentos - Porto Sul -Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2010 e Período Chuvoso (1) 2011

Localização e Caracterização das Estações de Amostragem das Campanhas de 2010

Estação AL1 (Provisão) - Rio Almada

A Estação AL1 (Coordenadas UTM 24L 475.944 e 8.379.289/SAD69) está situada na porção mais a montante no rio Almada em relação à poligonal da AII do Porto Sul, dentro dos limites da fazenda denominada Provisão. Na área selecionada para a Estação AL1 está implantada a Estação Hidrometeorológica de responsabilidade da Agência Nacional das Águas (ANA) - Estação Provisão II, Código 53091000 - com régua liminimétrica inseridas na margem esquerda do rio Almada (**Figura 8.1.1.4.3**).

Deste modo, a Estação AL1 localiza-se a jusante da captação de água no rio do Braço (Coordenadas 475.058 e 8.377.812) para Itabuna realizada pela Empresa Municipal de Águas e Saneamento - EMASA e está logo a montante da ponte (Coordenadas 476.028 e 8.379.310) sobre o rio Almada (**Figura 8.1.1.4.4**) na rodovia BA-262 Ilhéus-Uruçuca.



Figura 8.1.1.4.3 - Estação Hidrometeorológica da Agência Nacional das Águas - ANA no Rio Almada. Área da Estação AL1



Figura 8.1.1.4.4 - Vista da Ponte sobre o Rio Almada na Rodovia BA 262 Ilhéus-Uruçuca Situada a Jusante da Estação AL1

O local da Estação AL1 foi caracterizado como um sistema lótico, o local possui trechos com presença de rochas no leito e margens rochosas. Ambas as margens apresentaram macrófitas aquáticas. O termo macrófitas aquáticas constitui uma designação geral para os vegetais que habitam desde brejos até ambientes totalmente submersos, sendo esta terminologia baseada no contexto ecológico (ESTEVES, 1998). Em ambas as margens foram identificadas macrófitas como: *Pistia* sp., *Salvinia* sp., além de gramíneas.

No trecho da AL1 a margem esquerda é predominantemente rochosa, tendo sido observados troncos e caules depositados (**Figura 8.1.1.4.5**). Na margem direita observou-se dominância de macrófitas, *Pistia* e *Salvinia*, além da presença de gramíneas. A mata ciliar na margem direita do rio Almada, no trecho da Estação AL1 tem características mais preservadas de cabruca arbustivo-arbórea do que a margem esquerda do rio (**Figura 8.1.1.4.6**).

A Estação de Amostragem AL1, além de estar situada no mesmo local da Estação hidropluviométrica Provisão II, coincide com o denominado ponto de coleta “RA5” dos estudos realizados por SOUZA (2006).



Figura 8.1.1.4.5 - Detalhe de Troncos e Caules Depositados na Margem Esquerda Rochosa



Figura 8.1.1.4.6 - Mata Ciliar do Rio Almada, no Trecho da AL1. Visão Geral a Montante da Ponte Rodovia BA-262

Estação AL2 (Ligação) - Rio Almada

A Estação AL2 (Coordenadas UTM 24L 483.636 e 8.382.688/SAD69) está localizada a jusante do trecho onde existe o canal de ligação (Coordenadas 483.627 e 8.382.826) do rio Almada com a lagoa Encantada. Ambas as margens apresentam cobertura vegetal de porte arbustivo-arbóreo (**Figura 8.1.1.4.7** e **Figura 8.1.1.4.8**).



Figura 8.1.1.4.7 - Visão geral da Margem Direita do Rio Almada no Trecho da Estação AL2



Figura 8.1.1.4.8 - Visão geral da Margem Esquerda do Rio Almada no Trecho da Estação AL2

Estação AL3 (Urucutuca) - Rio Almada

A Estação AL3 (Coordenadas 486.614 e 8.379.980) localiza-se a montante da vila de Urucutuca (Coordenadas 487.064 e 8.379.555). A vila está inserida próxima à foz do rio Tariri, que deságua no rio Almada (**Figura 8.1.1.4.9**). A mata ciliar do rio Almada, neste trecho, apresentou-se preservada, com vegetação de porte arbóreo, além da presença em sua margem esquerda de lianas e cipós. Macrófitas também ocorreram no trecho da Estação AL3 tais como cocó (ou aninga), tarioba, gramíneas e a *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms, vulgarmente denominada de aguapé (**Figura 8.1.1.4.10** a **8.1.1.4.12**).



Figura 8.1.1.4.9 - Vila de Urucutuca, Local do Encontro Entre Rio Tariri e Rio Almada, Situado a Jusante da Estação AL3



Figura 8.1.1.4.10 - Mata Ciliar do Rio Almada Logo a Montante do Trecho da AL3



Figura 8.1.1.4.11 - Margem Esquerda do Rio Almada



Figura 8.1.1.4.12 - Margem Direita do Rio Almada

Estação AL4 (Jusante Sambaituba) - Rio Almada

A Estação AL4 (Coordenadas UTM 24L 490.463 e 8.380.157/SAD69) está localizada a jusante da vila de Sambaituba (Coordenadas 489.562 e 8.379.415) e a montante de um balneário existente (Coordenadas 490.766 e 8.380.431) na margem esquerda do rio Almada (Figuras 8.1.1.4.13 a 8.1.1.4.17).



Figura 8.1.1.4.13 - Detalhe de Construção Consolidada Pertencente a Balneário (Coordenadas 490.766 e 8.380.431) Situado na Margem Esquerda do Rio



Figura 8.1.1.4.14 - Rio Almada em Detalhe de Vista a Montante a Partir da Estação AL4.



Figura 8.1.1.4.15 - Rio Almada em Detalhe de Vista a Jusante a Partir da Estação AL4



Figura 8.1.1.4.16 - Margem Esquerda do Rio Almada Estação AL4



Figura 8.1.1.4.17 - Macrófitas na Margem Direita da Estação AL4

Estação AL5 (Montante Aritaguá) - Rio Almada

A Estação AL5 (Coordenadas UTM 24L 491.926 e 8.376.498/SAD69) está à montante da vila de Aritaguá (Coordenadas 491.774 e 8.376.033) (**Figura 8.1.1.4.18**). Deve ser lembrado, aqui, que as Estações AL5 (ano 2010) e RAL02 (ano 2011) estão inseridas no mesmo local do rio Almada.

No trecho que foi definida a Estação AL5 há a presença de manguezal composto principalmente por *Avicennia* sp., *Laguncularia racemosa* e *Rhizophora mangle*, sendo que as copas apresentaram uma altura inferior a 3 metros (**Figura 8.1.1.4.19**). Na margem esquerda foram observadas plantações de coqueiros (*Cocos nucifera*) e dendezeiros (*Elaeis guineensi*) (**Figura 8.1.1.4.20**).



Figura 8.1.1.4.18 - Construções Consolidadas da Vila de Aritaguá, na Margem Direita do rio Almada



Figura 8.1.1.4.19 - Margem Direita do rio Almada (Estação AL5) Apresentando Manguezal



Figura 8.1.1.4.20 - Plantações de Coqueiros (*Cocos nucifera*) e Dendezeiros (*Elaeis guineensi*) na Margem Esquerda da Estação AL5, além de Presença de Manguezal (Primeiro Plano da Foto)

Estação AL6 (Foz) - Rio Almada

A Estação AL6 (Coordenadas UTM 24L 493.365 e 8.368.066/SAD69) é a mais distal, a jusante em relação à AII no rio Almada, estando nas proximidades de áreas urbanas da cidade de Ilhéus (**Figura 8.1.1.4.21**), e da sua foz. É caracterizado com um ecossistema estuarino.

No trecho da Estação AL6, a margem esquerda do rio Almada apresenta manguezal com espécies com altura superiores a 8 metros (**Figura 8.1.1.4.22**).



Figura 8.1.1.4.21 - Construções Consolidadas na Cidade de Ilhéus, Margem Direita do Rio Almada da Estação AL6



Figura 8.1.1.4.22 - Manguezal na Margem Esquerda do Rio Almada, no Trecho Correspondente a Estação AL6

Estação LE1(Areias) - Lagoa Encantada

A Estação LE1 (Coordenadas UTM 24L 485.365 e 8.384.304/SAD69) está localizada na lagoa Encantada, estação mais próxima à vila de Areias (Coordenadas 484.783 e 8.383.693). Ver **Figuras 8.1.1.4.23 e 8.1.1.4.24**.

Estudos realizados por REGO *et al.* (2010) e pelo programa MONITORA (2008 e 2009) contemplam pontos de coleta (denominados P1, P2, P3 e LES-LEN-500, respectivamente) na margem da lagoa Encantada, onde se localiza a vila de Areias.



Figura 8.1.1.4.23 - Vista Geral da Margem em Direção à Vila de Areias



Figura 8.1.1.4.24 - Detalhe de Domicílios da Vila de Areias

Estação LE2 (Oeste) - Lagoa Encantada

A Estação LE2 (Coordenadas UTM 24L 483.563 e 8.385.152/SAD69) situa-se na porção Oeste da lagoa Encantada. A margem oeste da estação LE2 é caracterizada por mata ciliar composta pelo bioma Mata Atlântica, no qual possui vegetação arbórea com alturas superiores a 10 metros (**Figuras 8.1.1.4.25 e 8.1.1.4.26**). A margem situada a Nordeste da Estação AL2

também possui Mata Atlântica, porém com propriedade rural e campo de pastagem (**Figuras 8.1.1.4.27 e 8.1.1.4.28**).



Figura 8.1.1.4.25 - Visão Geral da Margem Oeste da Estação LE2 - Lagoa Encantada



Figura 8.1.1.4.26 - Visão Geral da Margem Nordeste da Estação LE2 - Lagoa Encantada



Figura 8.1.1.4.27 - Detalhe da Margem Oeste da Estação LE2 - Lagoa Encantada



Figura 8.1.1.4.28 - Detalhe da Margem Nordeste Oeste da Estação LE2 - Lagoa Encantada

A Estação de Amostragem LE2 do presente estudo localiza-se próximo ao ponto de coleta (denominado P6), referente ao estudo realizado por REGO *et al.* (2010).

Estação LE3 (Cachoeiras) - Lagoa Encantada

A Estação LE3 (Coordenadas UTM 24L 485.976 e 8.385.541/SAD69) localiza-se na porção leste da lagoa Encantada próximo a foz do rio Caldeiras (**Figura 8.1.1.4.29**) formado pelas cachoeiras de Caldeiras (**Figura 8.1.1.4.30**) e de Apepique (**Figura 8.1.1.4.31**).

A Estação LE3 está situada próximo aos pontos de coleta P4 e P5 do estudo realizado por REGO *et al.* (2010).



Figura 8.1.1.4.29 - Visão Geral de Ambas As Margens da Estação LE3



Figura 8.1.1.4.30 - Geral da Cachoeira de Caldeiras



Figura 8.1.1.4.31 - Visão Geral da Cachoeira de Apepique

Estação P1 (Sonrisal) - Área de Influência Indireta - AII

A Estação P1 (Coordenadas UTM 24L 492.516 e 8.383.094/SAD69) está situada a montante de uma ponte em estrada vicinal de terra batida. Este ambiente lótico apresentou macrófitas emersas com raízes (**Figura 8.1.1.4.32**), ocupando toda a extensão de uma margem a outra a montante. A jusante da referida ponte, o rio denominado pela população local de “Sonrisal”, apresenta características estuarinas com presença de manguezal (**Figura 8.1.1.4.33**). Existem construções domiciliares consolidadas, situadas próximas ao local amostrado.



Figura 8.1.1.4.32 - Visão Geral da Estação P1, Área Diretamente Afetada, a Montante de Ponte Sobre o Rio Sonrisal



Figura 8.1.1.4.33 - Visão geral da Estação P1, Área Diretamente Afetada, a Jusante de Ponte Sobre o Rio Sonrisal. Detalhe de Presença de Manguezal

A Estação P1 do presente estudo está situada no mesmo local de amostragem realizada pela BAMIN em seu Estudo de Impacto Ambiental para o empreendimento Terminal Portuário Ponta da Tulha.

Estação P2 (Areal) - Área de Influência Indireta - AII

Em ambiente caracterizado como área úmida, com ausência visual de algum canal de leito de rio, a Estação P2 (Coordenadas UTM 24L 489.650 e 8.381.466/SAD69) situa-se na AII, porém. Há a ocorrência de dendezeiros, piaçava, samambaias, macrófita emersa - cocó, tarioaba e macrófita flutuante (*Salvinia* sp.) (**Figuras 8.1.1.4.34 e 8.1.1.4.35**).



Figura 8.1.1.4.34 - Ambiente Situado na Estação P2



Figura 8.1.1.4.35 - Vegetação de Restinga - Mata Ciliar da Estação P2

Localização e Caracterização das Estações de Amostragem da Campanha de 2011

Estação C01 - Rio do Porto

A Estação C01 (Coordenadas UTM 24L484.256,852 e 8.374.243,347/SAD69) está localizada no rio do Porto, dentro dos limites da Fazenda do Sr. Ronildo (**Figura 8.1.1.4.36**). A Estação C01 está situada a jusante de local onde é despejado o lixo proveniente de Ilhéus (BA), onde há uma lagoa de chorume (**Figuras 8.1.1.4.37 e 8.1.1.4.38**). Cabe ressaltar que foi observado que a lagoa de chorume estava protegida por manta, para evitar percolação e lixiviação para o solo.



Obs. Local de Armazenamento de Lixo Demonstrado por Indicação Vermelha

Figura 8.1.1.4.36 - Imagem de Satélite da Estação C01 e Local de Despejo de Lixo Proveniente de Ilhéus – BA (Google, 2011)



Figura 8.1.1.4.37 - Visão Geral de Lagoa de Chorume e Local Onde é Depositado o Lixo



Figura 8.1.1.4.38 - Detalhe Local Onde é Depositado o Lixo

O rio do Porto é afluente do rio Tiriri (Itariri ou Tariri) (**Figuras 8.1.1.4.39 e 8.1.1.4.40**). Na área escolhida para a Estação C01, o rio do Porto tem aproximadamente 4 metros de largura e possui em ambas as margens plantação de cacau cabruca (**Figuras 8.1.1.4.41 e 8.1.1.4.42**).



Figura 8.1.1.4.39 - Visão Geral a Montante do Rio do Porto, Estação C01



Figura 8.1.1.4.40 - Visão Geral a Jusante do Rio do Porto, Estação C01



Figura 8.1.1.4.41 - Detalhe de Troncos e Folhas Depositados na Margem Direita



Figura 8.1.1.4.42 - Detalhe de Cacau Cabruca no Trecho da Estação C01

Estação C02 - Rio Tiriri (Tariri ou Itariri)

A Estação C02 (Coordenadas UTM 24L484.578 e 8.375.995/SAD69) está situada no rio Tiriri a montante do trecho onde existe o encontro deste rio com o rio do Porto (UTM 24L 484.707 e 8.376.113/SAD69). A **Figura 8.1.1.4.43** apresenta local da confluência entre os rios.



Obs. Seta em Vermelho indica Rio do Porto e Seta em Azul Indica o Rio Tiriri

Figura 8.1.1.4.43 - Visão geral do Encontro Entre Rio do Porto e Rio Tiriri

O local da Estação C02 faz parte de uma área popularmente conhecida como Ilha de Areia, próximo à fazenda loteada do Sr. Pequeno. O rio Tiriri apresentou aproximadamente 6m de largura e profundidade de 1,5m (**Figuras 8.1.1.4.44 e 8.1.1.4.45**).



Figura 8.1.1.4.44 - Visão Geral a Montante da Estação C02, no Rio Tiriri



Figura 8.1.1.4.45 - Visão Geral a Jusante da Estação C02, no Rio Tiriri

Ambas as margens apresentam cobertura vegetal de porte arbustivo-arbóreo, contudo presença de cacau cabruca, na margem Esquerda (**Figuras 8.1.1.4.46 e 8.1.1.4.47**). Há presença também de gramíneas (*Brachiaria*) na margem do rio Tiriri.

Ao longo do acesso até a Estação C02 foram observadas formações de áreas úmidas em áreas com plantação de Cacau Cabruca e Açazeiro (**Figuras 8.1.1.4.48 e 8.1.1.4.49**). Além destas

locais, foram vistos pequenos córregos, chamados vulgarmente de “valas”, muitas vezes formados ou “retificados” por agricultores para melhorar a drenagem da área encharcada (Figuras 8.1.1.4.50).



Figura 8.1.1.4.46 - Detalhe de Vegetação e de Folhas Presentes na Margem Direita



Figura 8.1.1.4.47 - Detalhe de Vegetação da Margem Direita



Figura 8.1.1.4.48 - Visão geral de Formação de Áreas úmidas em Locais de Cacao Cabruca e Plantação de Açaizeiro



Figura 8.1.1.4.49 - Visão geral de Formação de Áreas úmidas em Locais de Cacao Cabruca



Figura 8.1.1.4.50 - Visão Geral de Formação de Pequenos Córregos Denominados de Valas ou Valetas

Estação C03 (Urucutuca) – Rio Tiriri

A Estação C03 (Coordenadas UTM 24L 486.841 e 8.379.337/SAD69) localiza-se no rio Tiriri próximo a vila de Urucutuca (Coordenadas 487.064 e 8.379.555/SAD69) a montante de ponte sobre este rio (**Figuras 8.1.1.4.51 a 8.1.1.4.52**). A Estação C03 está inserida próxima na foz do rio Tariri, que deságua no rio Almada (**Figura 8.1.1.4.53**). A mata ciliar do rio Almada, neste trecho, apresentou-se conservada, com vegetação de porte arbóreo, além da presença em sua margem esquerda de lianas e cipós. Macrófitas também ocorreram no trecho da Estação AL3 tais como cocó, tarioba, gramíneas e a *Eichhornia crassipes*(Mart.) Solms, popularmente denominada de aguapé. Foi observada a presença de sacos de lixo entre a margem do rio Tiriri e a margem de estrada vicinal de terra batida (**Figura 8.1.1.4.54**).



Obs. Seta Vermelha indica direção corrente do rio Tiriri e Seta Branca Indica Direção Corrente do rio Almada; Círculo azul representa local da Estação C03

Figura 8.1.1.4.51 - Imagem de Satélite do Encontro entre Rio Tiriri e Rio Almada (Google, 2011)



Figura 8.1.1.4.52 - Ponte Sobre Rio Tiriri Situada a Jusante da Estação C03. Próximo à Vila de Urucutuca



Figura 8.1.1.4.53 - Visão Geral da Estação C03 no Rio Tiriri a Montante da Vila Urucutuca



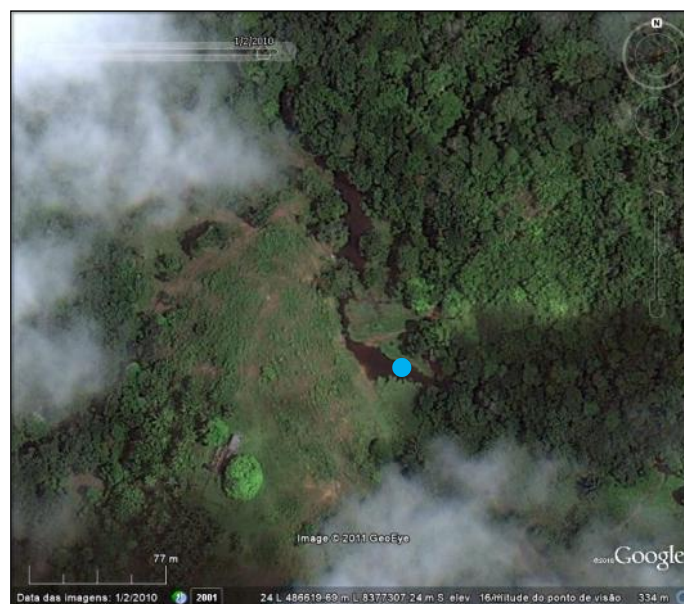
Figura 8.1.1.4.54 - Local do Encontro Entre Rio Tariri e Rio Almada a Jusante da Ponte na Vila de Urucutuca



Figura 8.1.1.4.55 - Presença de Sacos de Lixo na entre Margem de Estrada e Rio Tiriri

Estação C04 - Rio Timbuíba

A Estação C04 (Coordenadas UTM 24L 486.629 e 8.377.245/SAD69) está localizada no rio Timbuíba. O rio no local da Estação C04 possui 9 metros de largura entre as margens. As margens não possuem mata ciliar, entretanto esta vegetação está presente tanto a montante e a jusante da Estação. No local há predomínio de gramíneas (*Brachiaria*) (**Figuras 8.1.1.4.56 a 8.1.1.4.58**). Macrófita como *Eichornia* foi observada na área.



Obs. Círculo azul representa local da Estação C03

Figura 8.1.1.4.56 - Imagem de Satélite da Estação C04 (Google, 2011)



Figura 8.1.1.4.57 - Visão Geral a Jusante da Estação C04



Figura 8.1.1.4.58 - Visão Geral da Estação C04

Estação C05 - Valeta

A Estação C05 (Coordenadas UTM 24L 488.829 e 8.375.879/SAD69) está situada em uma fazenda de cacau, em um riacho denominado por morador local de Valeta, com uma largura aproximada de no máximo 2 metros. De acordo com o mesmo morador, o riacho possui nascente próximo ao local em uma gruta. As **Figuras 8.1.1.4.59 a 8.1.1.4.61** apresentam o riacho, onde em sua margem é dominada pela presença de pés de cacau.



Figura 8.1.1.4.59 - Ponte de Madeira sobre Valeta

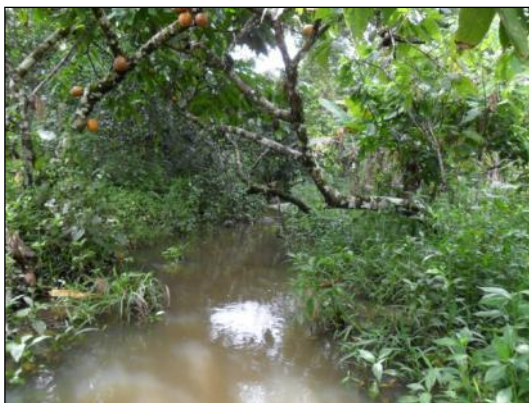


Figura 8.1.1.4.60 - Visão Geral do Riacho



Figura 8.1.1.4.61 - Detalhe do Riacho

Estação C06 – Riacho do Jundiá

Localizado nas coordenadas UTM 24L 489.511 e 8.377.228/SAD69, a Estação C06 está inserida no riacho chamado Jundiá (**Figuras 8.1.1.4.62 a 8.1.1.4.64**). Este possui 50 cm de largura aproximadamente e seu leito em muitos trechos parece ter sido retificado, como prática comum aos funcionários das fazendas para melhorar a drenagem do solo. Em ambas as margens a vegetação é caracterizada como Cacaú Cabruca (**Figura 8.1.1.4.65**).



Figura 8.1.1.4.62 - Visão Geral do Riacho



Figura 8.1.1.4.63 - Detalhe do Riacho do Jundiá

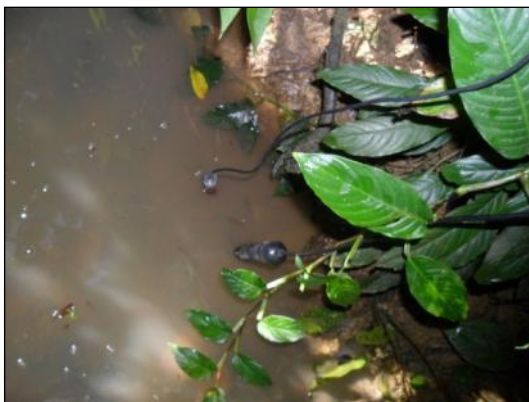


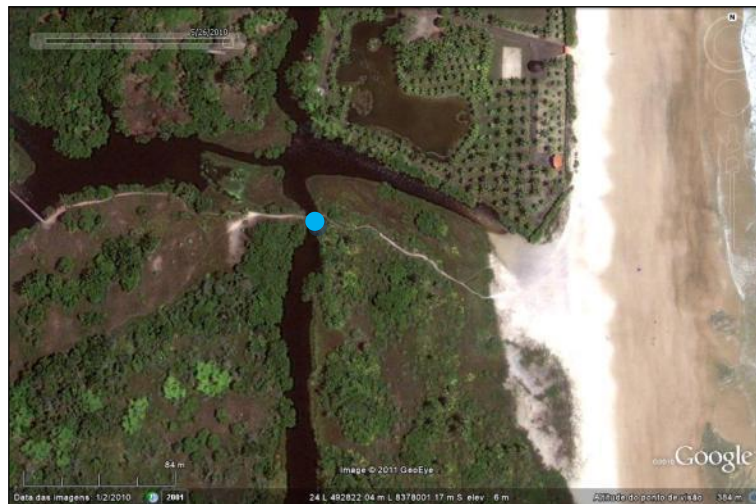
Figura 8.1.1.4.64 - Visão Geral do Riacho



Figura 8.1.1.4.65 - Visão Geral do Entorno do Riacho

Estação C07 - Acampamento Batista

A Estação C07 (Coordenadas UTM 24L 492.783 e 8.378.022) está localizada em pequeno estuário perpendicular à linha da costa (**Figuras 8.1.1.4.66 a 8.1.1.4.68**) com largura de aproximadamente de 8 metros. Está próximo a uma pousada denominada Acampamento Batista, na rodovia Ilhéus-Itacaré, Praias do Norte. Está é a única Estação de Amostragem que está localizada entre o curso do rio Almada e a zona infralitorânea, com sua foz ainda dentro dos limites da ADA (**Figura 8.1.1.4.69**). Em sua margem há presença de vegetação de mangue (*Rhizophora mangle*), macrófitas aquáticas como salvinha. Também foi observada a presença de sacos e lixo (**Figura 8.1.1.4.70**).



Obs. Ponto Azul Indica Estação C07

Figura 8.1.1.4.66 - Imagem de Satélite da Área que Abrange a Estação C07 (Google, 2011)



Figura 8.1.1.4.67 - Visão Geral do Rio a Montante da Estação C07



Figura 8.1.1.4.68 - Visão Geral do Rio a Jusante da Estação C07



Figura 8.1.1.4.69 - Visão Geral de Foz do Rio



Figura 8.1.1.4.70 - Visão Geral do Entorno do Rio, com Presença de Lixo

Estação RAL01 – Rio Almada

A Estação RAL01 no rio Almada (Coordenadas UTM 24L491.437 e 8.377.713/SAD69) situa-se nos limites da ADA do Porto Sul (**Figura 8.1.1.4.71**). Sua margem direita apresentou coqueiros e dendezeiros (**Figura 8.1.1.4.72**) e a margem direita foi caracterizada como campo antrópico aberto com gramíneas (**Figura 8.1.1.4.73**). Próximo à Estação está a Fazenda do Sr Angelito. Neste trecho, o rio Almada tem aproximadamente 80 metros de largura (**Figura 8.1.1.4.74**).

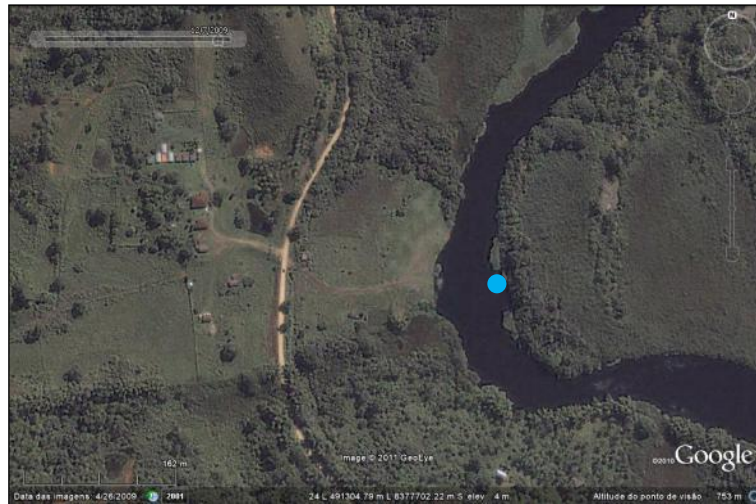


Figura 8.1.1.4.71 - Imagem de Satélite da Área que Abrange a Estação RAL01 (Google, 2011)



Figura 8.1.1.4.72 - Visão Geral da Margem Esquerda do Rio Almada no Trecho da Estação RAL01



Figura 8.1.1.4.73 - Visão Geral da Margem Direita do Rio Almada no Trecho da Estação RAL01

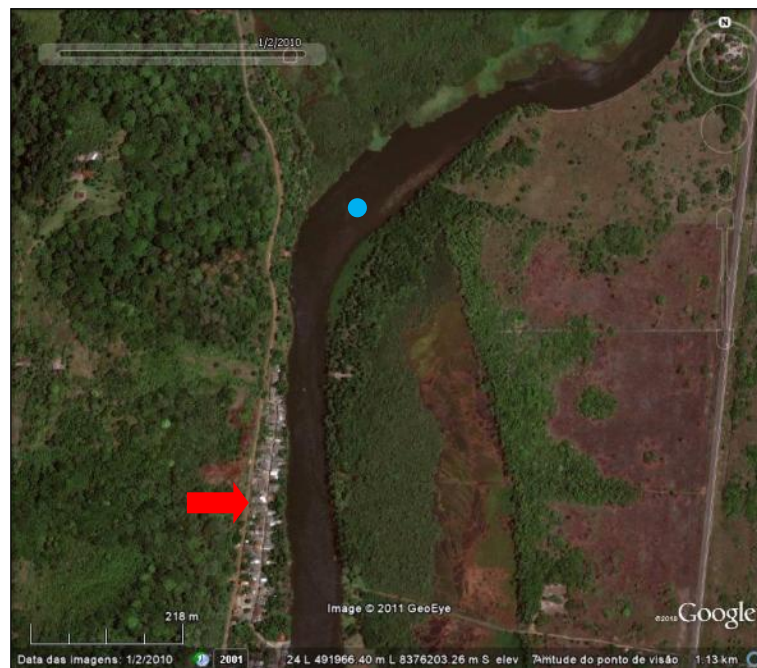


Figura 8.1.1.4.74 - Visão Geral a Jusante da Estação RAL01, no Rio Almada

Estação RAL02–Rio Almada

A Estação RAL02 (Coordenadas UTM 24L 491.926 e 8.376.498/SAD69) está à montante da vila de Aritaguá (Coordenadas 491.774 e 8.376.033) (**Figura 8.1.1.4.75**). Deve ser lembrado, aqui, que as Estações RAL02 (ano 2011) e AL5 (ano 2011) estão inseridas no mesmo local do rio Almada.

No trecho que foi definida a Estação AL5 há a presença de manguezal composto principalmente por *Avicennia* sp., *Laguncularia racemosa* e *Rhizophora mangle*, sendo que as copas apresentaram uma altura inferior a 3 metros (**Figura 8.1.1.4.76**). Na margem esquerda foram observadas plantações de coqueiros (*Cocos nucifera*) e dendezeiros (*Elaeis guineensi*) (**Figura 8.1.1.4.77**).



Obs. Seta em Vermelho Indica a Vila de Aritaguá; e Círculo Azul Indica a Estação RAL02

Figura 8.1.1.4.75 - Imagem de Satélite da Área que Abrange a Estação RAL02 (Google, 2011)



Figura 8.1.1.4.76 - Visão Geral a Montante da Estação RAL02, no Rio Almada



Figura 8.1.1.4.77 - Detalhe da Margem Esquerda do Rio Almada no Trecho da Estação RAL02

Estação RAL03 – Rio Almada

A Estação RAL03 (Coordenadas UTM 24L 0491857 e 8375213/SAD69) está situada a jusante da Vila de Aritaguá, no rio Almada, próxima a sede da Fazenda São Tiago (**Figuras 8.1.1.4.78 e 8.1.1.4.79**). Este trecho do rio apresenta aproximadamente 100 metros de largura e possui manguezal (*Rhizophora mangle*) em ambas as margens, além de plantações de coqueiros (*Cocos nucifera*) e dendezeiros (*Elaeis guineensis*) (**Figuras 8.1.1.4.80 a 8.1.1.4.82**).



Obs. Seta em Vermelho Indica a Vila de Aritaguá; e Círculo Azul Indica a Estação RAL03

Figura 8.1.1.4.78 - Imagem de Satélite da Área que Abrange a Estação RAL03 (Google, 2011)



Figura 8.1.1.4.79 - Visão Geral da Sede de Fazenda São Tiago, na Margem Direita do Rio Almada, Próximo à Estação RAL03



Figura 8.1.1.4.80 - Visão Geral do rio Almada, no Trecho da Estação RAL03



Figura 8.1.1.4.81 - Visão Geral do rio Almada, no Trecho da Estação RAL03



Figura 8.1.1.4.82 - Visão Geral da Vegetação de Manguezal e Dendezeiro na Margem do Rio Almada no Trecho da Estação RAL03

Aspectos Metodológicos

No presente relatório foram agregados, junto aos resultados do ano de 2011 (Período Chuvoso) para o novo local do Porto Sul (Região de Aritaguá), os resultados de qualidade de água obtidos no ano de 2010 (Período Chuvoso e Seco) referentes aos estudos da antiga área do Porto Sul na Região da Ponta da Tulha.

De acordo com o explicitado anteriormente, neste item do relatório estão descritos os métodos aplicados durante a amostragem de campo e apresentados os métodos analíticos em relação às variáveis ambientais (ou parâmetro de qualidade), selecionadas para a matriz água no ano de 2010 e 2011. Estes métodos apresentados a seguir foram executados nas amostragens e análises tanto para a nova Área Diretamente Afetada - ADA quanto para as novas AID e AII do empreendimento Porto Sul, transferido para a alternativa locacional na região da Vila de Aritaguá.

Parâmetros selecionados

O **Quadro 8.1.1.4.4** abaixo apresenta de forma sintética o método analítico utilizado para cada parâmetro de qualidade de água no período chuvoso em 2010. Alguns parâmetros foram

mensurados ainda em campo, enquanto que os demais foram analisados em laboratório responsável.

O **Quadro 8.1.1.4.5** apresenta o método utilizado para cada parâmetro de qualidade de água durante o período seco em 2010. Notar que para alguns parâmetros, na Segunda Campanha de 2010, os valores de LDM e LQM foram modificados. Isto se deveu aos novos ajustes de curvas de calibração para determinados parâmetros de qualidade de água pelo Laboratório responsável.

O **Quadro 8.1.1.4.6** apresenta o método utilizado para cada parâmetro de qualidade de água durante o período chuvoso em 2011. Notar que o laboratório responsável pelas análises dos analitos foi modificado em relação às demais campanhas do ano de 2010.

Quadro 8.1.1.4.4 - Método, Limite de Detecção e Laboratório Responsável para Cada Parâmetro Avaliado na Matriz Água - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso 2010

Parâmetros	Método	LDM* e/ou Range	LQM**	Responsável
Temperatura	Eletrodo de Temperatura do Condutivímetro portátil Gehaka CG22	0 a 100 °C	-	Hydros Engenharia e Planejamento Ltda.
Condutividade	Condutivímetro portátil Gehaka CG22	0,0 a 200,0 µS/cm	-	
ORP	<i>Instrutherm ORP-896</i>	-1999 ~ +1999mV	-	
pH	<i>Instrutherm pH-1900</i>	0 - 14	-	
Transparência	Disco de Secchi	-	-	
Salinidade	Refratômetro portátil - Modelo REF 211	0-100 ‰	-	
Saturação OD	Cálculo a partir de OD (mg/L), Altitude (atm) ou Pressão atm (mm Hg), Coeficiente de Solubilidade de Oxigênio, temperatura (°C)	0-100%	-	
Carbono Orgânico Dissolvido	EMBRAPA	-	-	Laboratório MARENBA - UFBA
Carbono Orgânico Particulado	Oxidação por via úmida. (Strickland & Parsons, 1972)	-	-	
Carbono Orgânico Total	Oxidação por via úmida. (Strickland & Parsons, 1972)	-	-	
Oxigênio Dissolvido (OD)	SM 4500 C	0,1 mg L ⁻¹	0,1 mg L ⁻¹	CORPLAB - Environmental Analytical Services
Turbidez	SM 2130 B	0,1 UNT	0,3 UNT	
Sólidos Totais	SM 2540 B	< 10 mg L ⁻¹	10 mg L ⁻¹	
Sólidos Dissolvidos	SM 2540 B/D/E	< 10 mg L ⁻¹	10 mg L ⁻¹	
DBO	SM 5210 B	2,0 mg L ⁻¹	2,0 mg L ⁻¹	
Clorofila a	SM 10200 H	< 0,0002 mg L ⁻¹	< 0,0006 mg L ⁻¹	
Feofitina a	SM 10200 H	< 0,0002 mg L ⁻¹	< 0,0006 mg L ⁻¹	
Cloreto	SM 4500 Cl ⁻ B	0,8 mg L ⁻¹	4,0 0,8 mg L ⁻¹	
Cálcio	SM 2340 B	0,50 mg CaCO ₃ L ⁻¹	1,15 mg CaCO ₃ L ⁻¹	
Magnésio	SM 2340 B	0,5 mg L ⁻¹	1,5 mg L ⁻¹	
Potássio	EPA 3005A / 6010C	0,007 mg L ⁻¹	0,20 mg L ⁻¹	
Sódio	EPA 3005A / 6010C	0,011 mg L ⁻¹	0,20 mg L ⁻¹	
Ferro Dissolvido	SM 3500 Fe B	0,0055 mg L ⁻¹	0,05 mg L ⁻¹	
Manganês Total	EPA 3005A / 6010 C	0,0004 mg L ⁻¹	0,01 mg L ⁻¹	
Alumínio dissolvido	SM 3120 B	0,014 mg L ⁻¹	0,03 mg L ⁻¹	CORPLAB - Environmental Analytical Services
Zinco Total	SM 3500 Zn B	0,007 mg L ⁻¹	0,05 mg L ⁻¹	
Cromo Total	EPA 3005A / 6010 C	0,0009 mg L ⁻¹	0,01 mg L ⁻¹	
Cobre Dissolvido	Hach Method 8506	0,002 mg L ⁻¹	0,004 mg L ⁻¹	
Mercúrio Total	EPA 3005A / 6010 C	0,0002 mg L ⁻¹	0,001 mg L ⁻¹	

Continua.

Quadro 8.1.1.4.4 - Método, Limite de Detecção e Laboratório Responsável para Cada Parâmetro Avaliado na Matriz Água - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso 2010 (continuação)

Parâmetros	Método	LDM* e/ou Range	LQM**	Responsável
Cádmio Total	EPA 3005A / 6010 C	0,0006 mg L ⁻¹	0,001 mg L ⁻¹	CORPLAB - Environmental Analytical Services
Níquel Total	EPA 3005A / 6010 C	0,002 mg L ⁻¹	0,01 mg L ⁻¹	
Cianeto Livre	Hach Method 8027	0,0001 mg L ⁻¹	0,001 mg L ⁻¹	
Fósforo total	SM 4500 P C	0,02 mg L ⁻¹	0,2 mg L ⁻¹	
Ortofosfato	SM 4500 P C	0,05 mg L ⁻¹	0,2 mg L ⁻¹	
Nitrogênio Kjeldahl Total	SM 4500 NH ₃ E	0,02 mg L ⁻¹	0,10 mg L ⁻¹	
Nitrogênio Nitrato	Hach Method 8171/8182	0,01 mg L ⁻¹	0,05 mg L ⁻¹	
Nitrogênio Nitrito	SM 4500-NO ₂ B	0,002 mg L ⁻¹	0,006 mg L ⁻¹	
Nitrogênio Amoniacal	SM 4500 NH ₃ E	0,01 mg L ⁻¹	0,05 mg L ⁻¹	
Coliformes Termotolerantes	SM 9222 B	Ausência (Col/100 mL)	Ausência (Col/100 mL)	
Enterococos	SM 9230 C	Ausência (Col/100 mL)	Ausência (Col/100 mL)	

*O Limite de Detecção do Método (LDM) é definido como o menor valor diferente de zero detectável através da sensibilidade de um equipamento para a determinação de um analito.

** O Limite de Quantificação (LQ) é o menor valor baseado no estudo do Limite de Detecção, onde se quantifica um analito considerando-se a incerteza deste analito.

Quadro 8.1.1.4.5 - Método, Limite de Detecção e Laboratório Responsável para Cada Parâmetro Avaliado na Matriz Água - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Seco 2010

Parâmetros	Método	LDM* e/ou Range	LQM**	Responsável
Temperatura	Eletrodo de Temperatura do Condutivímetro portátil Gehaka CG22	0 a 100 °C	-	Hydros Engenharia e Planejamento Ltda.
Condutividade	Condutivímetro portátil Gehaka CG22	0,0 a 200,0 µS/cm	-	
ORP	<i>Instrutherm ORP-896</i>	-1999 ~ +1999mV	-	
pH	<i>Instrutherm pH-1900</i>	0 - 14	-	
Transparência	Disco de Secchi	-	-	
Salinidade	Refratômetro portátil - Modelo REF 211	0-100 ‰	-	
Saturação OD	Cálculo através da concentração de OD, da solubilidade de oxigênio na água, temperatura e altitude	0-100%	-	Laboratório MARENBA - UFBA
Carbono Orgânico Dissolvido	EMBRAPA	-	-	
Carbono Orgânico Particulado	Oxidação por via úmida (Strickland & Parsons, 1972)	-	-	
Carbono Orgânico Total	Oxidação por via úmida (Strickland & Parsons, 1972) e EMBRAPA	-	-	CORPLAB - Environmental Analytical Services
Oxigênio Dissolvido (OD)	SM*** 4500 C	0,1 mg L ⁻¹	0,1 mg L ⁻¹	
Turbidez	SM 2130 B	0,10UNT	1,0UNT	
Sólidos Totais	SM 2540 B	< 10 mg L ⁻¹	10 mg L ⁻¹	
Sólidos Dissolvidos	SM 2540 B/D/E	< 10 mg L ⁻¹	10 mg L ⁻¹	
DBO	SM 5210 B	2,0 mg L ⁻¹	2,0 mg L ⁻¹	
Clorofila a	SM 10200 H	-	-	
Feofitina a	SM 10200 H	-	-	
Cloreto	SM 4500 Cl B	1 mg L ⁻¹	5 mg L ⁻¹	
Cálcio	SM 2340 B	0,8 mg CaCO ₃ L ⁻¹	5 mg CaCO ₃ L ⁻¹	
Magnésio	SM 2340 B	1,2 mg L ⁻¹	5 mg L ⁻¹	CORPLAB - Environmental Analytical Services
Potássio	EPA 3005A / 6010C	0,007 mg L ⁻¹	0,2 mg L ⁻¹	
Sódio	EPA 3005A / 6010C	0,011 mg L ⁻¹	0,20 mg L ⁻¹	
Ferro Dissolvido	SM 3500 Fe B	0,03 mg L ⁻¹	0,2mg L ⁻¹	

Continua.

Quadro 8.1.1.4.5 - Método, Limite de Detecção e Laboratório Responsável para Cada Parâmetro Avaliado na Matriz Água - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Seco 2010 (continuação)

Parâmetros	Método	LDM* e/ou Range	LQM**	Responsável
Manganês Total	EPA 3005A / 6010 C	0,0004 mg L ⁻¹	0,010mg L ⁻¹	CORPLAB - Environmental Analytical Services
Alumínio dissolvido	SM 3120 B	0,03 mg L ⁻¹	0,10 mg L ⁻¹	
Zinco Total	SM 3500 Zn B	0,05 mg L ⁻¹	0,1 mg L ⁻¹	
Cromo Total	EPA 3005A / 6010 C	0,0009 mg L ⁻¹	0,010mg L ⁻¹	
Cobre Dissolvido	Hach Method 8506	0,002 mg L ⁻¹	0,004 mg L ⁻¹	
Mercurio Total	EPA 3005A / 6010 C	0,0002 mg L ⁻¹	0,0002mg L ⁻¹	
Cádmio Total	EPA 3005A / 6010 C	0,0006 mg L ⁻¹	0,001 mg L ⁻¹	
Níquel Total	EPA 3005A / 6010 C	0,002 mg L ⁻¹	0,010mg L ⁻¹	
Cianeto Livre	Hach Method 8027	0,0001 mg L ⁻¹	0,001 mg L ⁻¹	
Fósforo total	SM 4500 P C	0,010 mg L ⁻¹	0,040mg L ⁻¹	
Ortofosfato	SM 4500 P C	0,01 mg L ⁻¹	0,10mg L ⁻¹	
Nitrogênio Kjeldahl Total	SM 4500 Norg C	0,02 mg L ⁻¹	0,40 mg L ⁻¹	
Nitrogênio Nitrato	Hach Method 8171/8182	0,20 mg L ⁻¹	0,30mg L ⁻¹	
Nitrogênio Nitrito	SM 4500-NO ₂ B	0,01 mg L ⁻¹	0,05mg L ⁻¹	
Nitrogênio Amoniacal	SM 4500 NH ₃ B	0,09 mg L ⁻¹	0,10mg L ⁻¹	
Coliformes Termotolerantes	SM 9222 D	Ausência (Col/100 mL)	Ausência (Col/100 mL)	
Enterococos	SM 9230 C	Ausência (Col/100 mL)	Ausência (Col/100 mL)	

*O Limite de Detecção do Método (LDM) é definido como o menor valor diferente de zero detectável através da sensibilidade de um equipamento para a determinação de um analito.

** O Limite de Quantificação (LQ) é o menor valor baseado no estudo do Limite de Detecção, onde se quantifica um analito considerando-se a incerteza deste analito.

*** SM= Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Edição 21.

Quadro 8.1.1.4.6 - Método, Limite de Detecção e Laboratório Responsável para Cada Parâmetro Avaliado na Matriz Água - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período chuvoso 2011

Parâmetros	Método	LDM* e/ou Range	LQM**	Responsável
Temperatura	Medidor de temperatura do Oxímetro Digital Portátil Instrutherm PH-1500		0 a 100 °C	Hydros Engenharia e Planejamento Ltda.
ORP	Instrutherm ORP-896		-1999 ~ +1999mV	
pH	PH-1800 Instrutherm		0 - 14	
Transparência	Disco de Secchi		-	
Salinidade	Refratômetro portátil - Modelo REF 211		0-100 ‰	
Saturação OD	Medidor de Oxigênio Dissolvido Digital Portátil Instrutherm PH-1500		-	
Oxigênio Dissolvido (OD)	Medidor de Oxigênio Dissolvido Digital Portátil Instrutherm PH-1500		-	SENAI/CETIND
Carbono Orgânico Total	EM 171 QGI (SMEWW 5310 B)***		0,9mg L ⁻¹	
Condutividade	EM 030 QGI (SMEWW 2510 A/B)		0,01 mg L ⁻¹	
Turbidez	EM 021 QGI (SMEWW 2130 B)		1,1 UNT	
Sólidos Totais	EM 009 QGI		2,5 mg L ⁻¹	
Sólidos Dissolvidos	EM 026 QGI		2,5 mg L ⁻¹	
DBO	M QGI 056 (AWEWW 5210B)		3,3	
Clorofila a	SMEWW 10200 H - Mod	-	2,8µg L ⁻¹	
Feofitina a	SMEWW 10200 H - Mod		2,3 µg L ⁻¹	
Cloreto	EM 138 QGI (EPA 300.1-1)		0,03 mg L ⁻¹	
Cálcio	EM 301 ESP (EPA 6010B/3010A)		0,43 mg CaCO ₃ L ⁻¹	

Continua.

Quadro 8.1.1.4.6 - Método, Limite de Detecção e Laboratório Responsável para Cada Parâmetro Avaliado na Matriz Água - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período chuvoso 2011 (continuação)

Parâmetros	Método	LDM* e/ou Range	LQM**	Responsável
Magnésio	EM 301 ESP (EPA 6010B/3010A)		1 mg L ⁻¹	SENAI/CETIND
Potássio	EM 301 ESP (EPA 6010B/3010A)		1,1 mg L ⁻¹	
Sódio	EM 301 ESP (EPA 6010B/3010A)		0,6 mg L ⁻¹	
Ferro Dissolvido	EM 301 ESP (EPA6010B/3010A Mod.)****		0,04 mg L ⁻¹	
Manganês Total	EM 301 ESP (EPA6010B/3010A)		0,003 mg L ⁻¹	
Alumínio dissolvido	EM 301 ESP (EPA6010B/3010A Mod.)		0,05 mg L ⁻¹	
Zinco Total	EM 301 ESP (EPA 6010B/3010A)		0,05 mg L ⁻¹	
Cromo Total	EM 301 ESP (EPA6010B/3010A Mod.)		0,003 mg L ⁻¹	
Cobre Dissolvido	301 ESP (EPA 6010B/3010A)		0,004 mg L ⁻¹	
Mercúrio Total	EM 005 ESP (ASTM D3223-02 Mod.)		0,0002mg L ⁻¹	
Cádmio Total	301 ESP (EPA 6010B/3010A)		0,001 mg L ⁻¹	SENAI/CETIND
Níquel Total	EM 301 ESP (EPA6010B/3010A)		0,008 mg L ⁻¹	
Cianeto Livre	M QGI 023 (SMEWW 4500-CN)		0,0007 mg L ⁻¹	
Fósforo total	EM 013 QGI (SMEWW 4500-P E)		0,013mg L ⁻¹	
Ortofosfato Solúvel	EM 138 QGI (EPA 300.1-1)		0,02 e 0,07 mg L ⁻¹	
Nitrogênio Total	EM 178 QGI		3,0mg L ⁻¹	
Nitrogênio Nitrato	EM 138 QGI (EPA 300.1-1)		0,003 mg L ⁻¹	
Nitrogênio Nitrito	EM 138 QGI (EPA 300.1-1)		0,002 mg L ⁻¹	
Nitrogênio Amoniacal	EM 039 QGI (SMEWW 4500NH ₃ F)		0,03 mg L ⁻¹	
Coliformes Termotolerantes	EM 005 MIC (SMEWW 9222 A, B, D)		1 Col/100 mL	

*O SENAI/CETIND é autorizado apenas a fornecer os resultados de acordo com o Limite de Quantificação (LQ).

**O LQ é o menor valor baseado no estudo do Limite de Detecção, onde se quantifica um analito considerando-se a incerteza deste analito.

*** SMEWW - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Edição 21

**** Mod. Método interno baseado em método oficial modificado

Coletas

Na Campanha 1 e 2 de 2010 a amostragem de água superficial foi realizada em um gradiente montante-jusante no rio Almada (AL1a AL6) na AID, na lagoa Encantada (LE3a LE1) na AII, e em outros corpos d'água na AII(P1 e P2). Apenas nas Estações da lagoa Encantada foram coletadas amostras de fundo.

Na Campanha 1 de 2011, a amostragem de água foi executada na ADA do Empreendimento Porto Sul (Região Aritaguá) com os nomes dados de C01 a C07. No rio Almada, dentre as três Estações selecionadas (RAL01, RAL02 e RAL03), apenas a Estação RAL 01 faz parte da ADA e as demais da AID. A Estação RAL02 desta Campanha 1 de 2011 está situada no mesmo local da AL5 das Campanhas realizadas em 2010.

O cronograma amostral do Estudo de Impacto Ambiental no ano de 2010 para qualidade das águas está apresentado no **Quadro 8.1.1.4.7**.

Quadro 8.1.1.4.7 - Cronograma de Amostragem - Qualidade das Águas- Porto Sul - Período Chuvoso e Seco 2010.

Código da Estação	Períodos de Amostragens: Data e Hora Inicial 2010			
	Campanha Período Chuvoso		Campanha Período Seco	
	Água Superficial	Água Fundo	Água Superficial	Água Fundo
LE1	11/05 - 14:50h	11/05 - 15:07h	21/09 - 11:20h	21/09 - 12:07h
LE2	11/05 - 11:00h	11/05 - 11:44h	21/09 - 16:08h	21/09 - 16:16h
LE3	11/05 - 13:30h	11/05 - 13:55h	21/09 - 14:16h	21/09 - 14:30h
AL1	13/05 - 13:10h		23/09 - 15:15h	
AL2	12/05 - 13:05h		22/09 - 13:30h	
AL3	12/05 - 10:30h		22/09 - 11:05h	
AL4	13/05 - 10:35h		23/09 - 11:50h	
AL5	14/05 - 12:48h*		24/09 - 13:28h**	
AL6	14/05 - 10:15h*		24/09 - 10:35h**	
P1	10/05 - 10:10h		20/09 - 10:35h	
P2	10/05 - 12:30h		20/09 - 13:10h	

Obs. Coletas realizadas de acordo com as Previsões de Maré - Porto de Ilhéus - Malhado (BA). *Para o dia 14/05/2010: baixa mar às 09:53h e alt. de 0,2m em maré de sizígia e (lua nova) de acordo com DHN, 2010. ** Para o dia 24/09/2010: baixamar às 09:54h e alt.. de 0,2m em maré de sizígia (lua cheia) (DHN, 2010). Atraso existente na coleta condizente com a diferença entre a maré no Porto de Ilhéus - Malhado e Estações de Amostragens

O cronograma amostral do Estudo de Impacto Ambiental no ano de 2011 para qualidade das águas está apresentado no **Quadro 8.1.1.4.8**.

Quadro 8.1.1.4.8 - Cronograma de Amostragem - Qualidade das Águas- Porto Sul - Período Chuvoso 2011

CÓDIGO	Águas Superficiais / Data e Hora Inicial
RAL01*	09/05 - 14:40h
RAL02*	09/05 - 13:00h
RAL03*	09/05 - 11:25h
C01	10/05 - 16:00h
C02	12/05 - 09:40h
C03	08/05 - 17:20h
C04	10/05 - 12:50h
C05	09/05 - 10:30h
C06	08/05 - 15:00h
C07	11/05 - 16:25h

*Obs. Coletas realizadas de acordo com as Previsões de Maré - Porto de Ilhéus - Malhado (BA). Contudo, pequena modificação de horário de coleta ocorreu devido à forte vazão observada das águas doces de montante no rio Almada.

As águas superficiais foram coletadas através de Becker (1 Litro) de Vidro e/ou Plástico para cada Estação de Amostragem e armazenada em caixa isotérmica com gelo até envio para análise laboratorial (**Figuras 8.1.1.4.83 e 8.1.1.4.84**).

Amostragem de água de fundo foi realizada apenas na lagoa Encantada, através de Garrafa de Van Dorn (**Figura 8.1.1.4.85**). No período chuvoso (Campanha 1) de 2010, a medição da temperatura a cada 1 metro de profundidade foi executada com auxílio da garrafa de Van Dorn, quando houve a verificação de diferença de 1°C entre a amostra de água superficial e de fundo da lagoa Encantada. Esta condição não foi adotada para a Campanha 2 de 2010, período seco, tendo a perfilagem sido realizada nas três Estações de Amostragem. A perfilagem foi realizada a fim de obter informações quanto à presença ou ausência de termoclina, estratificação e gradientes verticais na lagoa Encantada.



Figura 8.1.1.4.83 - Amostragem de Água Superficial e Armazenamento em Garrafa Adequada para Cada Parâmetro



Figura 8.1.1.4.84 - Armazenamento de Amostras em Caixas Isotérmicas



Figura 8.1.1.4.85 - Garrafa de Van Dorn para Amostragem de Fundo da Lagoa Encantada

Para a mensuração de potencial de Oxidorredução (ou *Oxidation Reduction Potential* - ORP) foi utilizado o equipamento *Instrutherm ORP-896* (-1999 ~ +1999mV); para medição do pH utilizou-se o aparelho *Instrutherm pH-1900* nas Campanhas 1 e 2 de 2010 e o aparelho *Instrutherm pH-1800* nas Campanhas 1 de 2011; a condutividade foi obtida através de condutivímetro portátil Gehaka CG22 nas Campanhas 1 de 2010 *in loco*. Na Campanha 2 de 2010 e na Campanha 1 de 2011 a condutividade elétrica foi analisada em laboratório. Em 2010, a temperatura da água foi mensurada através do eletrodo de temperatura do Gehaka CG22 (**Figura 8.1.1.4.86**).

As medições das variáveis ambientais *in loco*, nas águas superficiais, estão representadas pela **Figura 8.1.1.4.87**. Entretanto, para as amostras de água de fundo da lagoa Encantada, as medições foram feitas com os eletrodos inseridos dentro da garrafa de *Van Dorn*, imediatamente após coleta.



Figura 8.1.1.4.86 - Equipamentos: ORP (Oxidation Reduction Potential), pH (Potencial Hidrogeniônico), Condutividade e Temperatura



Figura 8.1.1.4.87 - Medição de pH, Condutividade e Temperatura

O disco de Secchi foi utilizado para a medição de transparência da água. O método condiz na medida da profundidade (em metros) no qual o disco desaparece em vista humana. Detalhe do disco de Secchi é apresentado na **Figura 8.1.1.4.88**.



Figura 8.1.1.4.88 - Detalhe da Inserção do Disco de Secchi em Corpo D'água

A **Figura 8.1.1.4.89** apresenta a medição da salinidade através de auxílio do Refratômetro portátil - Modelo REF 211 (0-100‰). O refratômetro mede indiretamente a salinidade, baseado no índice refrativo da amostra.



Figura 8.1.1.4.89 - Medição de Salinidade Através de Refratômetro

Análise das Conformidades Legais

Os resultados obtidos foram comparados com critérios nacionais definidos pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente - Conama e internacionais definidos pela *Environmental*

Protection Agency - EPA/US e National Oceanic and Atmospheric Administration NOAA-US.

O Conselho Nacional do Meio Ambiente - Conama é um órgão consultivo e deliberativo, integrante do Sistema Nacional do Meio Ambiente - Sisnama, cuja função é dispor sobre a Política Nacional do Meio Ambiente.

As resoluções adotadas para este monitoramento foram as de nº 357/2005 de 17/03/2005, que dispõe sobre a classificação dos corpos d'água e as diretrizes ambientais para o seu enquadramento, assim como também define as condições e padrões de lançamento de efluentes, além de outras providências e a de nº 274/00 de 29/11/2000, que dispõe sobre a balneabilidade de corpos d'água.

A Resolução nº357/05 do Conama classifica as águas em função dos usos atuais e futuros preponderantes. No caso deste Estudo de Impacto Ambiental do Empreendimento Porto Sul, as águas doces foram consideradas tipo Classe 2, e as águas salobras Classe 1. Contudo, se deve deixar evidente que para corpos de águas salobras continentais, onde a salinidade não se dê por influência direta marinha, os valores dos grupos químicos de nitrogênio e fósforo serão os estabelecidos nas classes correspondentes de água doce. Isto ocorreu na Campanha 1 de 2011 nas Estações C01 e C05. Contudo, as águas da Estação C06 e C07 possuem influência direta marinha. Todas estas estações citadas apresentaram salinidade igual a 1‰.

O exposto anteriormente se deve a Resolução nº 357 do Conama estabelecer em seu Art. 42 que, enquanto não aprovados os respectivos enquadramentos, as águas doces serão consideradas Classe 2, as salinas e salobras Classe 1, exceto se as condições de qualidade atuais forem melhores, o que determinará a aplicação da Classe mais rigorosa correspondente.

Como a classificação dos corpos d'água depende da qualificação das águas doces, salobras e salinas em função dos usos preponderantes (sistema de Classes de qualidade) atuais e futuros, as águas doces Classe 2 de acordo com a Resolução nº 357 do Conama podem ser destinadas a:

- a) Ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional;
- b) À proteção das comunidades aquáticas;
- c) À recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução Conama nº 274, de 2000;
- d) À irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e,
- e) À aquicultura e à atividade de pesca.

As águas salobras de Classe 1 de acordo com a Resolução nº 357 do Conama podem ser destinadas a:

- a) À recreação de contato primário, conforme resolução Conama 274, de 2000;
- b) À proteção das comunidades aquáticas;
- c) À aquicultura e à atividade de pesca;
- d) Ao abastecimento para consumo humano após tratamento convencional ou avançado;

- e) À irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película, e à irrigação de parques.

Os padrões de qualidade das águas determinados na Resolução nº 357/05 estabelecem limites individuais para cada substância em cada Classe. Nos **Quadros 8.1.1.4.9 a 8.1.1.4.11** a seguir, são apresentados os padrões para os parâmetros de qualidade de água avaliados nas Estações de Amostragem do Estudo de Impacto Ambiental. Ressalva deve ser feita em relação aos Coliformes Termotolerantes, que no presente relatório foi feita apenas uma amostragem por Estação.

Durante a Campanha 1 e 2 de 2010 as Estações LE1, LE2, LE3, AL1, AL2, AL3, AL4 e P2 foram características de água doce, Classe 2 e a AL6 e a P1 são referentes às águas salobras, Classe 1.

A Estação AL5 está situada no trecho do rio Almada onde há a ocorrência de ecossistema manguezal, no qual é um sistema entre - marés. No instante da coleta do período chuvoso (Campanha 1) de 2010 a água amostrada apresentou características de água doce (salinidade 0 ‰), devido ao esforço da primeira campanha de amostragem ter sido concentrado no estófo da baixamar. Apesar do mesmo esforço amostral da Campanha 1, no período seco a salinidade das águas da AL5 foi de 1‰, sendo considerado como água salobra (entre 0,5‰ e 30‰).

Devido aos resultados apresentados de salinidade em 2010, no presente relatório a Estação AL5 será comparada com duas classes de água: com as conformidades estabelecidas para água doce Classe 2 da Resolução nº 357/05 do Conama quando referido a Campanha 1 (período chuvoso); e com o estabelecido para água Salobra Classe 1 quando referido a Campanha 2 (período seco).

Sobre os critérios internacionais para padrões de qualidade de água e de sedimento foram utilizados os determinados pela *United States Environmental Protection Agency* - U.S. EPA e pela *National Oceanic and Atmospheric Administration* - NOAA.

Quadro 8.1.1.4.9 - Padrões de Qualidade das Águas Segundo a Resolução nº 357/05 - Água Doce (Classe 2) e Água Salobra (Classe 1) - Qualidade das Águas - Porto Sul -Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2010 e Período Chuvoso (1) 2011

Parâmetro	Padrões Água Doce - Classe 2	Padrões Água Salobra - Classe 1
pH	6,0 a 9,0	6,5 a 8,5
OD (mg L ⁻¹)	Não inferior a 5,0	Não inferior a 5,0
Cloreto (mg L ⁻¹)	250 (valor máximo)	-
Turbidez (UNT)	100 (valor máximo)	Virtualmente Ausente
Nitrito (mg L ⁻¹ N)	1,0 (valor máximo)	0,07
Nitrato (mg L ⁻¹ N)	10 (valor máximo)	0,40
Nitrogênio Amoniacal (mg L ⁻¹)	3,7 - para pH ≤ 7,5 2,0 - para 7,5 < pH ≤ 8,0 1,0 - para 8,0 < pH ≤ 8,5 0,5 - pH > 8,5	0,40
Fósforo total (mg L ⁻¹)	Até 0,030 - ambientes lênticos Até 0,050 - ambientes intermediários, com tempo de residência entre 2 e 40 dias e tributários diretos de ambiente lêntico. Até 0,10 - ambientes lóuticos e tributários de ambientes intermediários	0,124
Carbono Orgânico Total	-	3,00 mg L ⁻¹

Continua.

Quadro 8.1.1.4.9 - Padrões de Qualidade das Águas Segundo a Resolução nº 357/05 - Água Doce (Classe 2) e Água Salobra (Classe 1) - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2010 e Período Chuvoso (1) 2011 (continuação)

Parâmetro	Padrões Água Doce - Classe 2	Padrões Água Salobra - Classe 1
DBO (mg L ⁻¹)	5 (valor máximo)	-
Cianeto livre	0,005 (valor máximo)	0,001
Alumínio dissolvido	0,1 (valor máximo)	0,1
Ferro dissolvido (mg L ⁻¹ Fe)	0,3 (valor máximo)	0,3
Cobre dissolvido (mg L ⁻¹ Cu)	0,009 (valor máximo)	0,005
Manganês total (mg L ⁻¹ Mn)	0,1 (valor máximo)	0,1
Zinco total (mg L ⁻¹ Zn)	0,18 (valor máximo)	0,09
Mercurio total	0,0002	0,0002
Cromo total (mg L ⁻¹ Cr)	0,05 (valor máximo)	0,05
Cádmio total (mg L ⁻¹ Cd)	0,001 (valor máximo)	0,005
Níquel total (mg L ⁻¹ Ni)	0,025 (valor máximo)	0,025
Clorofila <i>a</i> (µg L ⁻¹)	30,0 (valor máximo)	-
Sólidos Dissolvidos Totais (mg L ⁻¹)	500,00	Resíduos sólidos objetáveis: devem estar virtualmente ausentes
Col. termotolerantes UFC/100mL	De acordo com a Resolução nº 274/00 do Conama	De acordo com a Resolução nº 274/00 do Conama
Enterococos	-	De acordo com a Resolução nº 274/00 do Conama

Quadro 8.1.1.4.10 - Classificação do Corpo d'Água Conforme a Presença de Coliformes Termotolerantes - Resolução Conama nº 274/00- Qualidade das Águas - Porto Sul

Categoria	Presença de Coliformes Termotolerantes	
Própria	Excelente	Quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas anteriores, colhidas no mesmo local, houver, no máximo, 250 col/100 mL
	Muito boa	Quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas anteriores, colhidas no mesmo local, houver, no máximo, 500 col/100 mL
	Satisfatória	Quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas anteriores, colhidas no mesmo local, houver, no máximo, 1.000 col/100 mL
Imprópria	-	Quando se verificar a ocorrência de valor superior a 2.500 col/100 mL

Quadro 8.1.1.4.11 - Classificação do Corpo d'Água Conforme a Presença de Enterococos - Resolução Conama nº 274/00- Qualidade das Águas - Porto Sul

Categoria	Presença de Enterococos	
Própria	Excelente	Quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas anteriores, colhidas no mesmo local, houver, no máximo, 25 Enterococos/100 mL
	Muito boa	Quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas anteriores, colhidas no mesmo local, houver, no máximo, 50 Enterococos/100 mL
	Satisfatória	Quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas anteriores, colhidas no mesmo local, houver, no máximo, 100 Enterococos/100 mL
Imprópria	-	Quando se verificar a ocorrência de valor superior a 400 Enterococos/100 mL

Neste estudo também foram utilizados os critérios adotados pela NOAA - *National Oceanic and Atmospheric Administration*, que, para a água, são estabelecidos por contaminante, dois

níveis: o nível para efeitos agudos (CMC - *Criteria Maximum Concentration*) representa a mais alta concentração de um poluente à qual a vida aquática pode ser exposta por um curto período de tempo - cerca de 1 hora; e o nível para efeitos crônicos (CCC - *Criteria Continuous Concentration*), representando a mais alta concentração de um poluente à qual a vida aquática pode ser exposta por um período maior de tempo (cerca de 4 dias), sem sofrer efeitos deletérios.

A seguir (**Quadro 8.1.1.4.12**), são apresentadas às concentrações de referência da NOAA (BUCHMAN, 2008) para os metais em estudo na água.

Quadro 8.1.1.4.12 - Critério da NOAA para Avaliação da Presença de Metais na Água - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2010 e Período Chuvoso (1) 2011

Parâmetro	Água (mg L ⁻¹)	
	CMC	CCC
Ferro total	-	1,000
Zinco total	0,120	0,120
Chumbo total	0,065	0,0025
Alumínio total	0,750	0,087
Cromo total	-	-
Manganês total	2,3	0,120
Mercúrio total	0,0014	0,00077
Cobre total	0,013	0,009

- Qualidade dos Sedimentos

Malha de amostragem

Em relação à amostragem de sedimento, foram realizadas em três Estações selecionadas na AID do Porto Sul-Aritaguá (rio Almada) e uma na AII (na lagoa encantada) nas duas campanhas de 2010. No referido ano, mais uma estação de amostragem de sedimento foi adicionada apenas o período seco, na AL5. No ano de 2011, período chuvoso, os sedimentos foram amostrados em 3 Estações (C04, RAL02 e C07). Deve ser lembrado, aqui, que as Estações AL5 e RAL02 estão inseridas no mesmo local do rio Almada.

Os **Quadros 8.1.1.4.13 e 8.1.1.4.14** a seguir, apresentam a síntese do código e nome referente de cada Estação além da quantidade de amostras para cada matriz ambiental nos anos de 2010 e 2011, respectivamente.

Quadro 8.1.1.4.13 - Quantidade de Amostras por Campanha em Cada uma das Estações de Amostragens - Qualidade dos Sedimentos - Porto Sul - Períodos Chuvoso e Seco em 2010

Código da Estação	Nome da Estação	Área	Quantidade
			1
AL2	Rio Almada - Ligação	AID	1
AL3	Rio Almada - Urucutuca	AID	1
AL4	Rio Almada - Sambaituba	AID	1
AL5	Rio Almada - Montante Aritaguá, mesmo local do RAL02	AID	1 (Apenas no Período Seco)
Total			4 (Período Chuvoso) e 5 (Período Seco)

Quadro 8.1.1.4.14 - Quantidade de Amostras por Campanha em Cada uma das Estações de Amostragens - Qualidade dos Sedimentos - Porto Sul - Períodos Chuvoso em 2011

Código da Estação	Nome da Estação	Área	Quantidade
C04	Rio Timbuíba	ADA	1
C07	Rio – Acampamento Batista	ADA	1
RAL02	Rio Almada - Montante Aritaguá, mesmo local do AL5	AID	1
Total			3

Parâmetros de análise

O **Quadro 8.1.1.4.15** demonstra os métodos, limites de detecção e quantificação, além de cada empresa ou instituição responsável para cada parâmetro estudado nas Campanhas 1 e 2 de 2010 e o **Quadro 8.1.1.4.16** apresenta as informações para a Campanha 1 de 2011.

Quadro.8.1.1.4.15 - Método, Limite de Detecção e Laboratório Responsável para Cada Parâmetro Avaliado na Matriz Sedimento - Qualidade dos Sedimentos - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) de 2010

Parâmetros	Método	Range		Responsável - Período Chuvoso (Campanha 1 de 2010)	Responsável - Período Seco (Campanha 2 de 2010)
pH	Instrutherm pH-1900	0 - 14		Hydros Eng. & Pela. Ltda	Hydros Eng. & Plan. Ltda
ORP	Instrutherm ORP-896	-1999 ~ +1999mV			
Granulometria	Via Úmida	-		DNOCS	CORPLAB - Environmental Analytical Services
Matéria Orgânica	Oxidação	-			
Umidade	SM 2540 G	0 -100 %			
Total dos 16 HPA prioritários	EPA 3550 C/ 8270D	-	-	CORPLAB - Environmental Analytical Services	CORPLAB - Environmental Analytical Services
Naftaleno	EPA 3550 C/ 8270D	0,001 mg/kg	<0,013 (LE1); <0,014 (AL2); <0,018 (AL3); <0,054 mg/kg (AL4).	CORPLAB-Environmental Analytical Services	CORPLAB-Environmental Analytical Services
Acenafteno					
Acenaftileno					
Fluoreno					
Fenantreno					
Antraceno					
Fluoranteno					
Pireno					
Benzo(a) Antraceno					
Criseno					
Benzo(b) Fluoranteno					
Benzo(k) Fluoranteno					
Benzo(a)pireno					
Indeno [1,2,3-cd] Pireno					
Dibenzo (a,h) Antraceno					
Benzo (g,h,i) Perileno					
Mercúrio total	USEPA 7471B	0,01 mg/kg	<0,044 (LE1); <0,061 (AL2); <0,18 (AL3); <0,12 mg/kg (AL4)		

Continua.

Quadro 8.1.1.4.15 - Método, Limite de Detecção e Laboratório Responsável para Cada Parâmetro Avaliado na Matriz Sedimento - Qualidade dos Sedimentos - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) de 2010 (continuação)

Parâmetros	Método	Range		Responsável - Período Chuvoso (Campanha 1 de 2010)	Responsável - Período Seco (Campanha 2 de 2010)
Nitrogênio Total	USEPA 350.2	0,4 mg/kg	**	CORPLAB- <i>Environmental Analytical Services</i>	CORPLAB- <i>Environmental Analytical Services</i>
Carbono Orgânico Total	K.H.TAN	0,04%	**		
Fósforo Total	USEPA 6010C	0,8 mg/kg	<3,20 mg/kg (LE3)		
Alumínio Total		2,5 mg/kg	**		
Cromo Total		0,04 mg/kg	**		
Zinco Total		0,35 mg/kg	**		
Arsênio Total		0,13 mg/kg	<0,31 (LE1); <0,44 (AL2); <1,4 (AL3); <0,34 mg/kg (AL4).		
Cádmio Total		0,03 mg/kg	<0,063 (LE1); <0,089 (AL2); <0,27 (AL3); <0,067 mg/kg (AL4).		
Chumbo Total		0,38 mg/kg	**		
Níquel Total		0,1 mg/kg	< 0,67 mg/kg (AL4)		
Ferro Total		0,28 mg/kg	**		
Manganês Total		0,02 mg/kg	**		
Cobre Total	0,1 mg/kg	**			

* O LQM pode variar a depender dos padrões utilizados durante a análise e em relação ao Teor de Sólidos de cada amostra.

** Limite não obtido

Quadro 8.1.1.4.16 - Método, Limite de Detecção e Laboratório Responsável para Cada Parâmetro Avaliado na Matriz Sedimento - Qualidade dos Sedimentos - Porto Sul - Período Chuvoso (1) de 2011

Parâmetros	Método	Range	Responsável - Período Chuvoso
pH	Instrutherm pH-1800	0 - 14	Hydros Eng. & Plan. Ltda
ORP	Instrutherm ORP-896	-1999 ~ +1999mV	
Granulometria	Via Úmida	EN 143 QGI (EMBRAPA, 1997)	SENAI/CETIND
Matéria Orgânica	Oxidação	EN 057 QGI (EMBRAPA, 1997)	
COT		EN 177 QGI	
Umidade	SM 2540 G	0 - 100 %	
Total dos 16 HPA prioritários	EM 109 CRO (EPA 8270 MOD.)	0,5 mg/kg	SENAI/CETIND
Naftaleno	EM 109 CRO (EPA 8270 MOD.)	0,5 µg/kg	
Acenafteno			
Acenaftileno			
Fluoreno			
Fenantreno			
Antraceno			
Fluoranteno			
Pireno			
Benzo(a) Antraceno			
Criseno			
Benzo(b) Fluoranteno			
Benzo(k) Fluoranteno			
Benzo(a)pireno			
Indeno [1,2,3-cd] Pireno			
Dibenzo (a,h) Antraceno			

Continua.

Quadro 8.1.1.4.16 - Método, Limite de Detecção e Laboratório Responsável para Cada Parâmetro Avaliado na Matriz Sedimento - Qualidade dos Sedimentos - Porto Sul - Período Chuvoso (1) de 2011 (continuação)

Parâmetros	Método	Range	Responsável - Período Chuvoso
Benzo (g,h,i) Perileno			SENAI/CETIND
Mercúrio total	EN 140 ESP	0,14 mg/kg	
Nitrogênio Total	EN121 QGI	210 mg/kg	
Carbono Orgânico Total	EN 177 QGI	0,05%	SENAI/CETIND
Fósforo Total	EN 154 QGI (EMBRAPA MOD.)	19 mg/kg	
Alumínio Total	EN 140 ESP	26 mg/kg	
Cromo Total		6,5 mg/kg	
Zinco Total		7,5 mg/kg	
Arsênio Total	EN 140 ESP (ASTM D5258/02)	2 mg/kg	
Cádmio Total	EN 140 ESP	0,49 mg/kg	
Chumbo Total		4,5 mg/kg	
Níquel Total		11 mg/kg	
Ferro Total		25 mg/kg	
Manganês Total		3,3 mg/kg	
Cobre Total		10 mg/kg	

Coletas

A amostragem de sedimento foi realizada nas Estações selecionadas com auxílio do amostrador de fundo denominado Petersen (**Figura 8.1.1.4.90**), no qual este era aberto e destinado por gravidade até o sedimento. A coleta de sedimento foi executada sempre após a coleta de água. Logo após a “mordida” do sedimento, o pegador era retirado do corpo d’água e reaberto em recipiente (**Figuras 8.1.1.4.91 e 8.1.1.4.92**). O sedimento superficial (sem entrar em contato com o recipiente de plástico) era acondicionado em frasco de vidro (para HPA, por exemplo), e em recipiente plástico (para Carbono, por exemplo). As frações destinadas à análise da granulometria foram acondicionadas em saco plástico ou recipiente de plástico. Com o objetivo de se obter pH e potencial de oxidorredução do sedimento, eletrodos dos respectivos equipamentos foram introduzidos em cada amostra (**Figura 8.1.1.4.93**).



Obs. Exemplo de Amostragem da Campanha 1 de 2010
Figura 8.1.1.4.90 - Amostragem de Sedimento Amostrador de Fundo Petersen



Obs. Exemplo de Amostragem da Campanha 1 de 2010
Figura 8.1.1.4.91 - Abertura do Pegador de Fundo Petersen



Obs. Exemplo de Amostragem da Campanha 1 de 2010
Figura 8.1.1.4.92 - Sedimento Amostrado Estação LE1



Obs. Exemplo de Amostragem da Campanha 1 de 2010
Figura 8.1.1.4.93 - Sedimento Amostrado Estação LE1 Detalhe da medição de pH e ORP com Eletrodos dos Respective Equipamentos

Análise da Conformidade Legal

Como não haverá operação de dragagem no trecho continental sob influência do empreendimento, não se aplica a utilização dos valores orientadores estabelecidos pela Resolução Conama 344/04. Neste estudo de caracterização foram utilizados principalmente os critérios adotados pela *National Oceanic and Atmospheric Administration* - NOAA, os quais são voltados à toxicidade que o sedimento, a partir de certa concentração, podem causar à biota associada. Os níveis são baseados em compilações de dados semelhantes, porém usando diferentes tipos de cálculos. Para o sedimento, o TEL (*Threshold Effects Level*), representa a concentração abaixo da quais efeitos adversos são raramente esperados e o PEL (*Probable Effects Level*) representa o nível a partir do qual os efeitos adversos são frequentemente esperados. Para alguns elementos, como o ferro e o manganês se apresentam apenas o nível UET (*Upper Effects Threshold*), que significa o nível acima no qual os efeitos biológicos adversos já seriam sentidos. Este nível, porém é classificado como pouco preciso (BUCHMANN, 2008).

A seguir (**Quadro 8.1.1.4.17**), são apresentadas às concentrações de referência da NOAA (BUCHMAN, 2008) para os metais em estudo no sedimento.

Quadro 8.1.1.4.17 - Critério da NOAA para Avaliação da Presença de Metais no Sedimento - Qualidade dos Sedimentos - Porto Sul -Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2010 e Período Chuvoso (1) 2011

Parâmetro	Sedimento (ppm) de Ambientes de Água doce		
	TEL	PEL	UET
Ferro total	-	-	40.000
Zinco total	123,1	315,0	520,0
Chumbo total	35,0	91,3	127,0
Alumínio total	-	-	-
Cromo total	37,3	90,0	95,0
Manganês total	-	-	1.100
Mercúrio total	0,174	0,486	0,560
Cobre total	35,7	197,0	86,0

- Qualidade da Água Marítima

Malha de amostragem

A malha de amostragem utilizada no levantamento realizado entre os dias 23 e 25/05/2011 foi composta de 10 estações, correspondente ao período de outono na região (CEPTEC/INPE). Os códigos e coordenadas geográficas são apresentados no **Quadro 8.1.1.4.18**. A **Figura 8.1.1.4.94** apresenta o mapa de localização das estações de amostragem de água monitoradas em maio de 2011. O acesso aos pontos de amostragem foi feito através de uma embarcação tradicional utilizada na pesca de camarão, para execução dos serviços de coleta no período supracitado. A navegação entre os pontos de amostragem foi realizada por meio do uso de equipamento GPS portátil, com 12 canais de satélite, de marca Garmin.

O **Anexo 8.1.1.4.1** apresenta os laudos analíticos originais emitidos pelos laboratórios.

Quadro 8.1.1.4.18 - Relação dos pontos de amostragem selecionados para avaliação da qualidade das águas no trecho marítimo do Porto Sul-Ilhéus (Datum WGS 84)

CÓDIGOS	X	Y
P1	493689	8377568
P2	494252	8379211
P3	494139	8376173
P4	495063	8377559
P5	495373	8379219
P6	495462	8376297
P7	496835	8377559
P8	497626	8379228
P9	498387	8377644
P10	497748	8376427

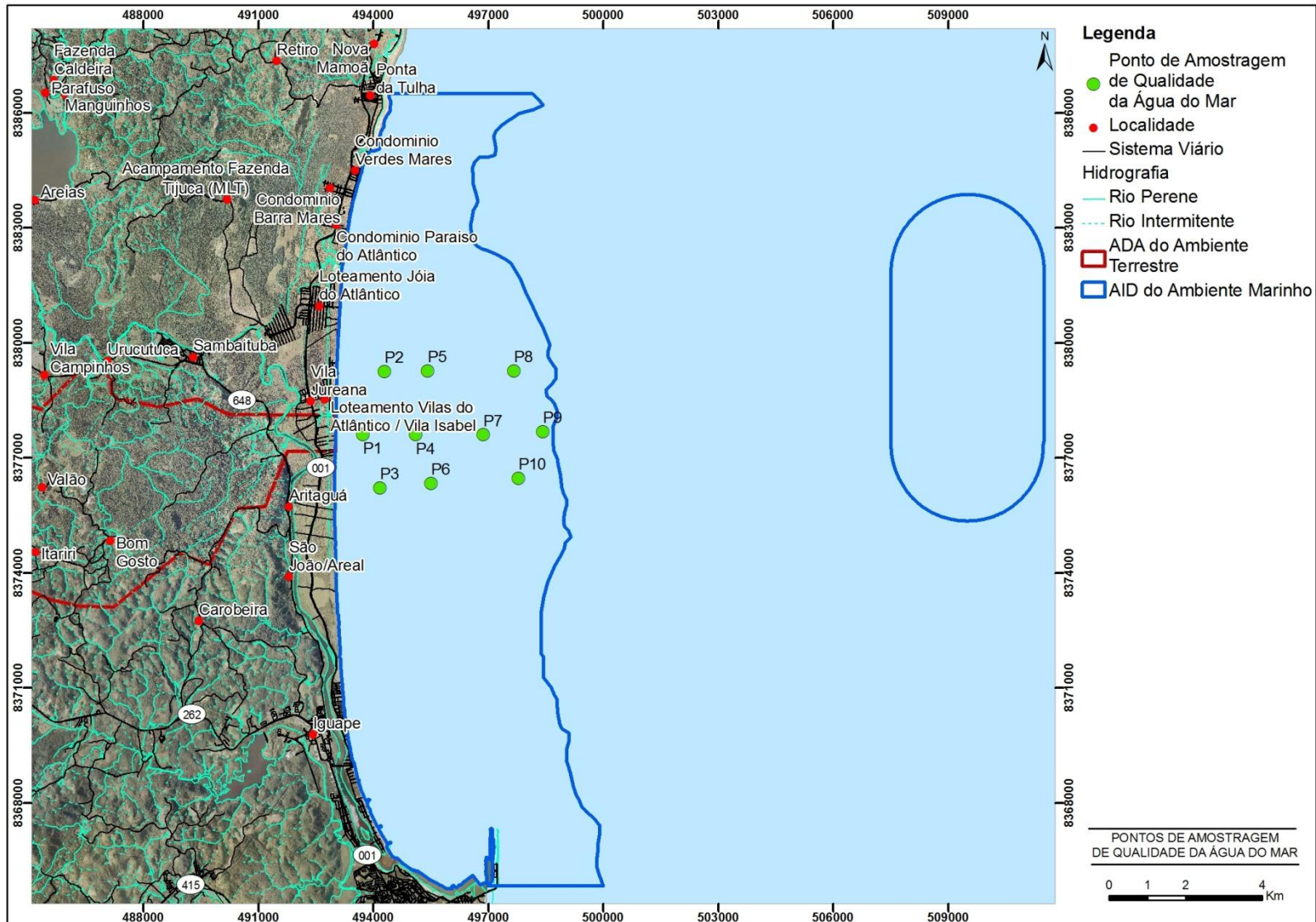


Figura 8.1.1.4.94 - Mapa de Localização das Estações de Amostragem Seleccionadas para Avaliação da Qualidade das Águas no Trecho Marinho da Área de Influência Direta do Porto Sul-Ilhéus

Parâmetros Selecionados

A seleção dos parâmetros foi feita com base nos indicadores listados na Classe 1 de águas salinas da Resolução Conama 357/05, assim como parâmetros de relevância à avaliação da qualidade das águas em uma zona marítima. Foram considerados indicadores de suporte à vida aquática (temperatura, salinidade, pH, oxigênio dissolvido e saturação de oxigênio), de produtividade primária (clorofila a), de contaminação microbiológica (colif. Termotolerantes e *Enterococos*), concentração iônica (sólidos dissolvidos), material particulado (turbidez e sólidos suspensos), indicadores de estado trófico (fósforo total, fosfato, nitrogênio total, nitritos, nitratos, n. amoniacal), matéria orgânica (DBO e carbono orgânico total), contaminação por metais (metais dissolvidos e totais), contaminação por resíduos combustíveis (óleos e graxas) e contaminação por resíduos industriais (sulfetos e fenóis).

A listagem dos parâmetros selecionados, com as respectivas unidades de medida, metodologias de análise e limites de detecção, é apresentada no **Quadro 8.1.1.4.19**. O laboratório responsável por todas as análises foi a BIOAGRI AMBIENTAL¹, porém, os parâmetros que apresentavam prazo de validade das amostras inferior a 24h foram encaminhados pela BIOAGRI ao laboratório subcontratado SENAI/CETIND, com sede em Salvador-BA.

Quadro 8.1.1.4.19 - Relação dos Parâmetros Selecionados para Caracterização da Qualidade das Águas do Trecho Marinho sob Influência do Porto Sul-Ilhéus

Parâmetros	Unidade	LQ	Método
Transparência	m	-	Disco de Secchi
Temperatura	°C	-	Sonda Quanta Hidrolab
Salinidade	-	-	Sonda Quanta Hidrolab
Oxigênio Dissolvido	mg/L	0,1	Sonda Quanta Hidrolab
Saturação de oxigênio	%	-	Sonda Quanta Hidrolab
Clorofila A	µg/L	3	SMWW 10200 H
Óleos e Graxas	mg/L	1	SMEWW 5520 B
Coliformes Termotolerantes (E. coli)	NMP/100mL	1	SMEWW 9223 B
Enterococos	UFC/100 mL	1	SMEWW 9230 C
Nitrogênio Total Kjeldahl	mg/L	0,2	SMEWW 4500 N org C
Nitrito (como N)	mg/L	0,006	POP PA 117/IC
Nitrato (como N)	mg/L	0,1	POP PA 117/IC
Nitrogênio Amoniacal	mg/L	0,1	SMWW 4500 NH3 E
Fósforo Total	mg/L	0,01	SMEWW 4500 - P - E -
Fosfato (como PO4)	mg/L	0,03	SMWW 4500 P-E.
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	2	SMWW 2540C
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	2	SMWW 2540D
Turbidez	NTU	0,1	SMWW 2130 B.
Carbono Orgânico Total	mg/L	2,5	SMEWW 5310-B
Ferro Dissolvido	mg/L	0,0001	SMWW 3125 B, USEPA 6020
Cobre Dissolvido	mg/L	0,0001	SMWW 3125 B, USEPA 6020
Arsênio Total	mg/L	0,0001	SMWW 3125 B, USEPA 6020
Cádmio Total	mg/L	0,0001	SMWW 3125 B, USEPA 6020
Chumbo Total	mg/L	0,0005	SMWW 3125 B, USEPA 6020
Cromo Total	mg/L	0,0001	SMWW 3125 B, USEPA 6020
Mercúrio Total	mg/L	1 x 10 ⁻⁵	SMWW 3125 B, USEPA 6020
Níquel Total	mg/L	0,0001	SMWW 3125 B, USEPA 6020
Zinco Total	mg/L	0,0001	SMWW 3125 B, USEPA 6020
Manganês Total	mg/L	0,0001	SMWW 3125 B, USEPA 6020
Sulfeto	mg/L	0,05	SMWW 4500S-2 /D
Índice de Fenóis	mg/L	0,001	USEPA SW 846 - 9065
DBO	mg/L	3	SMWW 5210 B

¹ BIOAGRI AMBIENTAL - <http://www.bioagriambiental.com.br/>

Coletas

As amostragens foram realizadas entre os dias 23 e 25/05/2011, a bordo de uma embarcação tradicional de pesca de camarão, equipada com GPS, carta náutica digital e sonda batimétrica (**Figura 8.1.1.4.95**). Em relação às condições ambientais observadas, vale registrar que as coletas foram realizadas sob forte chuva, com elevada nebulosidade, ventos moderados e água turva (**Figura 8.1.1.4.96**). A coleta sob estas condições foi realizada visando caracterizar a qualidade da água no período correspondente à estação de inverno na região costeira de Ilhéus. O embarque da equipe foi feito no estuário do rio Almada, e todas as atividades foram realizadas na maré de sizígia, período de vazante.



Figura 8.1.1.4.95 - Embarcação Utilizada para Execução das Coletas do Porto Sul – Ilhéus em Maio de 2011



Figura 8.1.1.4.96 - Condições Ambientais Observadas Durante as Coletas em Maio de 2011

As coletas foram realizadas em três profundidades, nos níveis superfície, secchi e fundo. A profundidade secchi foi obtida por meio do uso de um disco de secchi. Todos os estratos foram amostrados por meio do uso de uma garrafa amostradora, modelo van-Dorn, exceto para as amostras microbiológicas e de óleos e graxas, obtidas pela imersão do recipiente de coleta diretamente na água. Para os demais parâmetros, foi utilizado um becker plástico de 1L para o enchimento dos recipientes de coleta.

Os parâmetros de campo (temperatura, salinidade, pH, oxigênio dissolvido e saturação de oxigênio) foram medidos com o auxílio de uma sonda multiparamétrica, de marca Hidrolab, modelo Quanta.

Todos os recipientes contendo as amostras de água foram acondicionados em caixas isotérmicas contendo gelo, e o transporte para o laboratório se deu em duas etapas:

- Embarque das amostras por via terrestre de Ilhéus para Salvador – para triagem dos parâmetros com prazo de validade inferior a 24h, os quais foram analisados pelo laboratório SENAI/CETIND, em Salvador;
- Embarque por via aérea das amostras para o laboratório BIOAGRI em Piracicaba-SP.

A **Figura 8.1.1.4.97** a seguir apresenta um registro fotográfico dos procedimentos e equipamentos utilizados nos serviços de coleta.



Figura 8.1.1.4.97 - Rotina de Coleta Empregada na Campanha Realizada em Maio de 2011, A – Coleta de amostra microbiológica; B – Lançamento da garrafa de van-Dorn; C – Sonda Multiparamétrica Hidrolab/Quanta e D; Disco de Secchi.

Análise de Dados

Os dados desta primeira campanha de amostragem foram tabulados em planilhas Excel, a partir das quais foram elaborados de perfil para os parâmetros indicadores de estratificação térmica ou química na coluna d'água: temperatura, salinidade, pH e oxigênio dissolvido. Em seguida essa planilha foi exportada para o *-Software* Statistica 8.0, onde foram elaborados gráficos do tipo box-plot, integrando os resultados obtidos nas três profundidades de um mesmo ponto, de modo a verificar a variação espacial dos resultados na rede de amostragem adotada. Apenas os parâmetros de análise que foram detectados em 50% ou mais das 30 amostras analisadas puderam ser representados graficamente e testados estatisticamente. Nestes casos, os valores não detectados foram iguais ao respectivo LQ do parâmetro analisado, para efeito de representação gráfica e comparação estatística. A significância das diferenças observadas entre as estações de amostragem foi determinada pela aplicação do teste de Kruskal-Wallis (ANOVA não paramétrica), com grau de confiança de 95% ($p < 0,05$).

Foi também realizada uma análise de conformidade legal dos resultados para os indicadores de qualidade enquadrados na Classe 1 de águas salinas da Resolução Conama 357/05.

Por fim, foi realizada uma análise multivariada com os dados físico-químicos detectados nas amostras de água, a partir da elaboração de uma matriz de similaridade entre as estações de amostragem, ordenamento tipo de cluster, confecção de gráfico nMDS e análise de componentes principais - PCA.

8.1.1.5 Oceanografia e Hidrodinâmica Costeira

- Oceanografia

A caracterização oceanográfica foi conduzida com o objetivo de cobrir as áreas de influência do Porto Sul e áreas adjacentes. Para a sua elaboração, foram utilizados dados de variadas fontes, obtidos a partir de publicações e relatórios técnicos produzidos por diferentes instituições que realizaram levantamentos primários na área de abrangência deste diagnóstico. As principais fontes utilizadas estão citadas a seguir.

- Perfis de temperatura e salinidade - T-S: obtidos do Banco Nacional de Dados Oceanográficos - BNDO da Marinha do Brasil e disponíveis no *National Oceanographic Data Center* - NODC.
- Dados de temperatura superficial do mar - TSM: dados orbitais do tipo *Advanced Very High Resolution Radiometer* - AVHRR da *National Aeronautics and Space Administration* - NASA.
- Dados de onda: obtidos a partir de produtos operacionais de previsão oceânica oriundos do projeto ATLASUL - INPE.
- Dados de maré: obtidos a partir das constantes harmônicas de estações maregráficas da Fundação de Estudos do Mar - FEMAR.
- Dados de correntes: obtidos do Projeto Nacional de Boias - PNBOIA, integrante do *Global Ocean Observing System* - GOOS.
- Dados locais de correntes, temperatura e ondas, medidos em levantamento realizado pela CEPEMAR Meio Ambiente, na região ao norte do local de implantação do porto, Ilhéus (BA), para a Bahia Mineração - BAMIN.

Um resumo da localização dos dados utilizados nesta caracterização oceanográfica é apresentado no **Quadro 8.1.1.5.1**.

Quadro. 8.1.1.5.1 - Localizações das Fontes de Dados

Fontes	Coordenadas		Parâmetros
	Latitude	Longitude	
NODC (área)	12° 30' S - 22° 15' S	35° W - 41° 30' W	Temperatura e Salinidade
BNDO (área)	23° S - 25° S	37° W - 39° W	Temperatura e Salinidade
AVHRR/NASA	26° S	46° W	Temperatura Superficial do Mar
ATLASUL	13° S	36° 15' W	Ondas
PNBOIA (área)	11° S - 20,30° S	34° W - 40° W	Correntes
ADCP	14° 37' 33" S	39° 03' 29" W	Correntes, ondas e temperatura
FEMAR	14° 47' S	39° 02' W	Maré
JASON/GFO/ENVISAT	15° 30' S	38° 30' W	Correntes

- Hidrodinâmica Costeira

O mapeamento da posição da linha de costa foi realizado utilizando-se fotografias aéreas verticais e imagens de satélite da área. Os seguintes documentos fotográficos/imagens foram utilizados:

- Fotos aéreas verticais pancromáticas para o ano de 1960;
- Fotos aéreas verticais pancromáticas para o ano de 1998;
- Imagem de satélite Ikonos para o ano de 2005;
- Fotografias aéreas coloridas para o ano de 2009, georreferenciadas, fornecidas pela Hydros Engenharia e Planejamento Ltda.

Todo o material fotográfico foi georreferenciado tomando como base as fotos coloridas do ano de 2009.

É preciso chamar a atenção que ocorreram problemas durante o georeferenciamento principalmente das fotografias aéreas mais antigas. As fotos verticais de 1960 e 1998 foram digitalizadas a partir de originais em papel. Foi difícil identificar feições culturais comuns às fotos de 1960 e aquelas de 2009, uma vez que em 1960 a área situada a norte do porto de Ilhéus era em grande parte desabitada. Adicionalmente o contraste das fotos de 1998 e o sombreamento da vegetação nas fotos de 2009, não permitiram visualizar com clareza o início da vegetação de pós-praia, que normalmente consideramos como indicativo da posição da linha de costa, neste tipo de estudo. Optou-se assim em utilizar o limite praia seca-praia úmida como indicativo da posição da linha de costa, visto que está feição é bem visível em todos os documentos fotográficos utilizados.

Deve-se chamar a atenção que a utilização desse limite apresenta um erro intrínseco devido à variação do nível do mar local em função do comportamento das marés. Tendo em vista que a declividade da face praial no trecho é da ordem de 2-3 graus e a altura maré de sizígia situa-se em torno de 2m, um erro máximo da ordem de +/- 29 metros, em relação ao nível médio do mar é esperado devido apenas a este fator.

Após o georeferenciamento, foi traçada a posição da linha de costa em todos os documentos fotográficos disponíveis. Devido às diferenças nas áreas de recobrimento dos diferentes documentos cartográficos, a análise do comportamento da linha de costa foi realizada em duas

escalas espaciais: (i) Análise 1 – ficou restrita ao trecho situado entre a desembocadura do rio Cachoeira, a sul, e um ponto situado 7 km a norte do porto de Ilhéus – anos de 1960, 1998, 2005, 2009, com o objetivo de avaliar a interferência da implantação do Porto de Ilhéus no comportamento da linha de costa e, (ii) Análise 2 - se estendeu desde 5 km a sul da embocadura do rio Cachoeira até a Ponta do Ramo a norte – anos de 1960 e 2009.

Estima-se com base nas limitações apontadas acima que avanços e recuos da linha de costa da ordem de uma a duas dezenas de metros, estão dentro da faixa de erro desta análise. A comparação visual das fotos para os diferentes anos mostra que esta faixa de erro é aceitável.

Após traçadas as posições da linha de costa, foi utilizado o aplicativo Digital Shoreline Analysis System - DSAS versão 4, criado por E. Robert Thieler do Serviço Geológico Americano através do seu Programa de Geologia Marinha e Costeira (USGS – Open-File Report 2005-1304).

Este aplicativo calcula os seguintes parâmetros estatísticos ao longo de transectos pre-estabelecidos, a partir das posições da linha de costa mapeadas:

- EPR = End Point Rate – é a razão da distância entre as posições mais antiga e mais recente ocupadas pela linha de costa, dividida pelo tempo transcorrido;
- LRR = Linear Regression Rate of Change – determinado pelo ajuste de uma curva de regressão a todos os pontos ocupados pela linha de costa ao longo de um determinado transecto;
- NSM = Net Shoreline Movement – é a distância entre a linha de costa mais antiga e a mais recente ao longo de um transecto.

É importante observar que para a Análise 2 só foi possível determinar os parâmetros EPR e NSM, visto que apenas o traçado da posição da linha de costa para os anos 1960 e 2009 estava disponível.

Na análise foi escolhido um espaçamento entre os transectos de 100 m. Deste modo um total de 114 transectos foi utilizado na Análise 1, e 333 transectos na Análise 2.

8.1.2 Clima e Condições Meteorológicas

O clima no Estado da Bahia é diferenciado em três grandes áreas: a primeira, localizada a leste do Estado, próxima ao litoral, possui alto índice de precipitação, variando em torno de 2.000 mm por ano; na segunda grande área, predominante na maior parte do Estado, entre a faixa litorânea e o rio São Francisco, o clima é semiárido, com precipitação em torno de 750 mm por ano, existindo alguns micros climas, com precipitações acima e abaixo desta faixa de precipitação; na terceira grande área, localizada no trecho oeste do Estado, à margem esquerda do rio São Francisco, a precipitação varia entre 1.000 e 1.500 mm por ano.

8.1.2.1 Massas de Ar e Circulação Atmosférica

O clima no litoral sul da Bahia, onde se insere a AII é basicamente afetado por duas massas de ar, a Massa Tropical Atlântica - mTa e a Massa Polar Atlântica - mPa. A mTa é formada por ar quente e úmido, posicionada no Atlântico Sul, próximo ao Trópico de Capricórnio. A mPa lo está localizada no Atlântico Sul próxima ao litoral da Patagônia Argentina, chega na AII fria e seca.

Durante o verão, a mPa encontra-se mais próxima do Polo Sul e as frentes nela originada não chegam ao litoral sul da Bahia. Nesse arranjo, a única massa a exercer influência sobre a região é a mTa, responsável pelas chuvas de verão. A **Figura 8.1.2.1.1** mostra a disposição e a zona afetada por essa massa.

No inverno, a mPa provoca frentes frias que avançam no sentido norte-sul, pelo litoral atlântico. Essas frentes chegam ao litoral sul da Bahia com baixa umidade e temperatura, onde interceptam a mPa, formada por ar quente e úmido. O choque dessas duas massas é responsável pelas chuvas de inverno. A **Figura 8.1.2.1.2** mostra a disposição das massas mPa e mTa, o percurso médio das frentes e a região de interseção no litoral sul do Estado.



Figura 8.1.2.1.1 - Localização Aproximada das Massas de Ar que Atuam no Verão no Litoral Sul do Estado da Bahia



Figura 8.1.2.1.2 - Localização Aproximada e Interações das Massas de Ar que Atuam no Inverno no Litoral Sul do Estado da Bahia

8.1.2.2 Aspectos Climáticos e Meteorológicos

- Temperatura

No **Quadro 8.1.2.2.1** e **Figura 8.1.2.2.1** são apresentadas as médias das temperaturas máximas, as médias das temperaturas mínimas e a média das temperaturas médias compensadas em cada mês e anual da estação de Ilhéus.

As mínimas de temperaturas observadas em Ilhéus ocorrem nos meses de junho e julho, quando atingem valores pouco abaixo de 20° C.

Nos meses de dezembro a abril e em setembro acontecem as temperaturas mais elevadas, sendo os meses de fevereiro e março os que apresentam maiores máximas e médias.

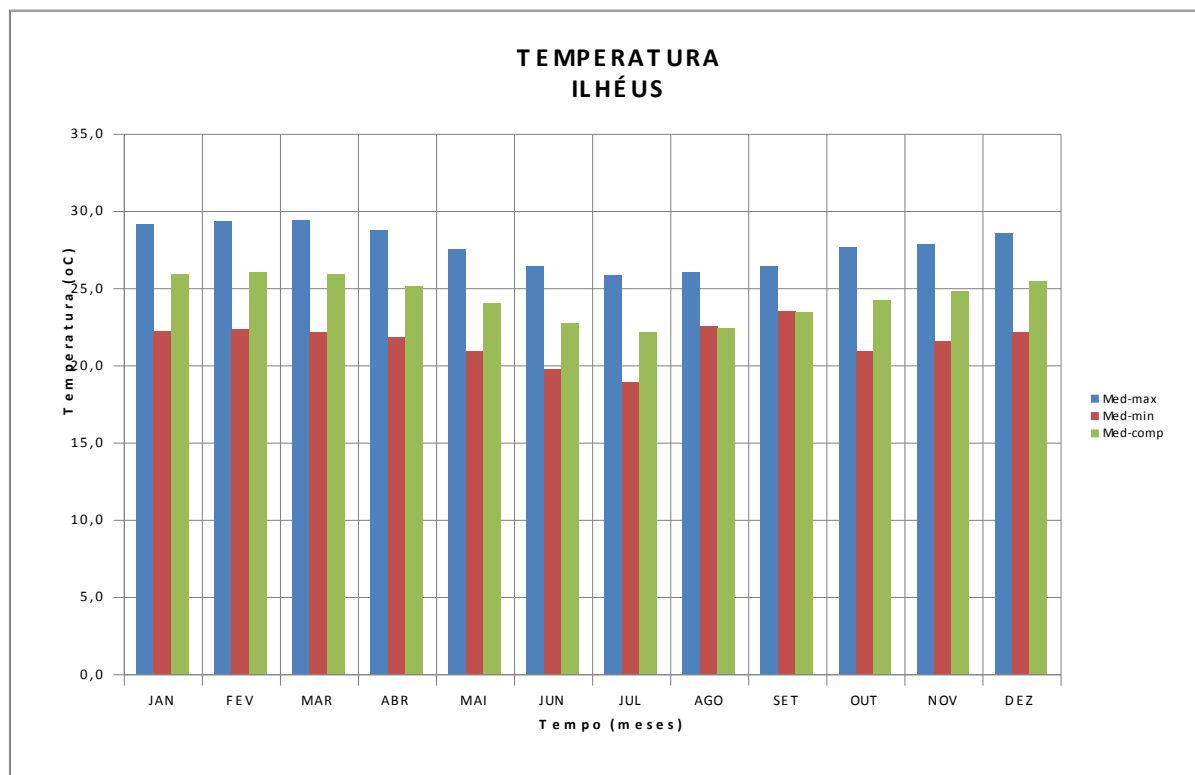
Verifica-se também uma pequena amplitude anual entre as médias mensais da temperatura média compensada, o mesmo ocorre com as temperaturas mínimas e máximas, fato que pode ser atribuído à sua proximidade com o mar.

Quadro 8.1.2.2.1 - Temperaturas em Ilhéus (°C)

Meses	Temperatura (°C)		
	Médias Máximas	Médias Mínimas	Médias Compensadas
Jan	29,1	22,2	25,9
Fev	29,3	22,3	26,0
Mar	29,4	22,1	25,9
Abr	28,7	21,8	25,1
Mai	27,5	20,9	24,0
Jun	26,4	19,7	22,7
Jul	25,8	18,9	22,1
Ago	26,0	22,5	22,4
Set	26,4	23,5	23,4
Out	27,6	20,9	24,2
Nov	27,8	21,5	24,8
Dez	28,5	22,1	25,4
Ano	27,7	21,5	24,3

Nota: Normais Climatológicas (1961 / 1990)

Fonte: INMET



Nota: Normais Climatológicas (1961 / 1990)

Fonte: INMET

Figura 8.1.2.2.1 - Temperaturas Máximas, Mínimas e Médias Compensadas em Ilhéus

- Umidade do Ar

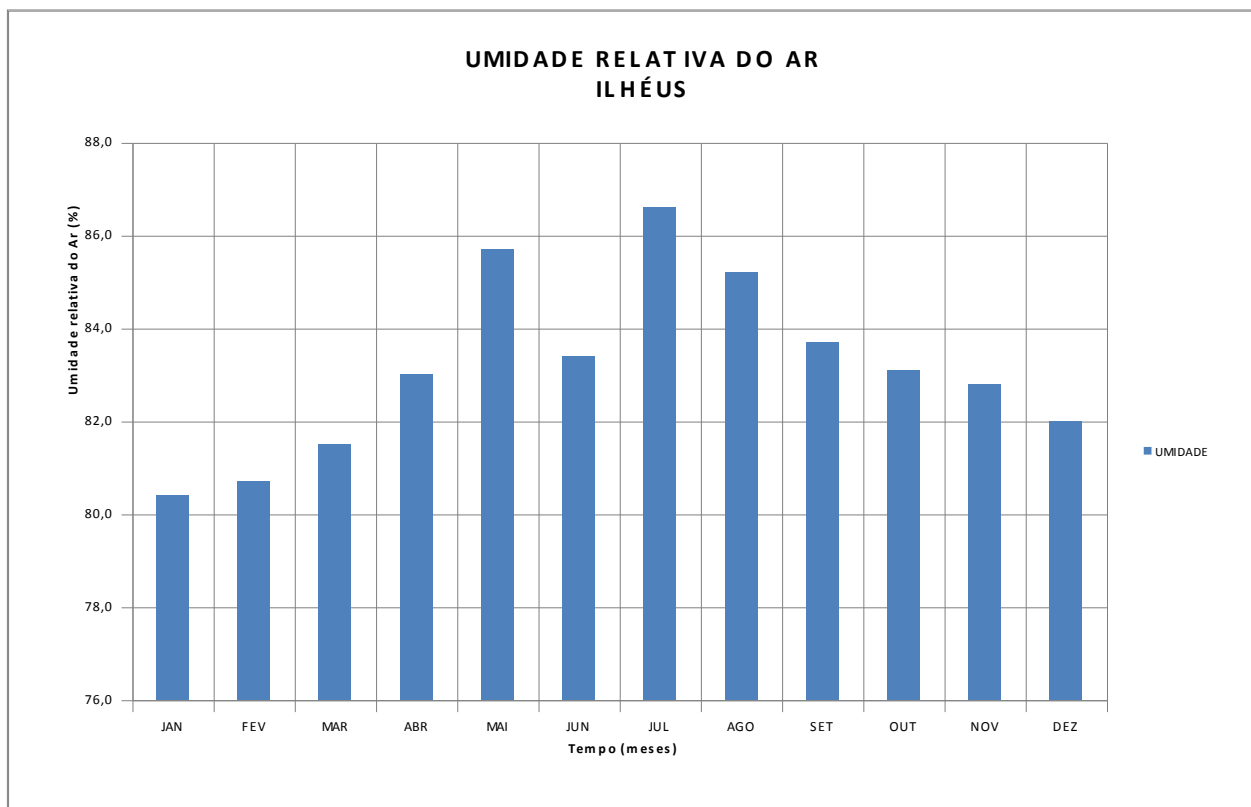
No **Quadro 8.1.2.2.2** a seguir apresentado, tem-se as normais da umidade relativa do ar em cada mês e anual da estação de Ilhéus.

Quadro 8.1.2.2.2 - Umidade Relativa do Ar (%)

Mês	Umidade do Ar (%)
Jan	80,4
Fev	80,7
Mar	81,5
Abr	83,0
Mai	85,7
Jun	83,4
Jul	86,6
Ago	85,2
Set	83,7
Out	83,1
Nov	82,8
Dez	82,0
Ano	83,2

Nota: Normais Climatológicas (1961 / 1990)
 Fonte: INMET

A média mensal da umidade relativa do ar em Ilhéus varia entre cerca de 80% a 86%, sendo os meses de dezembro a março os que apresentam os menores valores e o mês de maior umidade relativa do ar é julho (**Figura 8.1.2.2.2**).



Nota: Normais Climatológicas (1961 / 1990)
 Fonte: INMET

Figura 8.1.2.2.2 - Umidade Relativa do Ar em Ilhéus

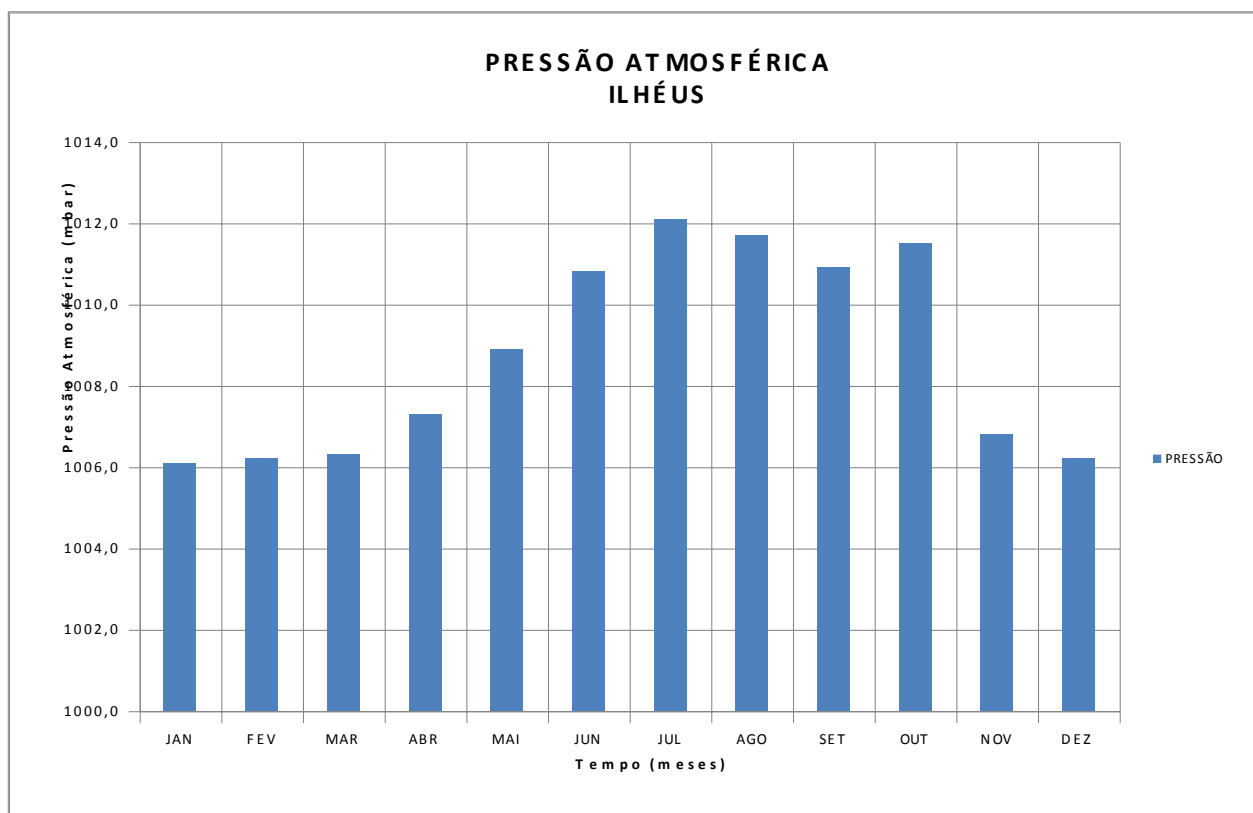
- Pressão Atmosférica

No **Quadro 8.1.2.2.3** e **Figura 8.1.2.2.3**, a seguir, tem-se a pressão atmosférica em cada mês e anual da estação de Ilhéus.

Quadro 8.1.2.2.3 - Pressão Atmosférica (mbar)

Mês	Pressão (mbar)
Jan	1.006,1
Fev	1.006,2
Mar	1.006,3
Abr	1.007,3
Mai	1.008,9
Jun	1.010,8
Jul	1.012,1
Ago	1.011,7
Set	1.010,9
Out	1.011,5
Nov	1.006,8
Dez	1.006,2
Ano	1.008,7

Nota: Normais Climatológicas (1961/1990)
 Fonte: INMET



Nota: Normais Climatológicas (1961 / 1990)
 Fonte: INMET

Figura 8.1.2.2.3 - Pressão Atmosférica em Ilhéus

A pressão atmosférica em Ilhéus varia entre 1.006 mbar e 1.012 mbar, sendo que os maiores valores ocorrem entre os meses de maio a outubro e os menores valores de novembro a abril, sendo o mês de pressão atmosférica máxima o mês de julho.

- Evaporação

A evaporação anual em Ilhéus é próxima a 900 mm, sendo os meses de janeiro, março, setembro e dezembro os que apresentam valores máximos, acima de 77 mm.

A evaporação é menor nos meses de maio a julho, com evaporações mensais inferiores a 66 mm.

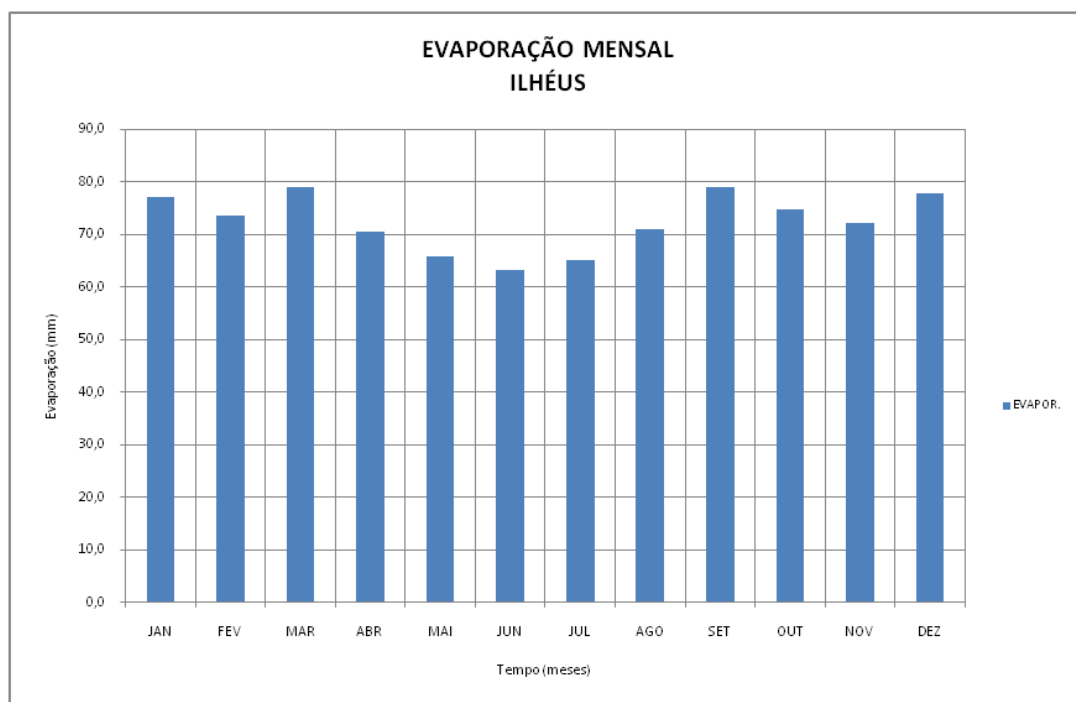
No **Quadro 8.1.2.2.4** e **Figura 8.1.2.2.4**, é apresentado a evaporação em cada mês e anual da estação de Ilhéus.

Quadro 8.1.2.2.4 - Evaporação (mm)

Mês	Evaporação (mm)
Jan	77,0
Fev	73,6
Mar	78,9
Abr	70,5
Mai	65,8
Jun	63,3
Jul	65,2
Ago	71,0
Set	78,9
Out	74,7
Nov	72,1
Dez	77,9
Ano	868,9

Nota: Normais Climatológicas (1961/1990)

Fonte: INMET



Nota: Normais Climatológicas (1961/1990)

Fonte: INMET

Figura 8.1.2.2.4 - Evaporação em Ilhéus

- Insolação

O **Quadro 8.1.2.2.5** apresenta a insolação mensal e anual da estação de Ilhéus.

Quadro 8.1.2.2.5 - Insolação (horas)

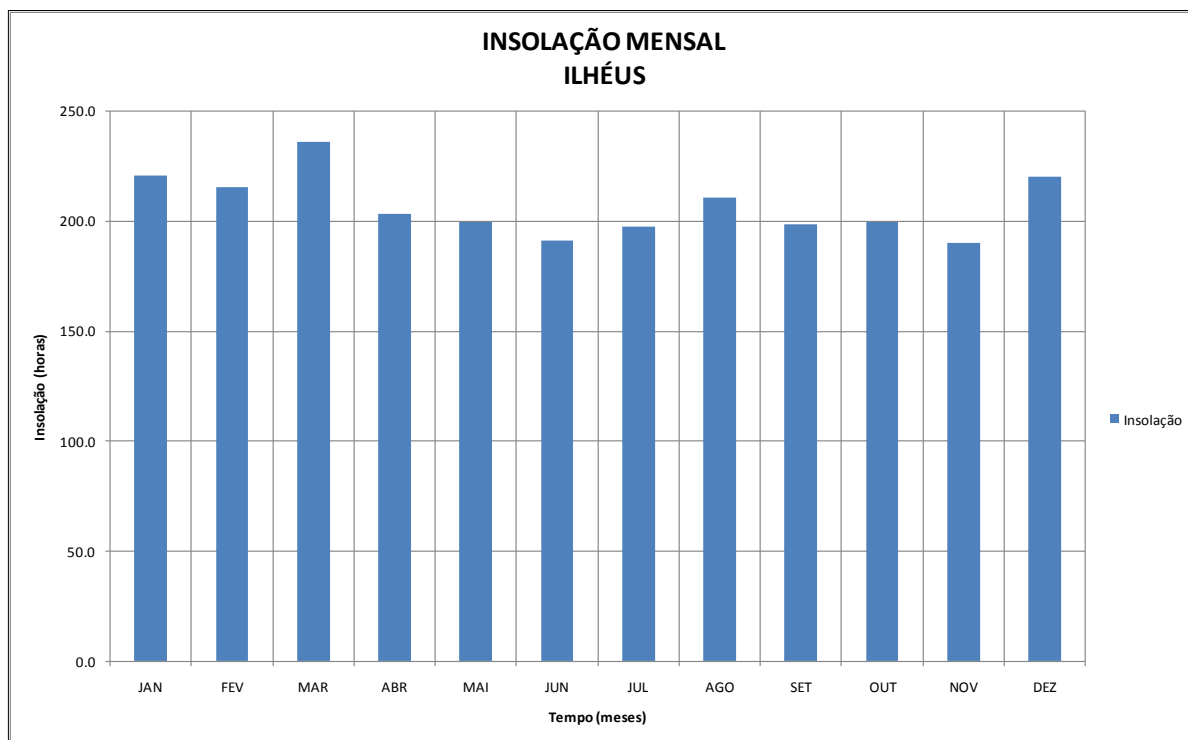
Meses	Insolação (h)	
	(h)	(h/dia)
Jan	220,8	7,12
Fev	215,6	7,70
Mar	235,9	7,61
Abr	203,4	6,78
Mai	199,8	6,45
Jun	191,3	6,38
Jul	197,7	6,38
Ago	210,8	6,80
Set	198,5	6,62
Out	199,5	6,44
Nov	190,2	6,34
Dez	220,2	7,10
Ano	2.483,7	6,80

Nota: Normais Climatológicas (1961 / 1990)

Fonte: INMET

O número de horas de insolação anual em Ilhéus é próximo a 2.500 horas por ano, correspondendo em média a pouco menos que 7 horas diárias.

A variação durante o ano é pouco significativa, sendo que o período de dezembro a março, o número de horas médias mensais é superior a 215 horas (**Figura 8.1.2.2.5**). Em média os meses de junho e novembro apresentam os menores valores de insolação, pouco superiores a 190 h.



Nota: Normais Climatológicas (1961 / 1990)

Fonte: INMET

Figura 8.1.2.2.5 - Insolação em Ilhéus

- Ventos
- Estação Meteorológica INMET de Ilhéus

A **Figura 8.1.2.2.6** apresenta a localização aproximada da estação meteorológica do INMET, na localidade de Ilhéus.

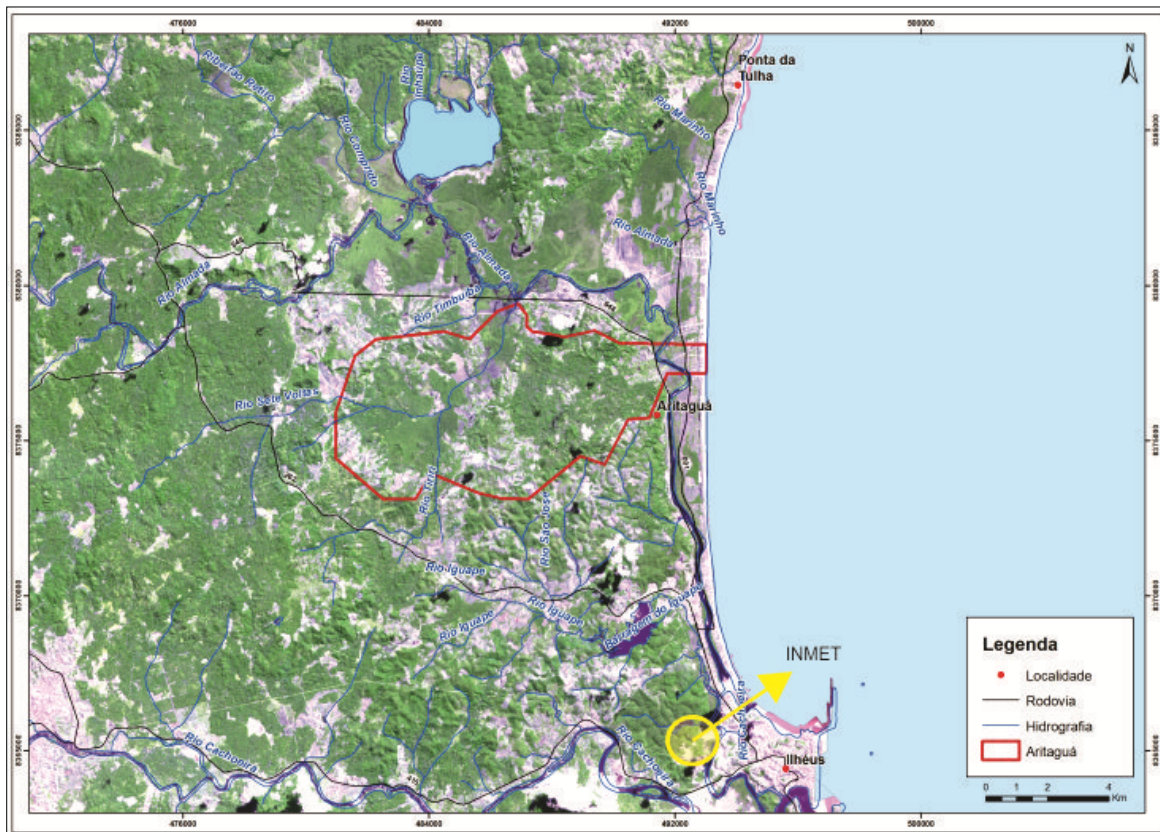


Figura 8.1.2.2.6 - Localização Aproximada da Estação Meteorológica INMET de Ilhéus

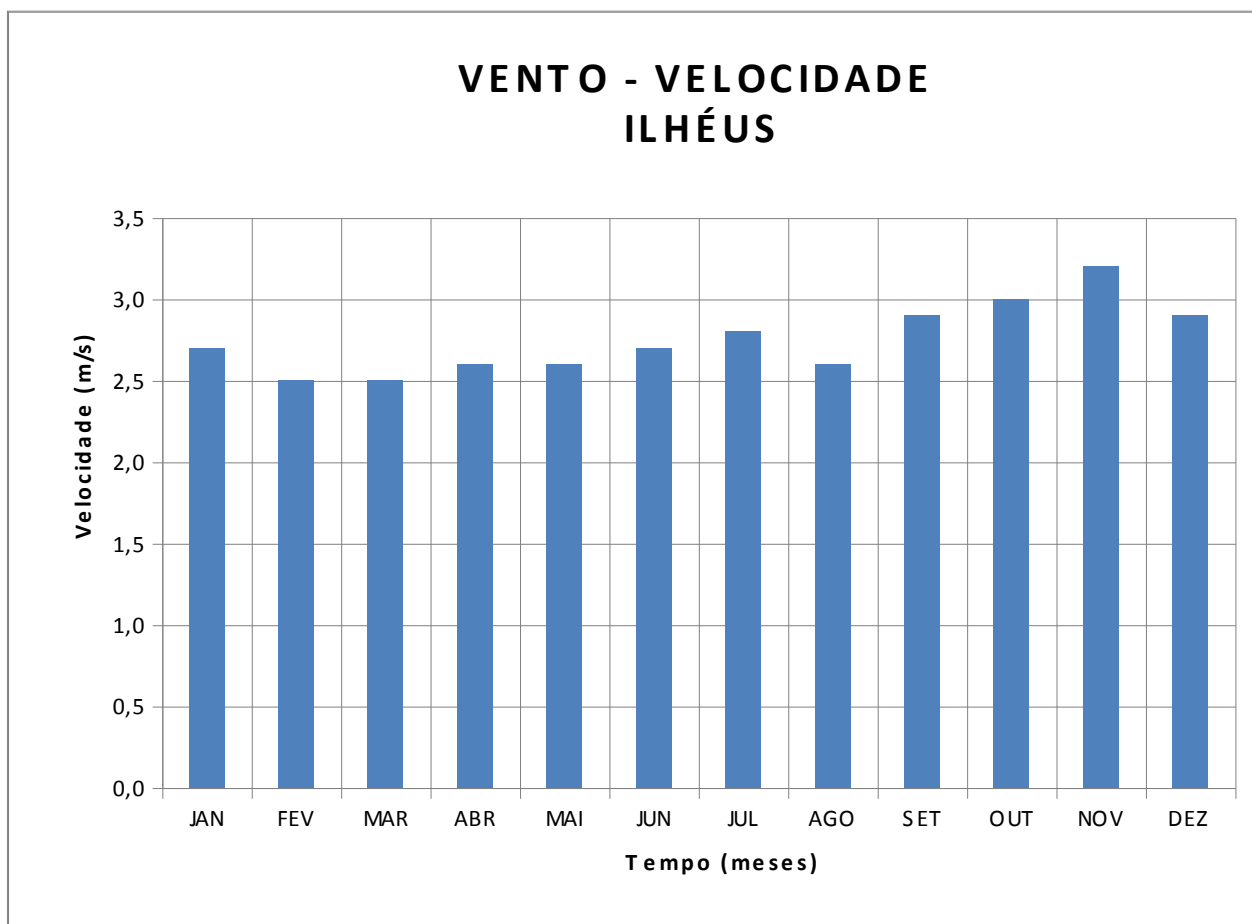
O **Quadro 8.1.2.2.5** e a **Figura 8.1.2.2.7** apresentam a velocidade média do vento em cada mês e anual da estação de Ilhéus do INMET, para o período 1961/90.

A velocidade média anual dos ventos em Ilhéus é de 2,8 m/s, existindo uma variação pouco significativa durante o ano. O mês que apresenta valor médio mais elevado é novembro e os meses que apresentam valores médios menores são fevereiro e março.

Quadro 8.1.2.2.6 - Normais Climatológicas da Velocidade do Vento (m/s) Medida na Estação do INMET/Ilhéus

Mês	Vento (m/s)
Jan	2,7
Fev	2,5
Mar	2,5
Abr	2,6
Mai	2,6
Jun	2,7
Jul	2,8
Ago	2,6
Set	2,9
Out	3,0
Nov	3,2
Dez	2,9
Ano	2,8

Nota: Normais Climatológicas (1961/1990)



Fonte: INMET

Nota: Normais Climatológicas (1961 / 1990)

Fonte: INMET

Figura 8.1.2.2.7 - Velocidade do Vento em Ilhéus

A **Figura 8.1.2.2.8** apresenta a rosa dos ventos da estação meteorológica do INMET, para o período 2001 a 2010. Nesse período de 10 anos, a média geral é igual a 3,3 m/s, superior à média de longo período, representada pela normal climatológica para o período 1961 /1990 (vide **Quadro 8.1.2.2.6** e na **Figura 8.1.2.2.7** acima apresentados).

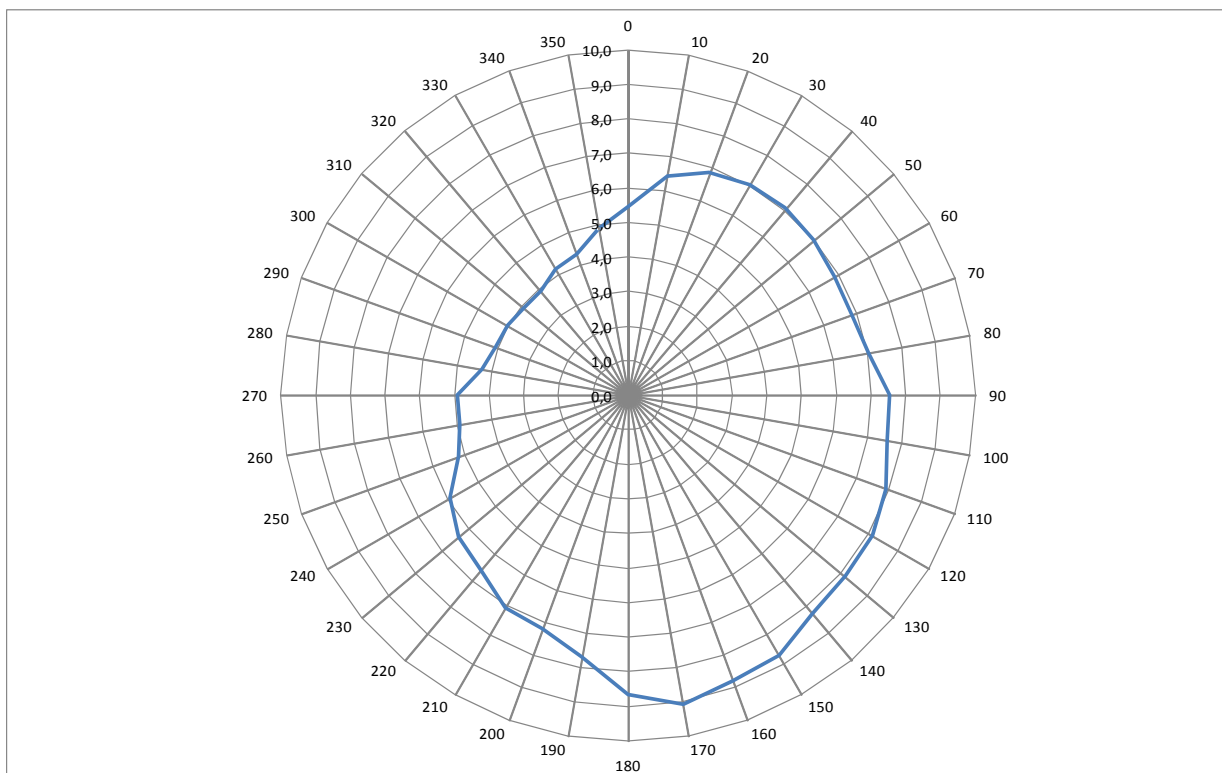


Figura 8.1.2.2.8 - Rosa dos Ventos da Estação Meteorológica do INMET em Ilhéus, Período 2001 - 2010, Valores em m/s

A rosa dos ventos evidencia o fluxo geral de ar nessa estação, como sendo de SE para NW. Em detalhe, observa-se que os ventos com médias acima de 3,5m/s são de N-NE a S-SW, passando por SE. Os ventos de S-SE a S apresentam médias iguais ou superiores a 4 m/s. Os ventos de W a N apresentam médias inferiores a 2,5 m/s.

A **Figura 8.1.2.2.9** ilustra a frequência de ocorrência de ventos por direções, obtidas a partir da mesma série anterior. A disparidade das formas que se observam entre a rosa dos ventos e o diagrama frequência de ventos por direções mostram que os ventos de O são fracos e os de maior intensidade ocorrem de sudeste.

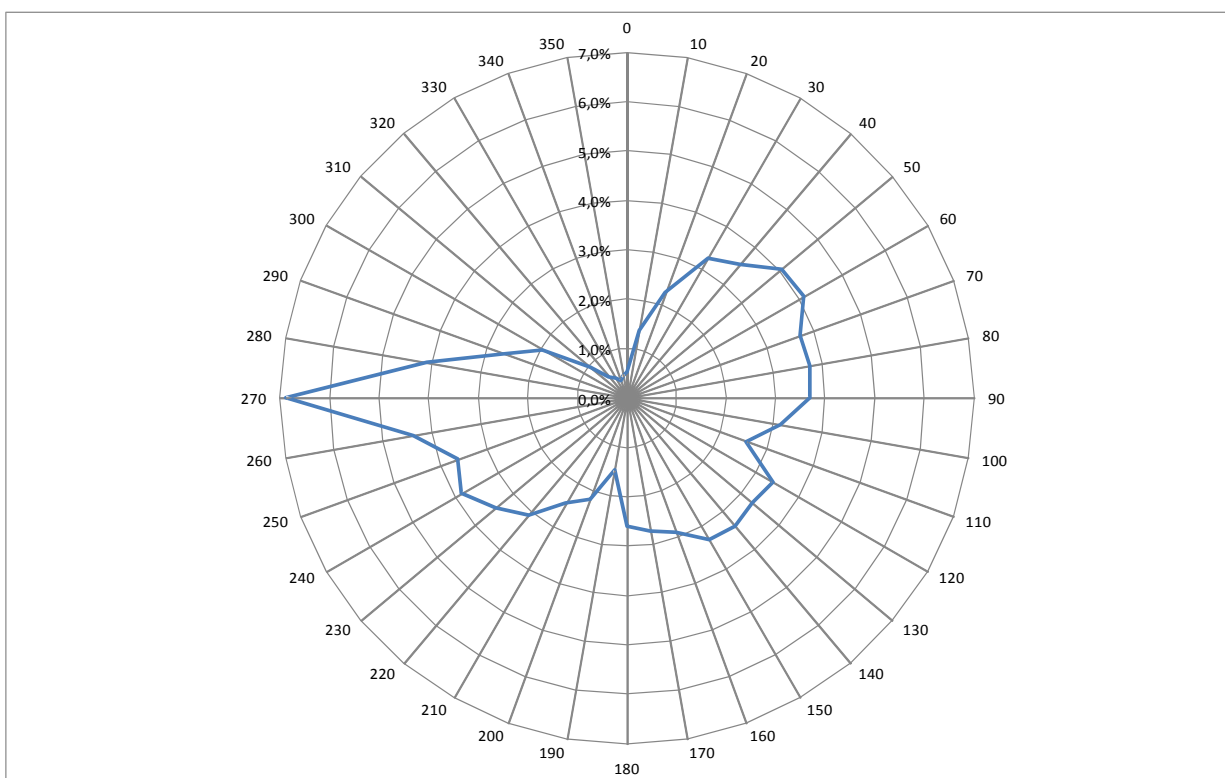


Figura 8.1.2.9 - Frequência de Ocorrência de Ventos por Direções, Estação Meteorológica do INMET em Ilhéus, Período 2001 - 2010

– Projeto SONDA/CPTEC/INPE

A partir dos dados do Projeto SONDA, foi possível analisar o comportamento do vento ao longo do dia. O CPTEC/INPE disponibiliza a climatologia horária do vento a 10m de altura em aeródromos brasileiros. Para o estudo em questão, foram utilizados dados do aeródromo de Ilhéus, cuja localização aproximada é apresentada na **Figura 8.1.2.10**.

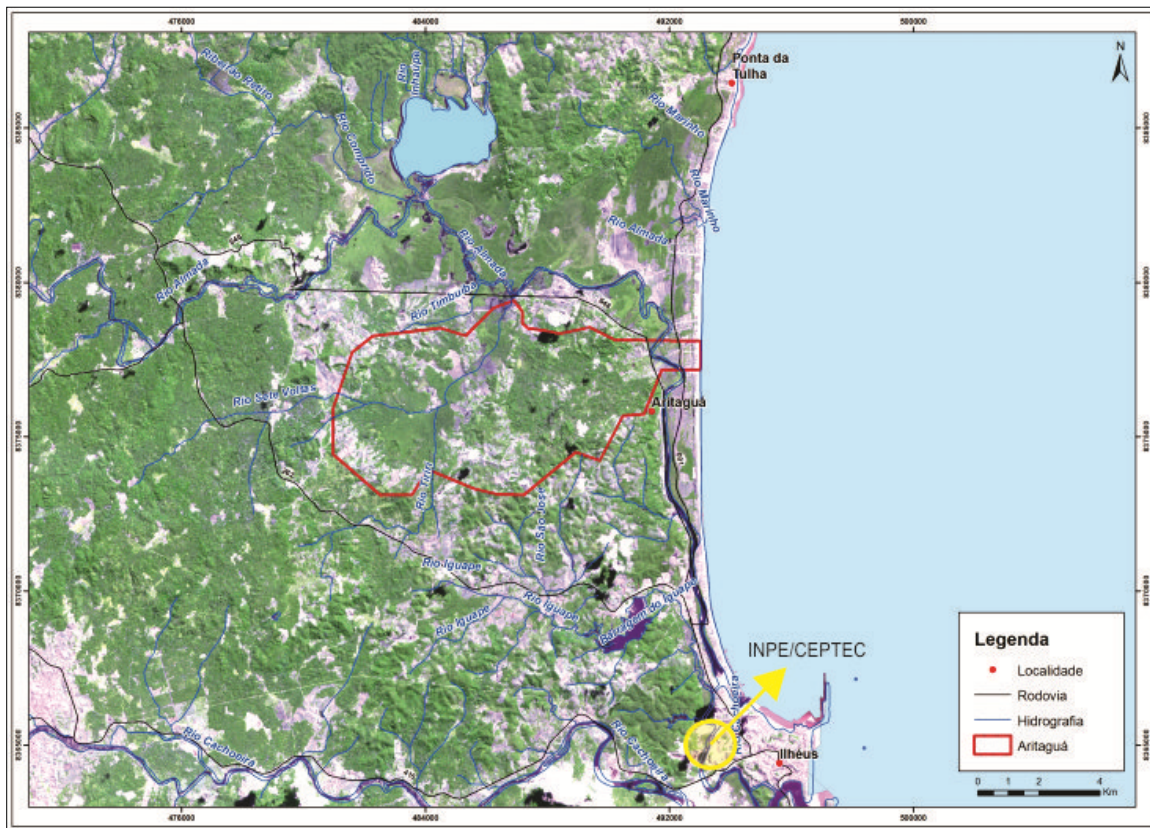
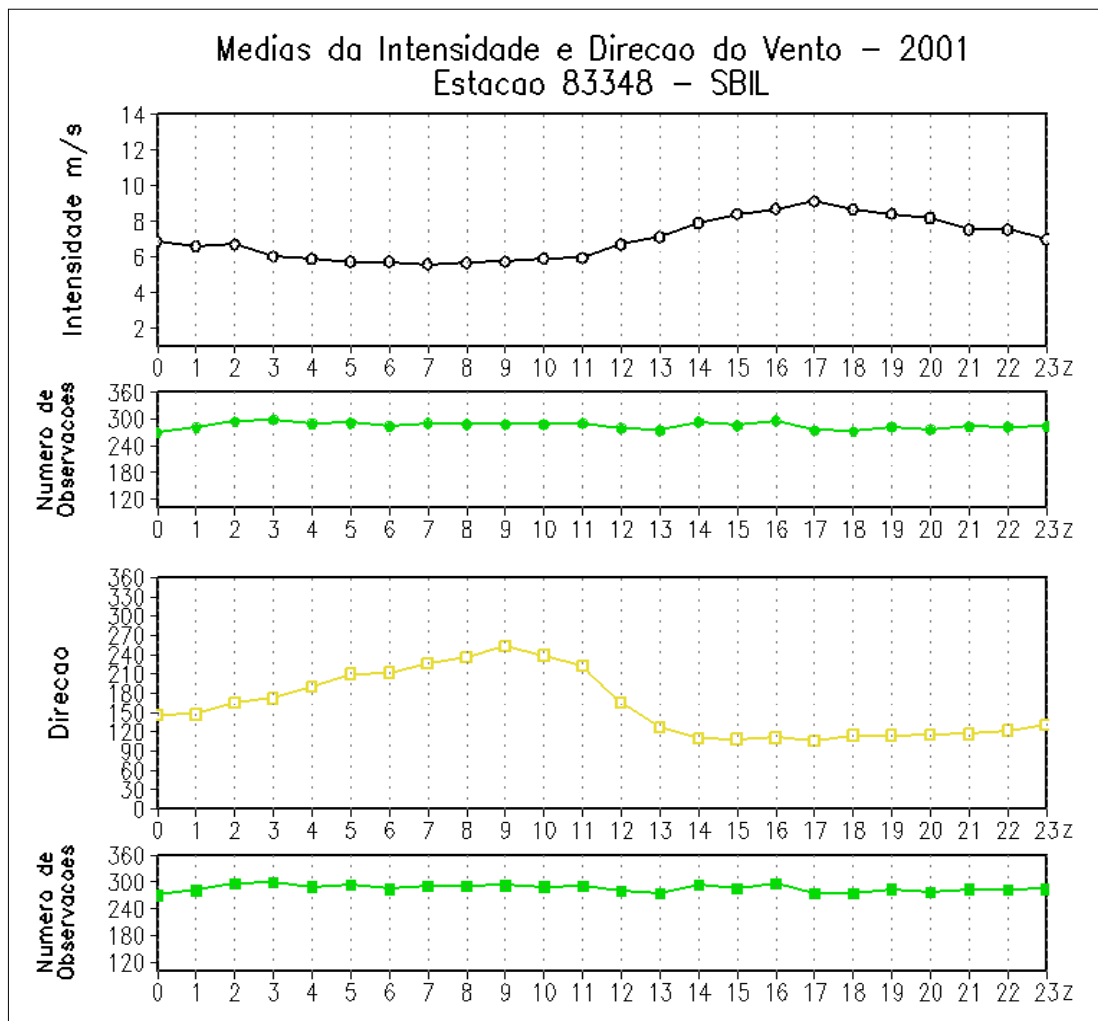


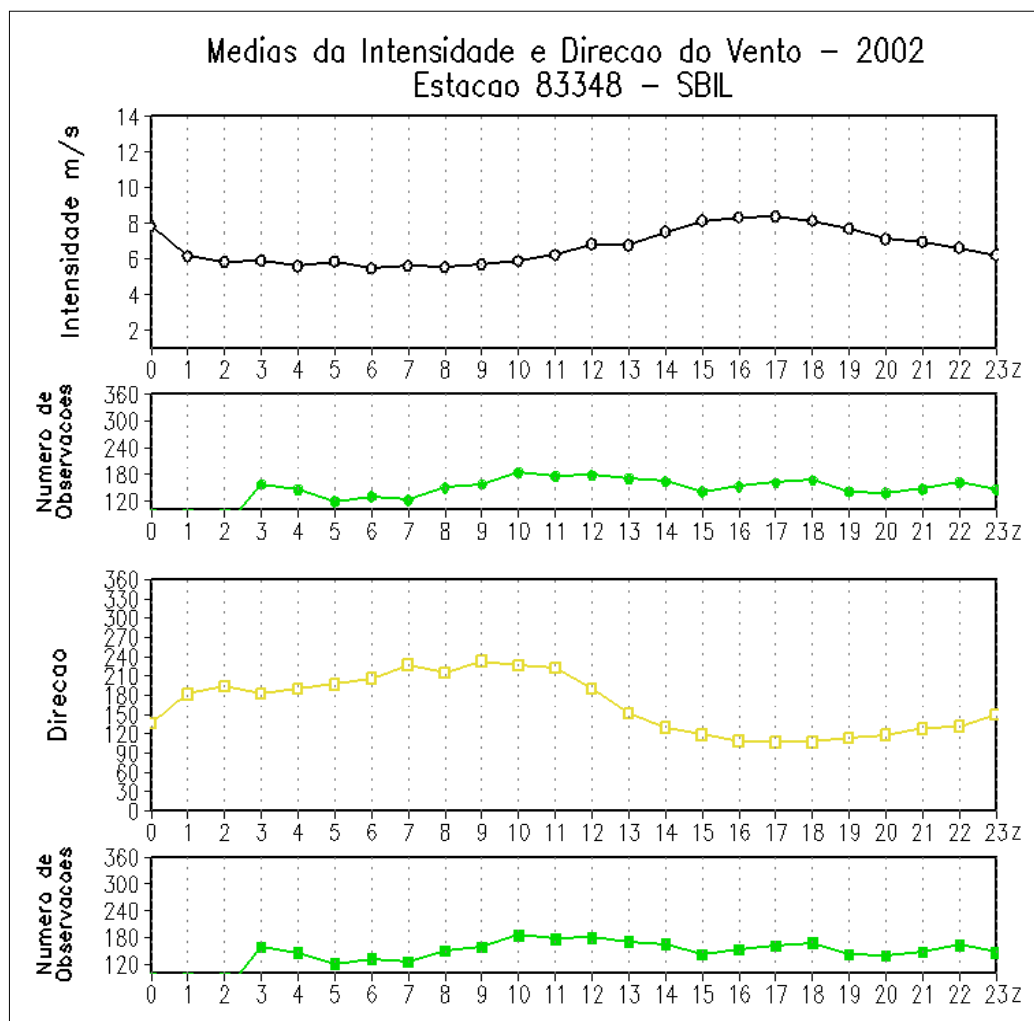
Figura 8.1.2.2.10 - Localização Aproximada do Aeródromo de Ilhéus, Intensidade e Direção Horária do Vento, anos 2001 e 2002

As médias anuais das intensidades médias horárias dos anos 2001 e 2002 são apresentadas nas **Figuras 8.1.2.2.11 e 8.1.2.2.12**, respectivamente.



Fonte: Projeto SONDA, 2009.

Figura 8.1.2.2.11 - Climatologia Horária de Intensidade e Direção do Vento no Aeroporto de Ilhéus, no ano de 2001



Fonte: Projeto SONDA, 2009

Figura 8.1.2.2.12 - Climatologia Horária de Intensidade e Direção do Vento no Aeroporto de Ilhéus, no ano de 2002

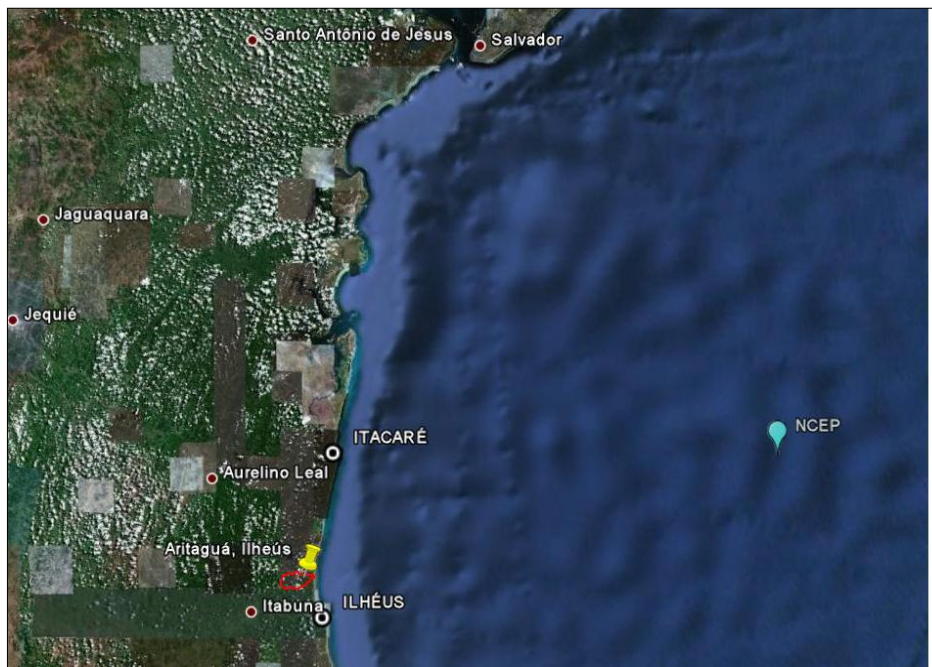
Em média, ao longo dos anos de 2001 e 2002, os ventos apresentaram variações diárias de direção entre E a W passando pelo S. A partir das 13 horas, os ventos encontram-se com maior influência de E, rotando para S-SW entre 1 hora e 9 horas. A transição de direções, do continente para o mar acontece num período relativamente curto e bem definido entre as 11 horas e 14 horas, enquanto que, a mudança de mar para o continente ocorre de forma gradual durante as horas da noite completando-se geralmente por volta das 3 horas.

Também se observa uma intensificação dos ventos no período da tarde, característica bem marcante nos dois anos analisados. Os valores máximos se aproximaram de 9 m/s, ocorrendo sempre entre 16 horas e 18 horas.

- NCEP/NCAR

Os dados de vento obtidos das reanálises do NCEP/NCAR (National Centers for Environment Prediction/National Center for Atmospheric Research), (KALNAY *et al.*, 1996), são representativos do quadrante com coordenadas de referência 14°17,13'S e 37°30'W, para o período de 1979 a 2008, conforme ilustrado na **Figura 8.1.2.2.13**.

Estes dados representam a região oceânica adjacente à Ponta da Tulha, que não é afetada diretamente pela influência continental, mostram, portanto, a condição de contorno oceânica da área de estudo.

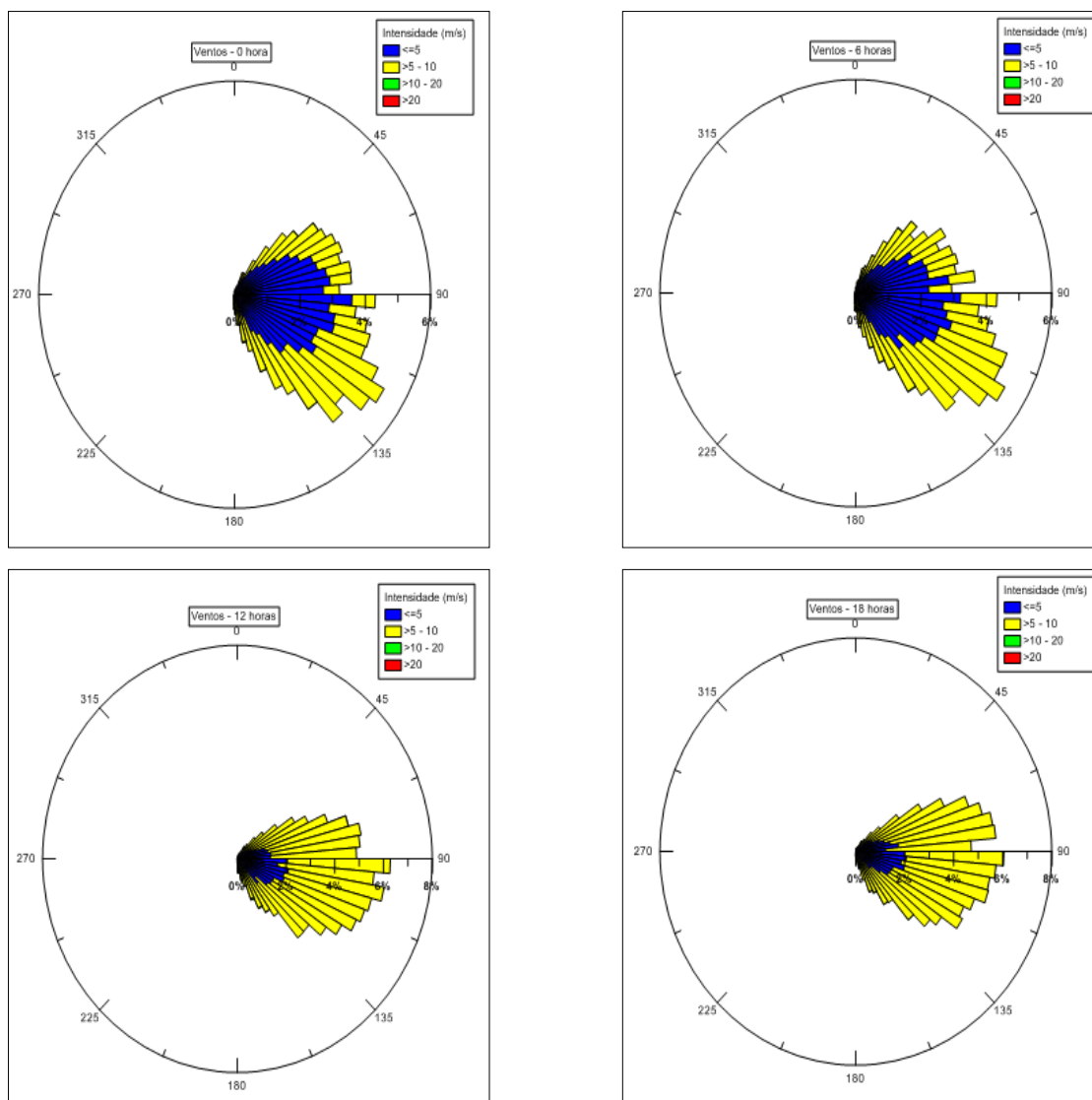


Fonte: BAMIN (2010)

Figura 8.1.2.2.13 - Localização do Ponto de Coleta de Dados de Ventos pela NCEP/NCAR

Do total de 43.832 registros, verifica-se a predominância de ventos de E (41,43%) e SE (34,61%). Nos 30 anos analisados, observa-se que a maior incidência (41,43%) foi de ventos de leste com intensidades entre 3 e 8,0 m/s (89,23%). Os eventos com intensidades acima de 10,5 m/s representaram 0,09% do total e ocorreram associados, principalmente, à direção S, que pode ser característica de passagens de frentes frias. Observa-se que, em média, os ventos variam entre E e SE ao longo de todo o ano. Agosto aparece como o mês de maior intensidade média (5,80 m/s); a maior máxima absoluta ocorreu em fevereiro, com ventos de 13,00 m/s (BAMIN, 2009).

A **Figura 8.1.2.2.14** apresenta as médias de ventos em diferentes períodos do dia para o período mencionado. Nota-se discreta variação do perfil dos ventos analisados, merecendo destaque a maior frequência de ventos com intensidade inferior a 5 m/s nas primeiras horas do dia.



Fonte: Reanálises do NCEP/NCAR, 2009.

Figura 8.1.2.2.14 - Rosas dos Ventos (m/s) por Períodos Diários Distintos: 0 horas, 6 horas, 12 horas e 18 horas

Análise de frequência da intensidade dos ventos

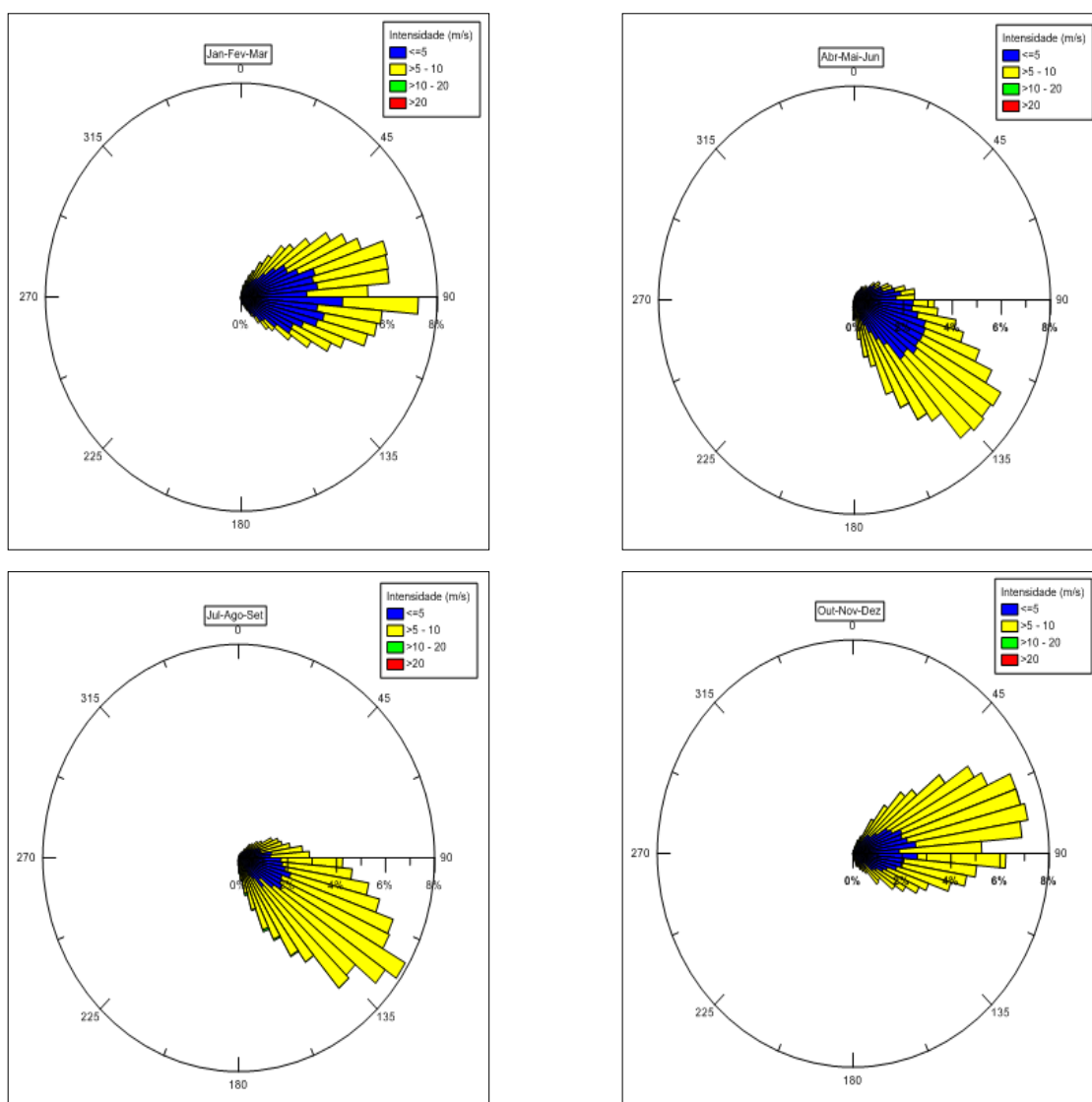
Os dados do NCEP/NCAR foram utilizados para quantificar a possibilidade de eventos extremos a partir de uma série de 30 anos. Neste caso, foi utilizado o ponto de grade mais próximo ao futuro Terminal Portuário, a 10 m de altitude e cujo centro do quadrante encontra-se a cerca de 170 km à Leste de Ponta da Tulha.

As ocorrências de condições extremas estão associadas à ocorrência de tempestades no Atlântico sul, principalmente no período de outono e inverno. Os valores de retorno de condições extremas de ventos para períodos de recorrência de 1, 5, 10, 50 e 100 anos são apresentados no **Quadro 8.1.2.2.7**.

Quadro 8.1.2.2.7 - Períodos de Retorno de 1, 5, 10, 50 e 100 anos para Intensidade de Vento ao Largo das Áreas de Influência do Empreendimento (m/s)

Período de Retorno (Anos)					
GUMBEL (m/s)	1	5	10	50	100
	15,68	18,15	19,21	21,68	22,74

A **Figura 8.1.2.2.15** exprime as médias de ventos por trimestres do ano, para o período observação de 30 anos. Nota-se a predominância de ventos de E a NE de outubro a março e de E a SE de abril a setembro.



Fonte: Reanálises do NCEP/NCAR, 2009

Figura 8.1.2.2.15 - Rosas dos Ventos (m/s) para Ventos Médios por Trimestres, para Série de 30 anos

- Pluviometria

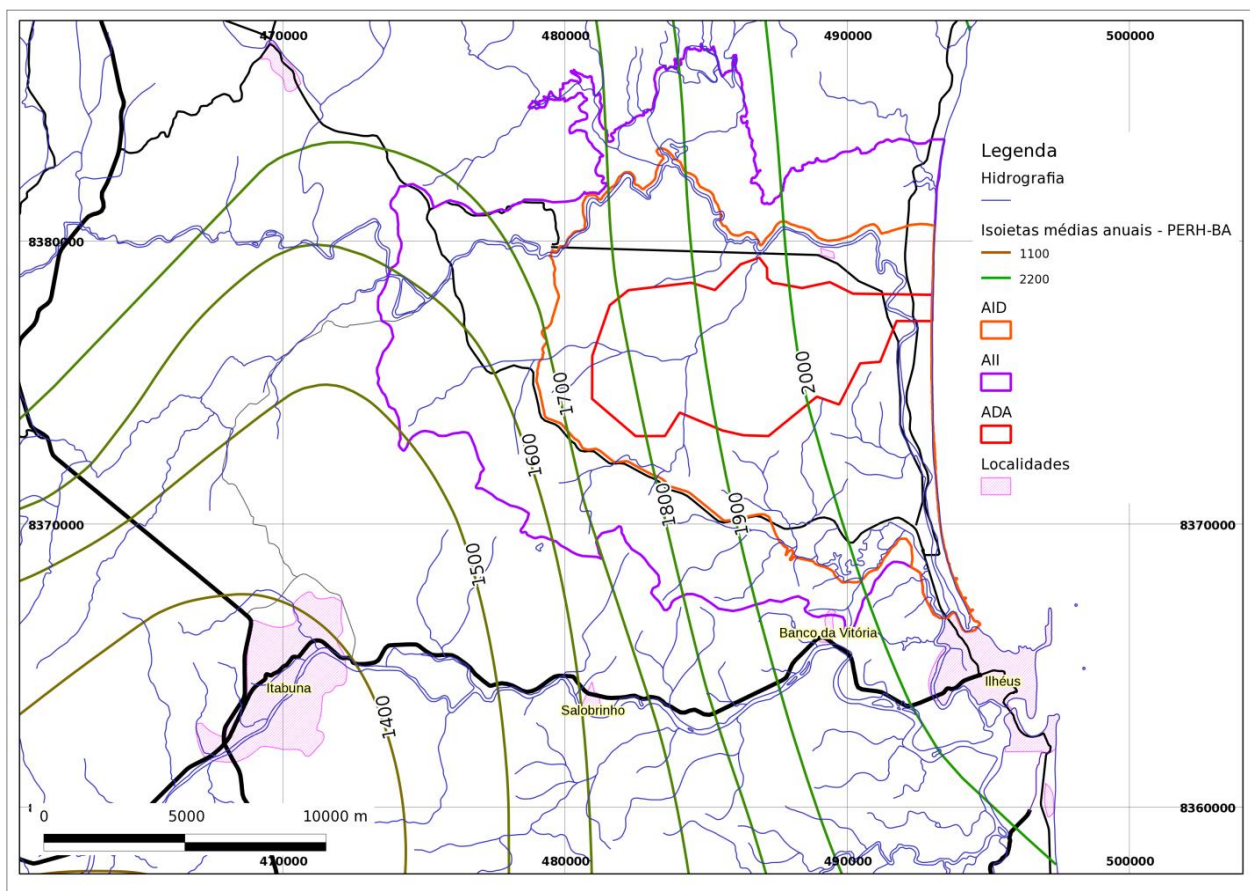
A pluviometria da região de estudo foi analisada a luz de dois aspectos: o das chuvas regionais e o das chuvas intensas, sendo que, o primeiro apresenta informações mais gerais, como os totais anuais, mensais e do número de dias de chuva e o segundo, as chuvas intensas, voltadas para subsidiar o dimensionamento das estruturas de drenagem.

Pluviometria Regional

As isoietas das médias anuais determinadas no Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado da Bahia - PERH-BA são apresentadas na **Figura 8.1.2.16**.

Pela análise desta figura se verifica que, as chuvas anuais na área de interesse apresentam médias variando entre:

- 1.750 a 2.100 mm, na a ADA;
- 1.650 a 2.100 mm, na AID;
- 1.500 a 2.100 mm, na AII.



Fonte: SEI

Figura 8.1.2.16 - Isoietas Médias Anuais

Para complementar o entendimento do comportamento da chuva na região, principalmente sua distribuição durante o ano, pesquisou-se no banco de dados HIDROWEB, da Agência Nacional de Águas - ANA, os postos pluviométricos que possuísem informações na região de interesse. Estes postos estão indicados no **Quadro 8.1.2.2.8** a seguir, com os respectivos períodos para os quais se dispõe de dados.

Quadro 8.1.2.2.8 - Dados Pluviométricos Disponíveis Para a Região de Estudo

Código	Posto	Município	Período Disponível		
			Inicio	Intervalo	Fim
01439000	PROVISÃO	ILHÉUS	Jan/1945	a	Jan/1976
01439003	RIO DO BRAÇO	ILHÉUS	Mai/1964	a	Abr/1987
01439010	ILHÉUS	ILHÉUS	Jan/1961	a	Ago/1997
01439011	ILHÉUS	ILHÉUS	Fev/1966	a	Dez/1985
01439012	INEMA	ILHÉUS	Dez/1983	a	Out/1989
01439015	ITACARÉ	ITACARÉ	Nov/1963	a	Dez/1991
1439017	ITABUNA	ITABUNA	Jan/1944	a	Dez/1960
1439019	ITABUNA	ITABUNA	Mai/1964	a	Dez/1989
01439022	ITAJUÍPE	ITAJUÍPE	Set/1944	a	Dez/1972
01439023	ITAJUÍPE	ITAJUÍPE	Set/1944	a	Dez/2006
01439024	ITAJUÍPE	ITAJUÍPE	Mai/1964	a	Nov/1989
01439025	ITAJUÍPE	ITAJUÍPE	Jan/1948	a	Dez/1962
01439032	COARACI	COARACI	Jan/1971	a	Out/1989
01439034	RIO DO BRAÇO	ILHÉUS	Jan/1918	a	Ago/1973
01439058	CEPEC	ILHÉUS	Jan/1964	a	Ago/1978

Fonte: Banco de Dados Hidroweb.

Inicialmente para verificar o comportamento e consistência dos dados disponíveis analisou-se a correlação das séries dos totais anuais destes postos, cujos coeficientes de regressão estão apresentados no **Quadro 8.1.2.2.9** a seguir.

Quadro 8.1.2.2.9 - Correlação Anual dos Postos Pluviométricos

Postos Pluviométricos	Provisão	Rio do Braço-003	Ilhéus-010	Ilhéus-011	Inema	Itacaré	Itajuípe-022	Itajuípe-023	Itajuípe-024	Itajuípe-025	Coaraci	Rio do Braço-034	CEPEC
Provisão		0,331	0,443	0,806	0,566	0,167	0,600	0,612	0,959	0,625	0,820	0,361	0,807
Rio do Braço-003			0,247	0,758	0,812	0,157	0,611	0,695	0,784	-	0,373	-	0,726
Ilhéus-010				0,786	0,853	0,581	0,213	0,651	0,971	-	-0,932	-1,000	0,566
Ilhéus-011					0,299	0,429	-0,302	0,870	-0,008	-		-	-
Inema						0,429	0,408	0,750	0,420	-	0,150	-	0,433
Itacaré							-0,302	0,450	-0,263	-	-0,086	-	0,102
Itajuípe-022								0,870	1,000	0,853	-	0,672	0,876
Itajuípe-023									-0,008	0,937	-0,127	0,263	0,585
Itajuípe-024										-	0,723	-	0,897
Itajuípe-025											-	-0,180	-
Coaraci												-	0,695
Rio do Braço-034													-
CEPEC													

Nota: Células grafadas com (-) não existe período comum de dados entre estes postos;

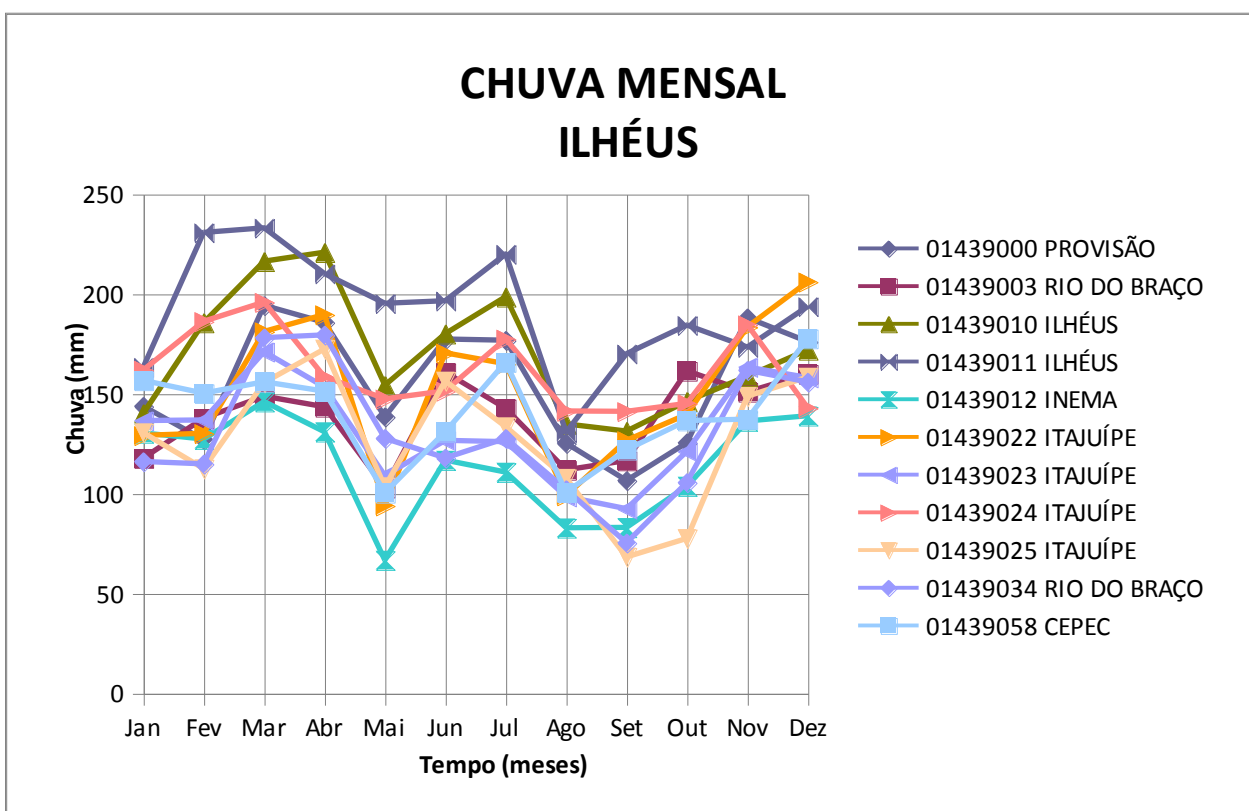
Valores grafados em vermelho são os que apresentam valores de correlação inferior a 0,60, ou seja, não possui boa correlação positiva;

Alguns coeficientes de correlação têm seus valores distorcidos, em função de poucos dados em comuns.

Fonte: Banco de dados Hidroweb.

Na matriz apresentada no **Quadro 8.1.2.2.9**, no cruzamento dos postos apresenta-se o coeficiente de determinação entre os mesmos, sendo que os coeficientes abaixo de 0,60 estão grafados em vermelho e indicam não existir boa correlação entre estes postos. Analisando estas informações verifica-se que o posto de Itacaré (01439015), não possui correlação com nenhum outro dos postos analisados. Outro posto que também não apresentou boa correlação com os demais foi o de Coaraci (01439032).

Abandonando-se estes dois postos, na **Figura 8.1.2.2.17** e **Quadro 8.1.2.2.10** a seguir têm-se as chuvas médias mensais nos postos pluviométricos da região.



Fonte: Fonte de dados Hidroweb

Figura 8.1.2.2.17 - Média das Chuvas Mensais na Região

Quadro 8.1.2.2.10 - Chuvas Médias Mensais da Região

Código	Posto	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
01439000	Provisão	143,8	127,0	194,3	185,8	138,5	177,4	176,8	125,3	106,6	125,5	188,1	176,1	1.866,3
01439003	Rio do Braço	117,8	137,8	148,8	143,5	103,0	160,8	142,7	111,9	116,6	161,5	151,0	160,0	1.698,1
01439010	Ilhéus	140,2	185,7	216,4	220,9	154,3	180,1	198,6	134,9	131,3	146,3	158,8	172,0	2.071,9
01439011	Ilhéus	163,4	230,8	233,1	210,2	195,3	196,6	220,0	130,8	170,1	184,4	173,4	193,8	2.373,4
01439012	Inema	130,4	127,3	146,1	131,0	66,7	116,8	110,8	82,9	83,1	103,8	136,4	139,0	1.334,8
01439022	Itajuípe	129,2	130,2	181,2	189,7	94,0	170,5	165,0	99,1	126,7	139,7	183,5	206,1	1.804,7
01439023	Itajuípe	136,6	136,9	171,1	153,4	109,1	126,7	126,0	98,5	92,4	121,2	163,4	158,1	1.591,8
01439024	Itajuípe	161,9	186,3	195,9	158,5	147,5	151,5	177,5	141,4	141,2	145,2	184,6	142,9	1.917,9
01439025	Itajuípe	130,5	112,5	155,6	172,4	103,5	156,4	133,5	107,7	68,3	77,6	148,8	158,4	1.519,0
01439034	Rio do Braço	116,1	114,9	178,1	179,5	127,7	117,9	127,7	102,1	75,4	105,6	161,8	155,9	1.557,3
01439058	Cepec	156,7	150,3	156,0	151,3	100,4	131,0	165,9	100,7	122,0	136,6	137,3	177,7	1.650,0

Nota: Os períodos de cada um dos postos acima estão indicados no Quadro 8.1.2.2.8.

Fonte: Banco de Dados Hidroweb

A série de Itajuípe, código 01439023 apresenta longo período com dados consistidos pela ANA, praticamente sem falhas e foi escolhida como série de referência no preenchimento descrito a seguir.

A partir das séries das estações pluviométricas analisadas foram determinadas quatro séries pluviométricas de longa duração de base distribuídas de forma homogênea na área de estudo, são estas: Ilhéus, Itabuna, Provisão e Rio do Braço, como apresentada na **Figura 8.1.2.2.18**. A metodologia de preenchimento aplicada é descrita a seguir.

- Ilhéus

A estação 01439010 apresenta alto índice de falhas e, com base na comparação dos histogramas optou-se pelo descarte desta série. A série da estação 01439011 foi preenchida e estendida por extrapolação a partir da série 0143908 extrapolada por proporção de médias em período comum. A série resultante foi submetida a novo processo de preenchimento a partir da série da estação 01439023 extrapolada por proporção de médias em período comum.

- Itabuna

A série da estação 01439017 foi juntada à série da estação 01439019. As falhas da série resultante foram preenchidas a partir da série 01439023, extrapolada por proporção de médias em período comum.

- Provisão

A série 01439000 foi preenchida a partir da série 01439023, extrapolada por proporção de médias em período comum.

- Rio do Braço

A série 01439003 foi preenchida com os dados da estação 01439034 sem correção, em função da proximidade das estações. A série resultante foi submetida a um segundo preenchimento a partir da série 01439023, extrapolada por proporção de médias em período comum.

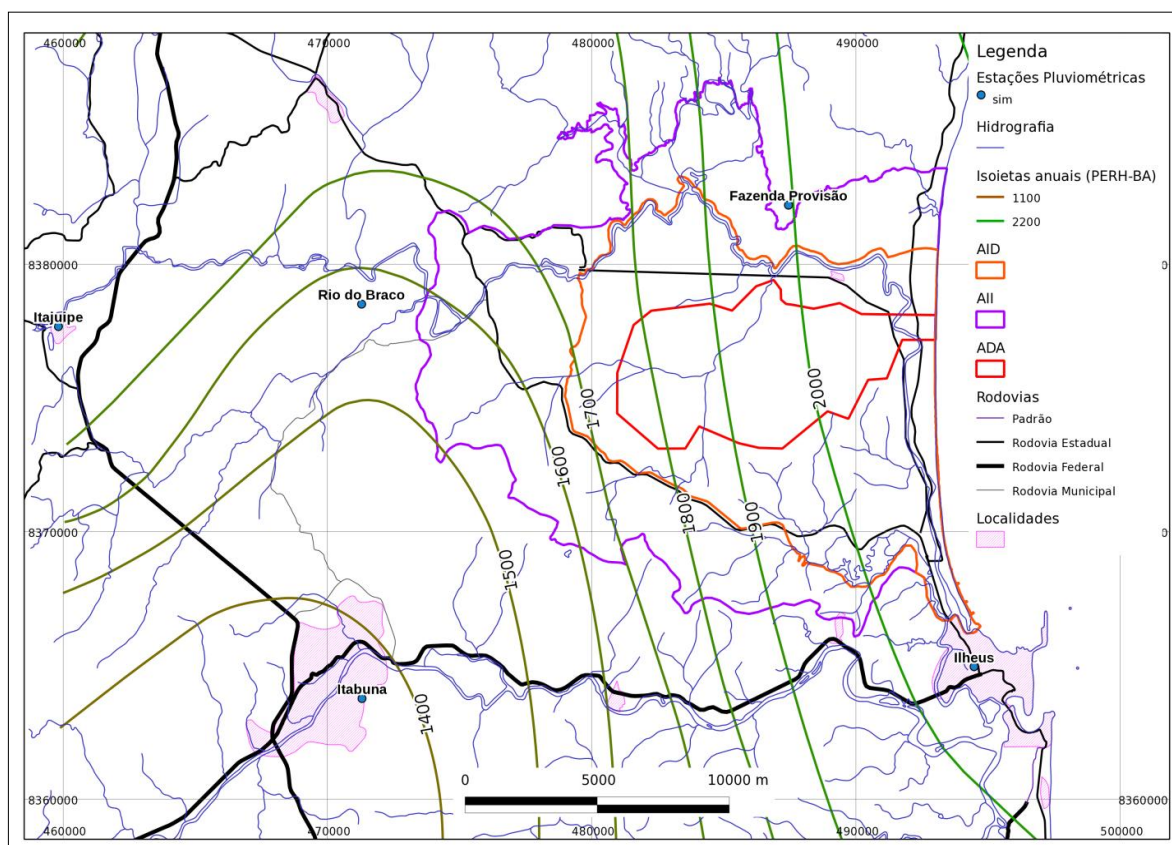


Figura 8.1.2.2.18 - Estações Pluviométricas Seleccionadas para a Caracterização

Os **Quadros 8.1.2.2.11 a 8.1.2.2.14** apresentam a caracterização da distribuição sazonal da precipitação média mensal na área de estudo, apoiada nessas quatro séries pluviométricas. As médias das séries apresentam coincidência satisfatória com as isoietas médias anuais do PERH-BA.

As precipitações médias mensais das estações são bem distribuídas durante o ano. Em geral, as precipitações médias mensais mínimas ocorrem nos meses de agosto e setembro, enquanto que as máximas acontecem nos meses de março/abril e novembro/dezembro.

Ocorrem acumulados mensais de precipitação nulos, em três das quatro séries analisadas, a exceção fica por conta de Ilhéus, porém com valores muito reduzidos (mínima absoluta inferior a 14 mm/mês).

As máximas são muito significativas, com acumulados mensais de precipitação superiores a 800 mm nas estações próximas ao litoral (Ilhéus e Provisão) e inferiores a 670 mm nas estações mais afastadas do litoral (Itabuna e Rio do Braço).

Quadro 8.1.2.2.11 - Características Pluviométricas Mensais (mm) em Ilhéus

Mês	Mínima	Média	Máxima	Desvio padrão	Coefficiente de variação
Jan	20,6	158,7	509,5	103,3	65,1%
Fev	13,7	179,0	502,8	114,4	63,9%
Mar	49,7	209,5	539,5	102,0	48,7%
Abr	55,5	196,1	474,4	99,0	50,5%
Mai	32,0	156,9	438,0	90,1	57,4%
Jun	18,7	170,7	349,9	72,3	42,4%
Jul	50,0	175,1	421,7	85,4	48,8%
Ago	19,0	132,0	306,4	67,2	50,9%
Set	15,4	125,7	468,8	81,5	64,8%
Out	26,6	157,1	540,6	90,4	57,5%
Nov	38,8	191,4	591,1	107,1	56,0%
Dez	26,2	204,7	811,2	127,4	62,2%
Mínima, total ou máxima	13,7	2.057,0	811,2	-	-

Fonte: Banco de Dados Hidroweb, dados processados Hydros

Quadro 8.1.2.2.12 - Características Pluviométricas Mensais (mm) em Itabuna

Mês	Mínima	Média	Máxima	Desvio padrão	Coefficiente de variação
Jan	4,1	105,9	348,0	76,1	71,9%
Fev	1,2	112,9	470,0	83,2	73,7%
Mar	0,0	131,1	467,4	91,2	69,6%
Abr	36,0	118,9	344,0	60,2	50,7%
Mai	15,0	85,2	283,1	50,0	58,7%
Jun	0,0	98,0	233,8	57,2	58,3%
Jul	0,0	104,1	218,0	51,0	49,0%
Ago	0,0	81,0	216,2	49,1	60,5%
Set	0,0	77,1	242,8	56,5	73,3%
Out	0,0	97,2	328,8	59,9	61,7%
Nov	0,0	119,6	374,0	77,2	64,6%
Dez	14,7	133,6	668,4	98,2	73,5%
Mínima, total ou máxima	0,0	1.264,5	668,4	-	-

Fonte: Banco de Dados Hidroweb, dados processados Hydros

Quadro 8.1.2.2.13 - Características Pluviométricas Mensais (mm) em Rio do Braço

Mês	Mínima	Média	Máxima	Desvio padrão	Coefficiente de variação
Jan	0,0	111,6	314,8	72,1	65%
Fev	0,0	119,0	352,5	75,2	63%
Mar	17,8	158,4	559,9	101,9	64%
Abr	37,9	149,9	389,0	74,8	50%
Mai	6,2	110,2	488,1	80,6	73%
Jun	11,5	119,5	359,5	71,1	60%
Jul	0,0	121,2	362,5	69,7	58%

Continua

Quadro 8.1.2.2.13 - Características Pluviométricas Mensais (mm) em Rio do Braço (Continuação)

Mês	Mínima	Média	Máxima	Desvio padrão	Coefficiente de variação
Ago	0,0	97,8	307,7	62,7	64%
Set	0,0	81,9	288,9	53,1	65%
Out	0,0	112,9	527,9	82,8	73%
Nov	0,0	147,2	659,0	108,9	74%
Dez	0,0	145,6	534,1	105,4	72%
Mínima, total ou máxima	0,0	1.475,2	659,0	-	-

Fonte: Banco de Dados Hidroweb, dados processados Hydros

Quadro 8.1.2.2.14 - Características Pluviométricas Mensais (mm) em Provisão

Mês	Mínima	Média	Máxima	Desvio padrão	Coefficiente de variação
Jan	0,0	132,9	345,0	92,5	69,6%
Fev	0,0	124,8	328,5	92,9	74,4%
Mar	13,6	190,5	611,2	102,3	53,7%
Abr	35,2	183,7	366,8	85,7	46,6%
Mai	2,3	136,1	371,1	80,1	58,9%
Jun	10,7	174,3	489,3	98,1	56,3%
Jul	56,4	175,5	455,5	84,9	48,4%
Ago	33,6	127,5	278,2	65,5	51,4%
Set	13,1	109,4	264,9	64,6	59,0%
Out	19,4	124,9	365,0	77,4	62,0%
Nov	30,9	189,2	800,9	150,3	79,4%
Dez	34,3	178,5	398,6	87,9	49,2%
Mínima, total ou máxima	0,0	1.847,3	800,9	-	-

Fonte: Banco de Dados Hidroweb, dados processados Hydros

Para as mesmas séries anteriores foram calculadas as médias dos números de dias com precipitação - ndp, como apresentados nos **Quadros 8.1.2.2.15 a 8.1.2.2.18**.

O ndp médio anual varia entre 191,5 em Ilhéus a 143 em Itabuna. Os ndp médios mensais variam entre 10 a 19 dias por mês, em torno de um terço a dois terços dos dias do mês. As máximas históricas das ndp mensais apresentam valores próximos ao número de dias do mês. Contudo, os desvios padrões do ndp mostra que a maioria dos registros mensais apresenta valores em torno da média mais ou menos 5 a 6 dias.

Quadro 8.1.2.2.15 - Número de Dias de Chuva (Dias) em Ilhéus

Mês	Mínima	Média	Máxima	Desvio padrão	Coefficiente de variação
Jan	2,0	14,8	26,0	5,8	39,2%
Fev	4,0	15,4	28,0	6,4	41,6%
Mar	7,0	17,3	28,0	5,2	29,9%
Abr	8,0	16,8	25,0	4,2	24,9%
Mai	6,0	14,7	27,0	4,8	32,5%
Jun	6,0	17,0	27,0	5,2	30,5%
Jul	8,0	18,7	29,0	4,8	25,5%

Continua

Quadro 8.1.2.2.15 - Número de Dias de Chuva (Dias) em Ilhéus (Continuação)

Mês	Mínima	Média	Máxima	Desvio padrão	Coefficiente de variação
Ago	5,0	17,2	27,0	5,1	29,5%
Set	3,0	14,7	25,0	4,8	32,4%
Out	4,0	14,5	25,0	4,8	33,0%
Nov	9,0	15,5	23,0	4,0	25,7%
Dez	3,0	14,7	29,0	5,0	33,8%
Mínima, total ou máxima	2,0	191,5	29,0	-	-

Fonte: Banco de Dados Hidroweb, processamento Hydros.

Quadro 8.1.2.2.16 - Número de Dias de Chuva (Dias) em Itabuna

Mês	Mínima	Média	Máxima	Desvio padrão	Coefficiente de variação
Jan	2	11,0	22	5,7	52%
Fev	1	11,4	24	5,3	47%
Mar	0	12,8	29	6,4	50%
Abr	4	13,4	24	5,2	39%
Mai	2	11,1	29	5,3	48%
Jun	0	12,9	25	6,3	49%
Jul	0	13,9	26	6,1	44%
Ago	0	13,5	28	7,1	53%
Set	0	10,5	23	5,3	50%
Out	0	10,3	23	4,5	43%
Nov	0	11,4	22	5,2	46%
Dez	3	10,8	25	4,7	44%
Mínima, total ou máxima	0,0	143,0	29,0	-	-

Fonte: Banco de Dados Hidroweb, processamento Hydros.

Quadro 8.1.2.2.17 - Número de Dias de Chuva (Dias) em Provisão

Mês	Mínima	Média	Máxima	Desvio padrão	Coefficiente de variação
Jan	2	13,8	24	5,4	39%
Fev	0	14,0	26	6,2	44%
Mar	3	16,3	25	5,0	30%
Abr	8	16,1	26	4,0	25%
Mai	6	14,3	27	4,4	31%
Jun	6	15,9	27	5,3	34%
Jul	10	17,6	29	4,4	25%
Ago	5	16,2	29	5,4	33%
Set	3	13,3	26	4,6	35%
Out	3	13,6	23	4,5	33%
Nov	6	14,4	23	3,7	26%
Dez	5	14,3	29	5,0	35%
Mínima, total ou máxima	0,0	179,7	29,0	-	-

Fonte: Banco de Dados Hidroweb, processamento Hydros.

Quadro 8.1.2.2.18 - Número de Dias de Chuva (Dias) em rio do Braço

Mês	Mínima	Média	Máxima	Desvio padrão	Coefficiente de variação
Jan	0	12,4	25	5,2	42%
Fev	0	13,0	28	5,4	42%
Mar	3	15,7	31	5,3	34%
Abr	5	15,8	28	5,2	33%
Mai	3	13,6	30	5,4	39%
Jun	3	14,9	27	5,6	38%
Jul	0	16,1	31	5,6	35%
Ago	0	14,8	30	6,0	41%
Set	0	12,3	27	5,2	42%
Out	0	12,6	31	5,9	47%
Nov	0	13,7	24	4,8	35%
Dez	0	13,2	29	5,2	40%
Mínima, total ou máxima	0,0	168,2	31,0	-	-

Fonte: Banco de Dados Hidroweb, processamento Hydros.

Na região ocorre uma variação espacial do regime de precipitação (totais mensais e número de dias de chuva). Numa distância pouco superior a 24 km, entre Ilhéus e Itabuna, ocorre um acentuado decréscimo da precipitação média anual da ordem de 38%, de aproximadamente 2.060 mm para algo em torno de 1.265 mm. Um decréscimo semelhante é observado no número de dias com chuva.

Quando se percorre o trajeto entre Ilhéus e Itabuna não são observadas as evidências esperadas na paisagem, como consequência da redução de precipitação anual comentada acima. Essa atenuação do efeito sobre a paisagem é atribuído ao uso e ocupação do solo, onde predomina francamente a cabruca. Na cabruca, as espécies vegetais destinadas ao sombreamento do cacau apresentam porte característico da ordem de 15 m de altura ou mais e tem a capacidade de captar a umidade do solo em profundidade, superando eventualmente os 10 m. A reposição dessa umidade é garantida pelo lençol freático, evidenciado pela rede de cursos d'água perenes que cortam a região.

Nesse cenário, as espécies de grande porte praticamente não estão sujeitas a redução da transpiração em decorrência de uma disponibilidade restrita.

Essa vegetação é responsável pela criação de um microclima, praticamente limitado à altura das copas, onde se registram um aumento da umidade do ar pelo processo de transpiração e uma diminuição da temperatura local decorrente do calor consumido na mudança de estado da água, de líquido para gasoso.

A remoção maciça da cabruca eventualmente por vegetação rasteira ou pastagens nas proximidades de Itabuna pode reduzir o efeito deste microclima, passando por curtos períodos de estiagens e estresse hídrico da nova cobertura vegetal.

Na ADA esse efeito é praticamente desprezível uma vez que a redução das precipitações é limitada a algo em torno de 10%, e a umidade ambiente depende mais da evaporação a partir da superfície do oceano que da vegetação local.

Chuvas Intensas

As chuvas intensas na região já foram objeto de dois estudos significativos: um apresentado pela Editora da Universidade Federal da Bahia - EDUFBA, em 2006, denominado de “Chuvas Intensas na Bahia - Equações e Metodologia de Regionalização”; e outro desenvolvido pela Universidade Federal de Viçosa em 2002, denominado “Chuvas Intensas na Bahia”, sendo a seguir apresentado cada um destes estudos, para em seguida comparar os resultados e recomendar a adoção de um dos resultados.

- Chuvas Intensas na Bahia - Equações e Metodologia de Regionalização

Este estudo foi elaborado por Jorge Eurico Ribeiro Matos e publicado pela Editora da Universidade Federal da Bahia - EDUFBA, em 2006, define as curvas de intensidade x duração x frequência - IDF para diversas localidades do Estado da Bahia.

Neste estudo, o Estado da Bahia é dividido em sete regiões microclimáticas, a partir das 28 estações meteorológicas operadas pelo Instituto Nacional de Meteorologia - INMET. Foram feitas as leituras dos pluviogramas disponíveis nestas estações, definindo-se as séries anuais e parciais (composta de intensidades de chuvas a partir de limites pré-estabelecidos) e para as durações de 5, 10, 15, 20, 30, 60, 90, 105 e 120 minutos. Após ajustamento estatístico foram definidos os parâmetros da relação IDF em cada um dos postos sendo adotado o modelo apresentado na sequência.

Na avaliação da intensidade de chuva foi utilizada a expressão:

$$i = \frac{d \cdot TR^k}{(t + c)^{m \cdot TR^n}}$$

Onde,

i = intensidade em mm/h;

t = duração da intensidade em min.;

TR = período de retorno em anos;

m, n, d, k, c = parâmetros de ajuste característicos do local.

Neste estudo são feitas ressalvas, devido o tamanho das amostras disponíveis, relativamente curtas, devendo ser utilizado com limitações, para tempos de retorno mais elevados. Outra ressalva é quanto à extrapolação das durações das chuvas, pois estas relações de IDF foram definidas para intensidades de chuva de até 60 minutos.

Para o posto de Ilhéus, onde foram utilizados 10 anos de observação, os parâmetros definidos para a equação são a seguir indicados no **Quadro 8.1.2.2.19**.

Quadro 8.1.2.2.19 - Chuvas Intensas - Ilhéus/BA

Parâmetros da Expressão de Intensidade Chuva				
M	n	d	k	c
0,86	-0,0711	1500,73	0,0183	12

Fonte: Chuvas Intensas na Bahia - Equações e Metodologia de Regionalização

Calculou-se a chuva de projeto para os períodos de retorno de 2, 5, 10, 25 e 50 anos, pela

expressão anteriormente apresentada neste estudo, obtendo-se os valores apresentados no **Quadro 8.1.2.2.20** a seguir.

Quadro 8.1.2.2.20 - Chuvas Intensas Ilhéus (mm) Equação Chuvas Intensas na Bahia, por Jorge Eurico

Duração Chuva (horas)	Tempo Retorno 2 anos	Tempo Retorno 5 anos	Tempo Retorno 10 anos	Tempo Retorno 25 anos	Tempo Retorno 50 anos
1	45,8	58,1	68,9	85,4	99,5
2	55,8	73,0	88,6	112,8	134,1
3	61,6	82,2	101,1	130,9	157,6
4	65,8	89,0	110,5	144,9	176,1
6	71,7	99,0	124,7	166,6	205,0
12	82,4	117,8	152,2	209,7	263,8
24	94,1	139,3	184,6	262,5	337,7

Fonte: Chuvas Intensas na Bahia - Equações e Metodologia de Regionalização

- Chuvas Intensas na Bahia - UFV

Este estudo foi realizado mediante convênio firmado entre a Universidade Federal de Viçosa - UFV e a Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, cuja equipe de desenvolvimento foi composta por Demetrius D. da Silva, Raimundo R. Gomes Filho, Fernando F. Pruski, Sílvio B. Pereira e Luciano F. de Novaes em 2001/2002.

A partir das séries históricas de precipitação pluvial de 19 estações pluviográficas, localizadas no Estado da Bahia, as quais eram operadas pela ANEEL. Foram ajustados modelos teóricos de distribuição de probabilidade aos dados de chuvas intensas e estabelecida a relação entre intensidade, duração e frequência (tempo de retorno) da precipitação pluvial. Para cada estação pluviográfica determinaram-se as séries de intensidade máxima anual das precipitações com durações de 10, 20, 30, 40, 50, 60, 120, 180, 240, 360, 720 e 1.440 min.

Os modelos probabilísticos testados foram os de *Gumbel*, Log-Normal a dois e três parâmetros, *Pearson* e *Log-Pearson* III. As equações de intensidade-duração-frequência da precipitação pluvial foram ajustadas utilizando-se o método de regressão não linear de *Gauss-Newton*. O teste de aderência de *Kolmogorov-Smirnov*, utilizado para a verificação do ajuste dos modelos aos dados de chuvas intensas, evidenciou que o modelo de *Gumbel* foi o que melhor se ajustou, para a maior parte das combinações entre estações pluviográficas e durações estudadas. Foram evidenciadas, para uma mesma duração, grandes variações nas intensidades de precipitação entre as estações estudadas.

Este estudo está inserido no “software” Plúvio 2.1, desenvolvido pelo GPRH (Grupo de Pesquisa em Recursos Hídricos) do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa (DEA - UFV) pelos pesquisadores: Fernando Falco Pruski; Demetrius David da Silva; Alessandro de Freitas Teixeira; José Márcio Alves da Silva e Roberto Avelino Cecílio.

Este programa foi elaborado utilizando uma interface amigável e possibilita a obtenção dos parâmetros da equação de chuvas intensas (K, a, b, c) para diversas localidades do Brasil, destacadamente o Estado da Bahia, onde a partir das dezenove estações pluviográficas consideradas foi definida também a equação para as demais localidades por interpolação.

Para a obtenção da equação de intensidade-duração-frequência da precipitação em localidades em que esta não foi definida, desenvolveu-se um interpolador que permite obter cada um dos parâmetros da equação de intensidade-duração-frequência da precipitação da localidade, a interpolação é realizada independentemente para cada um dos parâmetros desta equação, sendo utilizadas na interpolação todas as equações que são conhecidas. O fator de ponderação utilizado na avaliação dos parâmetros da equação de cada localidade correspondeu ao inverso da quinta potência da distância entre a localidade para o qual a equação é pretendida e as localidades em que o parâmetro é conhecido.

A partir do programa Plúvio 2.1 foi possível definir a equações para Ilhéus que é a seguir apresentada:

$$i = (3197,859 Tr^{0,235}) / (t+34,602)^{0,966}$$

Onde:

- i intensidade em mm/hora
- TR tempo retorno em anos;
- t duração da intensidade em min.

Calculou-se a chuva de projeto para os períodos de retorno de 2, 5, 10, 25 e 50 anos, pela expressão anteriormente apresentada neste estudo, obtendo-se os valores apresentados no **Quadro 8.1.2.2.21** a seguir.

Quadro 8.1.2.2.21 - Chuvas Intensas Ilhéus (mm) - Equação Chuvas Intensas na Bahia da UF Viçosa

Duração Chuva (horas)	Tempo Retorno 2 anos	Tempo Retorno 5 anos	Tempo Retorno 10 anos	Tempo Retorno 25 anos	Tempo Retorno 50 anos
1	46,4	57,6	67,8	84,1	98,9
2	57,8	71,7	84,4	104,6	123,1
3	63,1	78,3	92,2	114,3	134,5
4	66,4	82,3	96,9	120,1	141,4
6	70,1	87,0	102,4	127,0	149,4
12	75,0	93,0	109,4	135,7	159,7
24	78,5	97,4	114,6	142,1	167,3

Fonte: Chuvas Intensas na Bahia

- Análise de adequação dos estudos à área de estudo

Foi elaborada uma análise comparativa entre as estimativas das precipitações máximas estimadas com base nas duas metodologias antes comentadas. As **Figuras 8.1.2.2.19 a 8.1.2.2.25** ilustram as relações funcionais entre as precipitações máximas e os respectivos períodos de retorno, para distintas durações típicas, entre 1 hora e 24 horas.

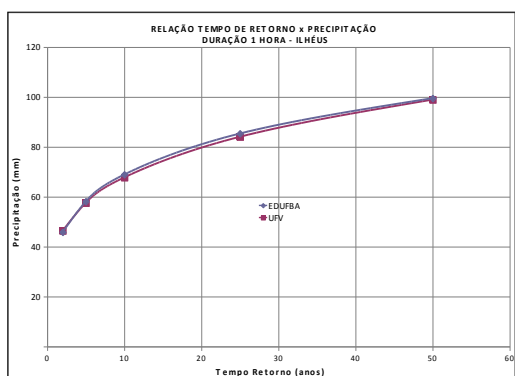


Figura 8.1.2.2.19 - Relação Tempo de Retorno x Precipitação - 1 Hora

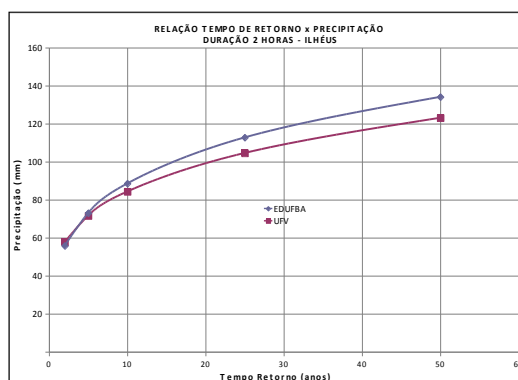


Figura 8.1.2.2.20 - Relação Tempo de Retorno x Precipitação - 2 Horas

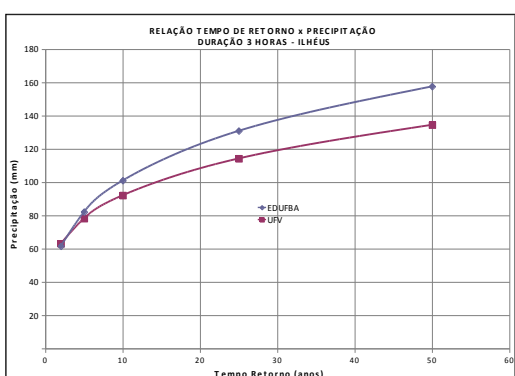


Figura 8.1.2.2.21 - Relação Tempo de Retorno x Precipitação - 3 Horas

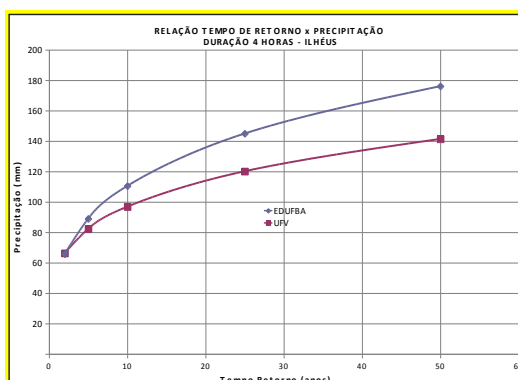


Figura 8.1.2.2.22 - Relação Tempo de Retorno x Precipitação - 4 Horas

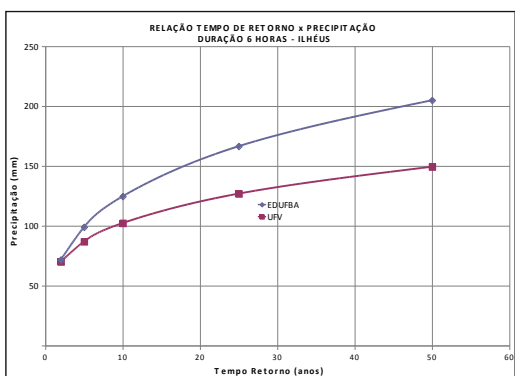


Figura 8.1.2.2.23 - Relação Tempo de Retorno x Precipitação - 6 Horas

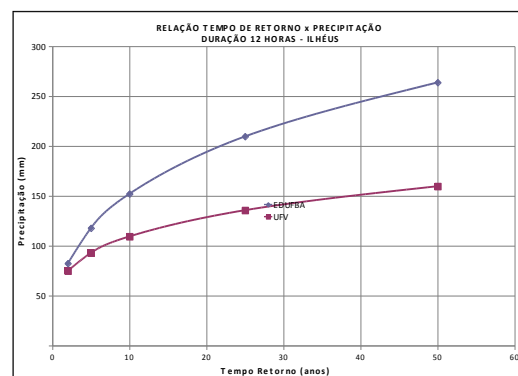


Figura 8.1.2.2.24 - Relação Tempo de Retorno x Precipitação - 12 Horas

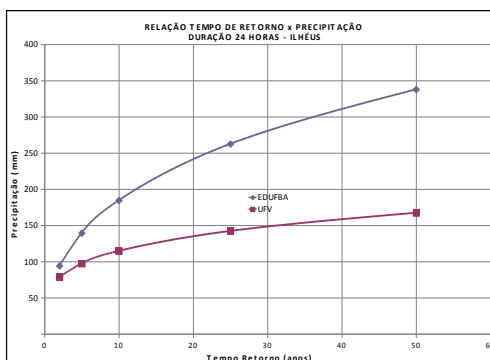


Figura 8.1.2.2.25 - Relação Tempo de Retorno x Precipitação - 24 Horas

Observa-se que, para as chuvas com duração de uma hora os resultados da aplicação das duas metodologias praticamente coincidem, se afastando à proporção que se aumenta a duração da chuva.

Analisando estes resultados podem-se fazer algumas observações a partir das informações disponíveis a equação de IDF definida pela aplicação da metodologia de Jorge Eurico foi desenvolvida para chuva com duração até 60 minutos e dispendo de cerca de 10 anos de chuva observada em Ilhéus, por outro lado apesar da metodologia desenvolvida pela Universidade Federal de Viçosa, contemplar durações de até 24 horas (1440 minutos), as séries também são relativamente curtas, mas a equação para Ilhéus foi obtida a partir da interpolação das informações disponíveis, sendo que, os postos mais próximos são os de Ipiáú, Santa Cruz da Vitória e Itapebi.

A seguir foi elaborado o ajuste estatístico expedito à função de distribuição Gumbel, a partir das séries de precipitações diárias disponíveis. Os resultados desses ajustes são apresentados no quadro a seguir (**Quadro 8.1.2.2.22**).

A comparação dos resultados do ajuste expedito com as precipitações máximas para durações de 24 horas mostram que as estimativas obtidas com a metodologia da Universidade Federal de Viçosa são mais representativas das chuvas da região e devem ser adotadas na avaliação das chuvas intensas na área do Porto Sul.

Quadro 8.1.2.2.22 - Estudo Estatístico das Chuvas Máximas Diárias

Código	Posto	Município	Tempo Retorno (Anos)				
			TR=5	TR=10	TR=20	TR=25	TR=50
01439000	Provisão	Ilhéus	105,4	121,8	137,6	142,5	157,9
01439001	Lomanto Junior	Ibicaraí	95,0	111,0	126,4	131,3	146,3
01439002	Floresta azul	Floresta azul	77,9	89,5	100,7	104,2	115,1
01439003	Rio do braço	Ilhéus	70,8	83,1	94,9	98,6	110,2
01439011	Ilhéus	Ilhéus	146,1	167,6	188,3	194,8	214,9
01439012	Inema	Ilhéus	83,3	97,2	110,5	114,8	127,8
01439019	Itabuna	Itabuna	93,2	111,6	129,2	134,8	152,0
01439023	Itajuípe (Piranji)	Itajuípe	101,4	118,0	133,9	138,9	154,5
01439024	Itajuípe - Piranji-024	Itajuípe	80,3	94,0	107,0	111,2	123,9
01439026	Buerarema	Buerarema	92,1	106,4	120,2	124,6	138,0
01439034	Rio do Braço (efic)	Ilhéus	90,7	104,7	118,1	122,3	135,4
01439039	Uruçuca (Água Preta)	Uruçuca	84,7	94,6	104,2	107,2	116,5
01439044	Santa cruz da vitória	Santa cruz da vitória	94,9	110,8	126,0	130,9	145,8
01439045	Santa cruz da vitória-45	Santa cruz da vitória	100,5	110,2	119,6	122,5	131,7
01439053	Fazenda vencedora (Stevenson)	Ibicaraí	74,5	87,9	100,8	104,9	117,5

Continua

Quadro 8.1.2.2.22 - Estudo Estatístico das Chuvas Máximas Diárias (Continuação)

Código	Posto	Município	Tempo Retorno (Anos)				
			TR=5	TR=10	TR=20	TR=25	TR=50
01439055	Fazenda providência	Itabuna	71,7	87,9	103,5	108,4	123,6
01439086	Estiva de baixo (DNOS)	Itapé	102,0	111,0	119,7	122,5	131,0
01439089	Ibicaraí	Ibicaraí	72,2	82,3	92,0	95,1	104,6
01539002	São José	São José da Vitória	93,2	105,5	117,4	121,1	132,7
01539007	Itaju do Colônia	Itaju do Colônia	80,1	90,4	100,2	103,3	113,0
01539008	Itaju do Colônia	Itaju do Colônia	91,4	108,5	124,9	130,1	146,2
01539016	Fazenda Manaus	Itaju do Colônia	97,7	114,2	130,0	135,0	150,5
01539017	PALHIRA	Itaju do Colônia	65,5	73,4	80,9	83,3	90,6
01539021	Uma	Una	139,2	165,9	191,4	199,5	224,5
01540006	Itororó (Itapuí)	Itororó	82,7	93,7	104,3	107,7	118,1
Média			91,5	105,6	119,3	123,6	136,9

Fonte: Banco de Dados Hidroweb

- Caracterização Climática

O clima pode ser classificado pela avaliação de alguns indicadores ambientais da área, de acordo com a metodologia aplicada. Neste estudo são apresentadas duas classificações climáticas, a de *Thornthwaite* e a de *Köppen*.

Classificação climática de *Thornthwaite*

A classificação do clima segundo *CHARLES WARREN THORNTHWAITE* está entre as mais utilizadas no meio científico e resulta da comparação de três variáveis, a evapotranspiração precipitação, a temperatura e evapotranspiração potencial. O método de *Thornthwaite* utiliza dois índices calculado com base em dados mensais através do balanço hídrico climático, quais são:

ÍNDICE(P-E): Precipitação menos evaporação, com maior importância quando as temperaturas são elevadas. A expressão proposta para sua estimativa é a seguinte.

$$\text{ÍNDICE(P - E)} = 115 \sum_{i=1}^{12} \left(\frac{P_i}{T_i - 10} \right)^{\frac{10}{9}}$$

Onde:

P_i: precipitação média mensal, em polegadas, e;

T_i: temperatura média mensal, em ° F.

ÍNDICE(T-E): expressa a diferença entre temperatura e evaporação, e tem maior importância em climas frios. A expressão proposta por Thornthwaite para esse índice expõe-se a seguir.

$$\text{ÍNDICE}(T - E) = \sum_{i=1}^{12} \left(\frac{T_i - 32}{4} \right)$$

Em função dos valores obtidos através dos índices anteriores, classifica-se o clima, conforme apresentado no **Quadro 8.1.2.2.23**.

Quadro 8.1.2.2.23 - Classificação Climática de Thornthwaite

Classe	Classe	Vegetação	Índice(P-E)	Classe	Classe	Índice(T-E)
A	muito úmida	floresta tropical	(128]	A'	megatérmico	(128]
B	Úmida	floresta úmida	(128;64]	B'	mesotérmico	(128;64]
C	sub-úmida	cerrado	(64;32]	C'	microtérmico	(64;32]
D	semi-árida	estepa	(32;16]	D'	taiga	(32;16]
E	Árida	desertos	-16	E'	tundra	(16;1]
				F'	gelisol	-1

Fonte: Hidrologia General Principios y Aplicaciones, José Llamas, Servicio Editorial Universidad Del Pais Vasco.

Com base nas diferenças do índice (P-E) são incluídas as subdivisões climáticas seguintes:

- r: precipitações abundantes em todas as estações.
- s: baixas precipitações em verão.
- w: baixas precipitações em inverno.
- d: baixas precipitações em todas as estações.

A classificação climática na região varia entre ArA' em Ilhéus (clima muito úmido, com precipitação regular ao longo do ano, megatérmico) até CwA' em Itabuna e Rio do Braço (Clima sub-úmido, com estação seca em inverno/primavera). Os detalhes da classificação climática de Thornthwaite são apresentados no final do item de Balanço Hídrico.

Classificação climática de Köppen

A Classificação climática de *Köppen-Geiger* é outra metodologia conhecida no meio científico, destinada à classificação climática global. A classificação é realizada pela avaliação da fitossociologia e a ecologia, tendo em vista o pressuposto de que a vegetação natural de cada grande região da Terra é essencialmente uma expressão do clima nela prevalecente.

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. Cada grande tipo climático é denotado por um código, constituído por letras maiúsculas e minúsculas, cuja combinação denota os tipos e subtipos considerados.

A classificação climática de *Köppen-Geiger* divide os climas em 5 grandes grupos e diversos tipos e subtipos.

Os 5 grandes grupos são apresentados e definidos no **Quadro 8.1.2.2.24**.

Quadro 8.1.2.2.24 - Classificação Climática de Köppen - Grandes Grupos Climáticos

Classe	Descrição
A	Clima Tropical Chuvoso. O mês mais frio tem temperatura média superior a 18°. A precipitação anual é maior que a evapotranspiração anual.
B	Clima Seco ou Semi-Árido. A evapotranspiração potencial média anual é maior de que a precipitação anual, não existe excedente de água por isto nenhum rio permanente nasce neste clima.
C	Clima temperados chuvosos e moderadamente quentes. O mês mas frio tem média entre -3° e 18°C. O mês mais moderadamente quente tem temperatura média maior do que 10°C.
D	Clima Frios com Neve e Floresta. O mês mas frio tem média menor a -3°C. O mês mais moderadamente quente tem temperatura média maior do que 10°C.
E	Clima Polar. O mês mais moderadamente quente tem temperatura média menor do que 10°C.

Cada clima é representado por um conjunto variável de letras (com 2 ou 3 caracteres) com a seguinte significação:

- Primeira letra: - uma maiúscula ("A", "B", "C", "D", "E") que denota a característica geral do clima de uma região, constituindo o indicador do grupo climático (em grandes linhas, os climas mundiais escalonam-se de "A" a "E", indo do equador aos pólos);
- Segunda letra: - uma minúscula, que estabelece o tipo de clima dentro do grupo, e denota as particularidades do regime pluviométrico, isto é a quantidade e distribuição da precipitação (apenas utilizada caso a primeira letra seja "A", "C" para os climas que ocorrem na Bahia). Nos grupos cuja primeira letra seja "B", a segunda letra é também uma maiúscula, denotando a quantidade da precipitação total anual;
- Terceira letra: - minúscula, denotando a temperatura média mensal, nos climas que ocorrem na Bahia, limitam-se a indicar se há variação da temperatura média do ar é pouco significativa (seguida de uma letra i).

Um resumo global sinóptico das classificações é dado pelo **Quadro 8.1.2.2.25**.

Quadro 8.1.2.2.25 - Critério Classificação Climática de Köppen-Geiger, Climas Prováveis na Bahia

Característica Climática		Precipitação					
		S	W	f	m	W	s
A	Tropical	-	-	Equatorial <i>Af</i>	Monções <i>Am</i>	Savana, chuva de Verão <i>Aw</i>	Savana, chuva de Inverno <i>As</i>
B	Árido	Estepário <i>BS</i>	Desértico <i>BW</i>	-	-	-	-

Fonte: Adaptado de LYDOLPH (1985).

Segundo a classificação de Köppen, na AII ocorrem os climas apresentados no **Quadro 8.1.2.2.26**.

Quadro 8.1.2.2.26 - Classificação Climática de Köppen-Geiger

Local	Tipo	Descrição
Ilhéus (sudeste)	Afi	Clima equatorial chuvoso, com alta pluviosidade e ausência de estação seca, amplitude da temperatura média compensada mensal inferior a 5°C.
Provisão (nordeste)	Awi	Clima equatorial chuvoso, com chuvas de verão, sem estação seca, amplitude da temperatura média compensada mensal inferior a 5°C.
Itabuna (sudoeste) e Rio do Braço (noroeste)	BShi	Clima de Estepe (Semi-Árido), com estação seca no inverno e chuvas de verão, temperaturas sempre superiores aos 18 graus centígrados (BSwhi) com amplitude térmica mensal menor que 5 graus centígrados.

- Balanço hídrico

No cálculo do balanço hídrico das estações meteorológicas foram utilizados dois métodos, o de *Thornthwaite - Mather* (1955) e o de *Köppen*, cujos princípios já foram apresentados no início desta caracterização. A metodologia segue a descrição apresentada no livro “Hidrologia Geral Principios y Aplicaciones, José Llamas, Edição Española 1993, Servicio Editorial de La Universidad Del País Vasco”.

As precipitações médias mensais são provenientes do Banco de Dados Hidroweb da ANA, após análise de consistência expedida união e preenchimento séries. As temperaturas foram compiladas das Normais Climatológicas das Estações Meteorológicas INMET e do PERH/BA.

As **Figuras 8.1.2.2.26 a Figura 8.1.2.2.29** apresentam o Balanço Hídrico nos mesmos locais das séries pluviométricas de Ilhéus, Itabuna, Provisão e Rio do Braço.

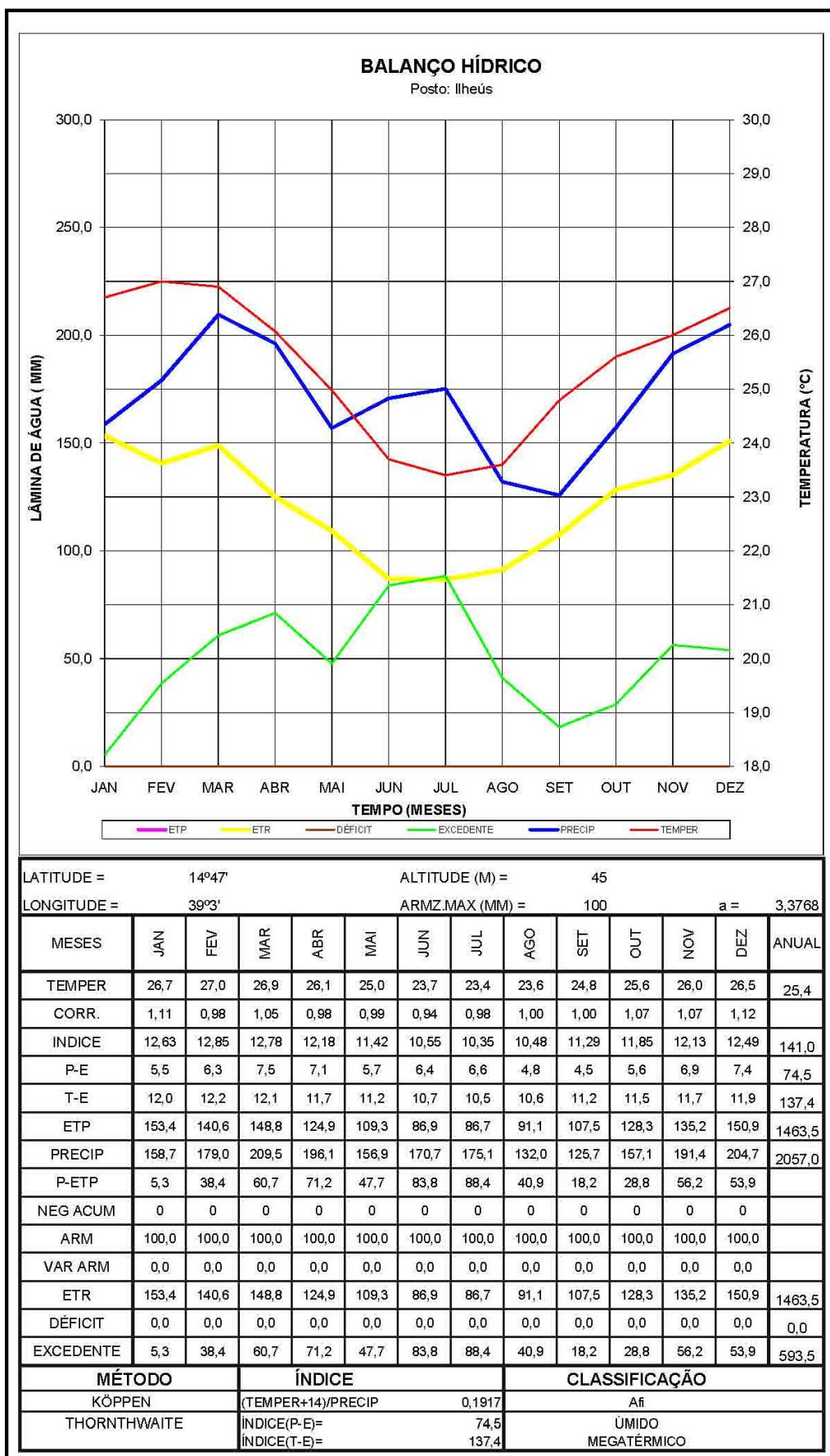


Figura 8.1.2.2.26 - Balanço Hídrico - Ilhéus

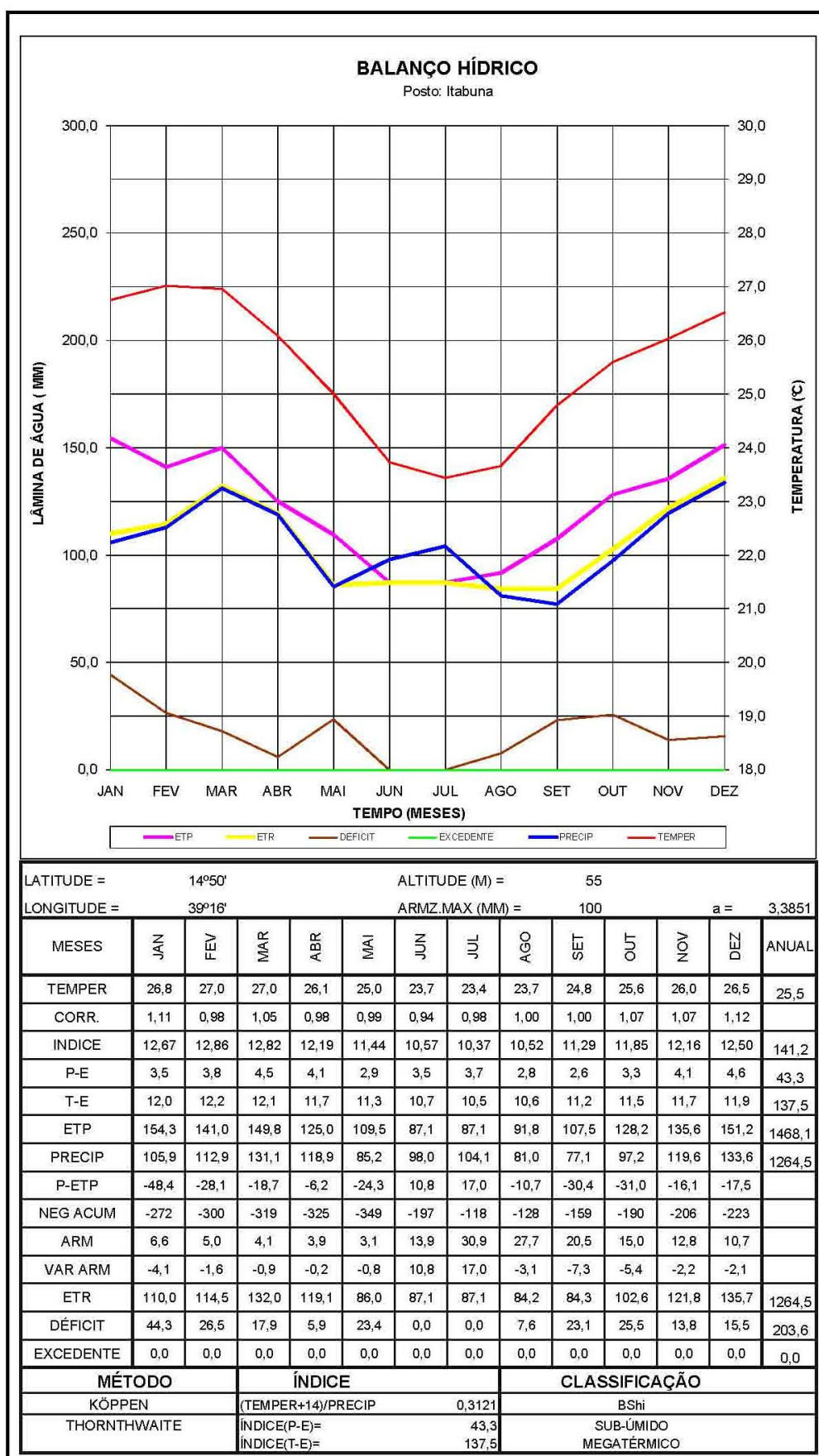


Figura 8.1.2.27 - Balanço Hídrico – Itabuna

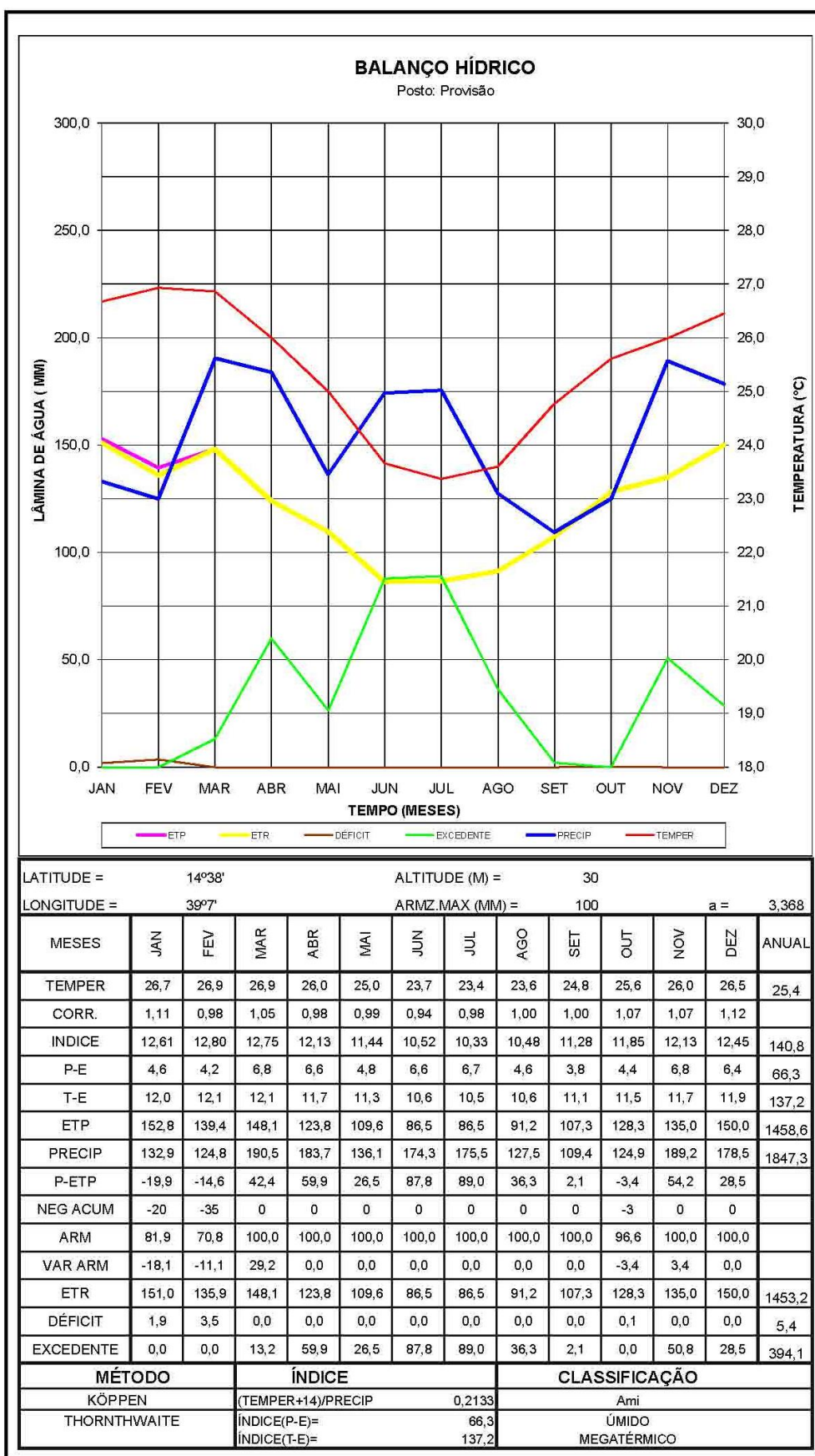


Figura 8.1.2.2.28 - Balanço Hídrico - Provisão

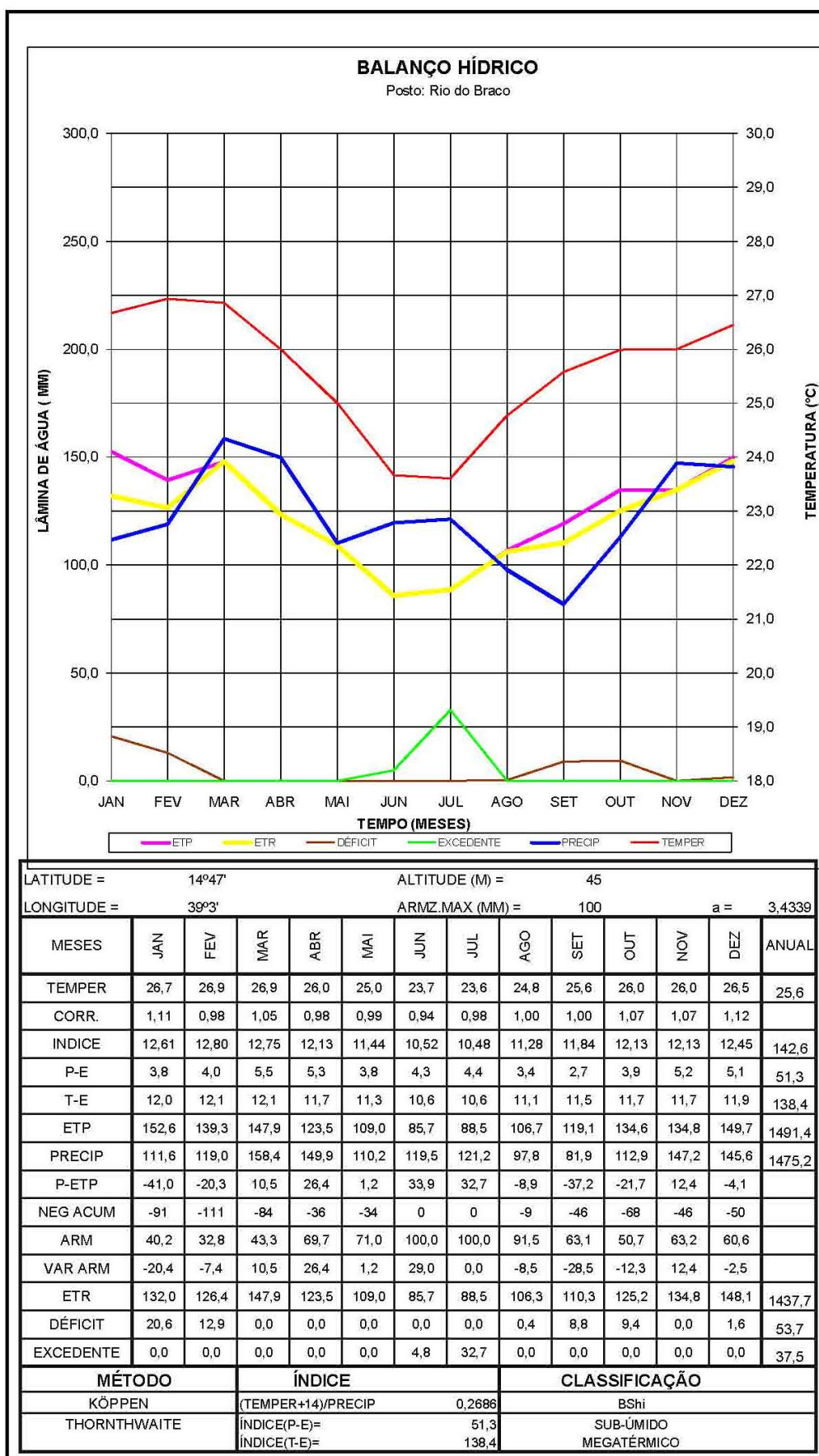


Figura 8.1.2.2.29 - Balanço Hídrico - Rio do Braço

Nesses balanços são utilizadas algumas variáveis, as quais são comentadas a seguir.

Armazenamento de umidade do solo

O valor do armazenamento de umidade do solo para os quatro locais analisados foi fixado em 100 mm, visando à homogeneização dos dados e resultados do trabalho acima referido. Através da variação sazonal deste parâmetro identificam-se diferentes períodos característicos da quantidade d'água disponível no solo.

Em Ilhéus, o armazenamento de umidade no solo é sempre máximo. Em Provisão ocorrem dois períodos com armazenamento levemente inferiores ao máximo o primeiro envolve os meses de janeiro e fevereiro e o segundo no mês de outubro. Rio do Braço apresenta dois meses com armazenamento máximo, junho e julho, de agosto a fevereiro ocorre redução e nos meses de março a maio recuperação do armazenamento.

Evapotranspiração Potencial

A evapotranspiração potencial - EP é quantidade de água necessária para manter a vegetação turgescente durante todo o ano. A evapotranspiração potencial foi estimada pelo método de Thornthwaite. Este procedimento baseia-se nos dados de precipitação, de temperatura mensal, e latitude do lugar. As estimativas desta variável apresentaram resultados muito semelhantes para as quatro localidades analisadas, com média anual pouco inferior aos 1500 mm. A variação sazonal é caracterizada por médias mensais superiores a 150 mm nos meses de dezembro e janeiro e inferiores a 90 mm mensais em junho e julho.

Evapotranspiração Real

A evapotranspiração real - ER é a quantidade de água evaporada a partir do solo e transpirada pela vegetação, limitada à disponibilidade hídrica que ocorre no período. Esta variável depende, além das condições climáticas, da umidade do solo e, portanto, da capacidade de armazenamento máximo. A umidade do solo depende fundamentalmente da variação anual das precipitações e da evapotranspiração potencial, como medida do poder evaporante da atmosfera. Na estação de Ilhéus a evapotranspiração potencial é igual à evapotranspiração real de janeiro a dezembro (déficit hídrico nulo em todos os meses do ano).

Na estação Provisão há coincidência entre as evapotranspirações de março a dezembro. Em Rio do Braço as evapotranspirações reais igualam-se às potenciais de março a julho e no mês de novembro. Na região de Itabuna a igualdade entre as evapotranspirações acontecem no bimestre de junho-julho.

Déficit Hídrico

A deficiência hídrica - DEF corresponde à insuficiência de água no solo. Em outras palavras, é a água que deixa de ser evapotranspirada, no período seco, sendo contabilizada pelo número de meses com deficiência.

Em Ilhéus o déficit é nulo o ano todo. Na região de Rio do Braço ocorre deficiência hídrica nos meses de janeiro-fevereiro (33,5 mm) e agosto a outubro (18,6 mm). Na área de influência de Provisão ocorre um pequeno déficit em janeiro e fevereiro (5,4 mm). Em Itabuna, ocorrem dois períodos de déficit, o primeiro de janeiro a maio (118,1 mm) e o segundo de agosto a dezembro (85,5 mm).

Excedente Hídrico

O excedente hídrico - EXC é não é aproveitada, sujeita à infiltração profunda e/ou escoamento superficial.

Na região de Ilhéus o excedente ocorre nos meses de janeiro a dezembro e totaliza 593,5 mm. Na área de influencia de Rio do Braço registra-se excedente nos meses de junho a julho (37,5 mm). Na região de Provisão, o excedente acontece de março a setembro e de novembro a dezembro totalizando 394,1 mm. Em Itabuna o excedente é nulo o ano todo.

8.1.2.3 Considerações Finais

O clima nas áreas de influência do empreendimento em Ilhéus-BA pode ser classificado como quente e úmido, com precipitação anual em torno dos 2.100 mm a 1500 mm, e temperatura média de 24,3° C, variando entre 22,1° C e 26,0° C durante o ano.

O clima da ADA do Porto Sul é influenciado pela sua localização, em torno da latitude 14° Sul, está ao nível do mar e próximo a este, com chuva na ADA bem distribuída durante o ano, não se identificando um período predominante seco, podendo ocorrer estiagens, que podem ser consideradas anomalias localizadas refletindo uma situação especial, já que as chuvas mensais podem apresentar uma grande variação no entorno da média.

Os demais meteoros analisados também apresentam variação pouco significativa. Uma exceção é o trimestre de menor evaporação que vai de maio a junho, meses de menor insolação também. Por sua vez, o trimestre de maior evaporação e insolação ocorre de janeiro a março, sendo a evaporação, diretamente relacionada com o número de horas de insolação.

A amplitude da umidade relativa do ar durante os meses do ano é bem pequena variando entre 80,4% no mês de janeiro a 86,6% no mês de julho. E em todos os meses do ano a evaporação é superior a 60,0 mm, atingindo um máximo em março e setembro com 78,9 mm.

8.1.3 Geologia e Pedologia

8.1.3.1 Geologia

A caracterização geológica da área de influência do empreendimento faz-se necessária visando fornecer uma visão dos componentes geológicos que poderão ser afetados ou não pelos impactos com a implantação e operação do Empreendimento Porto Sul. A fragilidade física dos componentes geológicos é um fator importante para a avaliação dos efeitos que o empreendimento poderá trazer ao ambiente.

Considerando este aspecto, a análise geológica deve centrar-se na caracterização de elementos que possam ser afetados pelo empreendimento.

Nestes termos, diferentemente dos mapeamentos geológicos tradicionais voltados para a atividade de prospecção mineral, o presente estudo pretende direcionar-se para os objetivos específicos de avaliação de impactos ambientais, ressaltando-se aspectos geológicos que possam vir a afetar ou ser afetados pela implantação do Empreendimento Porto Sul.

Sob esta ótica, e de forma simplificada, a área é caracterizada por três domínios geológicos, sintetizados a seguir, cujas características e significado ambiental serão apresentados no transcorrer deste capítulo.

- As rochas granulíticas-gnáissicas e sieníticas do embasamento cristalino;
 - As rochas sedimentares da bacia sedimentar de Almada, formando uma feição rebaixada, e localmente com variações de relevo acentuadas, onde se encontra a maior parte das áreas de intervenções do empreendimento.
 - As coberturas sedimentares marinhas Quaternárias, bordejando a linha do mar e adentrando a bacia do rio Almada, sobrepondo-se em parte sobre as rochas sedimentares e rochas do embasamento cristalino e prevalecendo na área de influência do empreendimento. Ocorrem também sedimentos terciários da Formação Barreiras recobrando em parte litologias do embasamento cristalino e da bacia sedimentar.
- Geologia Regional da Área de Influência Indireta – AII

As principais unidades litoestratigráficas reconhecidas na área de influência indireta são descritas na sequência abaixo a partir da mais antiga para a mais nova e encontram-se espacializadas no **Anexo 8.1.3.1.1** - Mapa Geológico Regional na escala 1:100.000 modificado (CPRM / PLGB-1991. Programa de Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil - Carta Geológica - Folha Itabuna).

Complexo São José (PP2sj) - Arqueano-Proterozóico Inferior

Afloram a norte, noroeste e nordeste bordejando a Lagoa Encantada e os limites norte da área de influência indireta. Representa o embasamento cristalino regional e é formado por rochas do tipo enderbito, calcialcalino e corpos intercalados de metagrabos (Gb), metanoritos, metadioritos (dr) e metabasaltos (bs), toleíticos, granulíticos, e aflorante nas imediações a norte da área do empreendimento. Mantêm contato discordante erosivo com as coberturas sedimentares Fanerozóicas da Bacia do Rio Almada; do Grupo Barreiras e localmente com os Sedimentos Quaternários.

Apresentam estrutura gnáissica marcante, devida ao cisalhamento dúctil a que estiveram submetidas por deformação polifásica (D1, D2 e D3 - CPRM / PLGB,1991) e fácies granulito, com retrometamorfismo local para fácies anfíbolito. Não alteradas, apresentam coloração cinza esverdeada e textura fina a média. Os monzonitos são em geral, constituídos de plagioclásio, mesopertita, quartzo, piroxênio e biotita, enquanto os gabros, tonalitos e thondjemitos compõem-se de plagioclásio, quartzo e piroxênios em proporções variadas.

Por ser área estruturalmente polideformada, apresenta um padrão complexo de falhas extensionais normais limítrofe com a bacia sedimentar do rio Almada de idade Jurássica-Cretácica, falhas de cisalhamento, zonas de cisalhamento e conjunto de fraturas e ou falhas com direções preferenciais N-S, NE-SW e NW-SE. Foliações mostram padrões com direções

variando entre NE-SW e NW-SE com valores de mergulho variando entre subvertical e 65 a 75 graus para quadrantes E e W.

Corpos intrusivos máficos metamorfizados do tipo metagabros e metabasaltos alinham-se paralelamente a foliação regional das rochas encaixantes.

Todas as rochas, segundo a CPRM 1997, são provenientes de magmas alcalinos e cálcio-alcalinos, de baixo teor de potássio. O metamorfismo granulítico a que estiveram submetidas alcançou pressões de 6-7 Kb e temperaturas entre 800 e 820°C (Marinho et al., 1992 e 1993, apud CPRM op cit), sendo trazidas até a superfície por eventos tectono-magmáticos. Estas rochas apresentam idades datadas através de determinações Sm-Nd de cerca de 2.300 e 2.050 Ma.

Complexo Buerarema (PPbo) - Arqueano-Proterozóico Inferior

Expõem-se em toda área sul da área de influência indireta alcançando os limites da área urbana de Ilhéus e parte da rodovia Ilhéus-Uruçuca. É formado por rochas ortognáissicas plutônicas granulitizadas, polideformadas, com forte transposição e estiramento dos corpos. Apresenta sistemas de foliações com direções NW-SE e NE-SW e mergulhos variando desde subvertical até valores entre 60 e 70 graus ora para NE ora para NW. Falhas extensionais normais limitam esse domínio litológico com a parte sul da bacia sedimentar do rio Almada.

Suíte Intrusiva Alcalina Itabuna-Floresta Azul (NP2bs) - NeoProterozóico

Distribui-se por uma parte expressiva dos limites oeste da área de influência indireta, fazendo contato intrusivo com as rochas do Complexo Ibicarai-Buerarema. São compostas por rochas alcalinas de composição sienítica-diorítica-gabróica constituindo um batólito intrusivo nos ortognaisses granulitizados. Alinhamentos estruturais mostram sistemas de falhas e ou fraturas com direções NW-SE e NE-SW e mergulhos da ordem de 70 graus para os quadrantes NW ou SW.

Rochas da Bacia Sedimentar do Rio Almada (Js-Ki-Kc-Kis-Ku) - Jurássico-Cretáceo.

Afloram a nordeste, noroeste, região central e leste da área de influência indireta, sendo representada pelos arenitos e conglomerados da Fm Sergi (Grupo Brotas); pelitos arenosos e arenitos e conglomerados da Fm. Itaparica (Grupo Santo Amaro); pelitos laminados, com calcários ancolíticos, arenitos e conglomerados da Fm. Candeias; conglomerados, arenitos, ritmitos finos e calcarenito do Grupo Ilhas e arenitos, pséfitos, pelitos e diamectitos da Fm.Urucutuca. As bordas noroeste e sudeste da bacia sedimentar do rio Almada são limitadas por falhas extensionais normais, fazendo contato, respectivamente, com as rochas da suíte intrusiva Itabuna-Floresta Azul e Complexo São José e com as rochas do Complexo Ibicarai-Buerarema. Conjuntos de falhas e fraturas recortam as litologias da bacia sedimentar nas direções NE-SW, N-S e NW-SE.

Sedimentos do Grupo Barreiras (Tb) - Mioceno-Plioceno

Afloram sobre rochas do Complexo São José a nordeste/leste da Lagoa Encantada fora dos limites da área de influência indireta. Ao sul da área expõem-se de maneira significativa sobre as rochas do Complexo Buerarema, especialmente entre a extremidade sul da bacia sedimentar de Almada e a rodovia Ilhéus-Uruçuca.

São constituídos por sedimentos areno-siltosos-cascalhosos com níveis de lamitos, com cores variegadas, consolidados e ou pouco consolidados, estratificados e ou maciços.

Sedimentos Aluvionares, Flúvio-Lagunares e Marinhos (Qhal; Qhfl; Qpt1; Qpt) - Quaternário Pleistocênico e Holocênico.

Os sedimentos arenosos de cor branca, associados aos terraços marinhos de idade pleistocênica e holocênica, distribuem-se respectivamente, no entorno da Lagoa Encanta e entre Urucutuca e Vila Campinhos e ao longo da faixa atlântica controlada pelo curso S-N do rio Almada.

Os sedimentos flúvio-lagunares de composição siltico-argilosa, ricos em matéria orgânica, ocupam uma expressiva ao longo do rio Almada, entre Sambaituba e Lagoa Encantada, bem como na foz do rio Fundão e Cachoeira.

Os sedimentos aluvionares de composição areno-siltosa-cascalhosa, ocorrem associados aos principais rios da área de influência indireta, principalmente os rios Almada, Itariri, São José e Iguape.

- Geologia da Área de Influência Direta - AID e Área Diretamente Afetada - ADA

As principais unidades litoestratigráficas identificadas nas áreas de influência direta e área diretamente afetada do Empreendimento são descritas na sequência abaixo, a partir das mais antigas para as mais novas e encontram-se espacializadas no **Anexo 8.1.3.1.2** - Mapa Geológico na escala 1:25.000. Os estudos geológicos da AID foram elaborados baseando-se em trabalhos de campo e fotointerpretação na escala 1:60.000, interpretação de imagem de satélite 1:25.000, imagem de alta resolução na escala 1:5.000, levantamento topográfico, carta imagem (ortofotocarta), carta planialtimétrica na escala 1:25.000, bem como em informações contidas nos textos e mapas das seguintes publicações:

- Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil – PLGB Carta Geológica de Itabuna 1: 100.000, 1991, Companhia de Pesquisa e Recursos Minerais;
- Geologia do Quaternário Costeiro do Estado da Bahia - SME/UFBA - 1980;
- Geologia da Bahia - Mapa Geológico do Estado da Bahia – CPRM - 2006.

Rochas Cristalinas

- Arqueano / Paleoproterozóico

PPb

PPbg - Complexo Ibicarai-Buerarema

Também representa o embasamento cristalino regional, em destaque a sul, sudoeste e nordeste da área diretamente afetada e da área de influência direta (ADA e AID). É formado por rochas ortognáissicas plutônicas, compreendendo: tonalitos, dioritos, granitos, granodioritos com biotita e/ou hornblenda (PP2bo), e rochas de composição dominante alcalina enderbítica trondhjemítica e com corpos metabásico-norítico e metagabros (PPbg).

Faz contato a sul com as rochas sedimentares da Bacia sedimentar do rio Almada e com os sedimentos do Grupo Barreiras e a leste com os sedimentos dos terraços marinhos marginais ao rio Almada, ocupando cotas entre 5 e 125 m. A sudoeste faz contato com a suite intrusiva alcalina Itabuna-Floresta Azul (**Figuras 8.1.3.1.1 e 8.1.3.1.2**).

Trata-se de um conjunto de rochas gnáissicas, granulitizadas, polideformadas com as fases de deformação regionais D1, D2 e D3, incluindo também uma faixa onde os gnaisses são metamorfizados na fácies anfibolito, definindo um bandamento gnáissico proeminente (dada pela alternância métrica a submétrica de níveis máficos e félsicos de composição tonalítica a gabróica), construído por eventos tectônicos que ocasionaram uma forte transposição e estiramento dos corpos, estando impressa principalmente uma foliação vertical (S3) associada a processo de cisalhamento dúctil e localmente mostrando uma foliação (S2) de baixo ângulo.

Essas foliações mostram direções NW-SE e NE-SW com mergulhos variando entre 60 e 70° ora para NE ora para NW. Falhas extensionais e zonas de cisalhamento apresentam direções preferenciais para NW-SE, N-S e NE-SW.



Figura 8.1.3.1. - Embasamento Cristalino (Gnaisse Granulitizado na Estrada Ilhéus - Sambaituba), Apresentando Foliação e Sistema de Fratura. Terraços Marinhos Pleistocênicos em Frente ao Afloramento



Figura 8.1.3.1. - Coordenadas 491656 - 8377043 Embasamento Cristalino com Sn - N210/50NW. Área Urbana de Aritaguá

Quando não alteradas, apresentam coloração cinza, granulação fina a média, com alguns níveis grossos, onde se ressalta a presença de quartzo estirado e plagioclásio. São em geral, constituídos de plagioclásio, quartzo, ortopiroxênio, K-feldspato, hornblenda e clinopiroxênio, aparecendo também biotita.

- Neoproterozóico

NP2 bs, gb e bd – Suíte Intrusiva Alcalina Itabuna - Floresta Azul

As rochas alcalinas de composição sienítica diorítica e gabróica da região de Ilhéus-Itabuna foram denominadas por Pedreira *et.al.* (1975) de *Complexo Itabuna*, sendo mais tarde mapeadas pelo Projeto RadamBrasil como *Suíte Intrusiva Itabuna*.

Constitui um corpo batólito, intrusivo nos granulitos, caracterizado por um relevo predominantemente arrasado, onde se destacam alguns morros que refletem a diferenciação composicional das suas rochas, pela sua drenagem detrítica bastante esparsa e pela quase ausência de alinhamentos estruturais, que são restritos aos falhamentos, em nítido contraste com as rochas granulíticas encaixantes. Suas cotas podem variar entre 50 e 100 m (**Figura 8.1.3.1.3**).

É constituído essencialmente de rochas de composição sienítica, com alguns diferenciados mais básicos, tendo sido mapeados sienitos, nefelina sienitos, dioritos monzodioritos, leucogabros e noritos. Essas rochas são, em geral, homogêneas, de cor cinza claro a cinza-escuro, grossas isotrópicas, apresentando, por vezes foliação nas bordas da intrusão ou próximo às zonas de cisalhamento/falhas que seccionaram o maciço. Aflora a oeste da área de interferência em contato com as litologias do Complexo Ibicarai-Buerarema e com as rochas sedimentares da Bacia sedimentar do rio Almada. Mostram padrões de zonas de cisalhamento e/ou falhas com direções preferenciais NW-SE, NE-SW e foliações com direções N-S e NE-SW e mergulhos com valores próximos a 90° e/ou variando entre 70 e 80° para NW ou SE.



Figura 8.1.3.1. - Afloramento das Rochas Cristalinas da Suíte Intrusiva Alcalina Itabuna - Floresta Azul, Formando o Leito do Rio Almada, a Montante, na Região de Castelo Novo

Rochas Sedimentares (Jurássico-Cretáceas)

Segundo a CPRM/PLGB-1991, estão representadas na área pelos sedimentos da Bacia do Rio Almada denominados de Grupo Brotas e sua Formação Sergi (Js), de idade Jurássica; Grupo Santo Amaro com suas Formações Candeias (Kc) e Itaparica (Ki) e Grupo Ilhas (Kis) e

Formação Urucatuca (Ku) de idade Cretácea. De acordo com o Mapa Geológico da Bahia (CPRM, 2004), neste contexto nesta mesma área ocorre, o Grupo Brotas (J3b); a Formação Urucatuca (K2eu). O Grupo Ilhas encontra-se, na área, em subsuperfície de acordo com (CPRM / PLGB - 1991). Estas unidades litoestratigráficas são descritas, a seguir, da mais velha para a mais nova.

O **Quadro 8.1.3.1.1** sintetiza as unidades formais que preenchem a bacia sedimentar do rio Almada.

O **Grupo Brotas**, destacando por sua **Formação Sergi, (Js)** representa a base da sequência sedimentar na área repousando sobre as rochas cristalinas e ocupa as partes mais elevadas nas bordas da bacia do Almada, principalmente no entorno de Castelo Novo e na estrada para Valão (Sul da bacia sedimentar), onde ocorrem cotas superiores a 100 m.

Um complexo de falhas põe em contato estas rochas com a suíte intrusiva Itabuna e com o complexo Ibicarai-Buerarema e com as formações Itaparica, Candeias, Urucutuca e Grupo Ilhas, sendo que as melhores exposições encontram-se nas estradas Sambaituba - Castelo Novo e estrada do Lixão-Valão-Pedro do Brejo com entrada pela BA-262 (**Figuras 8.1.3.1.4 a 8.1.3.1.6**).

Quadro 8.1.3.1. - Unidades Formais que Preenchem a Bacia do rio Almada - Associação de Fácies, Lítotipos, Ambientes e Sistemas Depositionais

Unidades Geológicas	Fácies		Lítotipos	Ambiente Sedimentar Sistema Depositional
	Principal	Subordinada		
Formação Urucutuca	Age	Rme	Arenitos e psefitos	Marinho canal
	Pv	Rmm, Pg	Pelitos e diamectitos	Marinho intercanais.
Grupo Ilhas	Ser	Rsn	Conglomerados	Cunhas clásticas subaquosas
	Aes		Arenitos sigmoidais	Frente deltaica
	Pwi		Ritmitos zebrados	Inter a sub-maré rasa
	Caac	Calp, Carc	Calcarenitos e calcilitos	Plataforma carbonática rasa
	Ti		Turbiditos finos	Frente deltáica / prodelta
	Pp		Ritmitos finos	Planície deltaica
Formação Candeias	Rse	Rsm	Conglomerados	Cunhas clásticas subaquosas
	Caon		Calcarenitos oncolíticos	Marinho marginal
	Piv		Pelitos laminados	Franja de laquês submarinos
Formação Itaparica	Amg		Arenitos e conglomerados	Fluvial, meandrante, entrelaçado
	Pih		Pelitos arenosos	Lacustrino raso
Formação Sergi	Afeo		Quartzo-arenitos	Sistema eólico litorâneo
	Acat	Re, Rg, Las	Arenitos e conglomerados	Leques aluviais/fluviol, entrelaçado

<p>Acat = arenitos grossos, com estratos cruzados acanalados e tabulares</p> <p>Aes = arenitos com estratificação sigmoidal</p> <p>Afeo = Arenitos finos com estratificação cruzada eólica</p> <p>Age = Arenitos grossos canalizados</p> <p>Amg = Arenitos médios com grânulos</p> <p>Caac = calcarenitos de bioacumulados</p> <p>Calp = calcilitos com laminação planoparalela</p> <p>Caon = calcarenitos oncolíticos</p> <p>Carc = calcirruditos suportados pelos clastos</p> <p>Las = Pelitos com arenitos sigmoidais</p> <p>Pg = Pelitos gradacionais</p> <p>Pi = pelitos com laminações planoparalelas</p>	<p>Pih = pelitos com laminação plano-horizonta</p> <p>Piv = pelitos com laminações várvidas</p> <p>Pp = Ritmitos finos com laminações plano paralelas</p> <p>Pv = pelitos várvidos</p> <p>Re = Conglomerados estratificados</p> <p>Rei = conglomerados estratificados com seixos imbricados</p> <p>Rg = conglomerados gradacionais</p> <p>Rme = Conglomerados maciços ligeiramente estratificados</p> <p>Rmm = Conglomerados maciços suportados pela matriz (diamectitos)</p> <p>Rsc = Conglomerados suportados por clastos</p> <p>Rsm = Conglomerados suportados por matriz</p> <p>Rwi = Ritmitos zebrados</p> <p>Tf = turbiditos finos</p>
---	--

Compõe-se predominantemente de sedimentação continental fluvial, em leques aluviais e fluviais entrelaçados, constituídos por arenitos feldspáticos e arcóseos a líticos, grossos, com estratos cruzados acanalados e tabulares; conglomerados estratificados e gradacionais, com fração grosseira composta por grânulos a seixos grandes de quartzo, quartzito arredondado além de fragmentos angulares a subarredondados de rochas granulíticas félsicas, granitóides e metabásicas (**fácies Acat, Re e Rg**), admitindo localmente fácies pelítica com arenitos sigmoidais interestratificados (**fácies Las**); e, no topo o sistema eólico litorâneo composto por quartzo-arenitos a arenitos feldspáticos cinza claros a brancos, grã fina, arredondados, bem selecionados e maduros, com estratos cruzados de grande porte (**fácies Afeo**).

Na região entre Castelo Novo e Ribeira das Pedras ocorrem as maiores expressões de área aflorante da Formação Sergi com largura da ordem de 2 km. Na estrada do Lixão-Valão essa largura alcança cerca de 300 metros.



Figura 8.1.3.1. - Próximo a Ribeira das Pedras. Bancos de Arenito e Siltitos, Sub-horizontalizados Formação Sergi



Figura 8.1.3.1. - Arenitos Conglomeráticos e Arenitos Grossos de Cor Amarela Amarronzada, Estratificados, com Evidências de Podzol, Formação Sergi, Estrada Cascalheira-Valão 486826 – 8375137

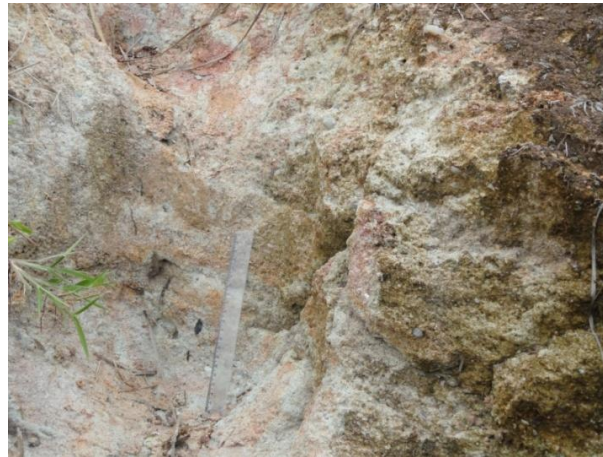


Figura 8.1.3.1. - Arenito Conglomerático com Matriz Areno-Argilosa, com Cor Cinza Clara, Maciça. Formação Sergi. Estrada para Lava Pés, Ribeira das Pedras e Santa Rita

A Formação Itaparica (Ki), base do Grupo Santo Amaro, apresenta na bacia sedimentar do rio Almada, segundo Carvalho (1965), 130 m de espessura, obtida em furo de sondagem. É formada por pelitos arenosos laminados, cor dominante avermelhada, micáceos com fissilidade desenvolvida e localmente com aspecto de folhelho, associados a siltitos, lamitos e arenitos finos e argilosos, constituindo por um lado fácies sedimentados em ambiente lacustrino raso (fácies Pih) e, por outro fácies (Amg) de arenito médio com grânulos sedimentados em ambiente fluvial meadrante/entrelaçado representado por arenitos feldspáticos médios a grossos, cinza esverdeados, com estratificação plano paralela de afloramento e cruzadas tabulares e acanaladas de pequeno e médio porte. Suas maiores expressões de afloramento ocorrem a sul, oeste e noroeste da bacia sedimentar fazendo contato discordante com a Formação Sergi e a Formação Candeias e contato por falha com rochas do embasamento cristalino. Seu relevo é controlado por cotas variando entre 10 e 45 m (Figuras 8.1.3.1.7 e 8.1.3.1.8).



Figura 8.1.3.1. - Arenito Siltoso, Cor Amarelada Avermelhada, Formação Itaparica, depois de Campinho e Vila Olímpio. Coordenadas 483466 - 8378774



Figura 8.1.3.1. - Siltitos e Lamitos, de Cor Cinza e Avermelhada, Estratificados sub-horizontalmente, Solos Argilosos. Formação Itaparica. Estrada da Cascalheira para o Valão. Coordenadas 48774 - 8374957

A Formação Candeias (Kc), topo do Grupo Santo Amaro, é formada por três fácies distintas: na base compõe-se por pelitos com laminação várvida, constituída por folhelhos pretos e cinza laminados, físsil, micáceos, carbonosos, calcíticos e lâminas de siltitos e ritmitos com interlaminações de calcilutitos e calcissiltitos, ricos em matéria orgânica (fácies Piv); intermediariamente, contem calcarenitos oncolíticos simples e compostos nucleados por fragmentos de intraclastos (quartzo, feldspato e fragmento de rochas cristalinas em percentuais bastante variáveis) e grãos terrígenos ou detritos esqueléticos, grosseiros, localmente microconglomeráticos, de cor cinza claro, depositados em ambiente marinho marginal (fácies Caon); e no topo, ocorre um conglomerado polimítico com seixos, calhaus e matações de aspecto caótico imersos em uma matriz escassa, constando de tufitos ou grauvaça lítica, contendo pequenos fragmentos angulares de litoclastos de rochas vulcânicas intermediárias, granitóides, granitos e granulitos, contendo localmente arenitos esverdeados arcósiolos a líticos, micáceos de granulação média a grossa, em geral depositados em um sistema de cunhas clásticas subaquosas (fácies Rse). Ao sul da bacia sedimentar ocorrem as maiores expressões de afloramento dessa unidade sedimentar com larguras que alcançam 2 km. Ocorrências importantes acontecem também a norte de Castelo Novo. Fazem contato discordante com as Formações Itaparica e Urucutuca e por falha extensional com as rochas do Complexo Ibicarai-Buerarema. Ocorrem em relevos dissecados com cotas variando entre 10 e 45 m e encostas suaves podendo também formar colinas mais declivosas com cotas de até 60 m.

O Grupo Ilhas (kis) - Este grupo, apesar de não aflorar na AID, segundo o Programa Levantamento Geológico Básico do Brasil, CPRM - 1991, faz parte da sequência sedimentar que preenche a bacia do rio Almada na área de estudo, encontrando-se provavelmente sotoposto pela Formação Urucutuca e/ou pelos Sedimentos Quaternários Fluviais e Fluvio-Marinhos. Este é constituído por ritmitos finos, arenitos sigmoidais, ritmitos, calcarenitos e calcilutitos, conglomerados e turbiditos finos, ritmitos zebrados, arenitos com estratificação sigmoidal, conglomerados suportados por clastos e suportados por matriz, depositados respectivamente, em ambiente de planície deltáica, frente deltáica, inter e submaré rasa, plataforma carbonática rasa, cunhas deltáicas subaquosas e de frente deltáica/prodelta.

Fácies de ritmitos finos com laminações planoparalela (Po) - são de cores cinza escuro a preta, constituídos pela interlaminação plano-horizontal. Por vezes lenticular, de siltito/lamito e folhelho carbonoso, contendo fragmento e lascas de madeiras carbonizadas e de carvão mineral, depositados em ambiente deltaico, em depressões situadas entre canais tributários,

em águas rasas paradas sob condições redutoras e eventuais interfluxo de correntes de canais e ondas.

Fácies de turbiditos finos (Tf) - são ritmitos finos e esverdeados a cinza escuro, com intercalações gradacionais de arenitos finos/siltito/folhelho em deposição ciclina imprimindo um aspecto de ritmo várvido o que confere uma organização geométrica de turbiditos, caracterizando sedimentação por correntes de desaceleração com predomínio de transporte em suspensão.

As três fácies seguintes representam um sistema de plataforma carbonática rasa e que apresentam contatos transicionais ou abruptos entre si.

Fácies de calcarenitos com bioacumulados (Caac) - são calcarenitos com matéria orgânica associada e granulometria média, compostos essencialmente por ostracodes, deformados e prensados por processos diagenéticos, apresentando arranjo interno maciço ou granulado, e por fragmentos de conchas e raros pedaços de rochas, contendo também intercalações de leitos siliciclastos, finos e presença de dolomitização incipiente.

Fácies de calcilitos com laminações planoparalela (Calp) - é constituída por interlaminações de lamacarbonáticas micritica e folhelhos silte carbonático, ricos em matéria orgânica e ostracodes, com ausência ou rara bioturbação, depositadas em plataforma carbonática rasa por suspensão.

Fácies de calciruditos suportadas por clastos (Carc) - ocorre subordinado aos calcarenitos, de geometria lenticular, de base côncava e contato erosional. Constitui uma bracha carbonática em que os intraclastos, sem qualquer organização interna, são fragmentos angulares de calcarenitos calcilitos e raras lascas de carvão, envolvidos por matriz micritica, depositado em ambiente plataformal raso com transporte e distancias relativamente pequeno.

Fácies de ritmitos zebrados (Rwl) - nesta fácies predominam pelitos micáceos de cor cinza chumbo a cinza escuro (folhelhos e lamitos), interestratificados, dando aspecto zebrado, em contato abrupto e/ou gradacional, com lentes e camadas finas de arenitos finos a médios, cinza amarelados a verde, arcoseanos e micáceos com eventuais ciclos granodecrescentes, depositados em sistema de inter a submaré rasa com permanente cobertura de água.

Fácies de arenitos com estratificação sigmoidal (Aes) - consiste de arenitos feldspáticos, cinza-esverdeado, micáceo, finos a médios, bem selecionados, com cimento carbonático, apresentando geometria de lobos sibmoidais superpostos coalescentes. A fluidização obliterou em grande parte a organização interna destes arenitos, depositados em um sistema de frete deltáica.

Fácies de conglomerados suportados pelos clastos (Rsc) - essencialmente psefítica relacionada à proximidade dos grandes falhamentos regionais que estruturaram a bacia do rio Almada, depositadas em sistema de cunhas clásticas subaquosas.

Fácies de conglomerados e suportados por matriz (Rsm) - constituem espessas cunhas irregulares de conglomerados suportados pela matriz arenosa lítica, mal classificados, polimíticos, sem organização interna, típico de paraconglomerados, sedimentados em sistemas de cunhas clásticas em condições subaquosas. Apresenta finas intercalações de arenitos seixosos associada com finas intercamadas de folhelhos e siltitos lamosos ou intercalações de níveis irregulares de arenitos esverdeados, micáceos feldspáticos, com

estruturas transicionais e seixos ocasionais. Esta fácies lateralmente interdigita-se com os turbiditos finos e/ou com os conglomerados suportados por cláustos.

A Formação Urucutuca (Ku) é formada por folhelhos com intercalações de arenitos finos e conglomerados, calcários, biomicritos e diamectitos, atribuídos como sendo depositados em ambiente marinho canalizado e de intercanais (**Figuras 8.1.3.1.9 e 8.1.3.1.10**). Nesta unidade foram identificadas 5 fácies, descritas a seguir:

Fácies de pelitos várvidos (Pv) - Essas fácies constituem-se de ritmitos finos, em aspecto zebreado, contendo folhelhos pretos carbonosos, físsil, manchas irregulares amareladas e forte odor de enxofre, e por camadas finas e leitões centimétricos de arenitos cinza-claros, feldspáticos de granulação média, em forma de lentes ou em camadas, com ondulações, com estruturas de suspensão de ondulações cavalgantes e laminação de migração de marcos de ondas, com geometria de ciclos, análogos à sequência de turbiditos clássicos da sequência Bouma.

Fácies de conglomerados maciços suportados pela matriz (Rmm) - Ocorrem associados aos pelitos várvidos e apresentam aspecto homogêneo de um folhelho preto, carbonoso e maciço, predominantemente síltico e orgânico, contendo de forma desordenada ou em concentrações irregulares grânulos e raros matações de rochas granulítica e granitóides, configurando um diamectito formado por fluxo de detrito no talude. São frequentes no topo dobras desarmônicas e estruturas de escorregamentos geradas por convoluções.

Fácies de pelitos gradacionais (Pg) - A sua geometria externa em afloramento é de forma tabular e constituem ritmitos constituídos por vários ciclos que se repetem em camadas com gradação normal, tendo na base arenito fino e no topo siltito e lamito. Estas fácies encontram-se sobrepostas em contato normal aos diamectitos.

Fácies de arenitos grosseiros canalizados (Agc) - são formados, na base, por arenitos cinza-claros, argilosos grosseiros a conglomeráticos (grânulos e seixos pequenos de quartzo e fragmentos de rochas granulito-granitóides), com transição normal de arenito médio a fino ou lamito no topo da sequência. Esta deposição configura-se como ciclo incompleto de turbiditos, depositados em sistema marinho de canal.



Figura 8.1.3.1. - Intercalações de Arenitos e Lamitos da Formação Urucutuca na Estrada Aritaguá - Sambaituba



Figura 8.1.3.1. - Afloramento da Formação Urucutuca em Sambaituba

Fácies de conglomerados maciços grosseiramente estratificados (Rme) - trata-se de conglomerados suportados por matriz arenosa, mal classificados, imaturos e polimíticos, de geometria lenticular em contato difuso e erosional. O arcabouço varia de seixos pequenos a calhaus e raros matacões, de composição predominante de rochas granulíticas e granitóides, além de subordinadamente metabasitos, quartzo e raros blocos de calcarenitos, fragmentos chapados de lamitos, siltitos argilosos, calcilitos e pelitos avermelhados, sem qualquer organização interna. Associam-se também finas camadas de folhelhos orgânicos, pretos ou cinza esverdeados, depositados também em sistema marinho de canal, constituindo formas residuais, com feições erosivas canalizadas.

As litologias da Formação Urucutuca ocupam as partes norte e leste da bacia sedimentar imediatamente a sul de Vila Olímpio, Vila Campinhos, Urucutuca e Sambaituba. Constitui, também, a maior expressão aflorante da bacia sedimentar do rio Almada, podendo mostrar localmente relevo dissecado com colinas de encostas suaves com cotas variando entre 10 e 25m e relevo colinoso com encostas declivosas e cotas que podem alcançar 75 m principalmente a sudeste de Sambaituba e a sul de Vila Olímpio e Vila Campinhos (**Figuras 8.1.3.1.11 e 8.1.3.1.12**).



Figura 8.1.3.1. - Lentes de Arenitos e Siltitos de Cor Amarela Avermelhada, S0 N185/15SE. Formação Urucutuca, Estrada para Sambaituba. Coordenadas 490786 - 8378432



Figura 8.1.3.1. - Conglomerados Maciços Sustentados por uma Matriz Areno-siltosa com Fragmentos de Veio de Quartzo e Lamitos. Formação Urucutuca. Antes de Sambaituba

Sedimentos Barreiras (Terciário) (Tb)

Afloram tanto a norte como a sul da área do empreendimento, nas partes elevadas, recobrimo parcialmente as rochas cristalinas granulíticas-gnáissicas. Mostram um relevo de tabuleiros de topo plano e/ou abaulado, dissecado pelas drenagens.

A sul de Ilhéus encontra-se a maior expressão desta unidade, formando inclusive antigas falésias recuadas da linha de costa, local onde atualmente se desenvolvem as frentes da lavra de areia grossa e arenoso que atendem a demanda regional.

Suas melhores exposições ocorrem entre a Lagoa Encantada e o litoral e a oeste das vilas de São João e Areal na estrada Areal- Carobera-Carvão. Exposições significativas ocorrem, também, a oeste do povoado de Ribeira das Pedras (**Figuras 8.1.3.1.13 a 8.1.3.1.15**).



Figura 8.1.3.1. - Depósitos Arenosos Desenvolvidos sobre o Grupo Barreiras Localizados a Sul de Ilhéus, onde Extraem Areia para a Construção Civil

É constituído de sedimentos Terciários, areno-argilo-cascalhosos e finos níveis lamosos ou cascalhosos intercalados, mal selecionados, com cores variegadas, mostrando estratificações cruzadas planares e acanaladas e origem relacionada a processos de sedimentação fluvial e de leques aluviais.

Os sedimentos mostram espessuras variadas, com estratos sub-horizontais e mergulho para leste em direção ao litoral. No topo, localmente desenvolve-se uma fina camada de areia esbranquiçada, resultante da evolução pedogenética dos solos através de processos associados à ação intempérica e lixiviação do conteúdo argiloso de fácies sedimentares areno-argiloso, formando os depósitos de areia, localmente explorado para construção civil.



Figura 8.1.3.1. - Arenito Conglomerático, com Matriz Areno-argilosa, cor Avermelhada, Maciço, Intercalados com Níveis Decimétricos de Cascalho. Característico de Fluxo de Detritos Plásticos ou Coesivos do Grupo Barreiras. Os Níveis Cascalhosos e os Arenitos Conglomeráticos Encontram-se Sub-horizontalizados. É uma Jazida de Cascalho, em Avançado Estágio de Erosão



Figura 8.1.3.1. - Estrada da Cascalheira Depois do Lixão com Entrada pela Rodovia Ilhéus-Uruçuca. Coordenadas 485995- 8374277, Evidenciando a Extensa Distribuição Espacial destes Depósitos

Assim, sobre estes sedimentos registram-se grandes extensões de depósitos arenosos esbranquiçados, texturalmente imaturos, oriundos de processos pedogenéticos locais, usados frequentemente como areia grossa para agregado de cimento na construção civil.

Sedimentos Fluviais, Fluviomarinhos e Marinhos (Quaternário Pleistoceno e Holoceno)

As acumulações marinhas são identificadas ao longo de praticamente toda a faixa costeira do sul da Bahia e estão associadas às areias litorâneas e cordões arenosos, e apresentam-se como feições geomorfológicas bem visíveis em imagens e fotos aéreas, caracterizando-se por uma sucessão de pequenas cristas arenosas (cordões litorâneos) alinhadas paralelamente à atual linha de praia.

As acumulações fluviomarinhas são mapeadas na foz dos rios Iguape e Almada, em áreas de mangues e pântanos e antigas lagoas e seus depósitos correlativos são de composição siltico-argilosa ricos em matéria orgânica. Essas acumulações às vezes penetram para o interior, acompanhando o curso dos principais rios.

As acumulações fluviais são reconhecidas nos vales dos principais rios, sob a forma de depósitos aluvionares areno-siltosos cascalhosos associados às planícies de inundação, diques marginais e leitos de canais, canais abandonados e planícies fluviais, destacando-se aqueles que ocorrem ao longo dos rios Almada, Sete Voltas, São José, Iguape e Tiruri na área de influência do empreendimento.

Sedimentos Quaternários Pleistocênicos

Terraços Marinhas Pleistocênicos (QPt)

Os sedimentos Pleistocênicos estão representados na área de influência do empreendimento pelos Terraços Marinhas. Estes sedimentos são constituídos essencialmente por areias litorâneas bem selecionadas com tubos fósseis de *Callianassa sp*, que ocorrem constituindo uma superfície aplainada em cotas de cerca de 9m, formando uma faixa lindeira a oeste da estrada Ilhéus - Sambaituba. Diferem pouco dos Terraços Marinhas Holocênicos, devido a seu maior tempo de existência, disposição mais elevada, apresentando cristas mais erodidas e, portanto, menos pronunciadas. Ocorrem também na área norte especialmente a leste do povoado de Vila Campinhos (**Figuras 8.1.3.1.16 e 8.1.3.1.17**).



Figura 8.1.3.1. - Aspecto dos Depósitos Arenosos Marinhas Pleistocênicos que Ocorrem no Sopé do Conjunto Serrano Cristalino. Em Primeiro Plano os Terraços Marinhas Holocênicos (QHt) em Cotas mais Baixas; Intermediariamente os Sedimentos Arenosos dos Terraços Marinhas Pleistocênicos (QPt) e, ao Fundo Escarpamento em Rochas do Embasamento Cristalino



Figura 8.1.3.1. - Sedimentos Arenosos de Cor Branca, Maciços. Terraços Marinheiros Pleistocênicos. Povoado do Valão e Pedro do Brejo. Coordenadas 485626 - 8376433 Sedimentos Arenosos de Cor Branca, Maciços. Terraços Marinheiros Pleistocênicos, Situados Próximo da Área Urbana de Aritaguá

Sedimentos Quaternários

Terraços Marinheiros (QHt1)

Formam terraços menos elevados em cotas de até 4 a 5 m em relação ao nível do mar atual e apresentam grande continuidade. Apresentam cristas bem delineadas em disposição paralela à linha de costa atual, desenvolvidas sobre areias litorâneas, bem selecionadas com conchas marinhas com ou sem concentração de opacos e minerais pesados.

Como ocorre nos terraços Pleistocênicos, os sedimentos apresentam coloração branca na superfície, passando a cinza bruscamente após alguns centímetros de escavação. Isto se deve à saturação do meio pelo nível freático e à lixiviação de matéria orgânica oriunda do decaimento de folhas e raízes (**Figuras 8.1.3.1.18 e 8.1.3.1.19**).



Figura 8.1.3.1. - Depósitos Arenosos dos Terraços Marinheiros Holocênicos, nas Margens do Rio Almada na Localidade de Sambaituba. Em Ambos os Lados do Rio Ocorrem Depósitos Fluviais



Figura 8.1.3.1. - Areia de Cor Branca dos Terraços Marinheiros Holocênicos, Fazendo Contato com as Areias de Praia, na Parte Frontal da Foto, e com as Terras Úmidas, no Fundo da Foto. Entrada pelo Sítio Jequitibá e Condomínio Japarú. Coordenada 492621 - 8377161

Sedimentos Flúvio-lagunares (QHfl)

Constituem uma série de depósitos encontrados nas zonas baixas que margeiam os rios, sendo caracterizados por uma variedade de acumulações de sedimentos finos, incluindo depósitos de mangues, pântanos e alagadiços lagunares, basicamente representados por areias e siltes argilosos, ricos em matéria orgânica, estando largamente representados no estuário dos rios Almada e Fundão, na região de Ilhéus e na região do entorno dos povoados de Vila Campinhos, Urucutuca e Sambaituba na área de influência do rio Almada. (**Figura 8.1.3.1.20**).



Figura 8.1.3.1. - Sedimentos Flúvio-lagunares no Entorno do Rio Almada, Região de Campinhos

Sedimentos Fluviais (QHfl)

São formados por depósitos argilo-arenosos eventualmente cascalhosos, constituindo as planícies aluviais de inundação, diques marginais, canais abandonados, que ocorrem no fundo dos vales e nas suas planícies de inundação marginais, e que sofreram e vem sofrendo retrabalhamento fluvial. Suas principais áreas de exposição estão associadas às bacias dos rios Almada, Iguape, São José, Sete Voltas e Tiruri (**Figura 8.1.3.1.21**).



Figura 8.1.3.1. - Planície Aluvionar do Rio Almada em Frente à Fazenda Monte Belo, Antes de Sambaituba

- Características Geotécnicas da Área de Influência Direta - AID e Área Diretamente Afetada - ADA

Na Área de Influência Direta do empreendimento ocorrem depósitos Quaternários: Terraços Marinheiros Pleistocênicos (QPt), Terraços Marinheiros Holocênicos (QHt), Depósitos de Mangues (QHpm), Depósitos Flúvio-lagunares (QHfl), Depósito de Praia e Marinheiros Arenosos (QHpa); sedimentos Terciários Barreiras (Tb); rochas sedimentares Jurássicas e Cretáceas da Bacia do Rio Almada e rochas gnáissicas-granulíticas de idade Arqueana-Proterozóica Inferior (**Anexo 8.1.3.2 - Mapa Geológico na escala 1:25.000**)

Os Terraços Marinheiros Pleistocênicos (QPt)

Representam as terras aplainadas, sobrepostas às rochas Cristalinas do Embasamento e sedimentares da bacia do rio Almada, formando terraços em cotas variáveis de 5 a 9 m que ocorrem na área. São constituídos, essencialmente, por areias litorâneas bem selecionadas com conchas marinhas, mostrando cor superficial esbranquiçada, textura areia grossa a fina, contendo conchas, raízes, passando em profundidade a cinza, com nível estático raso a aflorante que pode chegar a até 6,00 m de profundidade (**Figura 8.1.3.1.22**).

Estes sedimentos, de uma forma geral, possuem boa qualidade geotécnica por apresentarem baixa suscetibilidade à deformação e a recalques diferenciais, entretanto, decorrente de sua baixa coesão, são suscetíveis a arrastes e erosão quando submetidos a fluxos hídricos concentrados. Com referencia ao potencial erosivo, em virtude do relevo aplainado e predomínio de processos de infiltração e ausência de escoamento superficial, estes apresentam um baixo potencial erosivo.



Figura 8.1.3.1. - Em Primeiro Plano Ocorrência dos Terraços Marinheiros Holocênicos e em Segundo Plano, em Cotas mais Elevadas Verifica-se o Ressalto para os Terraços Marinheiros Pleistocênicos - Estrada Ilhéus - Sambaituba

Os Terraços Marinheiros Holocênicos (QHt)

Representam as terras secas que ocorrem na maior parte da área de influência em cotas baixas, variável de 1 a 4 m, e em extensas áreas aplainadas, sendo, em geral, formadas por areias litorâneas bem selecionadas com conchas marinhas e tubo fósseis de callianassa, com cor superficial esbranquiçada textura areia grossa a fina, contendo conchas, raízes, passando em profundidade a cinza e em seguida para creme, com nível estático raso a aflorante podendo chegar a até 4 m de profundidade (**Figuras 8.1.3.1.23 a 8.1.3.1.26**).



Figura 8.1.3.1. - Vista Geral dos Terraços Marinheiros Holocênicos na Área do Empreendimento



Figura 8.1.3.1. - Aspecto dos Terraços Marinheiros na Faixa Litorânea, sendo Perfurados por Trado



Figura 8.1.3.1. - Exposição de Sedimentos Arenosos dos Terraços Marinheiros da Foto Acima, Retirados Através de Tradagem até 2,00 m de Profundidade



Figura 8.1.3.1. - Vista em Corte dos Terraços Marinheiros Holocênicos, em Talude do Rio Almada (Cerca de 3,5 m) na Área do Empreendimento

Em um empreendimento vizinho (Nossa Senhora da Vitória), e em terrenos similares na faixa litorânea, foram realizados 10 furos de sondagem a percussão SPT (Stand Penetration Test), totalizando 204,5 m lineares perfurados. Na execução das sondagens adotaram-se as normas da ABNT contidas no Boletim 03 - "Diretrizes para Execução de Sondagens, 2ª. tentativa", 1977. Foi feita amostragem nos primeiros 45 cm de cada metro perfurado, com amostrador padrão, sendo em seguida medida a resistência à penetração. A partir dessas investigações adotou-se a seguinte seção geológico-geotécnica representativa para a área do empreendimento, na área dos Terraços Marinheiros apresentada no **Quadro 8.1.3.1.2** a seguir.

Quadro 8.1.3.1. - Seção Geológico-Geotécnica Representativa para a Área do Empreendimento

Trecho (m)	Descrição
0,0 - 1,00	Areia fina com matéria orgânica, pouco compacta a medianamente compacta, cor cinza clara.
1,00– 8,00 Também até 11,00 m*	Areia fina medianamente compacta a compacta, cor cinza.
8,00 a 10,00 Também até 11,00*	Silte argiloso, com mica, conchas marinhas, rijo a médio, cor cinza escura.
8,00 a 15,50	Silte argiloso, com mica, mole, cor cinza escura.
15,50 a 22,45	Argila arenosa, rija a dura, cor cinza clara, com passagens de silte argiloso, mole a muito mole, entre 15,00 e 19,00 m cor cinza, em dois furos.

* OBS: Variações de profundidade encontradas em furos distintos.

Apesar da grande similaridade verificada nos furos, foram observadas algumas variações faciológicas refletidas principalmente por variações texturais (variações nas proporções entre areia, argila e silte) e de cor. Verifica-se, até a profundidade investigada que existe um predomínio de sedimentos arenosos, medianamente compactos a compactos, até cerca de 11,00 m, SPT entre 7 e 20; com intercalações subordinadas de sedimentos silto-argiloso, com mica e conchas marinhas. Abaixo segue uma camada de solo silte-argiloso, com mica, mole, cor cinza SPT variável entre 02 e 10; que passa para uma camada de argila arenosa rija a dura, SPT 15 a 30 golpes, com raras intercalações silto argiloso mole a muito mole.

Tem-se uma constância de sedimentos arenosos superficiais com espessura variável entre 6,00 e 11,00 m de profundidade dependente da cota do terreno relacionada aos terraços marinhos. As camadas e/ou lentes argilo-siltosas devem representar antigos depósitos fluviomarinhas de pântanos e mangues que intercalam no conjunto, refletindo as mudanças de linha de costa.

O nível d' água do lençol freático é raso (inferior a 3,00 m) e dependente da cota do terreno, aflorante nas margens das drenagens e das áreas úmidas do entorno, com média de 1,20 a 1,5 m de profundidade. Este se encontra com gradiente muito baixo e mantém perfeita interconexão entre si.

Do ponto de vista geotécnico a camada superficial, predominantemente arenosa, mostra-se friável, com índice de coerência C_4 , alta porosidade e permeabilidade, com nível estático raso aflorante (variável entre 0,25 e 4,00 m de profundidade). A partir desta camada superficial desenvolve-se solo do tipo areias quartzosas marinhas hidromórficas e não hidromórficas característicos desses domínios.

Analogamente aos sedimentos Pleistocênicos, estes possuem boa qualidade geotécnica por apresentarem baixa suscetibilidade à deformação e a recalques diferenciais, entretanto, decorrente de sua baixa coesão, são suscetíveis a arrastes e erosão quando submetidos a fluxos hídricos concentrados. Com referência ao potencial erosivo, em virtude do relevo aplainado, composição arenosa e predomínio de processos de infiltração e ausência de escoamento superficial, estes apresentam um baixo potencial erosivo. Potencial erosivo acentuado na ADA fica restrito as bordas do canal do rio Almada.

Com respeito à capacidade de suporte, estes terrenos, a despeito de algumas restrições, apresentam boas condições para obras de menor porte, contudo ao requerer maiores cargas no caso de grandes obras civis devem ser efetuados estudos específicos que melhor definam a capacidade de suporte destes e o tipo de fundação mais eficiente.

Sedimentos Flúvio-lacustres (QHfl)

Constituem uma série de depósitos encontrados nas zonas baixas e alagadiças entre cordões litorâneos e associada a antigos traçados do rio Almada, formando as áreas úmidas atuais e/ou antigas lagoas, sendo basicamente representados por areias e siltes argilosos, ricos em matéria orgânica e acumulações de turfa, estando largamente representados na AID. Estes sedimentos têm como substrato os terraços marinhos e ou localmente intercalam com estes.

Do ponto de vista geotécnico, estes apresentam baixa qualidade decorrente de sua composição lamosa (associações de silte, argila, areia e matéria orgânica) condicionando a sua elevada plasticidade. Estando sujeitas as deformações e recalque diferenciais, necessitando de tratamentos especiais de fundação. Com referência ao potencial erosivo, as áreas de

ocorrência destes sedimentos caracterizam-se como áreas de acumulação e de baixo potencial erosivo, sendo também vulneráveis nas bordas dos canais de drenagens, a exemplo do canal do rio Almada.

Os Depósitos de Mangues (QHm)'

Ocorrem na AID, associado ao estuário do rio Almada e a um pequeno riacho que drena os terrenos da área do empreendimento diretamente para o mar. São constituídos predominantemente de materiais argilo-siltosos escuros a pretos ricos em matéria orgânica, tendo como substrato imediato os Terraços Marinheiros Holocênicos (QHt).

Com referência ao comportamento geotécnico os terrenos lamosos (QHfl e QHm), impõem severas restrições e são de má qualidade geotécnica, tornando-se impróprios para edificações, que só podem ser feitas sob condições de tratamento especiais de fundação e aterramento.

Sedimentos Marinheiros de Praia (QHp)

Além dos depósitos sedimentares acima descritos, na faixa de praia são encontrados sedimentos arenosos amarelo-esbranquiçados, compostos essencialmente por areias médias a finas ricas em quartzo e, secundariamente, em fragmentos de conchas e minerais opacos (Figura 8.1.3.1.27).



Figura 8.1.3.1. - Vista Geral da Praia em Frente ao Empreendimento para o Norte

Do ponto de vista geotécnico estes sedimentos essencialmente arenosos que constituem as praias apresentam características similares aos Terraços Marinheiros Holocênicos, de onde em parte são derivados, possuindo boa capacidade de suporte e qualidade geotécnica por apresentarem baixa suscetibilidade à deformação e a recalques diferenciais, entretanto, decorrente de sua baixa coesão e se posicionarem na linha de costa desprotegidos, são suscetíveis á erosão eólica, bem como decorrente do movimento diuturno das marés e das ondas. Vale ressaltar que a linha de costa atual, na faixa da AID vem experimentando erosão.

Sedimentos Terciários Barreiras (Tb)

Os sedimentos Barreiras ocorrem na área de forma restrita, em manchas isoladas e irregulares na porção norte, sobrepondo tanto as unidades da Bacia do Rio Almada, como as rochas cristalinas do embasamento regional. Marca localmente a superfície de um extenso tabuleiro,

densamente dissecado pelo sistema de drenagem atual, que inclusive passa a atingir as rochas do substrato (sedimentos do Almada e rochas cristalinas) formando morrotes de topo abaulado e vertentes íngremes. É constituída, localmente por sedimentos arenosos de cores claras, imaturos, de grã fina a granulosa, às vezes feldspáticos e com matriz argilosa.

São também encontrados na AID fácies de paraconglomerados seixosos, com predomínio de matriz argilo-arenosa, e ausência de organização interna, exibindo de forma incipiente, aspecto granodecrescente. Observam-se intercalações subordinadas de pelitos vermelhos e amarelados, com variações texturais de argilitos, siltitos, lamitos, com alguma areia dispersa, além de intercalações de leitos e camadas arenosos (**Figura 8.1.3.1.28**).



Figura 8.1.3.1. - Vista Geral de Remanescentes de Depósitos Barreiras na AID, Formados por Areias Brancas de Granulação Grossa

Geotecnicamente, estes sedimentos apresentam-se inconsolidados e friáveis, com baixa coerência (C4), são geralmente pouco profundos e possuem uma elevada permoporosidade, sendo em consequência fortemente drenados, onde predomina processos de infiltração das águas de chuvas.

Relativo a capacidade de suporte, os terrenos dessa unidade apresentam boas condições para obras de pequeno a médio porte, não apresentando qualquer restrição às edificações propostas pelo Empreendimento, que eventualmente as sobreponham.

Esta unidade, face as suas características mineralógicas e texturais extremamente favoráveis, tem sido largamente utilizada como fonte de areia, cascalho e arenoso genericamente utilizadas na construção civil.

A esses corpos arenosos atribui-se um papel importante na manutenção do ecossistema local e regional face as suas características composicionais e de relevo, por funcionar como uma “esponja”, sendo responsável pela recarga e manutenção do nível da base do freático e das águas dos rios.

Rochas sedimentares Jurássicas e Cretáceas da Bacia do Rio Almada

Os sedimentos da bacia do Rio Almada ocorrem na área esculpindo um relevo ondulado e mais elevado e é construído por sedimentos diversos, arenitos grossos, amarelados,

conglomerados, folhelhos vermelhos e verdes-acinzentados, arenitos arcósianos e litoarenitos e sedimentos areno-cascalhoso, pertencentes às Formações Sergi, Itaparica e Candeias e ao Grupo Ilhas. A descrição detalhada destas formações e do Grupo Ilhas foi feita no capítulo precedente ao tratar da geologia da Área de Influência Indireta, item 1.2.2 Rochas Sedimentares Jurássico-Cretáceas (**Figuras 8.1.3.1.29 e 8.1.3.1.30**).



Figura 8.1.3.1. - Aspectos de Sedimentos Pelíticos Cinza Esverdeado, Amarelados com Intercalações Subordinadas de Arenitos Impuros, Grossos, Amarelos e Cremes, Lamitos Verdes e Pretos, Arcósios, Litoarenitos, das Formações Sergi / Itaparica, Medianamente a Muito Alterada, com Mergulho de Alto Ângulo para SW. Cicatriz de Deslizamento Mostrando a Instabilidade Desses Terrenos Sedimentares sob Efeito de Intervenções de Cortes com Taludes de Alta Declividade. Corte da Estrada para Lagoa Encantada



Figura 8.1.3.1. - Coordenadas: 489029 / 8379517 - Conglomerados Maciços Sustentados por Clastos e Matriz Areno-argilosa, Cor Amarelada Avermelhada, Sub-horizontalizados, Formação Urucutuca. Área Urbana de Sambaituba

As rochas da Bacia do Almada em decorrência da diversidade da composição mineralógica e textural, graus de compactação e de coerência e da alteração que apresentam, possuem em consequência comportamentos geotécnicos bastante diversificados, com referência ao grau de coerência, compactação, capacidade de suporte, erodibilidade, susceptibilidade a deformação, trabalhabilidade, estabilidade de taludes, etc..

São sedimentos e rochas sedimentares mais ou menos consolidadas que, para efeito de escavação, em geral, podem ser considerados materiais de primeira e segunda categoria, podendo ser desmontados com ferramentas manuais sem uso de explosivos.

Via de regra, apresentam boa estabilidade dos taludes de cortes, com exceção a cortes com taludes de alta declividade, especialmente associados às fácies mais lamosas (argilo-siltosos) com grande ocorrência nos domínios dos sedimentos das Formações Itaparica, Candeias, Ilhas e Urucutuca. Os solos desenvolvidos sobre estas fácies e os seus mantos de alteração, predominantemente argilosos, podem apresentar-se plásticos, susceptíveis às deformações/recalques e deslizamentos de massas.

Nos domínios da Formação Sergi os sedimentos são mais arenosos e consolidados, comportando-se geotecnicamente como mais estáveis, menos deformáveis e com boa capacidade de suporte.

Quanto à formação Urucutuca, a sua heterogeneidade composicional, com intercalações rítmicas de lamitos, arenitos e conglomerados, localmente, com estratificações mais inclinadas, podem apresentar conseqüentemente, comportamentos geotécnicos também heterogêneos, especialmente na faixa do manto de alteração, potencializando erosões, deformações, recalques, deslizamentos, desmoronamentos, etc.

Estes fatos remetem para a necessidade de estudos e investigações geotécnicos específicos e detalhados, quando da implantação das obras de engenharia, definição de taludes de cortes e aterros, da capacidade de suporte dos solos/rochas, do sistema de drenagem das águas superficiais e subterrâneas e da estabilidade e qualidade geotécnica dos terrenos das fundações.

- Materiais de Empréstimo - Solo e Cascalho, Areias e Rocha

O litoral norte de Ilhéus possui significativos depósitos de areia média a grossa de cor branca; de sedimentos arenosos, argilosos e cascalho, associados aos cordões litorâneos, leques aluviais a aos sedimentos Barreiras, inclusive no entorno do Empreendimento. Estes depósitos encontram-se, principalmente relacionados ao topo dos Tabuleiros Barreiras, e aos depósitos de leques aluviais.

Os sedimentos areno-sílticos-argilosos com níveis cascalhosos que compõem o Grupo Barreiras na região dos Tabuleiros Costeiros são especialmente favoráveis à utilização como materiais de empréstimo para subleito de rodovias e outras obras civis.

Estes depósitos são encontrados na área de influência indireta (Ver Mapa Geológico da AII) e eventualmente são explorado para atender ao mercado consumidor.

O material pétreo deve ser adquirido no mercado consumidor no eixo Ilhéus / Itabuna, onde existem direitos minerários e jazidas licenciadas. No controle de áreas do Cadastro Mineiro - DNPM aparecem áreas em nome da Ferbrisa Pedreiras Ltda. - processos 870.581/2003 e 870140/2004 e da Pedreira Iguape - processo 870854/2003.

- Áreas de Direitos Minerários Oneradas Junto Ao Departamento Nacional De Produção Mineral - DNPM

Neste título procura-se retratar as possíveis ocorrências minerais de uso imediato na construção civil e identificada a existência de áreas oneradas junto ao DNPM na área de influência do empreendimento e especialmente na área de intervenção.

Apesar da existência de potencial mineral para exploração de rocha cristalina com vistas à produção de pedra e brita (granulitos-gnaisses), de areia, saibro e arenoso, de emprego direto na construção civil, especialmente associado aos sedimentos do Grupo Barreiras e da Bacia sedimentar do Almada, não existe qualquer atividade de exploração mineral na AID do empreendimento, bem como nenhuma portaria de lavra e licença ambiental para a extração de minério.

Existem sim, cicatrizes de extração de areia registrando esta atividade no passado, de forma informal, sem, contudo possuir qualquer registro e regularização junto aos órgãos competentes. Além da extração de areia, o Programa de Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil - CPRM 1997 catalogou um garimpo de calcário coralino situado a cerca de 3,00 km a leste de Sambaituba, às margens do rio Almada, que esteve em atividade entre 1969 e 1971, a fim de produzir Cal, através da mineração Itaípe Ltda.. Trata-se de um calcário de idade quaternária constituídos por agregados coralinos, pouco densos e com alto índice de porosidade. O rio Almada neste lugar possui uma profundidade média de 2,5m e a extração do material se fazia até uma profundidade de cerca de 5,00 m. Vê-se, portanto, em condições ambientalmente desfavorável e imprópria nos dias atuais.

Contudo, na área de influência indireta e no município de Ilhéus, registra-se 07 autorizações de pesquisa para Ferro; 03 Licenças de extração para areia e saibro e 02 autorizações de pesquisa; 01 concessão e 02 requerimentos de lavra para gnaisses e granulitos e 02 autorizações de pesquisa; que encontram-se protocolizados no DNPM (**Quadro 8.1.3.1.3 e Figura 8.1.3.1.31**).

Os requerimentos para ferro recobrem indiscriminadamente uma área superior a 8.000 há, envolvendo toda a área do empreendimento e a região costeira, inclusive a área submersa pelo mar, que não encerram qualquer possibilidade de ocorrência de minério de Ferro e de viabilidade exploração mineral.

Os requerimentos de areia e gnaisses referem-se as atuais jazidas de areia/saibro de pedreiras em atividades, regularizadas junto ao DNPM e ao órgão ambiental e que atendem ao mercado consumidor regional. Durante a inspeção de campo verificou-se que as empresas Ferbrita e a Jn Mineração e Terraplanagens aparecem como principais fornecedoras, respectivamente de brita/pedra e areia/arenoso.

Vale ressaltar que na área de intervenção do empreendimento existem especialmente areias e solos argilo-arenosos diversos, que podem ser reaproveitados como material de empréstimo, a partir de escavações obrigatórias.

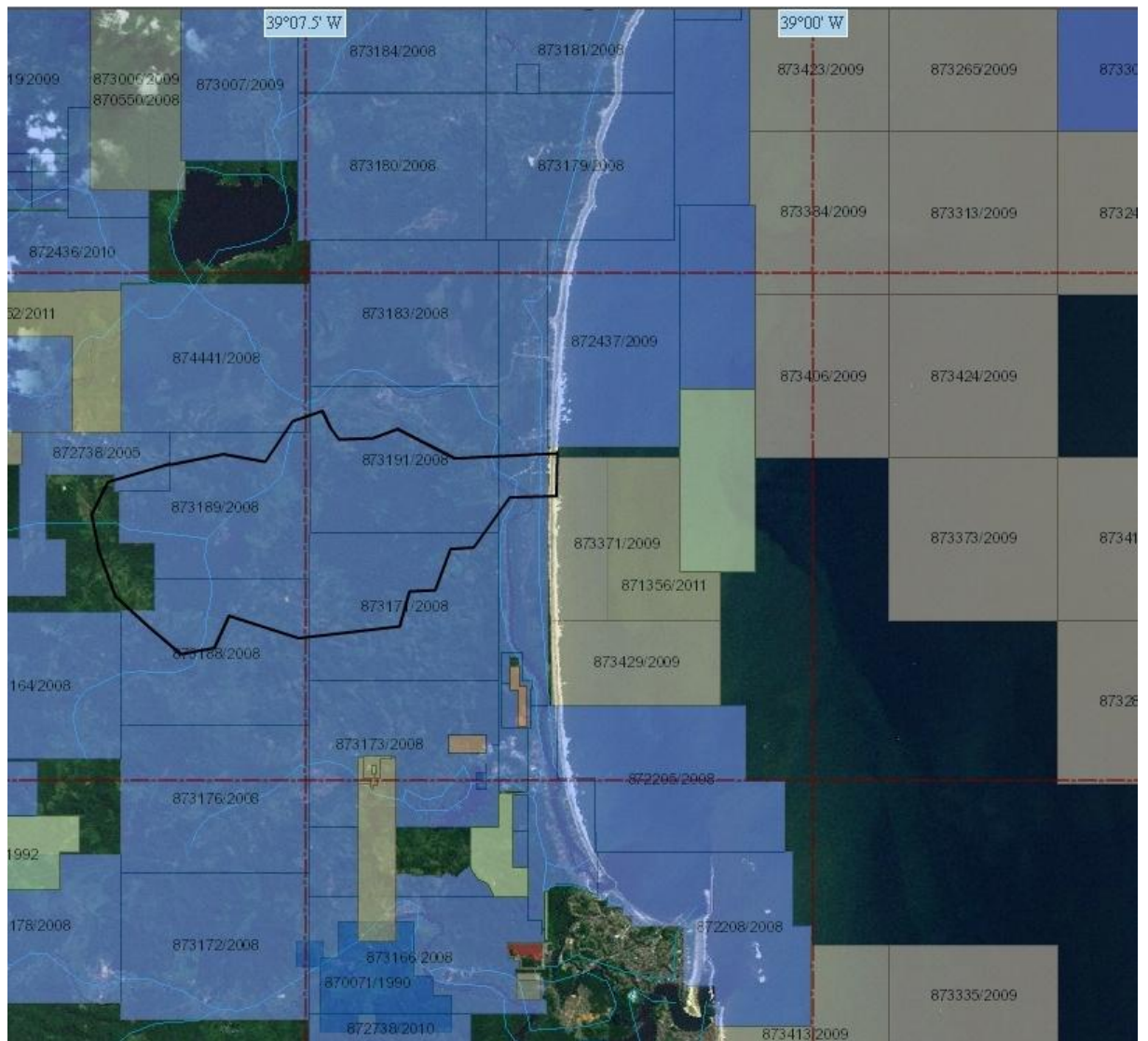
Quadro 8.1.3.1. - Áreas de Direitos Minerários Oneradas Junto ao DNPM Localizadas na Área do Empreendimento e seu Entorno, Bem como as Áreas Indicadas como Jazidas de Pedra, Areia e Saibro

Número	Ano	Requerente	Fase do Processo	Minério	Ativo	UF /MUN
873371	2009	Itafos mineração Ltda	Disponibilidade	Sais de Potácio	S	BA – Ilhéus

Continua

Quadro 8.1.3.1.3 - Áreas de Direitos Minerários Oneradas Junto ao DNPM Localizadas na Área do Empreendimento e seu Entorno, Bem como as Áreas Indicadas como Jazidas de Pedra, Areia e Saibro

Número	Ano	Requerente	Fase do Processo	Minério	Ativo	UF /MUN
873429	2009	Itafós Mineração Ltda	Disponibilidade	Sais de Potácio	S	BA – Ilhéus
873429	2009	Itafos mineração Ltda	Disponibilidade	Sais de Potácio	S	BA – Ilhéus
872437	2009	Eire Mineração Ltda.	Autorização de Pesquisa	Ferro	S	BA - Ilhéus
873170	2008	Eire Mineração Ltda.	Autorização de Pesquisa	Ferro	S	BA - Ilhéus
873171	2008	Eire Mineração Ltda.	Autorização de Pesquisa	Ferro	S	BA - Ilhéus
873173	2008	Eire Mineração Ltda.	Autorização de Pesquisa	Ferro	S	BA - Ilhéus
873188	2008	Eire Mineração Ltda.	Autorização de Pesquisa	Ferro	S	BA - Ilhéus
873189	2008	Eire Mineração Ltda.	Autorização de Pesquisa	Ferro	S	BA - Ilhéus
873191	2008	Eire Mineração Ltda.	Autorização de Pesquisa	Ferro	S	BA - Ilhéus
874441	2008	Eire Mineração Ltda.	Autorização de Pesquisa	Ferro	S	BA - Ilhéus
872738	2005	Unibrasi–União brasileira de Exportação e Importação Ltda	Autorização de Pesquisa	Cromito	S	BA - Ilhéus
870430	2005	Rodrigo Hoisel Paiva	Licença de extração do DNPM e Ambiental	Areia	S	BA - Ilhéus
870581	2003	Ferbrita Pedreira Ltda.	Requerimento de lavra	Granulito	S	BA – Ilhéus
870575	1979	Pedreira Dois Irmãos - Ferbrita Pedreira Ltda.	Concessão de lavra	Gnaisse	S	BA – Ilhéus
870854	2003	Pedreira Iguape Ltda	Licenciamento	Gnáiisse	S	BA – Ilhéus
871334	2004	Ferbrita Pedreira Ltda.	Requerimento de lavra	Gnaisse	S	BA - Ilhéus
871335	2004	Pedreira Dois Irmãos - Ferbrita Pedreira Ltda	Disponibilidade	Gnaisse	S	BA - Ilhéus
871356	2011	Pedreira Iguape	Requerimento de Pesquisa	Gnaisse	S	BA - Ilhéus



Fonte DNPM 02/08/2010

Figura 8.1.3.1. - Mapa de Controle de Área

8.1.3.2 Pedologia - Mapeamento e Classificação dos Solos

De acordo com os estudos de solos realizados para o licenciamento do Terminal Portuário Privativo da Bamin e do Empreendimento Porto Sul na localidade de Ponta da Tulha, em

Ilhéus, e, através do levantamento de campo executado no mês de maio/11, foram identificadas e mapeadas 15 unidades pedológicas para a Área Diretamente Afetada - ADA do empreendimento Porto Sul nas proximidades do distrito de Aritaguá, em Ilhéus. Estas unidades foram classificadas segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de solos, ao 3º nível categórico, de grandes grupos. No **Quadro 8.1.3.2.1** se mostram as classes de solos identificadas e descritas para a ADA do empreendimento. A localização e delimitação das classes de solos identificadas na ADA e AID são apresentadas nos **Anexos 8.1.3.2.1 e 8.1.3.2.2**, respectivamente.

A determinação planimétrica das áreas de cada uma das classes evidencia a predominância, na poligonal do Empreendimento Porto Sul, da Associação GXM - Gleissolos Háplicos e Melânicos Indiscriminados, Organossolos Háplicos Indiscriminados e Neossolos Flúvicos gleicos, representando 31% e da Classe PVAd - Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico com 29%.

Quadro 8.1.3.2. - Classes de Solos na ADA do Porto Sul e Respectivas Áreas

Classe de Solo	Área (m ²)	Área (ha)	%
LAd	167.688	16,77	0,35
LAd1	3.120.999	312,10	6,46
LAd2	1.779.907	177,99	3,68
LVAd	237.802	23,78	0,49
PAd1	742.052	74,21	1,54
PAd2	4.088.529	408,85	8,46
PVAd1	10.592.723	1.059,27	21,93
PVAd2	822.288	82,23	1,70
PVAd3	2.633.198	263,32	5,45
PVAde	528.624	52,86	1,09
PVAde1	285.941	28,59	0,59
PVAe1	1.742.393	174,24	3,61
PVAe2	3.202.006	320,20	6,63
PVd	712.557	71,26	1,48
GXM	14.690.521	1.469,05	30,41
Gzo	514.975	51,50	1,07
RQo1	587.065	58,71	1,22
RQo2	1.119.830	111,98	2,32
EKo	93.774	9,38	0,19
Ekg	639.761	63,98	1,32
Total	48.302.633	4.830,26	100,00

Outras classes expressivamente representadas são: **LAd** - Latossolo Amarelo distrófico, **PVAe** - Argissolo Vermelho Amarelo eutrófico e **PAd** - Argissolo Amarelo distrófico, com cerca de 10% cada. As demais classes se apresentam com áreas pouco expressivas.

- Descrição das Classes de Solos

No mapeamento de solos da poligonal do empreendimento Porto Sul, localizado no distrito de Aritaguá, município de Ilhéus - BA foram identificadas, em nível de unidade simples, associações, ou apenas como inclusões, as seguintes classes de solos:

- ARGISSOLO AMARELO Distrófico;
- ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico;
- ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico;
- ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico;
- CAMBISSOLO HÁPLICO Distrófico;
- CHERNOSSOLO EBÂNICO Órtico;
- ESPODOSSOLO HUMILÚVICO Órtico espessarênico;
- ESPODOSSOLO HUMILÚVICO Hidromórfico;
- GLEISSOLO HÁPLICO e MELÂNICO Indiscriminados;
- GLEISSOLO SÁLICO Órtico solódico (Solos de Mangues);
- LATOSSOLO AMARELO Distrófico;
- LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico;
- NEOSSOLOS FLÚVICOS gleicos;
- NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico;
- ORGANOSSOLOS HÁPLICOS Indiscriminados.

As classes de solos a seguir descritas se acham caracterizadas mediante perfis representativos localizados nas áreas de solos delimitadas e em suas extensões, com respectivos boletins de análises laboratoriais, apresentados em item a seguir. Em raros casos, perfis representativos da unidade se localizam em manchas de solos da mesma unidade, localizados no município de Ilhéus ou circunvizinhos.

Os conceitos e critérios aqui adotados estão de acordo com os estabelecidos no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos da EMBRAPA - 2006. 2ª edição.

ARGISSOLO AMARELO Distrófico PAd A moderado textura arenosa/média fase floresta tropical perenifólia relevo suave ondulado e ondulado.

Esta unidade corresponde à denominada pela CEPLAC de variação Cururupe.

Estes solos apresentam horizonte B textural imediatamente abaixo do horizonte A ou E eluvial, atendendo ao critério de apresentar cores no matiz 7,5 YR ou mais amarelas na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (inclusive BA).

Esta unidade é encontrada bordejando a área pelas porções sul, sudeste e sudoeste, ocupando as superfícies aplanadas e retocadas dos tabuleiros litorâneos. Estes Argissolos se acham associados a Latossolos Amarelos, com os quais se distribuem numa relação direta com a morfologia do relevo. Assim, em áreas centrais dos tabuleiros planos e suave ondulados predominam os Latossolos e em áreas mais dissecadas e bordos destes tabuleiros, onde o relevo é ondulado a forte ondulado, encontram-se os Argissolos.

Os horizontes superficiais com influência de matéria orgânica têm espessura média em torno de 20 a 25 cm e apresentam textura que varia entre areia e areia-franca, seguindo-se um pequeno horizonte de transição que pode ter textura franco-arenosa, assentado sobre um horizonte B textural, onde houve incremento de argila, orientada ou não, em geral resultante da concentração relativa decorrente dos processos de iluviação ou de perdas de argila por erosão diferencial.

A textura deste horizonte diagnóstico (Bt) tem sido, invariavelmente, franco-argilo-arenosa e sua espessura ultrapassa 120 cm. Alguns perfis destes Argissolos Amarelos, após identificar-

se a exigência para a relação textural B/A, exibem, no horizonte B, algumas características relacionadas com os Latossolos como, menor gradiente textural, alto grau de floculação das argilas, baixa relação silte/argila e fraca estruturação dos agregados, condições que os levam a receber o designativo “latossólico”, como verificado no perfil nº 2 (38) apresentado em item a seguir.

O Perfil 2 (38) é representativo desta unidade, embora se localize em mancha da mesma situada na parte sudeste da ADA, atualmente urbanizada. Um segundo perfil desta mesma unidade, próximo ao Rio da Serra, no município de Ilhéus, é também apresentado, com boletim de análises, em item a seguir. Um terceiro perfil de PAD, do acervo da CEPLAC é o Perfil 2B (43) apresentado em item a seguir; tem textura muito argilosa em superfície e argila no horizonte B, pertence à variação Tabuleiro e o material de origem são arenitos conglomeráticos com níveis argilosos do Grupo Barreiras.

Nesta unidade, os solos são ácidos, de baixa fertilidade natural, com pequena capacidade de troca de cátions e baixa saturação por bases. São originários de sedimentos areno-argilosos, principalmente do Grupo Barreiras e Formação Sergi. São solos fortemente drenados, com declividade variável entre 10% e 25%, e cobertura vegetal constituída por floresta perenifólia. Nestas áreas, em razão da declividade dos terrenos, gradiente textural dos solos e regime das chuvas, ocorre erosão laminar ligeira a moderada; todavia, na parte em que se observam ações antrópicas mais intensas resultam processos erosivos mais degradantes. Esta unidade ocupa uma área de 483 hectares, representando 10% da área total.

ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Tb Eutrófico PVAe A moderado textura média/argilosa e argilosa/muito argilosa, fase floresta perenifólia relevo suave ondulado, ondulado e forte ondulado.

Esta unidade corresponde à denominada pela CEPLAC de variação Vargito.

Esta classe de Argissolos Vermelho-Amarelos tem pequena participação na ADA; os solos mostram forte gradiente textural entre os horizontes A e B, possuem cores com matiz 7,5 YR ou 5 YR e cromas e valores altos ao longo do perfil. Sua ocorrência se verifica em pequena mancha, localizada na estreita faixa sul da ADA. São solos de textura franco-argilo-siltosa a argilo-siltosa no horizonte A e na transição, e de textura muito argilosa no horizonte B.

Como solos originários de rochas com componente calcário, apresentam boa fertilidade natural, com pH em torno de 6,2, boa capacidade de troca de cátions, alto índice de saturação por bases, sem a presença de alumínio no complexo sortivo. O relevo varia de suave ondulado a forte ondulado, com declividades entre 8 e 30%.

Esta unidade se encontra na parte sudeste da poligonal do Empreendimento Porto Sul, em três manchas dispersas, sendo duas delas na margem direita do rio Almada e outra incluída entre Gleissolos, a sudeste e sudoeste de Campinhos. A extensão total da unidade é de 494,44 hectares.

A principal limitação ao uso agrícola se relaciona ao relevo declivoso. O forte gradiente textural é fator negativo em termos da suscetibilidade à erosão superficial, influenciando na sua erodibilidade. Esta classe de solo é representada pelo Perfil 16 (27) apresentado em item a seguir, assim como a descrição e boletim de análises físicas e químicas.

ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Tb Distrófico (PVAd) A moderado textura média/argilosa fase floresta perenifólia relevo suave ondulado, ondulado e forte ondulado.

Esta classe de solo assemelha-se a anteriormente descrita como Argissolos Vermelho-Amarelos Tb Eutrófico, contudo, dela se distingue pela baixa saturação por bases, sendo, portanto, distrófico; menor teor de argila; relação silte/argila menos significativa e atividade da fração argila menor. Mantém, todavia, cores predominantemente no matiz 5 YR, com variações para 7,5 YR.

As texturas variam entre franco-arenosa e franco-argilo-arenosa no horizonte A, para argilo-arenosa a argila no horizonte B, evidenciando um incremento no teor de argila que satisfaz plenamente o conceito de horizonte B textural.

A principal razão da diferenciação entre os Argissolos Vermelho-Amarelos Eutróficos e Distróficos está no material de origem. Enquanto os primeiros são derivados de rochas metassedimentares calcíticas, os segundos têm origem a partir de rochas sedimentares pelíticas de baixo conteúdo em cálcio e magnésio, com influência de materiais de cobertura pouco espessos pertencentes, possivelmente, ao Grupo Barreiras e Formação Sergi.

A área coberta por esta unidade na ADA do empreendimento tem a segunda maior extensão entre as unidades de solos, com 1.404,82 hectares e representa 28,78% da área total.

ARGISSOLO VERMELHO Tb Eutrófico - PVe A moderado textura média/argilosa e argilosa, fase floresta perenifólia relevo suave ondulado, ondulado e forte ondulado.

Estes solos assemelham-se aos Argissolos Vermelho-Amarelos Tb Eutróficos (PVAe) já descritos, diferenciando-se, contudo, pelas cores com matiz 2,5 YR ou mais vermelho, na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B.

Diferenciam-se também dos Chernossolos Argilúvicos, descritos adiante, basicamente pela ausência de horizonte A chernozêmico e pela baixa atividade das argilas. Entretanto, se apresentassem argila de atividade alta, mas persistindo, ainda, o tipo de horizonte A moderado, seriam enquadrados na classe dos Luvisolos.

O perfil 12 apresentado a seguir, de coordenadas 487.257/8.378.542, representa esta classe de solos.

CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distroférico saprolítico - CXbdf textura média e argilosa

Por definição, esta classe de solo apresenta horizonte B incipiente (Bi), argila de atividade baixa, com saturação por bases inferior a 50% e teores de Fe²O³ entre 180 e 360 g/kg em todo o horizonte B. Entretanto, alguns perfis destes Cambissolos Distróficos podem apresentar teores de ferro inferiores a este especificado pela análise e serão designados como Distromesoférricos, Distrohipoférricos ou simplesmente, Distróficos, como no Perfil 15 apresentado em item a seguir, localizado nas coordenadas UTM: 483.520 E e 8.378.196 N, o qual foi classificado como CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico A moderado textura argilosa.

Podem conter grande quantidade de cascalhos, calhaus e seixos rolados com diâmetros de 1 a 10 cm, provenientes de decomposição das rochas, no horizonte A e BA até a profundidade de 40 cm, com textura franco-argilo-arenosa e argila. Nos horizontes Bi e C é comum, mas não

obrigatório, encontrar-se grande quantidade de calhaus chegando a 60% no sub-horizonte Cr/Bi, que se estendem através do horizonte Cr, como fragmentos de rochas migmatizadas - granulitos intemperizados. Neste horizonte do Perfil 3 (55), apresentado em item a seguir, prospectado até a profundidade de 250 cm, encontra-se canga laterítica aluminosa.

Esta unidade figura na extremidade noroeste da AID, em pequena superfície, em associação com a **PVAd** e, pelas características descritas, não tem utilização agrícola. O relevo é suave ondulado a ondulado, com declives até 20%.

O Perfil 3 (55), que se localiza em posição mais elevada, a nordeste, é representativo desta unidade e sua descrição com boletim de análises físicas e químicas se encontra apresentada em item a seguir. Esta unidade corresponde à denominada pela CEPLAC de variação Una Cascalhenta.

CHERNOSSOLO EBÂNICO Órtico - MEo e CHERNOSSOLO ARGILÚVICO Órtico - MTo

Esta classe de solos é constituída por material mineral que tem como características diferenciais a alta saturação por bases, argila de atividade alta e horizonte A chernozêmico sobrejacente a horizonte B textural ou B incipiente.

São solos em geral pouco coloridos - Ebânicos - (escuros ou com tonalidades pouco cromadas e matizes pouco avermelhadas), moderadamente drenados, admitindo gleização em horizontes inferiores, desde que insuficientes para caracterizar como Gleissolo. Contudo, os Chernossolos Argilúvicos apresentam-se mais cromados, como no perfil 7 apresentado em item a seguir.

São moderadamente ácidos a ligeiramente alcalinos, com argila de muito alta capacidade de troca e saturação por bases normalmente acima de 70%, predominando os cátions cálcio e magnésio no complexo de troca.

Para a formação destes solos devem contribuir fatores como o clima para a formação e persistência de alto conteúdo de matéria orgânica, o material de origem para a liberação de alto conteúdo de cálcio e magnésio, e a presença de argilominerais de retículo 2:1, especialmente os do grupo das esmectitas.

Estes solos ocorrem em áreas de relevo plano e suave ondulados, em cotas rebaixadas, associados a Argissolos Vermelho-Amarelos eutróficos e deles se diferenciam pela presença do horizonte A chernozêmico e da argila de atividade alta e estão vinculados às rochas carbonáticas. Apresentam alto potencial para a cultura do cacau, contudo, nos períodos de chuvas prolongadas tornam-se intransitáveis, pois apresentam argilas muito plásticas e muito pegajosas.

ESPODOSSOLO HUMILÚVICO Órtico espessarênico - EKo

Esta classe compreende solos minerais, cuja característica principal é a presença de horizonte B espódico Bh (Humilúvico), Bs (Ferrilúvico) ou Bhs (Ferrihumilúvico), sob forma consolidada (m) - ortstein - ou não, com espessura variável subjacente ao horizonte eluvial E, com grande espessura. Este horizonte eluvial tem cores claras que vão do bruno muito claro-acinzentado (10 YR 7/3) ao branco (10YR 8/2).

Nos processos pedogenéticos, expressivas quantidades de matéria orgânica, sílica, alumínio e ferro são translocados do horizonte eluvial e, promovendo o desenvolvimento do horizonte B espódico, que pode tornar-se fortemente cimentado pelos complexos organometálicos e aluminossilicatos, posicionado a uma profundidade que poderá ser maior que 150 cm.

A ocorrência desta classe de solos se dá em mancha contínua ao longo do rio Almada, desde a sua ligação com a Lagoa Encantada até o início da faixa estreita paralela à costa e também ao sul do trecho Urucutuca - Vila de Campinhos, ocupando expressiva superfície, porém com pequena na área dentro da ADA.

Os Espodossolos Humilúvicos são desenvolvidos, principalmente, a partir de sedimentos dos Terraços Marinhos Arenosos Holocênicos, conforme mostra o Perfil nº: 14, apresentado em item a seguir, cujas coordenadas UTM são: 491.288 E e 8.377.724 N e, de forma muito localizada, de sedimentos arenosos do Grupo Barreiras.

São solos ácidos, de muito baixa fertilidade natural, com baixa capacidade de troca de cátions, exceto no horizonte A e Bh, devido ao bom conteúdo de matéria orgânica, embora com alta relação C/N. Sua utilização agrícola é restrita a pastagens e coqueirais, na parte leste, em função da baixa fertilidade e das limitações físicas por textura arenosa e encharcamento temporário, nos hidromórficos.

O Perfil 29 (46), cuja descrição se apresenta em item a seguir juntamente com o boletim de análises físicas e químicas, é representativo desta Unidade.

ESPODOSSOLO HUMILÚVICO Hidromórfico Ekg

São solos que se acham associados à unidade anterior, com características similares, que, todavia permanecem saturados com água em um ou mais horizontes durante alguns meses em cada ano.

Apresentam horizonte eluvial de cor cinza-clara N/7 e branca N/8, com textura areia e horizonte iluvial de cor preta 10YR 2/1 e textura areia-franca a franco-arenosa. A reação do solo é muito ácida, tendo no horizonte iluvial o complexo sortivo saturado com hidrogênio e alumínio e alto teor de carbono orgânico com pouca ou nenhuma evidência de ferro iluvial, denominado horizonte Bh, que caracteriza o Espodossolo Humilúvico, dominante na área. Entretanto, pode ocorrer iluviação expressiva de ferro e matéria orgânica, formando o horizonte Bhs, identificador do Espodossolo Ferrihumilúvico.

Apresentam-se com relevo plano, em áreas deplecionadas, com vegetação atual de capoeira e pastagens.

O Perfil 35 descrito em item a seguir, com boletim de análises físicas e químicas e as tradagens nº 46 (coordenadas UTM 486.277/8.379.133) e 67 (coordenadas UTM 492.196/8.377.777), representam esta unidade.

GLEISSOLO HÁPLICO (GXve) e MELÂNICO GMve, ambos Ta Eutrófico, fase floresta perenifólia de várzea relevo plano.

Esta classe de solos se caracteriza por apresentar horizonte glei que se inicia nos primeiros 150 cm da superfície, imediatamente abaixo do horizonte A; apresenta argila de atividade alta e alta saturação por bases na maior parte dos primeiros 100 cm a partir da superfície do solo.

Os Gleissolos Háplicos e Gleissolos Melânicos constituem duas classes de solos separadas a nível de subordem, mas que, neste ambiente de plena hidromorfia, foi impossível qualquer separação, mesmo porque são classes de intrincada distribuição. Por este motivo foi constituída uma associação complexa de solos formada por Gleissolos Háplicos e Melânicos Indiscriminados + Organossolos Háplicos Indiscriminados + Neossolos Flúvicos Gleicos Indiscriminados, todo relevo plano.

No período dos trabalhos de campo, que correspondeu ao mês de maio/2011 estas várzeas encontravam-se saturadas por água, dificultando ou mesmo impedindo as prospecções a trado ou abertura de trincheiras. O ponto de observação 61 de coordenadas UTM 482.183/8.376.331, apresentado em item a seguir, registra este ambiente.

Pela análise do perfil CEPLAC 32 (276) apresentado em item a seguir, verifica-se que não há presença de alumínio no complexo sortivo; a reação do solo é neutra a alcalina, a partir de 10 cm de profundidade, sendo ácida no horizonte superficial, devido ao teor de matéria orgânica.

A textura é franco-argilo-siltosa em superfície, passando a argilosa em subsuperfície e, no presente caso, de areia franca entre 90 cm e 170 cm, o que corresponde ao caráter intermediário para Fluvisolos (neofluvisólicos), apesar de alguns perfis, verificados por tradagem, acusarem texturas muito argilosas, como no ponto 61, citado.

O horizonte glei se caracteriza pela redução dos compostos de ferro, fortemente influenciado pela presença de lençol freático elevado em grande parte do ano. O perfil representativo mostra mosqueado abundante, distinto ou proeminente em toda sua extensão.

Os Gleissolos ocupam, individualmente, uma superfície de 1.505,25 hectares da ADA, representando 31,48% de sua área total. São originários de sedimentos flúvio-lacunares do Holoceno, sob influência da regressão pleistocênica e o relevo é plano, de várzea.

No item a seguir, encontra-se a descrição do Perfil nº 32 (276) com o boletim de análises químicas e físicas.

GLEISSOLO SÁLICO Órtico solódico GZo

Tem as características gerais dos solos hidromórficos já definidos, contudo, esta unidade ocorre em ambiente litorâneo de influência das marés, comportando uma flora típica e adaptada às variações de salinidade, pH e saturação com água.

São solos escuros, de granulometria fina, predominantemente argilo-siltosa, com muita matéria orgânica na sua composição, sem uma nítida diferenciação de camadas e muito pouco desenvolvimento pedogenético e, por isto, poderiam ser considerados, propriamente, como um “tipo de terreno”. São muito mal drenados e em razão disto intensamente gleizados, com alto teor em sais provenientes da água do mar, cuja condutividade elétrica é normalmente ≥ 7 dS/m com elevado teor de enxofre. Alguns são solódicos, pela presença do cloreto de sódio. Mantêm uma flora típica bastante homogênea no aspecto fitofisionômico, representada pela pouca variação de espécies e é responsável pela cadeia alimentar do ambiente flúvio-marinho.

Estes solos eram denominados anteriormente como Solos Indiscriminados de Mangues por se distribuir neste ambiente de influência de marés que regula a descarga e deposição de sedimentos dos sistemas fluviais, constituindo Áreas de Preservação Permanente.

Nas planícies mais afastadas dos cursos d'água e, portanto, sem influência das águas salobras, ocorrem, em menor significância, Espodossolos Humilúvicos Hidromórficos, ambos em relevo plano.

LATOSSOLO AMARELO Distrófico - LAd A moderado textura média fase floresta perenifólia relevo plano, suave ondulado e ondulado

Esta unidade corresponde à denominada pela CEPLAC de variação Colônia.

Esta classe compreende solos minerais, não-hidromórficos, com horizonte B latossólico, possuindo sequência de horizontes A, Bw e C, com pequena diferenciação entre eles e argila de atividade baixa.

Nesta subordem, estão compreendidos solos profundos a muito profundos, com horizonte Bw caracterizado por avançado estágio de intemperização, explicitado pela alteração quase completa dos minerais primários menos resistentes ao intemperismo e dos argilo-minerais de estrutura 2:1, seguido de concentração residual de sesquióxidos, argilas do tipo 1:1 e minerais mais resistentes. É conceitual que na composição dos horizontes latossólicos não deve restar mais do que 4% de minerais primários facilmente alteráveis ou 6% no caso de muscovita e apenas traços de argilominerais do grupo das esmectitas.

Outras exigências conceituais para considerar-se horizonte B latossólico é que possua, no mínimo, 50 cm de espessura; textura franco-arenosa ou mais fina; baixos teores de silte, de forma que a relação silte/argila seja inferior a 0,7 para os solos de textura média e, ainda, não deve conter mais que 5% do volume do horizonte onde se identifique a estrutura da rocha original, seja através de estratificações, saprolitos ou fragmentos de rocha. No presente caso, são desenvolvidos dos sedimentos areno-argilosos do Grupo Barreiras e, menos significativamente, dos sedimentos da Formação Sergi.

São solos fortemente drenados, de textura média (franco-arenosa a franco-argilo-arenosa) que ocupam os topos dos tabuleiros planos, suave ondulado e ligeiramente ondulado, com declividades que variam entre 2% e 12%, e cobertura vegetal nativa constituída por floresta perenifólia. Nestas áreas, em razão da baixa declividade dos terrenos, alta permeabilidade dos solos latossólicos e proteção do revestimento vegetal, tanto nos impactos das chuvas quanto na formação de serrapilheira, não se observam cicatrizes da ação erosiva.

Estes Latossolos Amarelos de textura média estão associados, nesta unidade geomorfológica dos Tabuleiros Costeiros, aos Argissolos Amarelos de textura arenosa/média, com os quais se distribuem numa relação direta com a morfologia do relevo. Assim, nas áreas centrais dos tabuleiros planos e suave ondulado predominam os Latossolos, enquanto que nas áreas mais dissecadas e bordos destes tabuleiros, onde o relevo varia de ondulado a forte ondulado, encontram-se os Argissolos.

Alguns perfis de Latossolos Amarelos apresentam texturas ligeiramente mais finas, que gradam para argila-arenosa, de difícil discriminação em campo e foram por isto designados como de textura argilosa leve.

Os perfis de números P-2 coordenadas UTM: 485.097/8.374.054 e P-3 coordenadas UTM: 485.680/8.374.192; apresentados no item a seguir caracterizam bem estas ocorrências.

Esta unidade é também representada pelos perfis 06 e 40, cuja descrição, juntamente com o boletim de análises físicas e químicas é apresentada a seguir.

Verifica-se, pelos resultados das análises, que são solos ácidos, com pH menor que 5 e de baixa fertilidade natural, com baixa capacidade de troca de cátions, e saturação de bases inferior a 50%, sendo ainda mais baixa a partir do sub-horizonte AB, cujo topo está a 13 cm, onde a saturação de bases é inferior a 15%, com o complexo sortivo quase totalmente preenchido pelo Hidrogênio e Alumínio, denominados hipodistróficos.

LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico LVAd típico A moderado textura argilosa fase floresta perenifólia relevo forte ondulado e montanhoso.

Esta classe compreende solos minerais, não-hidromórficos, com horizonte B latossólico imediatamente abaixo de qualquer tipo de horizonte A, dentro de 200 cm da superfície do solo, possuem sequência de horizontes A, Bw e C, com moderada diferenciação entre eles e com argila de atividade baixa.

Nesta subordem, estão compreendidos solos profundos com horizonte Bw intermediário para horizonte Bt, em que, todavia o incremento de argila do horizonte A para o B resulta em relação textural (B/A) insuficiente para caracterizar o horizonte B textural. Apresenta cores mais amarelas que o matiz 7,5YR ao longo de todo o perfil e tem como característica a saturação por bases abaixo de 50%. São solos ácidos, de baixa fertilidade natural, com média capacidade de troca de cátions, porém quase totalmente preenchida por Hidrogênio mais Alumínio, o que demanda correção da acidez.

O perfil nº 8, com descrição apresentada a seguir, indica cores no matiz 5 YR e textura argila-arenosa para o LVAd que ocorre em relevo forte ondulado.

Esta unidade é representada pelo Perfil 20-16, denominado v. Valença, cuja descrição, juntamente com o boletim de análises físicas e químicas é apresentada a seguir e sua dimensão é pouco expressiva na AID.

NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico - RQo A moderado, fase floresta perenifólia relevo plano

Conceitualmente, são solos pouco desenvolvidos, em que não há presença de horizonte B diagnóstico, mas uma sequência de horizontes A e C, sem contato lítico detectado, e com textura de areia ou areia franca até, no mínimo, 150 cm de profundidade, sendo que, no perfil representativo foi de 235 cm. O horizonte C3 foi identificado neste perfil à profundidade de 285 cm, com textura franco-argilo-arenosa.

São solos essencialmente quartzosos, tendo nas frações areia grossa e areia fina, no mínimo, 95% de quartzo, calcedônea e opala, sendo, praticamente, isentos de minerais primários alteráveis ou menos resistentes ao intemperismo.

Esta classe de solos ocupa apenas 170,69 hectares ou 3,54 % da ADA.

O Neossolo Quartzarênico Órtico tem como características principais, constituição essencialmente areno-quartzosa, e, portanto, apresenta baixa capacidade de retenção de umidade, baixa fertilidade natural, são ácidos a fortemente ácidos, com saturação por bases e capacidade de troca de cátions muito baixa e alta saturação por alumínio trocável.

O perfil - nº: 05, descrito a seguir, localizado pelas coordenadas UTM: 485.631 E e 8.376.431 N, representa esta classe de solos, variação não hidromórfica, distribuída de forma aleatória e dispersa na área central, de cotas baixas, próximo ao Brejo do Pedro, estendendo-se mais para o sul. Também são encontrados, de forma mais extensiva e associados a Neossolos Quartzarênicos espódicos ou mesmo a Espodosolos Humilúvicos, na região litorânea em ambas margens da rodovia BA-001, conforme tradagens efetuadas e constantes dos arquivos.

A descrição do Perfil 28 (48), representativo desta unidade, se encontra no item a seguir, juntamente com o boletim de análises físicas e químicas. Esta unidade se encontra associada, em dominância, ao Neossolo Quartzarênico Hidromórfico, a seguir descrito, o qual ocupa as partes mais baixas.

NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Hidromórfico - RQg

O Neossolo Quartzarênico Hidromórfico possui, geralmente, cores mais escuras que o Órtico, impostas por teores de matéria orgânica relativamente elevados, consequência de sua difícil mineralização no ambiente redutor de sua ocorrência, em relevo aplainado nos terraços fluvio-marinhos, onde encontra-se em subdominância na associação com os Neossolos Quartzarênicos Órticos.

Em muitos perfis destes solos, tanto órticos quanto hidromórficos, verificou-se uma tendência em formação de horizonte B espódico, com migração e acúmulo incipiente, principalmente de húmus-alumínio, nos horizontes inferiores. O resultado desta iluviação incipiente é um tênue escurecimento do horizonte sem, contudo, caracterizar o horizonte espódico, levando apenas a adjetivação de Neossolos Quartzarênicos Órticos espódico ou Neossolo Quartzarênico Hidromórfico espódico.

GXM - GLEISSOLOS HÁPLICOS e MELÂNICOS Indiscriminados + ORGANOSSOLOS HÁPLICOS Indiscriminados + NEOSSOLOS FLÚVICOS gleicos textura argilosa, todos relevo plano.

– ORGANOSSOLO HÁPLICO Indiscriminado fase relevo plano OXi

Os Organossolos compreendem solos pouco evoluídos, com preponderância de características devidas ao material orgânico, de coloração preta ou cinzenta, muita decomposição, em ambientes muito mal drenados, em que as condições anaeróbicas restringem os processos de mineralização da matéria orgânica e limitam o desenvolvimento pedogenético, conduzindo à acumulação expressiva de restos vegetais.

Esta classe engloba solos com horizontes de constituição orgânica que podem se sobrepor ou estarem entremeados por horizontes ou camadas minerais, de espessuras variáveis, de outras classes de solos.

Usualmente são solos fortemente ácidos, apresentando alta capacidade de troca de cátions e baixa saturação por bases, com esporádicas ocorrências de saturação média ou alta. Podem também apresentar horizonte sulfúrico, materiais sulfídricos, caráter sálico, propriedade solódica, podendo estar recobertos por deposições mais recentes.

Ocorrem em áreas baixas de várzeas e depressões, sob vegetação higrófila, seja campestre ou florestal e são constituídos por material orgânico em mistura com material mineral de forma

que apresente horizonte Hístico, que é um horizonte cujo teor de carbono orgânico é maior que 80g/kg, avaliado na TFSA.

A área de ocorrência dos Solos Hidromórficos neste ambiente de estudo, compreendendo os GLEISSOLOS, ORGANOSSOLOS e NEOSSOLOS FLÚVICOS Gleicos, é muito extensa e abrange as planícies dos rios Sete Voltas, Tiriri e diversos afluentes de ambas as margens, que após formar esta grande depressão, vão desaguar no rio Almada, próximo à localidade de Urucutuca.

O Perfil 30, que se localiza na área do Pratigi é representativo dos Gleissolos Hápicos Sápricos que ocorrem regionalmente, apresentando as seguintes características: solos muito ácidos, com pH menor que 4 e alta capacidade de retenção de cátions, devido à matéria orgânica, estando o complexo sortivo com mais de 80% ocupado pelo íon Hidrogênio e um pouco de alumínio. O teor de carbono é em torno de 18% e o de nitrogênio entre 1 e 2%.

- Descrição dos Perfis de Solos Mapeados

Neste item se encontra a descrição sumária dos perfis de solos representativos das unidades identificadas e caracterizadas durante os serviços de mapeamento em campo (maio/11), acompanhados de fotografia ilustrativa da morfologia (**Figuras 8.1.3.2.1 a 8.1.3.2.20**).

Na sequência é apresentada a descrição dos perfis constantes dos levantamentos realizados pela CEPLAC, EMBRAPA e RADAMBRASIL, com os respectivos boletins de análises laboratoriais, que deram subsídios ao presente mapeamento.



Descrição Geral

Data: 26.05.2011

Classificação: LATOSSOLO AMARELO Distrófico A moderado textura argilosa

Localização: Coordenadas UTM 484.797 E e 8.373.720 N

Situação e Declividade: terço superior de encosta com declives entre 6 e 10%

Altitude Relativa: 88 m

Formação Geológica/Material de Origem: sedimentos do Grupo Barreiras

Relevo Local: suave ondulado e ondulado

Drenagem: bem a moderadamente drenado

Vegetação Primária: Floresta Ombrófila Densa

Uso do Solo: área de capoeira

Figura 8.1.3.2. - Perfil 01 - Latossolo Amarelo Distrófico A Moderado Textura Argilosa

Descrição Morfológica

- A 0 - 10 cm, bruno-escuro (10 YR 4/3, úmida); franco-argilo-arenosa; fraca pequena granular; ligeiramente dura, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição ondulada e clara.
- BA 10 - 20 cm, bruno-forte (7,5 YR 5/6, úmida); franco-argilo-arenosa; fraca pequena granular e blocos subangulares; ligeiramente dura, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e difusa.
- Bw1 20 - 45 cm, bruno-forte (7,5 YR 5/8, úmida); franco-argilo-arenosa; fraca pequena blocos subangulares; ligeiramente dura, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e difusa.
- Bw2 45 - 85 cm, bruno-forte (7,5 YR 5/8, úmida); argila-arenosa; fraca pequena blocos subangulares; ligeiramente dura, friável, plástica e pegajosa; transição plana e gradual.
- Bw3 85 - 120 cm +, bruno-forte (7,5 YR 6/8, úmida); argila-arenosa; fraca pequena blocos subangulares; ligeiramente dura, friável, plástica e pegajosa



Descrição Geral

Data: 26.05.2011

Classificação: LATOSSOLO AMARELO Distrófico A moderado textura média

Localização - coordenadas UTM: 485.097 E e 8.374.054 N

Situação e Declividade: terço superior de encosta com declives entre 3 e 8%

Altitude Relativa: 93 m

Formação Geológica/Material de Origem: sedimentos do Grupo Barreiras

Relevo Local: suave ondulado com topos aplanados

Drenagem: bem drenado

Vegetação Primária: Floresta Ombrófila Densa

Uso do Solo: área de pastagem com esparsos e raros cultivos frutícolas

Figura 8.1.3.2. - Perfil 02 - Latossolo Amarelo Distrófico A Moderado Textura Média

Descrição Morfológica

- A 0 - 22 cm, bruno-amarelado (10 YR 5/4, úmida); franco-arenosa; fraca pequena granular; macia, muito friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e gradual.
- AB 22 - 35 cm, bruno-amarelado (10 YR 5/6, úmida); franco-argilo-arenosa leve; fraca pequena granular; ligeiramente dura, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e difusa.
- Bw1 35 - 60 cm, bruno-amarelado (10 YR 5/8, úmida); franco-argilo-arenosa; fraca pequena granular com aspecto maciço, poroso “in situ”; ligeiramente dura, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e difusa.
- Bw2 60 - 110 cm, bruno-amarelado (10 YR 5/8, úmida); franco-argilo-arenosa; fraca pequena granular com aspecto maciço, poroso “in situ”; ligeiramente dura, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e difusa.
- Bw3 110 - 150 cm +, bruno-amarelado (10 YR 5/8, úmida); franco-argilo-arenosa; fraca pequenos blocos subangulares; ligeiramente dura, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa.



Descrição Geral

Data: 26.05.2011

Classificação: LATOSSOLO AMARELO Distrófico A moderado textura média

Localização - coordenadas UTM: 485.680 E e 8.374.192 N
 Situação e Declividade: terço inferior de encosta com declives entre 15 e 25 %

Altitude Relativa: 89 m

Formação Geológica/Material de Origem: sedimentos do Grupo Barreiras

Relevo Local: ondulado a forte ondulado

Drenagem: bem drenado

Vegetação Primária: Floresta Ombrófila Densa

Uso do Solo: pastagem extensiva.

Figura 8.1.3.2. - Perfil 03 - Latossolo Amarelo Distrófico A Moderado Textura Média

Descrição Morfológica

- A 0 - 20 cm, bruno (7,5 YR 4/4, úmida); franco-arenosa; fraca pequena granular; macia, muito friável, não plástica e não pegajosa; transição plana e gradual.
- BA 20 - 40 cm, bruno-forte (7,5 YR 5/6, úmida); franco-argilo-arenosa leve; fraca pequena granular; macia, muito friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e difusa.
- Bw1 40 - 85 cm, bruno-forte (7,5 YR 5/8, úmida); franco-argilo-arenosa; fraca pequena blocos subangulares com aspecto maciço, poroso “in situ”; macia, muito friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e difusa.
- Bw2 85 - 120 cm, bruno-forte (7,5 YR 5/8, úmida); franco-argilo-arenosa; fraca pequena granular com aspecto maciço, poroso “in situ”; ligeiramente dura, muito friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e difusa.
- Bw3 120 cm +, amarelo-avermelhado (7,5 YR 6/8, úmida); franco-argilo-arenosa; fraca pequena blocos subangulares; ligeiramente dura, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa.



Descrição Geral

Data: 26.05.2011

Classificação: ARGISSOLO AMARELO Distrófico abrupto A moderado textura arenosa/argilosa

Localização - coordenadas UTM: 486.079 E e 8.375.949 N

Situação e Declividade: terço inferior de encosta com declives entre 15 e 20 %

Altitude Relativa: 62 m

Formação Geológica/Material de Origem: sedimentos areno-argilosos da base do Grupo Barreiras (?)

Relevo Local: ondulado, na rampa inferior da borda do tabuleiro forte ondulado

Drenagem: bem drenado

Vegetação Primária: Floresta Ombrófila Densa

Uso do Solo: sem uso agrícola.

Figura 8.1.3.2. - Perfil 04 - Argilossolo Amarelo Distrófico abrupto A Moderado Textura Arenosa/Argilosa

Descrição Morfológica

- A 0 - 20 cm, bruno (7,5 YR 5/4, úmida); areia-franca; fraca pequena granular; macia, muito friável, não plástica e não pegajosa; transição plana e clara.
- AB 20 - 45 cm, bruno-forte (7,5 YR 5/6, úmida); franco-arenosa leve; fraca pequena granular; macia, muito friável, não plástica e não pegajosa; transição plana e gradual.
- Bt1 45 - 85 cm, bruno-forte (7,5 YR 5/8, úmida); franco-argilo-arenosa; fraca pequena blocos subangulares; ligeiramente dura, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e difusa.
- Bt2 85 - 135 cm+, amarelo-avermelhado (7,5 YR 6/8, úmida); argila-arenosa; fraca pequena blocos subangulares; dura, friável, plástica e pegajosa.



Descrição Geral

Data: 26.05.2011

Classificação: NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Distrófico A fraco textura arenosa

Localização - coordenadas UTM: 485.631 E e 8.376.431 N

Situação e Declividade: deposição arenosa em área plana, com declives entre 1 e 3 %

Altitude Relativa: 12 m

Formação Geológica/Material de Origem: sedimentos arenosos do Quaternário

Relevo Local: plano a suave ondulado

Drenagem: bem drenado nas lombadas

Vegetação Primária: Floresta Ombrófila Aberta com manchas de campos naturais

Uso do Solo: sem uso agrícola.

Figura 8.1.3.2. - Perfil 05 - Neossolo Quartzarênico Distrófico A Fraco Textura Arenosa

Descrição Morfológica

- A 0 - 25 cm, bruno-amarelado (10 YR 5/4, úmida); areia; grãos simples, solto, solto, não plástica e não pegajosa; transição plana e gradual.
- AC 25 - 50 cm, bruno-amarelado claro (10 YR 6/4, úmida); areia; grãos simples, solto, solto, não plástica e não pegajosa; transição plana e difusa.
- C1 50 - 100 cm, bruno muito claro-acinzentado (10 YR 8/4, úmida); areia; grãos simples, solto, solto, não plástica e não pegajosa; transição plana e difusa.
- C2 100 - 180 cm+, branco (10 YR 8/2, úmida); areia; grãos simples, solto, solto, não plástica e não pegajosa.



Descrição Geral

Data: 27.05.2011

Classificação: ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO
 Distrófico A moderado textura média/argilosa

Localização - coordenadas UTM: 491.222 E e 8.375.049 N

Situação e Declividade: terço superior de encosta com declives entre 25 e 30 %

Altitude Relativa: 97 m

Formação Geológica/Material de Origem: produto da alteração de rochas do embasamento cristalino com influência de materiais de cobertura, possivelmente sedimentos do Grupo Barreiras

Relevo Local: forte ondulado

Drenagem: bem drenado

Vegetação Primária: Floresta Ombrófila Densa

Uso do Solo: área florestada sem utilização agrícola.

Figura 8.1.3.2. - Perfil 06 - Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico A Moderado Textura Média/Argilosa

Descrição Morfológica

- A 0 - 22 cm, bruno-escuro (7,5 YR 4/4, úmida); franco-argilo-arenosa; moderada pequena e média granular; ligeiramente dura, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e gradual.
- AB 22 - 45 cm, bruno (7,5 YR 5/4, úmida); franco-argilo-arenosa; moderada pequena e média granular e blocos subangulares; ligeiramente dura, friável, plástica e pegajosa; transição plana e gradual.
- Bt1 45 - 80 cm, bruno-avermelhado (5 YR 5/4, úmida); argila-arenosa; moderada pequena a média blocos subangulares; dura, friável a firme, plástica e pegajosa; transição plana e difusa.
- Bt2 80 - 125 cm+, vermelho-amarelado (YR 5/6, úmida); argila; moderada pequena e média blocos subangulares; dura, firme, plástica e pegajosa.



Descrição Geral

Data: 27.05.2011

Classificação: **CHERNOSSOLO ARGILÚVICO Órtico**
 textura argilosa a muito argilosa

Localização - coordenadas UTM: 489.701 E e 8.375.822 N
 Situação e Declividade: topo de lombada com declives entre 3 e 8 %

Altitude Relativa: 27 m

Formação Geológica/Material de Origem: produto da alteração de sedimentos pelíticos referentes ao período Cretácico

Relevo Local: suave ondulado

Drenagem: moderadamente drenado

Vegetação Primária: Floresta Ombrófila Densa

Uso do Solo: área cultivada com cacau em bom desenvolvimento

Obs. Perfil descrito com excesso de umidade.

Figura 8.1.3.2. - Perfil 07 - Chernossolo Argilúvico Órtico Textura Argilosa a Muito Argilosa

Descrição Morfológica

- A1 0 - 30 cm, bruno-avermelhado-escuro (5 YR 3/4, úmida); franco-argilosa; moderada a forte pequena e média granular; dura, friável, plástica e pegajosa; transição plana e gradual.
- A2 30 - 45 cm, vermelho-amarelado (5 YR 4/6, úmida); argila; moderada pequena e média granular e blocos subangulares; dura, firme, plástica e muito pegajosa; transição plana e clara.
- Bt1 45 - 90 cm, vermelho-amarelado (5 YR 5/8, úmida); argila a muito argilosa; moderada média blocos angulares; dura, firme, muito plástica e muito pegajosa; transição plana e clara.
- Bt2 90 - 120 cm+, bruno-amarelado (10YR 5/6, úmida); muito argilosa; moderada pequena e média blocos angulares; dura, firme, muito plástica e muito pegajosa.



Descrição Geral

Data: 27.05.2011

Classificação: LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO
 Distrófico A moderado textura argilosa leve

Localização - coordenadas UTM: 490.108 E e 8.375.510 N

Situação e Declividade: terço superior de encosta com declives entre 15 e 30%

Altitude Relativa: 104 m

Formação Geológica/Material de Origem: produto da alteração de rochas do embasamento cristalino com influência de materiais de cobertura, possivelmente sedimentos do Grupo Barreiras

Relevo Local: forte ondulado

Drenagem: bem drenado

Vegetação Primária: Floresta Ombrófila Densa

Uso do Solo: área de floresta com utilização das áreas mais planas para cultivo de cacau.

Figura 8.1.3.2. - Perfil 08 - Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico A Moderado Textura Argilosa Leve

Descrição Morfológica

- A 0 - 25 cm, bruno (7,5 YR 4/4, úmida); franco-argilo-arenosa leve; fraca pequena granular; macia, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e gradual.
- Bw1 25 - 50 cm, vermelho-amarelado (5 YR 5/6, úmida); franco-argilo-arenosa; fraca pequena granular e blocos subangulares; ligeiramente dura, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e difusa.
- Bw2 50 - 100 cm, vermelho-amarelado (5 YR 5/8, úmida); argila-arenosa leve; fraca pequena blocos subangulares; ligeiramente dura, friável, plástica e pegajosa; transição plana e difusa.
- BC 100 - 150 cm, amarelo-avermelhado (5 YR 6/6, úmida); argila-arenosa; fraca pequena blocos subangulares; dura, friável, plástica e pegajosa.



Figura 8.1.3.2. - Perfil 09 - Latossolo Amarelo Distrófico A Moderado Textura Média

Descrição Geral

Data: 27.05.2011

Classificação: LATOSSOLO AMARELO Distrófico A moderado textura média

Localização - coordenadas UTM: 489.597 E e 8.374.360 N

Situação e Declividade: bordo de tabuleiro com declives entre 3 e 8%

Altitude Relativa: 124 m

Formação Geológica/Material de Origem: material de cobertura com origem nos sedimentos do Grupo Barreiras

Relevo Local: suave ondulado

Drenagem: bem drenado

Vegetação Primária: Floresta Ombrófila Densa

Uso do Solo: área de floresta com cultivo de cacau sombreado nas áreas mais planas tipo tabuleiro.

Descrição Morfológica

- A1 0 - 22 cm, bruno-amarelado-escuro (10 YR 4/4, úmida); areia-franca a franco-arenosa; fraca pequena granular; macia, muito friável, não plástica e não pegajosa; transição plana e gradual.
- A2 22 - 42 cm, bruno-amarelado (10 YR 5/4, úmida); franco-arenosa; fraca pequena granular; ligeiramente dura, muito friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e difusa.
- Bw1 42 - 95 cm, bruno-amarelado (10 YR 5/6, úmida); franco-argilo-arenosa; muito fraca pequena blocos subangulares, com aspecto maciça, porosa “in situ”; ligeiramente dura, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e difusa.
- Bw2 95 - 170 cm+, bruno-amarelado (10 YR 5/8, úmida); franco-argilo-arenosa; muito fraca pequena blocos subangulares, com aspecto maciça, porosa “in situ”; ligeiramente dura, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa.



Figura 8.1.3.2. - Perfil 10 - Latossolo Amarelo Distrófico A Moderado Textura Média

Descrição Geral

Data: 27.05.2011

Classificação: LATOSSOLO AMARELO Distrófico A moderado textura média

Localização - coordenadas UTM: 490.977 E e 8.375.747 N

Situação e Declividade: área de tabuleiro com declives entre 1 e 4%

Altitude Relativa: 102 m

Formação Geológica/Material de Origem: material de cobertura com origem nos sedimentos do Grupo Barreiras

Relevo Local: plano a suave ondulado

Drenagem: bem drenado

Vegetação Primária: Floresta Ombrófila Densa

Uso do Solo: área de floresta antropizada com cultivo de cacau e pecuária extensiva.

Descrição Morfológica

- A1 0 - 22 cm, bruno a bruno-escuro (7,5 YR 4/4, úmida); franco-arenosa; fraca pequena granular; macia, muito friável, não plástica e não pegajosa; transição plana e gradual.
- A2 22 - 40 cm, bruno-forte (7,5 YR 5/6, úmida); franco-arenosa; fraca pequena granular; macia, muito friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e difusa.
- Bw1 40 - 75 cm, bruno-forte (7,5 YR 5/8, úmida); franco-argilo-arenosa; muito fraca pequena blocos subangulares, com aspecto maciça, porosa “in situ”; ligeiramente dura, muito friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e difusa.
- Bw2 75 - 110 cm+, bruno-forte (7,5 YR 5/8, úmida); franco-argilo-arenosa; muito fraca pequena blocos subangulares, com aspecto maciça, porosa “in situ”; ligeiramente dura, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e difusa.
- Bw3 110 - 140 cm+, bruno-forte (7,5 YR 5/8, úmida); franco-argilo-arenosa; muito fraca pequena blocos subangulares, com aspecto maciça, porosa “in situ”; ligeiramente dura, friável, lig.plástica e lig. pegajosa.



Descrição Geral

Data: 28.05.2011

Classificação: ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO
 Distrófico A moderado textura média/argilosa

Localização - coordenadas UTM: 488.551 E e 8.378.236 N

Situação e Declividade: terço inferior de encosta com declives
 entre 10 e 15 %

Altitude Relativa: 27 m

Formação Geológica/Material de Origem: sedimentos
 pelíticos indeterminados

Relevo Local: ondulado

Drenagem: moderadamente drenado

Vegetação Primária: Floresta Ombrófila Densa

Uso do Solo: cultivo de cacau.

Figura 8.1.3.2. - Perfil 11 - Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico A Moderado Textura Média/Argilosa

Descrição Morfológica

- A 0 - 40 cm, bruno escuro (7,5 YR 4/4, úmida); franco-argilo-arenosa; fraca pequena granular; macia, friável, plástica e pegajosa; transição plana e gradual.
- Bt1 40 - 75 cm, bruno-forte (7,5 YR 5/6, úmida); argila; fraca pequena blocos subangulares e angulares; ligeiramente dura, friável, plástica e pegajosa; transição plana e gradual.
- Bt2 75 - 115 cm, bruno-forte (7,5 YR 5/8, úmida); argila; moderada pequena blocos subangulares e angulares; dura, friável, plástica e pegajosa; transição ondulada e clara.
- BC 115 - 160 cm+, vermelho-amarelado (5 YR 5/8, úmida) com mosqueado pouco, pequeno e distinto, amarelo-brunado (10 YR 6/6, úmida); argila; moderada pequena e média blocos angulares; dura, firme, plástica e pegajosa.



Descrição Geral

Data: 28.05.2011

Classificação: ARGISSOLO VERMELHO Distrófico (?) A moderado textura argilosa

Localização - coordenadas UTM: 487.257 E e 8.378.542 N

Situação e Declividade: terço médio de encosta com declives entre 10 e 15 %

Altitude Relativa: 41 m

Formação Geológica/Material de Origem: sedimentos pelíticos indeterminados, possivelmente folhelhos da Formação Urucutuca

Relevo Local: ondulado

Drenagem: moderadamente drenado

Vegetação Primária: Floresta Ombrófila Densa

Uso do Solo: área de cultivo de cacau sob mata.

Figura 8.1.3.2. - Perfil 12 - Argissolo Vermelho Distrófico (?) A Moderado Textura Argilosa

Descrição Morfológica

- A 0 - 18 cm, vermelho-escuro-acinzentado (2,5 YR 3/2, úmida); franco-argiloso; fraca pequena granular; macia, friável, plástica e pegajosa; transição plana e clara.
- AB 18 - 25 cm, bruno-avermelhado (2,5 YR 4/4, úmida); argila; moderada pequena e média blocos subangulares e angulares; dura, friável, plástica e pegajosa; transição plana e gradual.
- Bt 25 - 70 cm, vermelho (2,5 YR 4/6, úmida); argila; moderada pequena e média blocos angulares; dura, firme, plástica e pegajosa; transição ondulada e clara.
- BC 70 - 105 cm, vermelho (2,5 YR 4/6, úmida) com mosqueado comum, pequeno e distinto, bruno-forte (7,5 YR 5/6, úmida); argila; moderada pequena e média blocos angulares; dura, firme, plástica e pegajosa; transição ondulada e gradual.
- C 105 - 150 cm+, vermelho (2,5 YR 4/6, úmida) com mosqueado abundante médio e grande proeminente, bruno-acinzentado-claro (10 YR 6/4, úmida) e bruno-muito-claro-acinzentado (10 YR 7/4, úmida).



Descrição Geral

Data: 28.05.2011

Classificação: CHERNOSSOLO ARGILÚVICO Órtico textura argilosa

Localização - coordenadas UTM: 491.155 E e 8.377.382 N

Situação e Declividade: terço inferior de encosta com declives entre 5 e 10 %

Altitude Relativa: 20 m

Formação Geológica/Material de Origem: sedimentos pelíticos indeterminados, possivelmente folhelhos da Formação Urucutuca

Relevo Local: suave ondulado

Drenagem: moderadamente drenado

Vegetação Primária: Floresta Ombrófila Densa

Uso do Solo: área de cultivo de cacau sob mata, apresentando muito bom desenvolvimento

Obs. – Perfil descrito e fotografado com excesso de umidade, após chuva, não expondo a verdadeira estruturação do solo.

Figura 8.1.3.2. - Perfil 13 - Chernossolo Argilúvico Órtico Textura Argilosa

Descrição Morfológica

- A 0 - 20 cm, bruno-avermelhado-escuro (2,5 YR 3/4, úmida); franco-argiloso; moderada a forte pequena granular; macia, friável, plástica e pegajosa; transição plana e clara.
- Bt1 20 - 40 cm, bruno-avermelhado (2,5 YR 4/4, úmida); argila; moderada a forte pequena e média blocos subangulares e angulares; dura, friável, plástica e pegajosa; transição plana e gradual.
- Bt2 40 - 65 cm, vermelho (2,5 YR 4/6, úmida) com mosqueado, pouco, pequeno e distinto, amarelo-avermelhado (7,5 YR 6/6, úmida); argila a muito argilosa; moderada a forte pequena e média blocos angulares; dura, firme, plástica e pegajosa; transição plana e clara.
- BC 65 - 85 cm, vermelho (2,5 YR 4/6, úmida) com mosqueado, comum, pequeno e distinto, amarelo-avermelhado (7,5 YR 6/6, úmida); argila; moderada pequena e média blocos angulares; dura, firme, plástica e pegajosa; transição ondulada e gradual.



Descrição Geral

Data: 29.05.2011

Classificação: ESPODOSSOLO HUMILÚVICO
 Órtico espessarênico A fraco textura arenosa

Localização - coordenadas UTM: 491.288 E e
 8.377.724 N

Situação e Declividade: planície fluvial do rio Almada,
 com deposição arenosa em área plana, com declives
 entre 1 e 2 %

Altitude Relativa: 13 m

Formação Geológica/Material de Origem: sedimentos
 arenosos do Quaternário

Relevo Local: plano

Drenagem: excessivamente drenado

Vegetação Primária: campos de várzea

Uso do Solo: pastagem, sem agricultura.

Figura 8.1.3.2. - Perfil 14 - Espodossolo Humilúvico Órtico Espessarênico A Fraco Textura Arenosa

Descrição Morfológica

- A 0 - 25 cm, bruno-amarelado (10 YR 5/4, úmida); areia; grãos simples, solto, solto, não plástica e não pegajosa; transição plana e clara.
- E 25 - 75 cm, bruno-muito claro-acinzentado (10 YR 7/3, úmida); areia; grãos simples, solto, solto, não plástica e não pegajosa; transição ondulada e clara.
- Bh 75 - 110 cm+, amarelo-brunado (10 YR 6/8, úmida); areia; grãos simples, solto, solto, não plástica e não pegajosa.

Obs. - O horizonte espódico, neste caso, tem desenvolvimento incipiente. Contudo, foram identificados outros pontos, por meio de tradagem, com pleno desenvolvimento do horizonte Bh.

Descrição Geral

Data: 29.05.2011

Classificação: CAMBISSOLO HÁPLICO Distrófico A moderado textura argilosa

Localização - coordenadas UTM: 483.520 E e 8.378.196 N

Situação e Declividade: tabuleiros dissecados com declives entre 5 e 12%

Altitude Relativa: 68 m

Formação Geológica/Material de Origem: material sedimentar argiloso (folhelhos) possivelmente da Formação Urucutuca

Relevo Local: suave ondulado e ondulado

Drenagem: moderadamente a bem drenado

Vegetação Primária: Floresta Ombrófila Densa

Uso do Solo: área de floresta antropizada com desenvolvimento da pecuária extensiva.

Obs. Solo descrito e fotografado em dia muito úmido, após chuva.

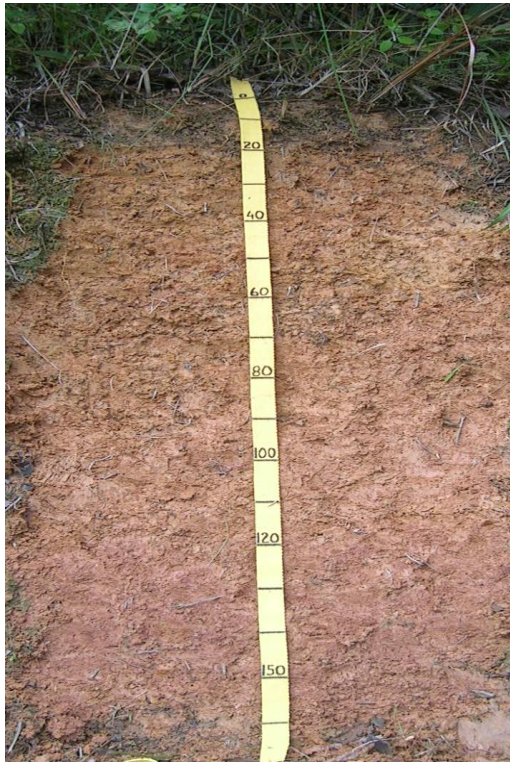


Figura 8.1.3.2. - Perfil 15 - Cambissolo Háplico Distrófico A Moderado Textura Argilosa

Descrição Morfológica

- A 0 - 20 cm, bruno a bruno-escuro (10 YR 4/4, úmida); franco-argiloso; fraca pequena granular; macia, friável, plástica e pegajosa; transição plana e clara.
- Bi1 20 - 45 cm, bruno-forte (7,5 YR 5/6, úmida); argila; fraca pequena blocos subangulares; ligeiramente dura, friável, plástica e pegajosa; transição plana e difusa.
- Bi2 45 - 75 cm, bruno-forte (7,5 YR 5/6, úmida); argila; moderada pequena blocos subangulares; dura, firme, plástica e pegajosa; transição plana e difusa.
- Bi3 75 - 120 cm, bruno-forte (7,5 YR 5/8, úmida); argila; moderada pequena e média blocos angulares; dura, firme, plástica e pegajosa; transição plana e gradual.
- BC 120 - 160 cm+, coloração variegada composta por vermelho (2,5 YR 5/8 ,úmida), bruno-forte (7,5 YR 5/6, úmida) e amarelo brunado (10 YR 6/6, úmida); argila; moderada pequena blocos angulares e laminar; dura, firme, plástica e pegajosa.



Figura 8.1.3.2. - Perfil 16 - Latossolo Amarelo Distrófico A Moderado Textura Média/Argilosa (Interm. para PA m/arg)

Descrição Geral

Data: 29.05.2011

Classificação: LATOSSOLO AMARELO Distrófico A moderado textura média/ argilosa (intermed. para PA m/arg)

Localização - coordenadas UTM: 482.328 E e 8.378. 226 N

Situação e Declividade: área de tabuleiro dissecado com declives entre 5 e 20%

Altitude Relativa: 68 m

Formação Geológica/Material de Origem: material argiloso de cobertura de origem sedimentar

Relevo Local: suave ondulado e ondulado

Drenagem: bem drenado

Vegetação Primária: Floresta Ombrófila Densa

Uso do Solo: área de floresta antropizada com utilização pecuária.

Descrição Morfológica Sumária

- A1 0 - 25 cm, bruno (7,5 YR 4/4, úmida); franco-argilo-arenosa; fraca pequena granular; macia, muito friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e clara.
- Bw1 25 - 55 cm, bruno-forte (7,5 YR 5/6, úmida); argila-arenosa; fraca pequena blocos subangulares, com aspecto maciça, “in situ”; ligeiramente dura, friável, plástica e pegajosa; transição plana e difusa.
- Bw2 55 - 110 cm+, bruno-forte (7,5 YR 5/8, úmida); argila-arenosa; fraca pequena blocos subangulares, com aspecto maciça, “in situ”; dura, friável, plástica e pegajosa.

Descrição Geral

Data: 27.05.2011

Classificação: LUVISSOLO HÁPLICO textura argilosa (intermediário para Argissolo Vermelho-Amarelo, se distrófico)

Localização - coordenadas UTM: 482.739 E e 8.377.661 N

Situação e Declividade: terço inferior de encosta com declives entre 8 e 12%

Altitude Relativa: 64 m

Formação Geológica/Material de Origem: produto da alteração de sedimentos pelíticos referentes ao período Cretácico

Relevo Local: ondulado

Drenagem: moderadamente drenado

Vegetação Primária: Floresta Ombrófila Densa

Uso do Solo: área cultivada com cacau

Obs. Perfil descrito com excesso de umidade devido as chuvas.



Figura 8.1.3.2. - Perfil 17 - Luvissole Háplico Textura Argilosa (Intermediário para Argissolo Vermelho-Amarelo, se Distrófico)

Descrição Morfológica

- A 0 - 23 cm, bruno-avermelhado (5 YR 4/3, úmida); franco-argilosa; moderada média granular; dura, friável, plástica e pegajosa; transição plana e clara.
- BA 23 - 38 cm, bruno-avermelhado (5 YR 4/4, úmida); argila; moderada média blocos angulares; dura, firme, plástica e pegajosa; transição plana e clara.
- Bt1 38 - 65 cm, bruno-avermelho (5 YR 5/4, úmida); argila; moderada média blocos angulares; dura, firme, plástica a muito plástica e muito pegajosa; transição plana e gradual.
- BC 65 - 85 cm+, vermelho-amarelado (5 YR 5/6, úmida); argila a muito argilosa; moderada média blocos angulares; dura, firme, muito plástica e muito pegajosa.



Figura 8.1.3.2. - Perfil 18 - Latossolo Amarelo Distrófico A Moderado Textura Média/Argilosa (Descontínuo)

Descrição Geral

Data: 27.05.2011

Classificação: LATOSSOLO AMARELO Distrófico A moderado textura média/argilosa (Descontínuo)

Localização - coordenadas UTM: 481.892 E e 8.373.573 N

Situação e Declividade: terço inferior de encosta de tabuleiro com declives entre 10 e 20%

Altitude Relativa: 81 m

Formação Geológica/Material de Origem: material descontínuo com cobertura diferenciada da base da seção

Relevo Local: ondulado a forte ondulado

Drenagem: bem a moderadamente drenado

Vegetação Primária: Floresta Ombrófila Densa

Uso do Solo: área de floresta antropizada com pastagem extensiva.

Descrição Morfológica

- A1 0 - 20 cm, bruno a bruno-escuro (7,5 YR 4/4, úmida); franco-argilo-arenosa; fraca pequena granular; macia, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e gradual.
- AB 20 - 40 cm, bruno-forte (7,5 YR 5/4, úmida); franco-argilo-arenosa; fraca pequena granular; macia, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e difusa.
- Bw1 40 - 80 cm, bruno-forte (7,5 YR 5/6, úmida); argila-arenosa; fraca pequena blocos subangulares; dura, friável, plástica e pegajosa; transição plana e gradual.
- BC1 80 - 100 cm+, bruno-forte (7,5 YR 5/8, úmida); argila; fraca pequena blocos subangulares; dura, firme, plástica e pegajosa; transição plana e gradual.
- 2BC2 100 - 170 cm+, bruno-forte (5 YR 5/8, úmida); argilosa a muito argilosa; moderada pequena blocos subangulares; dura, firme, plástica e pegajosa.



Descrição Geral

Data: 30.05.2011

Classificação: ARGISSOLO VERMELHO Ta
 Distrófico A moderado textura argilosa

Localização - coordenadas UTM: 485.487 E e
 8.378.160 N

Situação e Declividade: terço inferior de encosta com
 declives entre 10 e 20 %

Altitude Relativa: 30 m

Formação Geológica/Material de Origem: sedimentos
 pelíticos indeterminados, possivelmente folhelhos da
 Formação Urucutuca

Relevo Local: ondulado

Drenagem: moderadamente drenado

Vegetação Primária: Floresta Ombrófila Densa

Uso do Solo: área de cultivos e de pastagem.

Figura 8.1.3.2. - Perfil 19 - Argissolo Vermelho Ta Distrófico A Moderado Textura Argilosa

Descrição Morfológica

- A 0 - 25 cm, vermelho-escuro-acinzentado (2,5 YR 3/2, úmida); franco-argiloso; fraca pequena granular; macia, friável, plástica e pegajosa; transição plana e clara.
- Bt1 25 -50 cm, bruno-avermelhado (2,5 YR 4/4, úmida); argila; moderada pequena e média blocos subangulares e angulares; dura, friável, plástica e pegajosa; transição plana e gradual.
- Bt2 25 - 80 cm, vermelho (2,5 YR 4/6, úmida); argila; moderada pequena e média blocos angulares; dura, firme, plástica e pegajosa; transição ondulada e clara.
- BC 80 - 120 cm, vermelho (2,5 YR 4/6, úmida) com mosqueado comum, pequeno e distinto, bruno-forte (7,5 YR 5/6, úmida); argila; moderada pequena e média blocos angulares; dura, firme, plástica e pegajosa.

Obs. Se Ta e eutrófico este solo será classificado como Luvissole Crômico.



Descrição Geral

Data: 30.05.2011

Classificação: ARGISSOLO AMARELO Distrófico A moderado textura média/argilosa (descontínuo)

Localização - coordenadas UTM: 485.413 E e 8.378.113 N

Situação e Declividade: terço médio de encosta com declives entre 10 e 15 %

Altitude Relativa: 32 m

Formação Geológica/Material de Origem: cobertura areno-argilosa que capeia de forma descontínua sedimentos pelíticos indeterminados, possivelmente folhelhos da Formação Urucutuca

Relevo Local: ondulado com topos suavizados

Drenagem: bem a moderadamente drenado

Vegetação Primária: Floresta Ombrófila Densa

Uso do Solo: predomínio de pastagem e áreas com cultivos.

Figura 8.1.3.2. - Perfil 20 – Argissolo Amarelo Distrófico A Moderado Textura Média/Argilosa (Descontínuo)

Descrição Morfológica

- A 0 - 25 cm, bruno-escuro (10 YR 4/3, úmida); franco-argilo-arenoso; fraca pequena granular; macia, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e clara.
- AB 25 - 48 cm, bruno-amarelado (10 YR 5/6, úmida); argila; moderada pequena e média blocos subangulares; dura, friável, plástica e pegajosa; transição plana e gradual.
- Bt1 48 - 100 cm, bruno-amarelado (10 YR 5/8, úmida); argila; moderada pequena e média blocos angulares; dura, firme, plástica e pegajosa; transição ondulada e clara.
- BC 100 - 150 cm, bruno-forte (7,5 YR 5/8, úmida); argila; moderada pequena e média blocos angulares; dura, firme, plástica e pegajosa.
- 2C 150 cm+, descontinuidade litológica após “stone line”.

Grande parte dos perfis acima descritos pertence às mesmas Classes de Solos das quais existem perfis representativos descritos com boletins de análises físico-químicas, constantes dos documentos acima referidos e publicados pela CEPLAC, EMBRAPA e pelo PROJETO RADAM. Estas descrições de perfis de solos e boletins analíticos se encontram a seguir.

Projeto Pequeno Produtor – Bolsão do Maruim (Leão e Santana, 1982)

ARGISSOLO VERMELHO AMARELO Distrófico latossólico A moderado textura média fase Floresta Tropical Perenifólia relevo ondulado a forte ondulado v. Cururupe

Localização: Estrada Ilhéus/Una, distando 44 km da cidade de Ilhéus, perto do Rio da Serra.

Situação: Corte de estrada, terço médio de encosta.

Relevo: ondulado. Declividade de 46 %.

Altitude: 39 metros.

Erosão: laminar fraca

Drenagem: acentuadamente drenado

Litologia e Formação Geológica: Sedimentos argilo arenosos do Grupo Barreiras. Terciário.

Vegetação Primitiva: Floresta Tropical Perenifólia

Uso Atual: Remanescentes Florestais e exploração de piaçava nativa.

- A 00 - 15 cm; Bruno amarelado escuro (10YR 3/4 - úmido); franco arenoso; moderada pequena a média granular; macio, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição ondulada e clara.
- E 15 - 30 cm, Bruno amarelado escuro (10YR 4/4 - úmido), franco arenoso; fraca, pequena a média blocos subangulares; macio, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição plana e clara.
- Bt1 30 - 54 cm, Bruno amarelado (10 YR 5/8 - úmido); franco argilo-arenoso; fraca, maciça coerente que se desfaz em grumos e fraca, pequena a média blocos subangulares; macio, ligeiramente plástico e pegajoso; transição plana e gradual.
- Bt2 54 - 85 cm, Bruno forte (7,5 YR 5/8 - -úmido); franco argilo-arenoso; maciça porosa pouco coerente que se desfaz em grumos; macio; muito friável, ligeiramente plástico e pegajoso; transição plana e gradual.
- Bt3 85 - 168 cm; vermelho amarelado (6YR 5/8 - úmido); franco argilo-arenoso; maciça porosa pouco coerente; macio; muito friável; ligeiramente plástico e pegajoso; transição plana e difusa.
- B/C 168 - 208 cm, vermelho amarelado (5YR 5//8 - úmido); franco argilo-arenoso; maciça porosa pouco coerente que se desfaz em grumos; macio; muito friável; ligeiramente plástico e pegajoso.

Obs: Raízes abundantes fasciculadas e secundárias, com diâmetros de 1 mm a 5 mm nos horizontes A, E e Bt₁; comuns de igual diâmetro nos Bt₂ e Bt₃ e poucas no B/C; Excrementos de minhocas no A.

Análises Físicas e Químicas

Resultados analíticos da unidade cartográfica Argissolo Vermelho Amarelo distrófico latossólico, unidade Cururupe:

Horizonte		Granulometria (g/kg)				Argila disp. água	Grau de Floc.	Densidade (kg/dm ³)		Porosidade dm ³ /dm ³			Eq. Umid.	Água disp. (g/100g)		Água disp
Simb.	Prof. (cm)	A.G	A.F	SI	AR	(g/kg)	(g/100g)	Ds	Dp	pt	mp	Mp	(%)	0,033 MPa	1,5 Mpa	g/100g
A	00-15	530	190	150	130	40	69	0,93	2,60	64			19			
E	15-30	540	160	170	130	90	31	1,18	2,54	54			18			
Bt1	30-54	440	150	140	250	120	52	1,06	2,54	58			22			
Bt2	54-85	420	200	80	300	100	100	1,24	2,53	51			25			
Bt3	85-168	430	170	90	310	20	93	1,31	2,60	50			24			
B/C	168-208	370	200	80	350	20	94	1,33	2,47	46			22			

Hz	pH		Complexo Sortivo (cmolc/kg)						SB	T	T argila	V	100Al Al + S (%)	100Na CTC (%)
Simb.	H2O	KCl	Ca 2+	Mg 2+	K +	Na +	Al 3+	H +	(cmolc/kg)			(%)		
A	5,0	4,1	0,1	0,06	0,07	0,03	0,8	4,1	0,29	5,20		6	73	
E	4,8	4,0	0,1	0,05	0,06	0,155	0,8	3,3	0,40	4,50		9	67	
Bt1	4,8	4,2	0,1	0,02	0,04	0,02	1,0	2,3	1,14	3,44		4	88	
Bt2	4,9	4,1	0,1	0,03	0,03	0,01	0,9	2,2	1,14	3,24		4	87	
Bt3	4,8	4,1	0,1	0,02	0,03	0,03	0,9	1,6	0,14	2,64		5	87	
B/C	4,9	4,0	0,1	0,01	0,04	0,07	0,8	1,7	0,18	2,70		7	82	

Hz	M.O	C	N	C/N	Ataque com H2SO4 d = 1,47 (%)					Ki	Kr	Al2O3 Fe2O3	Silte argila	P	Fe	Zn	Cu	Mn
Simb.	g/kg				Si O2	Al2O3	Fe2O3	Ti O2	P2O5									
A	18,5	1,07	0,08	13,4	7,20	9,69	2,13	0,05	0,01	1,26	1,10	7,14	1,15	1				
E	13,3	0,77	0,07	11,0	12,16	9,94	3,08	0,06	0,01	2,07	1,73	5,06	1,25	Tr				
Bt1	10,7	0,62	0,06	10,3	11,92	12,24	2,85	0,07	0,01	1,65	1,44	6,74	0,54	1				
Bt2	5,50	0,32	0,04	8,0	13,92	14,28	4,51	0,07	0,01	1,65	1,37	4,97	0,30	Tr				
Bt3	7,40	0,43	0,02	21,5	15,04	14,06	3,56	0,07	0,01	1,81	1,56	6,20	0,30	Tr				
B/C	7,60	0,44	0,02	22,0	16,02	23,46	5,75	0,12	0,01	1,16	1,00	6,40	1,21	Tr				

Perfil 43

Data: 24.02.2000.

Classificação Atual: ARGISSOLO AMARELO Distrófico coeso A moderado textura argilosa fase floresta tropical perenifólia relevo suave ondulado e ondulado.

Classificação anterior: Haplorthox variação Tabuleiro (CIU) (Typic Haplorthox).

Localização: Estação Ecológica do Pau Brasil (ESPAB), a 15 km de Porto Seguro, em direção a Eunapólis.

Situação: Topo.

Relevo: Plano.

Drenagem: Bem drenado.

Erosão: Laminar.

Formação Geológica: Grupo Barreiras - Terciário.

Material Originário: arenitos conglomeráticos em níveis argilosos.

Vegetação natural: Floresta Tropical Perenifólia.

Uso atual: mata atlântica.

Coletor(es): Leão & Melo, 1990.

Recoletor(es): S.O. de Santana e Q. R. de Araújo.

A11 0 - 10 cm; bruno escuro (10YR 3/3 - úmido), franco argiloso; fraca granular e grãos simples, muito friável, não plástico e não pegajoso, transição plana e gradual.

E 10 - 25 cm; bruno (10YR 4/3 - úmido), franco argiloso; fraca granular e grãos de areia, muito friável, não plástico e não pegajoso, transição plana e difusa.

AE/B 25-38 cm; bruno amarelado escuro (10YR 4/4 - úmido), franco argiloso, fraca granular e maciça, muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso, transição plana e gradual.

Bt1 38 -55 cm; bruno amarelado (10YR 5/5 - úmido), franco argilo-arenoso, maciça que se desfaz em grumos, firme, plástico e pegajoso, transição plana e difusa.

Bt2 55 - 82 cm; bruno amarelado (10YR 5/6 - úmido), franco argilo arenoso, maciça que se desfaz em grumos, friável, plástico e pegajoso, transição plana e difusa.

Bt3 82 - 130 cm; bruno amarelado (10YR 5/6m - úmido) franco argilo arenoso, maciça que se desfaz em grumos, muito friável, plástico e pegajoso, transição plana e difusa.

Bt4 130 - 170 cm + - bruno forte (10YR 5/3 - úmido), argilo arenoso, maciça que se desfaz em grumos, muito friável, plástico e pegajoso.

Observação: raízes com diâmetros de < 1 a 2 mm muitas no A e B1; e poucas no Bt1, Bt2 e Bt3; Presença de minhocas e formigas no A.

Análises Físicas e Químicas

Horizonte		Granulometria (g/kg)				Argila dispersa em água (g/kg)	Grau de flocação (g/100g)	Densidade (kg/dm ³)		Porosidade dm ³ /dm ³			Eq.Umid. (%)
Simb	Prof cm	A.G	A.F	SI	AR			Ds	Dp	pt	mp	Mp	
A ₁	0-10	679	141	39	141	81	42	1,33	2,63	49			
A ₂	10-25	818	68	34	80	60	25	1,42	2,67	47			
A ₃	25-38	626	159	54	161	80	50	1,33	2,63	49			
B ₁₁	38-55	465	139	73	323	283	12	1,20	2,63	54			
B ₁₂	55-82	431	119	45	405	364	10	1,21	2,67	55			
B ₁₃	82-130	435	111	50	404	0	100	1,20	2,70	56			
B ₁₄	130-170	381	115	58	446	0	100	1,19	2,63	55			

Hz	C. Hídricas (g/100g)		Água disp. g/100g	(pH)		Complexo sortivo mE/100g						SB	T	T Argila	V (%)
	0,033 MPa	1,5 Mpa		H ₂ O	KCl	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺	H ⁺				
A ₁	8,6	6,1	2,5	5,2	4,4	0,8	0,4	0,04	0,03	0	4,8	1,3	6,1		21
A ₂	5,6	4,2	1,4	4,8	4,3	0,5	0,02	0,02	0	3,5	0,5	4,0		12	
A ₃	9,1	6,6	2,5	4,8	4,3	0,4	0,02	0,02	0	3,6	0,4	4,0		10	
B ₁₁	15,1	11,2	3,9	4,8	4,2	0,3	0,01	0,03	0,3	3,7	0,3	4,3	13,3	7	
B ₁₂	18,4	13,6	4,8	4,9	4,3	0,5	0,01	0,03	0,4	3,4	0,5	4,3	10,6	12	
B ₁₃	19,3	14,4	4,9	4,9	4,3	0,3	0,01	0,02	0,3	2,8	0,3	3,4	8,4	9	
B ₁₄	21,8	15,5	6,3	4,8	4,2	0,4	0,02	0,03	0,4	2,9	0,4	3,7	8,3	11	

Hz	100Al	100Na	M.O	C	N	C/N	Ataque com H ₂ SO ₄ d=1,47 %					Ki	Kr
	Al+S (%)	CTC (%)					g/kg		SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃		
A ₁	0	<1	22,1	12,8	1,1	12	49	43	7	6,4		1,94	1,76
A ₂	0	<1	11,2	6,5	0,6	11	47	39	8	6,1		2,05	1,81
A ₃	0	<1	10,5	6,1	0,6	10	60	58	9	7,2		1,76	1,60
B ₁₁	50	<1	9,0	5,2	0,5	10	129	137	17	11,7		1,60	1,48
B ₁₂	44	<1	6,6	3,8	0,4	9	142	125	17	9,8		1,93	1,78
B ₁₃	50	<1	5,2	3,0	0,3	10	148	169	19	12,2		1,49	1,39
B ₁₄	50	<1	6,4	3,7	0,4	9	155	190	22	13,5		1,39	1,29

Hz	Al ₂ O ₃	Silte argila	P mg/kg	Fe	Zn	Cu	Mn
	Fe ₂ O ₃						
A ₁	9,64	0,28	2	32,2	0,80	0,29	2,7
A ₂	7,65	0,42	2	43,6	0,52	0,15	0,9
A ₃	10,12	0,34	1	49,7	1,26	0,14	0,6
B ₁₁	12,65	0,23	1	79,4	0,29	0,18	0,2
B ₁₂	11,54	0,11	2	54,9	0,20	0,19	0,2
B ₁₃	13,96	0,12	1	30,6	0,23	0,20	0,1
B ₁₄	13,56	0,13	2	15,5	0,4	0,23	0,4

07 Perfil 20 (16) Latossolo Amarelo Distrófico LAd Valença

Localização: estrada Camacã/Jacareci, lado direito, distando 15 km da sede do município de Camacã.

Situação: meia encosta de elevação.

Relevo: forte ondulado com morros de topo arredondado, vertente convexas de centenas de metros e vales em "V". Declividade de 20 %.

Altitude: 300 m.

Erosão: laminar ligeira.

Drenagem: acentuadamente drenado.

Material Originário: rochas intermediárias do Cristalino.

Vegetação primitiva: Floresta Tropical Perenifólia.

Uso atual: cacau de aspecto regular e pastagem suja.

- A 00 - 8 cm, bruno escuro (10 YR 4/3 - úmida); franca; moderada muito pequena a média granular; friável, plástico e pegajoso; transição ondulada e clara; pH 5,0.
- AB 08 - 29 cm; bruno amarelado escuro (IOYR 4/4), franco argilosa; fraca muito pequena a pequena blocos subangulares; friável, plástico e pegajoso, transição plana e difusa; pH 5,0.
- Bw1 29 - 40 cm; bruno amarelado escuro (9YR 4/4 - úmida); argila; fraca pequena blocos subangulares; firme, plástico e pegajoso; transição plana e difusa. pH 4,8.
- Bw2 40 - 80cm, bruno amarelado escuro (9YR 4/4 - úmida); argila; fraca média blocos subangulares; firme, plástico e pegajoso; transição plana e difusa; pH 4,8.
- Bw3 80 - 110 cm, bruno (8YR 4/4 - úmida); argila; aspecto de maciça porosa que se desfaz em fraca muito pequena e pequena blocos subangulares; firme, plástico e pegajoso; pH 4,8.

Observações: raízes abundantes no A e AB, com diâmetro de 0,5 a 3 mm; comuns BA, de igual diâmetro; poucas no BwI, e raras no Bw₂.

Atividade biológica - minhocas e térmitas - no A e AB; presença de matações em decomposição ao longo do perfil; e alta porosidade.

Anotações: 28.04.01

Esta classe de solo é constituída por solos com teores mais elevados de ferro no horizonte A, teores mais elevados de carbono e melhor drenagem.

Relação textural = 1,73

Análises Físicas e Químicas

Horizonte		Granulometria (g/kg)				Argila disp. água	Grau de Floc.	Densida de (kg/dm ³)		Porosidade dm ³ /dm ³			Eq. Umid .	C. Hídricas (g/100g)		Água disp.
Si mb	Prof cm	A.G	A.F	SI	AR	(g/kg)	(g/100g)	Ds	Dp	pt	mp	Mp	(%)	0,033 MPa	1,5 Mpa	g/100g
A _p	00-08	378	110	339	173	40	77									
AB	08-25	253	109	255	384											
BA	25-40	220	96	212	472	20	95									
B _{w1}	40-80	221	88	185	506	20	96									
B _{w2}	80-110	189	96	246	469	0	100									

Hz	pH		Complexo Sortivo (cmol./kg)						SB	T	T argila	V %	$\frac{100Al}{Al+S}$ (%)	$\frac{100Na}{CTC}$ (%)
Simb.	H ₂ O	KCl	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺	H ⁺	(cmol./kg)					
A _p	5,1	4,4	3,3	2,3	0,19	0,12	0,5	8,20	5,91	14,61				
AB	5,1	4,4	0,5	0,9	0,12	0,19	1,4	6,15	1,71	9,26				
BA	5,0	4,5	0,3	0,5	0,07	0,06	1,0	5,50	0,93	7,43				
B _{w1}	4,7	5,0	0,2	1,1	0,06	0,09	0,2	5,30	1,45	6,95	13,74			
B _{w2}	4,8	5,0	0,1	1,0	0,07	0,14	0,3	4,60	1,31	6,21	13,24			

Hz	M.O	C	N	C/N	Ataque com H ₂ SO ₄ d=1,47 (%)					Ki	Kr	$\frac{Al_2O_3}{Fe_2O_3}$	Silte argila	P	Fe	Zn	Cu	Mn
Simb.	g/kg				SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Ti O ₂	P ₂ O ₅					mg/kg	Mg/kg			
A _p	4,93	2,86	0,18	15,9	6,99	5,37	13,71		0,31	2,21	0,61	0,61	1,96					
AB	2,71	1,57	0,16	9,8	8,30	13,18	16,29		0,37	1,07	1,27	1,27						
BA	2,22	1,29	0,11	11,7	8,91	21,47	6,95		0,35	0,71	4,85	4,85	0,45					
B _{w1}	1,31	0,76	0,08	9,5	11,66	22,97	7,95		0,35	0,71	4,53	4,53	0,37					
B _{w2}	0,97	0,56	0,06	9,3	12,50	25,23	8,45		0,37	0,69	4,68	4,68	0,52					

Perfil 29 (46)

Classificação atual: ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico câmbico a moderado textura argilosa fase floresta tropical perenifólia relevo ondulado e forte ondulado.

Classificação anterior: Tropudult variação camacã - Oxic Tropudalf ou Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico (unidade Camacã e/ou Vargito Eutrófico).

Localização: Estrada Vargito/Canavieiras, distando 9 km do Vargito.

Situação: terço médio de elevação.

Relevo: forte ondulado, constituído de outeiros com topo arredondado, vertente convexas e vales em “V” aberto. Declividade de 20 a 30%.

Erosão: laminar ligeira.

Drenagem: moderadamente drenado.

Litologia e formação geológica:

Material Primário: rochas calcárias do Cretáceo.

Vegetação Primitiva: Floresta Tropical Perenifólia.

Uso atual: cacau tradicional de bom aspecto vegetativo

Classificação atual: ESPODOSSOLO FERROCARBICO órtico dúrico.

Classificação anterior: Arenic Histic Tropaquod (Podzol).

Localização: margem direita da estrada Una/Pontal, distando 28,2 km do entroncamento com a rodovia Una/Rio Branco.

Situação: topo.

Relevo: plano.

Erosão: laminar ligeira.

Drenagem: bem drenado no A e impedida no Bhs.

Material Originário: sedimentos arenosos do Grupo Barreiras.

Vegetação Primitiva: Floresta Tropical perenifólia com piaçava".

Uso atual: extração de piaçava.

H₁ 00 - 10 cm, bruno escuro(IOYR 2/2), franco arenosa; grãos e fraca muito pequena granular; solta, solta, não plástico e não pegajoso; transição plana e clara, pH 4,0.

H₂ 10 - 20 cm, bruno muito escuro (IOYR 2/2), areia franca; grãos e fraca muito pequena granular; solta, solta, não plástico e não pegajoso; transição plana e abrupta, pH 4,0.

E₁ 20 - 60 cm, cinza (IOYR 6/1), areia; grãos simples; solta, solta, não plástico e não pegajoso; transição plana e abrupta, pH 4,0.

E₂ 60 - 155 cm, branco(N/8); areia; grãos simples; solto, solto, não plástico e não pegajoso; transição ondulada e gradual.(90 - 100). pH 5,5.

Bhsm1 155 - 170 cm, bruno amarelado escuro (9YR 4/4), areia; maciça; solta, não plástico e não pegajoso; transição ondulado e abrupta (10-20cm); pH 5,4.

Bhsm2 170 - 200 cm+, bruno muito escuro (7YR 2/2), areia; maciça; não plástico, e não pegajoso; pH 5,6.

Observações: a totalidade das raízes que são abundantes acha-se distribuídas nos horizontes H e E1; poucas raízes no E2 e B_{hsm1}, não penetrando no B_{hsm2}.

Anotações: Horizonte hístico - ortstein

Problema na análise mecânica nos horizontes H1 e H2, devido a não eliminação do material orgânico.

Análises Físicas e Químicas

Horizonte		Granulometria (g/kg)				Argila disp. água	Grau de Floc.	Densidade (kg/dm ³)		Porosidade dm ³ /dm ³			Eq. Umid.	C. Hídricas (g/100g)		Água disp.
Simb	Prof cm	A.G	A.F	SI	AR	(g/kg)	(g/100g)	Ds	Dp	pt	mp	Mp	(%)	0,033 MPa	1,5 Mpa	g/100g
A ₁	00-10	279	393	272	56	29	48									
A ₂	10-20	354	434	128	84	15	82									
E ₁	20-60	384	585	23	8	4	50									
E ₂	60-155	475	512	11	2	0	100									
B _{hsm1}	155-170	645	319	12	24	12	50									
B _{hsm2}	170-200	398	564	1	37	16	57									

Hz	pH		Complexo Sortivo (cmol _e /kg)						SB	T	T argila	V %	100Al Al+S (%)	100Na CTC (%)
Simb.	H ₂ O	KCI	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺	H ⁺	(cmol _e /kg)					
A ₁	3,8	2,8	7,11	5,61	0,27	0,74	3,32	59,17	13,73	76,22		18	19	1,0
A ₂	3,5	2,6	1,67	2,58	0,12	0,38	3,31	33,96	4,75	42,02		11	41	0,9
E ₁	4,3	3,1	0,30		0,01	0,04	0,40	0,79	0,35	1,54		23	53	2,9
E ₂	5,6	4,2	0,20		0,01	0,04	0,00	0,30	0,25	0,55		46	0	7,3
B _{hsm1}	5,4	4,4	0,26		0,02	0,08	0,56	3,57	0,36	4,49		8	61	1,8
B _{hsm2}	5,3	4,2	0,51		0,02	0,11	1,10	5,93	0,64	7,67		8	63	1,4

Hz	M.O	C	N	C/N	Ataque com H ₂ SO ₄ d=1,47 (%)					Ki	Kr	Al ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃	Silte argila	P	Fe	Zn	Cu	M _n
Simb.	g/kg				SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	P ₂ O ₅				mg/kg	Mg/kg				
A ₁	33,62	19,50	0,83	23,5	1,46	0,10	0,12		0,03	24,82	14,06	1,31	4,86					
A ₂	27,22	15,79	0,46	34,3	0,77	0,08	0,06		0,02	16,36	11,07	2,04	1,52					
E ₁	0,43	0,25	0,01	25,0	0,60	0,06	0,06		0,01	17,00	10,38	1,57	2,88					
E ₂	0,07	0,04	0,01	4,0	0,08	0,06	0,04		0,02	2,27	1,59	2,35	5,50					
B _{hsm1}	0,88	0,51	0,02	25,5	0,27	0,43	0,16		0,02	1,07	0,86	4,22	0,50					
B _{hsm2}	1,52	0,88	0,03	29,3	0,31	0,57	0,18		0,02	0,92	0,77	4,97	0,03					

Perfil 20 (16)

Classificação atual: LATOSSOLO AMARELO Distrófico argissólico.

Classificação anterior: Typic Umbriorthox ou Latossolo Vermelho Amarelo (Unidade Água Sumida).

Localização: estrada Camacã/Jacareci, lado direito, distando 15 km da sede do município de Camacã.

Situação: meia encosta de elevação.

Relevo: forte ondulado com morros de topo arredondado, vertente convexas de centenas de metros e vales em "V". Declividade de 20 %.

Altitude: 300 m.

Erosão: laminar ligeira.

Drenagem: acentuadamente drenado.

Material Originário: rochas intermediárias do Cristalino.

Vegetação primitiva: Floresta Tropical Perenifólia.

Uso atual: cacau de aspecto regular e pastagem suja.

A 00 - 8cm, bruno escuro (10 YR 4/3 - úmida); franca; moderada muito pequena a média granular; friável, plástico e pegajoso; transição ondulada e clara; pH 5,0

AB 08 - 29 cm; bruno amarelado escuro (IOYR 4/4), franco argilosa; fraca muito pequena a pequena blocos subangulares; friável, plástico e pegajoso, transição plana e difusa; pH 5,0.

Bw1 29 - 40 cm; bruno amarelado escuro (9YR 4/4 - úmida); argila; fraca pequena blocos subangulares; firme, plástico e pegajoso; transição plana e difusa. pH 4,8.

Bw2 40 - 80cm, bruno amarelado escuro (9YR 4/4 - úmida); argila; fraca média blocos subangulares; firme, plástico e pegajoso; transição plana e difusa; pH 4,8.

Bw3 80 - 110 cm, bruno (8YR 4/4 - úmida); argila; aspecto de maciça porosa que se desfaz em fraca muito pequena e pequena blocos subangulares; firme, plástico e pegajoso; pH 4,8.

Observações: raízes abundantes no A e AB, com diâmetro de 0,5 a 3 mm; comuns BA, de igual diâmetro; poucas no Bw1, e raras no Bw2.

Atividade biológica - minhocas e térmitas - no A e AB; presença de matações em decomposição ao longo do perfil; e alta porosidade.

Anotações: 28.04.01

Esta classe de solo é constituída por solos com teores mais elevados de ferro no horizonte A, teores mais elevados de carbono e melhor drenagem.

Relação textural = 1,73

Análises Físicas e Químicas

Horizonte		Granulometria (g/kg)				Argila Disp. Água	Grau de Floc.	Densidade (kg/dm ³)		Porosidade dm ³ /dm ³			Eq. Umid.	C. Hídricas (g/100g)		Água disp.
Simb	Prof cm	A.G	A.F	SI	AR	(g/kg)	(g/100g)	Ds	Dp	pt	mp	Mp	(%)	0,033 MPa	1,5 Mpa	g/100g
A _p	00-08	378	110	339	173	40	77									
AB	08-25	253	109	255	384											
BA	25-40	220	96	212	472	20	95									
B _{w1}	40-80	221	88	185	506	20	96									
B _{w2}	80-110	189	96	246	469	0	100									

Hz	pH		Complexo Sortivo (cmol _c /kg)						SB	T	T argila	V %	$\frac{100Al}{Al+S}$ (%)	$\frac{100Na}{CTC}$ (%)
Simb.	H ₂ O	KCl	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺	H ⁺	(cmol _c /kg)					
A _p	5,1	4,4	3,3	2,3	0,19	0,12	0,5	8,20	5,91	14,61				
AB	5,1	4,4	0,5	0,9	0,12	0,19	1,4	6,15	1,71	9,26				
BA	5,0	4,5	0,3	0,5	0,07	0,06	1,0	5,50	0,93	7,43				
B _{w1}	4,7	5,0	0,2	1,1	0,06	0,09	0,2	5,30	1,45	6,95	13,74			
B _{w2}	4,8	5,0	0,1	1,0	0,07	0,14	0,3	4,60	1,31	6,21	13,24			

Hz	M.O	C	N	C/N	Ataque com H ₂ SO ₄ d=1,47 (%)					Ki	Kr	$\frac{Al_2O_3}{Fe_2O_3}$	Silte argila	P mg/kg	Fe	Zn	Cu	Mn
Simb.	g/kg				SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	P ₂ O ₅									
A _p	4,93	2,86	0,18	15,9	6,99	5,37	13,71		0,31	2,21	0,61	0,61	1,96					
AB	2,71	1,57	0,16	9,8	8,30	13,18	16,29		0,37	1,07	1,27	1,27						
BA	2,22	1,29	0,11	11,7	8,91	21,47	6,95		0,35	0,71	4,85	4,85	0,45					
B _{w1}	1,31	0,76	0,08	9,5	11,66	22,97	7,95		0,35	0,71	4,53	4,53	0,37					
B _{w2}	0,97	0,56	0,06	9,3	12,50	25,23	8,45		0,37	0,69	4,68	4,68	0,52					

Perfil 28 (48)

Data: 06.11.1964.

Classificação atual: NEOSSOLO QUARTZARÊNICO órtico argissólico.

Classificação anterior: Quartzipsamments (Unidade: Cairo).

Localização: Corte de estrada, lado esquerdo da estrada Guaibim-Valença, distando 11,6 Km da cidade de Valença.

Situação E Declividade: Topo de elevação variando de 20 - 30% de declividade.

Litologia e Formação Geológica: Arenito consolidado(?) Cretáceo: Formação Sergi.

Material Originário: Arenito.

Relevo: Ondulado e forte ondulado, com vertentes ligeiramente convexas de dezenas de metros.

Vegetação Primitiva: Floresta Tropical Perenifólia Úmida com piaçava.

Vegetação Atual: Floresta em regeneração - capoeira.

Altitude: 60 metros.

Drenagem: Excessivamente drenado.

Erosão: Laminar forte e voçorocas.

Uso atual: Piaçava, mandioca e abacaxi.

A 0- 18 cm; bruno (10YR 4/3 - úmida); areia; fraca muito pequena granular e grãos simples; friável, não plástico e não pegajoso; transição plana e clara.

AC1 18 - 32 cm; bruno amarelado escuro (10YR 4/4 - úmida); areia; fraca pequena granular e grãos simples, friável, não plástico e não pegajoso; transição plana e abrupta.

AC2 32 - 48 cm; amarelo avermelhado (8,5YR 6/6 - úmida); areia; fraca pequena blocos subangulares e grãos simples; macio, friável, não plástico e não pegajoso; transição plana e gradual; pH.

C₁ 48 - 190 cm, amarelo avermelhado (8,5YR 6/8 - úmida); areia fraca pequena a média blocos subangulares; macio, muito friável, não plástico e não pegajoso; transição plana e gradual.

C₂ 190 - 235 cm; amarelo avermelhado (6,5YR 6/8 - úmida); areia; fraca pequena a média blocos subangulares; macio, muito friável" não plástico e não pegajoso; transição plana e gradual.

C₃ 235 - 285cm; amarelo avermelhado (4,5YR 6/8 - úmida); franco argilo arenoso; fraca pequena a média blocos subangulares; macio, muito friável, não plástico e não pegajoso.

Observações: raízes abundantes no horizonte A, predominando as de diâmetro em torno de 1 - 2 mm, ocorrendo também raízes poucas de diâmetro de 8 mm. Poucas no AC, decrescendo gradativamente até o C, onde elas são raras. Perfil poroso, com poros em torno de 1 mm de diâmetro, com maior incidência nos sub horizontes: C 1 e C2.

Atividade biológica no horizonte A, proveniente de minhocas.

Foi coletada amostra de fertilidade que tomou o nº F -50.

Anotações: 03.05.01

Análises Físicas e Químicas

Horizonte		Granulometria (g/kg)				Argila disp. água	Grau de Floc.	Densidade (kg/dm ³)		Porosidade dm ³ /dm ³			Eq. Umid.	C. Hídricas (g/100g)		Água disp.
Simb	Prof cm	A.G	A.F	SI	AR	(g/kg)	(g/100g)	Ds	Dp	pt	mp	Mp	(%)	0,033 MPa	1,5 Mpa	g/100g
A	0-18	510	350	40	100	20	80						8			
AC ₁	18-32	580	300	20	100	20	80						6			
AC ₂	32-48	620	250	20	110	30	73						7			
C ₁	48-235	570	300	30	100	20	80						7			
C ₂	235-285	620	270	20	90	20	78						5			
C ₃	235-285	560	350	20	70	40	43						4			

Hz	pH		Complexo Sortivo (cmol./kg)						SB	T	T argila	V %	100Al Al+S (%)	100Na CTC (%)
Simb.	H ₂ O	KCl	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺	H ⁺	(cmol./kg)					
A	5,3	4,5	0,4		0,05	0,13	0,9	3,5	0,6	5,0		12	60	2,6
AC ₁	5,5	4,7	0,5		0,05	0,20	0,6	2,9	0,8	4,3		19	43	4,7
AC ₂	5,5	4,8	0,4		0,03	0,17	0,3	2,6	0,6	3,5		17	34	4,8
C ₁	5,6	4,9	0,4		0,03	0,16	0,2	2,7	0,7	3,6		19	22	4,4
C ₂	5,5	4,8	0,4		0,03	0,15	0,2	1,7	0,6	2,5		24	25	6,0
C ₃	5,4	4,3	0,7		0,03	0,12	0,6	0,7	0,9	2,2		41	40	5,5

Hz	M.O	C	N	C/N	Ataque com H ₂ SO ₄ d=1,47 (%)					Ki	Kr	Al ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃	Silte argila	P ₂ O ₅ BRAY-1 (mg/100g)	Fe	Zn	Cu	Mn
					SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	P ₂ O ₅									
A	1,60	0,93	0,06	15,5	3,4	3,1	0,8	0,19	0,04	1,86	1,60	6,06	0,4	0,7				
AC ₁	1,12	0,65	0,04	16,3	3,8	3,6	1,0	0,22	0,04	1,80	1,53	5,68	0,2	0,7				
AC ₂	0,71	0,41	0,04	11,8	3,9	4,1	1,0	0,26	0,04	1,62	1,30	6,66	0,37	0,8				
C ₁	0,60	0,35	0,03	11,7	3,3	3,8	0,8	0,24	0,03	1,48	1,30	7,44	0,30	0,7				
C ₂	0,22	0,13	0,03	4,3	2,3	3,1	0,4	0,17	0,03	1,54	1,42	12,12	0,22	1,6				
C ₃	0,10	0,06	0,01	2,0	2,9	2,2	0,4	0,12	0,02	2,25	2,01	8,60	0,29	0,6				

Perfil 30

Classificação atual: ORGANOSSOLO MESICO sáprico típico.

Classificação anterior: Tropaquods ou solos orgânicos.

Localização: Estrada BA 001/Praitigi, 13,5 km, em baixada lado direito. (13° 46'48"S e 39° 10'39"W).

Situação: Baixada.

Relevo: Plano de várzea.

Drenagem: muito mal drenado.

Erosão: não aparente.

Formação Geológica:

Material Originário: decomposição "*in situ*" de detritos orgânicos e camadas de deposição aluvial.

Vegetação Natural: Floresta Tropical perenifólia de várzea.

H1 00 - 40 - material fibrico composto principalmente de raízes em decomposição organo-mineral

H2 40 -150 - material sáprico; estrutura orgânica; densidade < 15

Observações: Lençol freático com 80 cm de profundidade.

Teores de matéria orgânica: A - 23,62 e H - 29,82

Anotações: observou-se que o horizonte H atinge 150 cm de profundidade;

No horizonte H2 não se identifica mais o resto das plantas que lhe deram origem.

Análises Físicas e Químicas

Horiz. e Prof. (cm)	pH (H ₂ O)	Complexo Sortivo (cmol./kg)									100A I Al+S	P	C	N	Micronutrientes			
		Ca + Mg	K ⁺	Na ⁺	S	Al ⁺⁺⁺	H ⁺	T	V %	Fe					Zn	Cu	Mn	
A 0-20	3,8	4,4	0,0 0	0,6 2	5,02	1,1	28, 2	34,3 2	1 5	24	0	18, 7	1,1 4	1.16 4	2	1	18	
H 20-40	3,7	11,5	0,1 6	0,1 2	11,7 8	0,8	44, 2	56,7 8	2 1	18	4	17, 8	1,8 7	953	2	1	17	

Perfil 43

Data: 24.02.2000.

Classificação Atual: ARGISSOLO AMARELO Distrófico coeso A moderado textura argilosa fase floresta tropical perenifólia relevo suave ondulado e ondulado.

Classificação anterior: Haplorthox variação Tabuleiro (CIU) (Typic Haplorthox).

Localização: Estação Ecológica do Pau Brasil (ESPAB), a 15 km de Porto Seguro, em direção a Eunapólis.

Situação: Topo.

Relevo: Plano.

Drenagem: Bem drenado.

Erosão: Laminar.

Formação Geológica: Grupo Barreiras – Terciária.

Material Originário: arenitos conglomeráticos em níveis argilosos.

Vegetação natural: Floresta Tropical Perenifólia.

Uso atual: mata atlântica.

Coletor(es): Leão & Melo, 1990.

Recoletor(es): S.O. de Santana e Q. R. de Araújo.

A11 0 - 10 cm; bruno escuro (10YR 3/3 - úmido), franco argiloso; fraca granular e grãos simples, muito friável, não plástico e não pegajoso, transição plana e gradual.

E 10 - 25 cm; bruno (10YR 4/3 - úmido), franco argiloso; fraca granular e grãos de areia, muito friável, não plástico e não pegajoso, transição plana e difusa.

AE/B 25-38 cm; bruno amarelado escuro (10YR 4/4 - úmido), franco argiloso, fraca granular e maciça, muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso, transição plana e gradual.

Bt1 38 -55 cm; bruno amarelado (10YR 5/5 - úmido), franco argilo-arenoso, maciça que se desfaz em grumos, firme, plástico e pegajoso, transição plana e difusa.

Bt2 55 - 82 cm; bruno amarelado (10YR 5/6 - úmido), franco argilo-arenoso, maciça que se desfaz em grumos, friável, plástico e pegajoso, transição plana e difusa.

Bt3 82 - 130 cm; bruno amarelado (10YR 5/6m - úmido) franco argilo-arenoso, maciça que se desfaz em grumos, muito friável, plástico e pegajoso, transição plana e difusa.

Bt4 130 - 170 cm + - bruno forte (10YR 5/3 - úmido), argilo-arenoso, maciça que se desfaz em grumos, muito friável, plástico e pegajoso.

Observação: raízes com diâmetros de < 1 a 2 mm muitas no A e B1; e poucas no Bt1, Bt2 e Bt3; Presença de minhocas e formigas no A.

- Risco de Erosão das Terras

O Risco de Erosão ou Erodibilidade das Terras associa-se à suscetibilidade das terras em relação às perdas de solo devido à ação dos agentes erosivos, decorrente de atividades de exploração agropecuária e da implantação de obras de engenharia.

A metodologia adotada para o mapeamento dos riscos de erosão contempla a análise do fator crítico solo ou fatores de erodibilidade - textura, profundidade e drenagem interna; e da variável meio ou fatores de erosividade - precipitação, relevo e cobertura vegetal. A interpolação dos índices de solo com os índices do meio geram os índices gerais de Risco de Erosão, estabelecidos em cinco Classes (1 a 5) que variam do muito alto ao muito baixo (**Quadro 8.1.3.2.2**).

Mediante as características identificadas dos solos mapeados, criaram-se classes para cada grupo de informações, relacionadas ao potencial de erodibilidade, identificando a relação, de cada item, com a resistência à erosão. Como resultado, tem-se o Índice de Erodibilidade dos Solos (PES).

Para os atributos relacionados ao potencial de erosividade do meio, foram criadas classes para os diferentes graus de erosividade potencial, também indicando o potencial erosivo para cada item. O resultado da multiplicação dos numerais desses três itens gerou o Índice de Erosividade do Meio (PEM).

Para a obtenção de um índice geral que possibilite a interpolação das variáveis erodibilidade dos solos e erosividade do meio (**Quadro 8.1.3.2.3**), gerou-se o quadro geral de atributos, denominado Risco de Erosão dos Solos (RES), obtido pela multiplicação do PES e do PEM. Os índices assim obtidos no RES foram aplicados ao Sistema de Informações Geográficas - SIG, gerando um mapa com as classes gerais de atributos físicos dos solos e do meio, contendo as cinco classificações de Risco de Erosão, desde o muito alto ao muito baixo.

Quadro 8.1.3.2. - Classe de Atributos

a) Textura do Solo		
Classe	Resistência à Erosão	Classe Textural
1	Alto	Argilosa a muito argilosa
2	Moderado	Argilo-arenosa e franco-argilo-arenosa
3	Baixo	Franco-argilosa, franco-argilo-siltosa, arenosa
4	Muito Baixo	Franca, franco-arenosa, franco-siltosa, siltosa
b) Profundidade do Solo		
Classe	Resistência à erosão	Profundidade Efetiva (cm)
1	Alto	PE > 200
2	Moderado	100 < PE < 200
3	Baixo	50 < PE < 100
4	Muito Baixo	PE < 50
c) Drenagem do Solo		
Classe	Resistência à erosão	Classe de Drenagem
1	Alto	Excessivamente, fortemente e acentuadamente drenado
2	Moderado	Bem e moderadamente drenado
3	Baixo	Imperfeitamente, mal e muito mal drenado
d) Pluviometria		
Classe	Potencial de Erosividade	Pluviometria Média Anual (mm)
1	Baixo	P < 600
2	Moderado	600 < P < 900
3	Alto	P > 900

Continua.

Quadro 8.1.3.2.2 - Classe de Atributos (continuação)

e) Relevo		
Índice Relevo	Potencial de Erosividade	Declividade em %
1	Muito Baixo	$D < 3,0$
2	Baixo	$3 < d < 6$
3	Moderado	$6 < d < 12$
4	Alto	$12 < d < 20$
5	Muito Alto	$D > 20$
f) Cobertura Vegetal		
Classe	Potencial de Erosividade	Tipo de Recobrimento do Solo
1	Muito Baixo/Nulo	COMPLETO – Vegetação Nativa, Reflorestamento e Pastagem
2	Alto	PARCIAL – Agricultura e Terra Nua

Quadro 8.1.3.2. - Interpolação de Classes

Índice de Erodibilidade		$a \times b \times c = PES$ (Potencial de Erodibilidade do Solo)
Classe	Grupo de Resistência à Erosão	PES
1	Alto	< 6
2	Moderado	$> 6, < 12$
3	Baixo	$> 12, < 24$
4	Muito Baixo	> 24
Índice de Erosividade		$d \times e \times f = PEM$ (Potencial de Erosividade do Meio)
Classe	Grupo de Resistência à Erosão	PEM
1	Alto	< 6
2	Moderado	$> 6, < 10$
3	Baixo	$> 10, < 18$
4	Muito Baixo	> 18
Risco Potencial de Erosão dos Solos		$PES \times PEM = RES$ (Risco de Erosão dos Solos)
Classe	Risco de Erosão	RES
1	Muito Alto	> 12
2	Alto	$> 9, < 12$
3	Moderado	$> 6, < 9$
4	Baixo	$> 3, < 6$
5	Muito Baixo	< 3

- Classes de Risco de Erosão

As unidades de solo foram classificadas, em termos de Resistência à Erosão e segundo os fatores de erodibilidade - textura, profundidade e drenagem, como se apresenta no **Quadro 8.1.3.2.4**, com grau de resistência baixo, moderado ou alto.

Quadro 8.1.3.2. - Resistência à Erosão

Unidade	Resistência à Erosão					
	Textura		Profundidade		Drenagem	
	Resistência	Classe	Resistência	Classe	Resistência	Classe
LAd1	Moderado	2	Moderado	2	Moderado	2
LAd2	Moderado	2	Moderado	2	Moderado	2
LVAAd	Alto	1	Moderado	2	Moderado	2
PAd1	Moderado	2	Moderado	2	Moderado	2
PAd2	Baixo	3	Moderado	2	Moderado	2
PVAd1	Moderado	2	Moderado	2	Moderado	2
PVAd2	Moderado	2	Moderado	2	Moderado	2
PVAd3	Alto	1	Moderado	2	Moderado	2
PVAde	Alto	1	Baixo	3	Moderado	2
PVAe1	Alto	1	Baixo	3	Moderado	2
PVAe2	Alto	1	Moderado	2	Moderado	2
PVd	Alto	1	Baixo	3	Moderado	2
GXM	Baixo	3	Moderado	2	Baixo	3
GZ	Baixo	3	Baixo	3	Baixo	3
RQo1	Baixo	3	Baixo	3	Moderado	2
RQo2	Baixo	3	Baixo	3	Moderado	2
Eko	Baixo	3	Moderado	2	Moderado	2
Ekg	Baixo	3	Baixo	3	Alto	1

No que tange à Pluviometria, embora exista substancial diferença da precipitação anual na extremidade leste da área, que decresce em direção à extremidade oeste, adotou-se o Potencial de Erosividade uniforme para toda a área que tem pluviosidade média anual maior que 900 mm.

De acordo com as classes de declividades apresentadas neste estudo, pode-se constatar que o Potencial de Erosividade tem os graus de baixo e muito baixo em 41% da área e no extremo oposto, 47% da área se enquadram no grau de erosividade muito alto, na classe de declividade maior que 20%. Apenas 12% da área se enquadram nos graus de moderado e alto Potencial de Erosividade.

O tipo de Cobertura Vegetal define o Potencial de Erosividade, dividido em duas classes: Baixo ou Nulo para o tipo de revestimento Completo, concernente à vegetação nativa, reflorestamento e pastagem e Potencial de Erosividade Alto, que se refere à agricultura de pequeno e médio porte, com ciclos curtos e médios e à terra nua.

O Mapa de Risco de Erosão é apresentado na **Figura 8.1.3.2.21** enquanto o **Quadro 8.1.3.2.5**, extraído do referido mapa, mostra a distribuição das classes de Risco de Erosão na Área de Influência Direta - AID.

Quadro 8.1.3.2. - Risco de Erosão

Classe	Risco	Risco de Erosão		
		Área (m ²)	Área (ha)	%
1	Muito Alto	1.484.835	148,48	3,07
2	Alto	2.956.631	295,66	6,12
3	Moderado	14.451.457	1.445,15	29,91
4	Baixo	22.139.933	2.213,99	45,82
5	Muito Baixo	7.281.571	728,16	15,07
Total		48.314.427	4.831,44	100

Observa-se que as áreas com alto risco de erosão referem-se ao Latossolo Amarelo Distrófico v. Colônia arenoso, associado com a variação Colônia concrecionário, em relevo que varia de ondulado a forte-ondulado. Risco moderado de erosão apresentam os Neossolos Quarzarênico Órticos que se acham associados aos Neossolos Quartarênicos Hidromórficos, ambos em condições de relevo plano a suavemente ondulado.

Mais de 65 % da área destes solos apresentam baixo risco de erosão e correspondem aos Espodossolos, aos Gleissolos e aos Organossolos; estas classes de solos ocupam as partes mais baixas e, em geral, o relevo é plano; incluem-se entre os solos com baixo risco de erosão, os Argissolos v. Cururupe associados à Espodossolos.

- Possibilidades de Escorregamento

O balanço hídrico regional mostra um regime pluviométrico com superávit elevado em cada um dos meses ao longo do semestre fevereiro-julho. Analisando-se as características físico-hídricas da unidade Latossolo v. Colônia arenoso, que representa significativas áreas a montante da ADA, constata-se sua muita baixa capacidade de retenção de umidade, da ordem de 50 mm de água nos 130 cm de solo; isto significa que estes solos ficam saturados, em termos médios, durante um período contínuo ao longo de seis meses ao ano. Em outro perfil, de Cambissolo v. Una cascalhento, a capacidade de retenção de umidade é de 70 mm nos 112 cm de profundidade efetiva.

Como o relevo nesta área apresenta predominantemente declividades variáveis entre 11% e 40%, a probabilidade de ocorrência de deslizamentos em áreas de forte declividade é elevada, mormente quando a cobertura vegetal não é suficiente para impedi-lo. De fato, os solos saturados por períodos prolongados favorecem a esta condição, mesmo sem se considerarem os eventuais períodos de chuvas intensas.

Nas áreas de intervenções e a montante destas, em que o restabelecimento da cobertura vegetal suficiente para garantir a estabilidade dos terrenos não seja tempestivamente formada, a única solução eficaz será a instalação de sistemas de drenagem profunda, de modo a promover-se o efetivo escoamento dos excedentes hídricos.

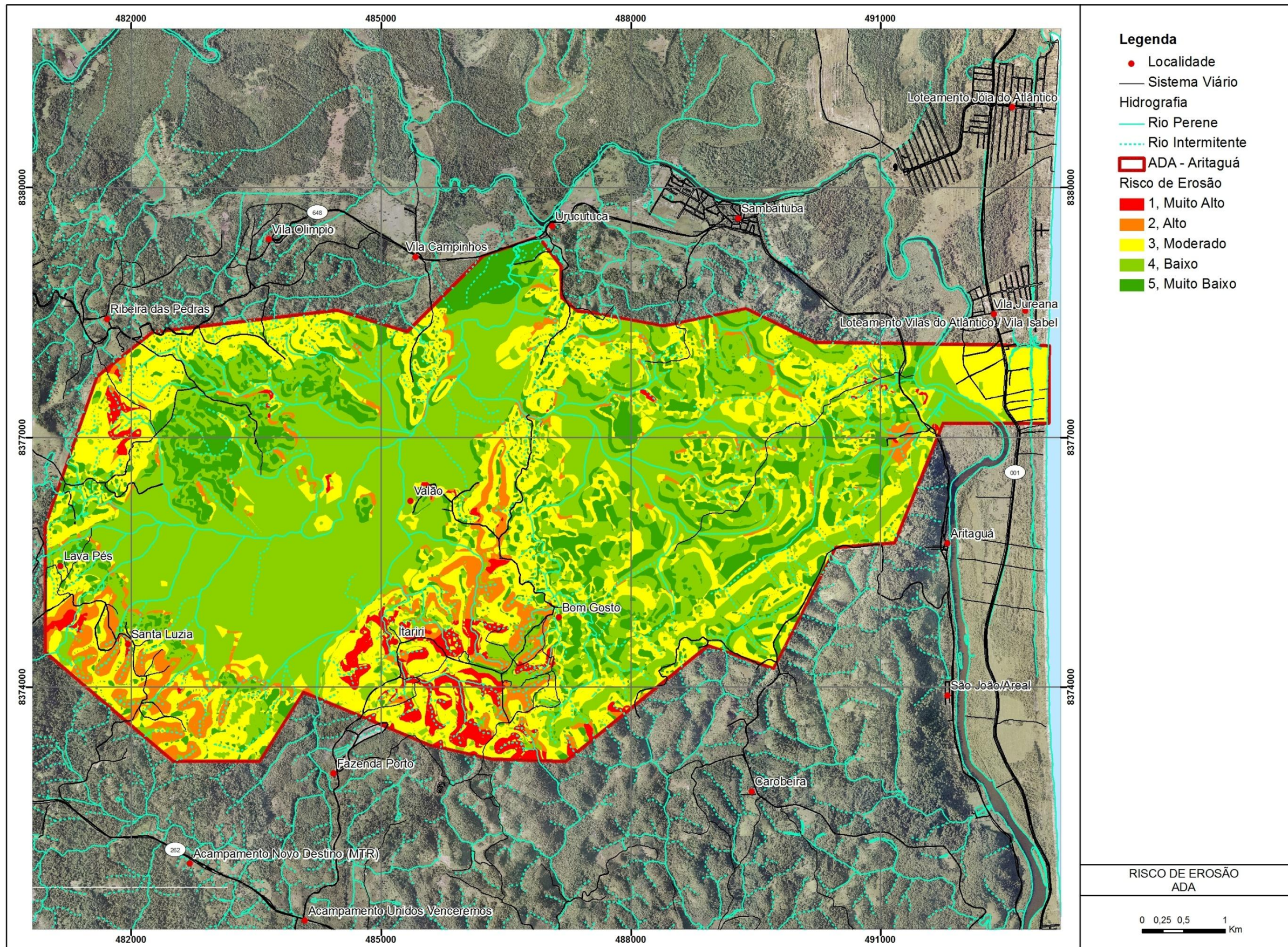


Figura 8.1.3.2. - Mapa de Risco de Erosão

8.1.3.3 Aspectos Físicos das Áreas Submersas

O estudo apresentado neste item foi adaptado do apresentado no EIA/RIMA do Terminal Portuário Privativo da Bamin (Bamin, 2009), elaborado, por sua vez, com base em dados secundários existentes na literatura especializada.

Neste subitem encontram-se caracterizados os principais aspectos físicos das Áreas de Influência do Terminal Portuário que se encontram sob domínio marinho. Serão apresentados, para as áreas submersas, os aspectos relacionados ao arcabouço geológico, fisiografia e faciologia. A caracterização abrange a plataforma continental e sua quebra, no trecho situado entre as cidades de Ilhéus e Itacaré.

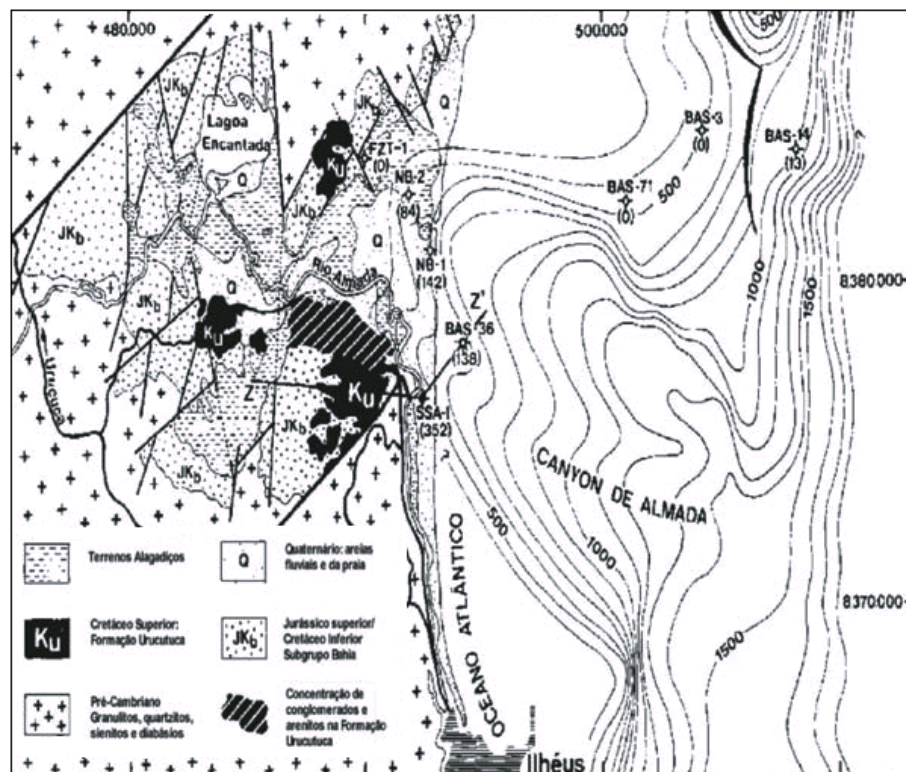
Cabe esclarecer que os aspectos físicos das áreas submersas extrapolam os limites das áreas de influência definidos para o meio físico para um melhor entendimento dos processos geológicos e geomorfológicos predominantes na região.

- **Arcabouço Geológico**

O futuro Terminal Portuário será instalado na plataforma continental interna da Bacia de Almada, que é considerada uma bacia anômala em termos de geometria, possuindo uma forma romboédrica “curta e compacta” na sua porção de *onshore* (CEIA *et al.* 2004), avançando de maneira mais aberta em direção à sua porção *offshore*.

Embora sejam raras as informações detalhadas de domínio público sobre as estruturas da plataforma e talude continentais, pode-se inferir que condições do embasamento e das estruturas presentes na porção terrestre da bacia se prolonguem mar afora (*offshore*) (**Figura 8.1.3.3.1**), formando o substrato da Bacia de Almada na porção marinha, o qual se compõe de gnaiss granulítico, denominado “granulitos da Bahia” (NETTO *et al.*, 1994).

A extensão desse embasamento, em direção ao mar, foi atestada por um poço perfurado a 1 km da costa, na plataforma continental, em lâmina d’água de 11m, onde a perfuração atingiu 2.212 m de profundidade na bacia sedimentar (SEIXAS e AZEVEDO, 1982) (**Figura 8.1.3.3.1**).



Fonte: Modificado de CARRASCO *et al.*, 2003

Nota: Observar a continuidade, mar adentro, das estruturas geológicas continentais, e a depressão no embasamento que constitui a bacia.

Figura 8.1.3.3. - Arcabouço estrutural da Bacia de Almada.

Sob o aspecto estrutural, as características da plataforma e talude continentais na Bacia de Almada equivalem àquelas conhecidas para a margem continental leste brasileira. Em geral, essas estruturas são representadas por falhas normais, linhas de charneira e estruturas transversais (zonas de fraturas).

O basculamento da bacia na direção do oceano desencadeou a ocorrência de movimentos verticais opostos, com a consequente subsidência e soerguimento de blocos, a partir da reativação de antigas linhas de fraqueza preexistentes no embasamento. A disposição estrutural, sob a forma de blocos rebaixados em direção ao sopé continental, permitiu, nas áreas atuais do talude e sopé continental, o armazenamento de espessos pacotes sedimentares (GUAZELLI e CARVALHO, 1981).

Segundo GUAZELLI e CARVALHO (*op. cit.*), o embasamento mostra-se bastante deformado pelos falhamentos normais que ocorrem, em geral, paralelamente aos principais alinhamentos das rochas pré-cambrianas da área costeira emersa adjacente.

Essas falhas são importantes na definição e determinação das bacias tectônicas mesozoicas, onde, localmente, seus arranjos constituem-se em blocos elevados, que se dispõem de maneira longitudinal ou oblíqua à linha de costa, atuando como elementos de delimitação das bacias marginais. As informações disponíveis apontam para a presença desses altos somente na plataforma continental, sem o seu registro em direção ao sopé continental (ASMUS e PORTO, 1980).

Quanto ao neotectonismo e à sismicidade, é descrita a ocorrência de neotectônica próxima à região da Bacia de Almada (MARTIN *et al.*, 1984; e SUGUIO e MARTIN, 1996), em áreas situadas, ao norte, entre as cidades de Salvador e Camamu. Na área mais próxima ao empreendimento, é possível a ocorrência de neotectonismo, como atestado por SILVA e TRICART (1980), com base em evidências geológicas existentes entre as cidades de Salvador e Belmonte, tais como registros de falhamentos em pacotes sedimentares, subsidência de formações quaternárias no litoral, dentre outros.

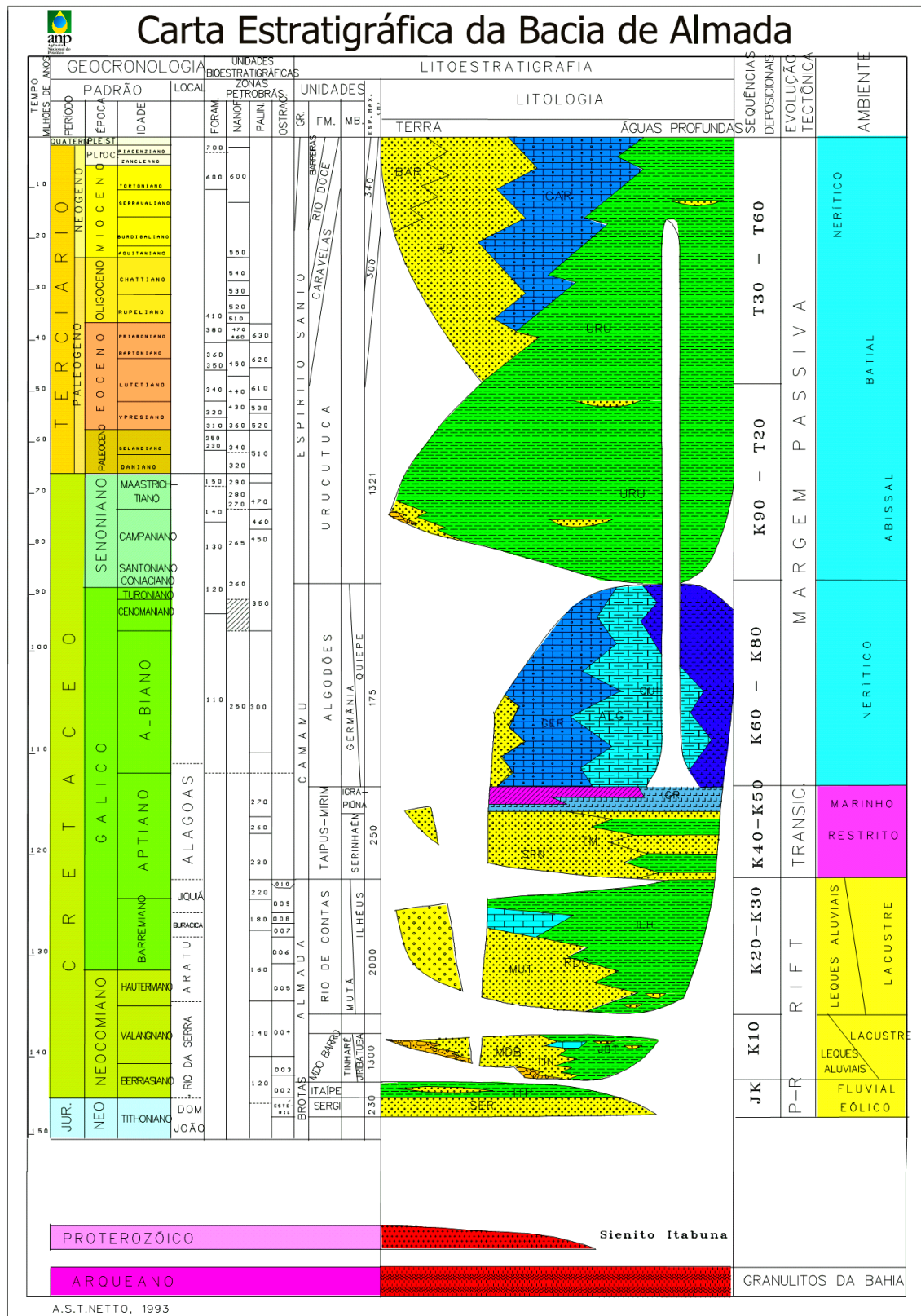
Quanto a sismicidade, MIOTO (1993) menciona a possibilidade de existência atual de zonas de falhas ativas na porção leste do Escudo Oriental. Embora não sejam observados registros sísmicos na área da Bacia de Almada, a existência dessas zonas de falhas permite considerar a possibilidade de sismicidade, haja vista os sismos registrados em algumas localidades da porção centro-sul do Estado da Bahia (SADOWSKI *et al.*, 1978; BERROCAL *et al.*, 1984; MIOTO, *op.cit.*, ASSUMPÇÃO, 2007), sendo os mais próximos da região de inserção do empreendimento, os ocorridos em Ibicaraí e Jequié, de baixa magnitude.

Na área marinha onde será instalado o empreendimento não se tem disponível, até o momento, informações acerca do embasamento rochoso e suas condições estruturais. Contudo, pode-se inferir, com base nas informações sobre o embasamento da Bacia de Almada, que este seja constituído pelos granulitos da Bahia. Quanto às condições estruturais, também, é possível que as estruturas presentes no embasamento continental se prolonguem em direção ao mar.

A porção rasa da plataforma continental da Bacia de Almada está sobreposta ao Grupo Espírito Santo, que é subdividido nas Formações Urucutuca, Caravelas e Rio Doce.

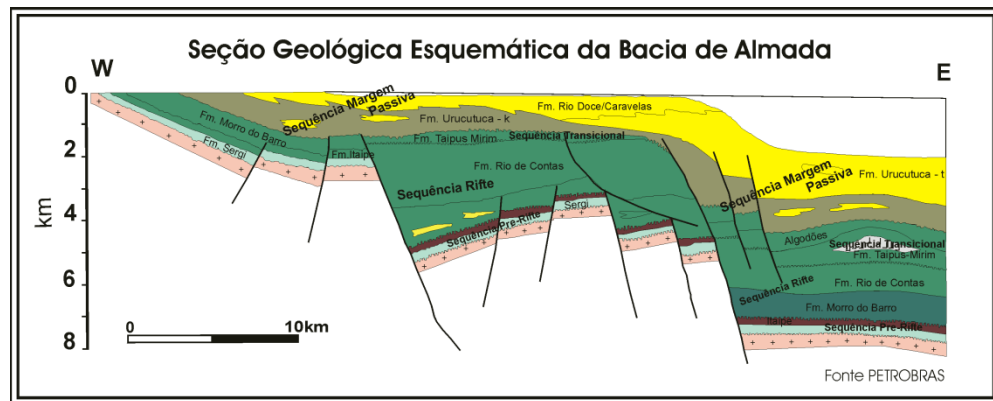
O Grupo Espírito Santo é representado pelas rochas mais recentes na bacia, sendo constituído por folhelhos (Formação Urucutuca), carbonatos (Formação Caravelas) e arenitos (Formação Rio Doce) (NETTO *et al.*, 1994). O início de sedimentação desse Grupo se deu a partir do Coniaciano, estendendo-se até o Holoceno (**Figuras 8.1.3.3.2 e 8.1.3.3.3**). Dentre essas Formações, somente a Rio Doce será abordada neste Diagnóstico, tendo em vista a natureza do empreendimento.

A Formação Rio Doce é basicamente composta por arenitos, tendo início de deposição no Eoceno, se estendendo até o Holoceno. Em direção mar afora (*offshore*), já na plataforma continental externa, os sedimentos pertencem à Formação Caravelas, de natureza carbonática.



Fonte: ANP (acessado em junho/2009)

Figura 8.1.3.3. - Carta Estratigráfica da Bacia de Almada

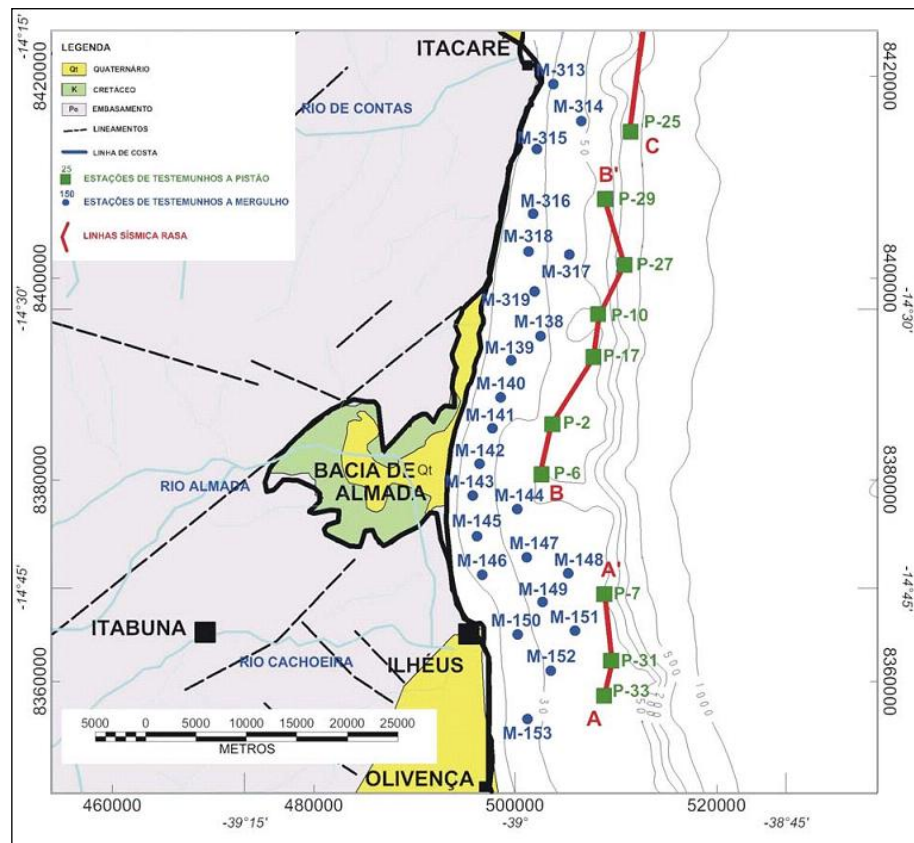


Fonte: CPRM (acessado em junho/2009)

Figura 8.1.3.3. - Seção Geológica da Bacia de Almada

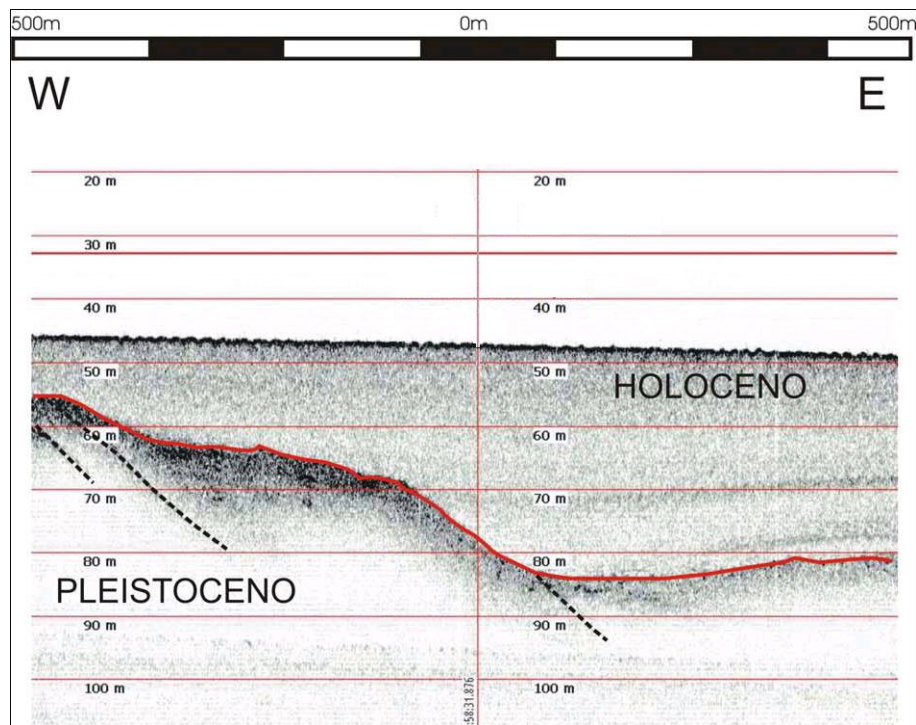
Estudo realizado por FREIRE (2006) na plataforma continental interna entre Ilhéus e Itacaré, com base em sísmica de alta resolução, mostra um substrato rígido (refletor) que é paralelo ao fundo marinho, estendendo-se desde a linha de costa até a quebra da plataforma, estando, em média, a cerca de 3-4 m abaixo do assoalho oceânico, tornando-se mais espesso em direção ao talude. O estudo teve por base a realização de testemunhos a mergulho autônomo e testemunhos a pistão, sendo os mais próximos à área do empreendimento os testemunhos M-140, M-141, M-142 e M-143, localizados no *shoreface* e na plataforma interna (**Figura 8.1.3.3.4**).

Tal superfície foi interpretada como sendo uma “superfície de tempo” que separa duas sequências sedimentares - holocênica e pleistocênica -, tendo, aparentemente, o mesmo tipo litológico, porém com graus de litificação diferenciados. As falhas existentes nesse substrato são interpretadas como recentes, estando relacionadas a neotectonismo na região (**Figura 8.1.3.3.5**).



Fonte: FREIRE, 2006.

Figura 8.1.3.3. - Mapa Geológico Simplificado com os Principais Pontos de Amostragem e Seções Sísmicas



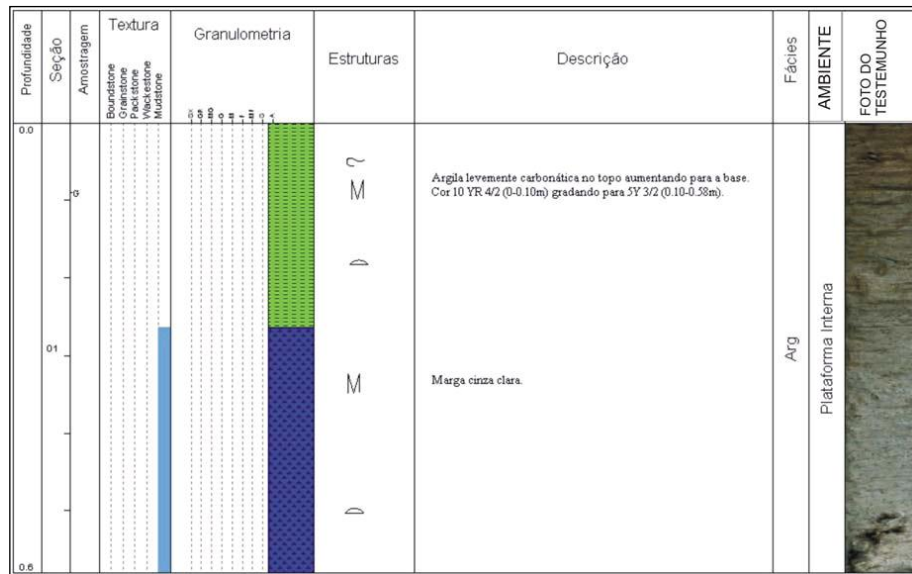
Fonte: Modificado de FREIRE, 2006.

Nota: São observados falhamentos normais na unidade pleistocênica, com mergulho na direção mar fora.

Figura 8.1.3.3. - Seção Sísmica *dip* (Perpendicular à Linha de Costa) no Ponto P-6, Situado na Borda Norte do Cânion de Almada, Próximo à Área do Futuro Empreendimento

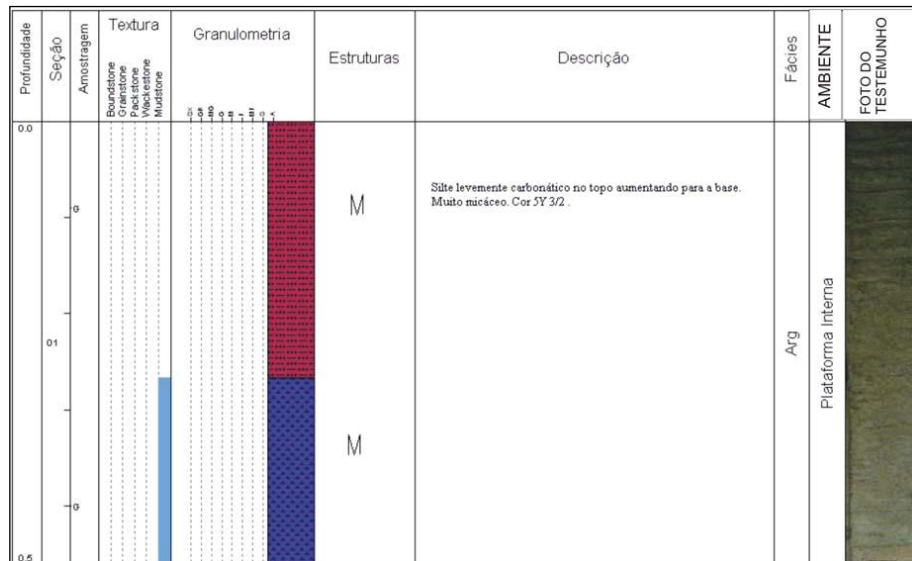
No mesmo estudo realizado por FREIRE (2006) é descrita detalhadamente a camada sedimentar que se sobrepõe à parte superior da Formação Rio Doce, próxima à área do futuro Terminal Portuário.

Os resultados obtidos mostraram lamas siliciclásticas nos topos, as quais se sobrepõem as fácies de areia e cascalho bioclástico. A presença de lama siliciclástica sobre a fácies de areia e cascalho bioclástico, evidencia um aporte de material terrígeno plataforma adentro, principalmente próximo às desembocaduras fluviais, no caso, o rio Almada. Os principais constituintes da fácies areia e cascalho bioclástico são os rodolitos (**Figuras 8.1.3.3.6 e 8.1.3.3.7**).



Fonte: FREIRE, 2006.

Figura 8.1.3.3. - Descrição do Testemunho a Mergulho Autônomo M-142



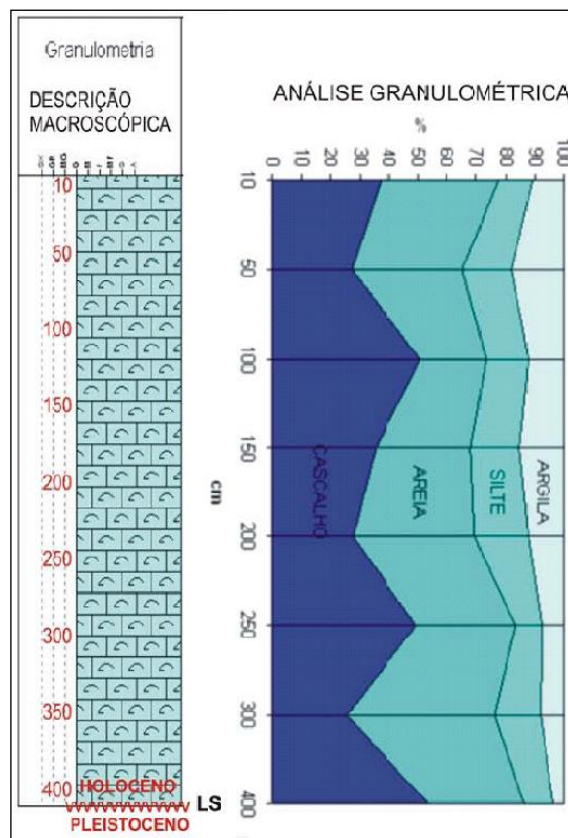
Fonte: FREIRE, 2006.

Figura 8.1.3.3. - Descrição do Testemunho a Mergulho Autônomo M-143

Os testemunhos a pistão mais próximos a área foram P-2 e P-6. O testemunho P-2 mostrou um padrão granulométrico granocrescente ascendente. Entre as profundidades de 1m e 2m, houve um aumento na fração cascalho, evidenciando, de forma brusca, um melhor desenvolvimento dos rodolitos. O testemunho a pistão P-6, na borda norte do cânion de Almada, foi constituído de lama carbonática, com baixo conteúdo fossilífero macroscópico, não apresentando estruturas sedimentares ou padrões de variações texturais visíveis.

A presença de marga na posição junto ao cânion sugere que os vales submarinos, quando preenchidos, apresentam margas em seu interior, gradando a lamas siliciclásticas em direção ao continente e, conseqüentemente, em direção às desembocaduras fluviais. O incremento da fração silte siliciclástico, a cerca de 2m de profundidade, pode estar associado a descargas excepcionais dos rios na vizinhança, ou retrabalhamento por tempestades mais vigorosas.

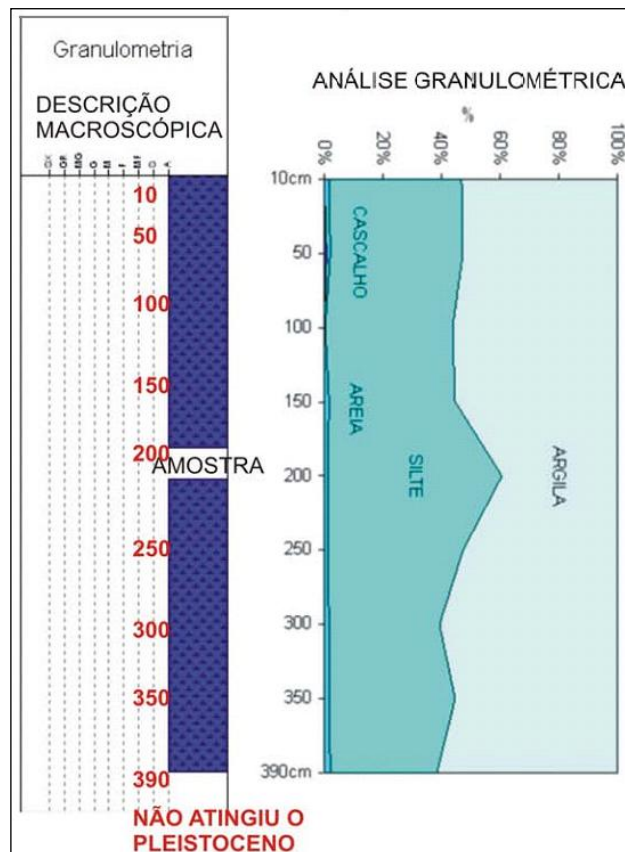
As análises granulométricas dos testemunhos P-2 e P-6 mostraram um padrão de sedimentação sem variação, indicando que a granulometria, na média, se manteve constante durante todo o período deposicional. Tais testemunhos constituem-se de sedimentos carbonáticos e estão localizados na plataforma média a externa (**Figuras 8.1.3.3.8 e 8.1.3.3.9**).



Fonte: FREIRE, 2006.

Nota: Observam-se pequenas variações granulométricas registradas, não constatadas na descrição macroscópica.

Figura 8.1.3.3. - Análises Granulométricas e Perfil Litológico do Testemunho P-2

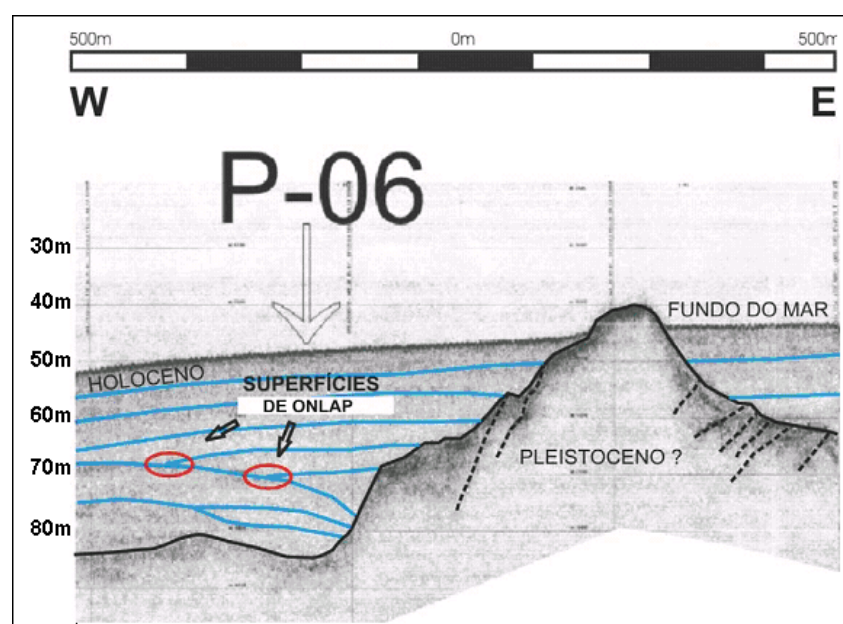


Fonte: FREIRE, 2006.

Nota: Observa-se um aumento da fração silte na profundidade de 2 m, fato que pode evidenciar aporte sedimentar terrígeno na área.

Figura 8.1.3.3. - Análises Granulométricas e Perfil Litológico do Testemunho P-6

Além desse pacote sedimentar superficial foram também observados em P-6, afloramentos rochosos, falhas, fraturas, superfícies de *onlap* e insinuações erosivas, (**Figura 8.1.3.3.10**).



Fonte: FREIRE, 2006.

Nota: Observa-se a presença de fraturas e superfícies erosivas no corpo rochoso, bem como as superfícies de *onlap* nas camadas lamosas holocênicas.

Figura 8.1.3.3. - Linha Sísmica (dip) Rasa no Ponto P-6, Mostrando Possível Afloramento do Pleistoceno

Na plataforma interna, onde predomina a acumulação de sedimentos siliciclásticos, as evidências apontam para empilhamentos progradacionais, indicados pela granocrescência ascendente e pelo fato das fácies siliciclásticas recobrirem fácies de areia e cascalho bioclástico.

Nas plataformas média e externa, onde predominam sedimentos carbonáticos, a sedimentação granocrescente ascendente, estaria relacionada, em sua maioria, a um aumento na percentagem de rodolitos, podendo resultar de uma diminuição das taxas de sedimentação com o prosseguimento da inundação da plataforma, durante o Holoceno. Tal diminuição nas taxas de sedimentação favoreceria o desenvolvimento dos rodolitos e seu aumento de tamanho.

Os registros sísmicos de alta resolução de FREIRE (*op. cit.*), mostram um refletor forte que se mantém paralelo ao fundo do mar, que se encontra, em média, a cerca de 3-4m abaixo do fundo do marinho, sendo menos profundo próximo à linha de costa e mais profundo próximo ao talude. Por ser mais resistente, essa superfície interferiu na penetração dos testemunhos a pistão, limitando o recuperado dos mesmos a essa profundidade.

- Faciologia do Fundo Marinho

A área da plataforma continental entre Ilhéus e Itacaré apresenta dois tipos de fácies de sedimentos superficiais: terrígenas e carbonáticas.

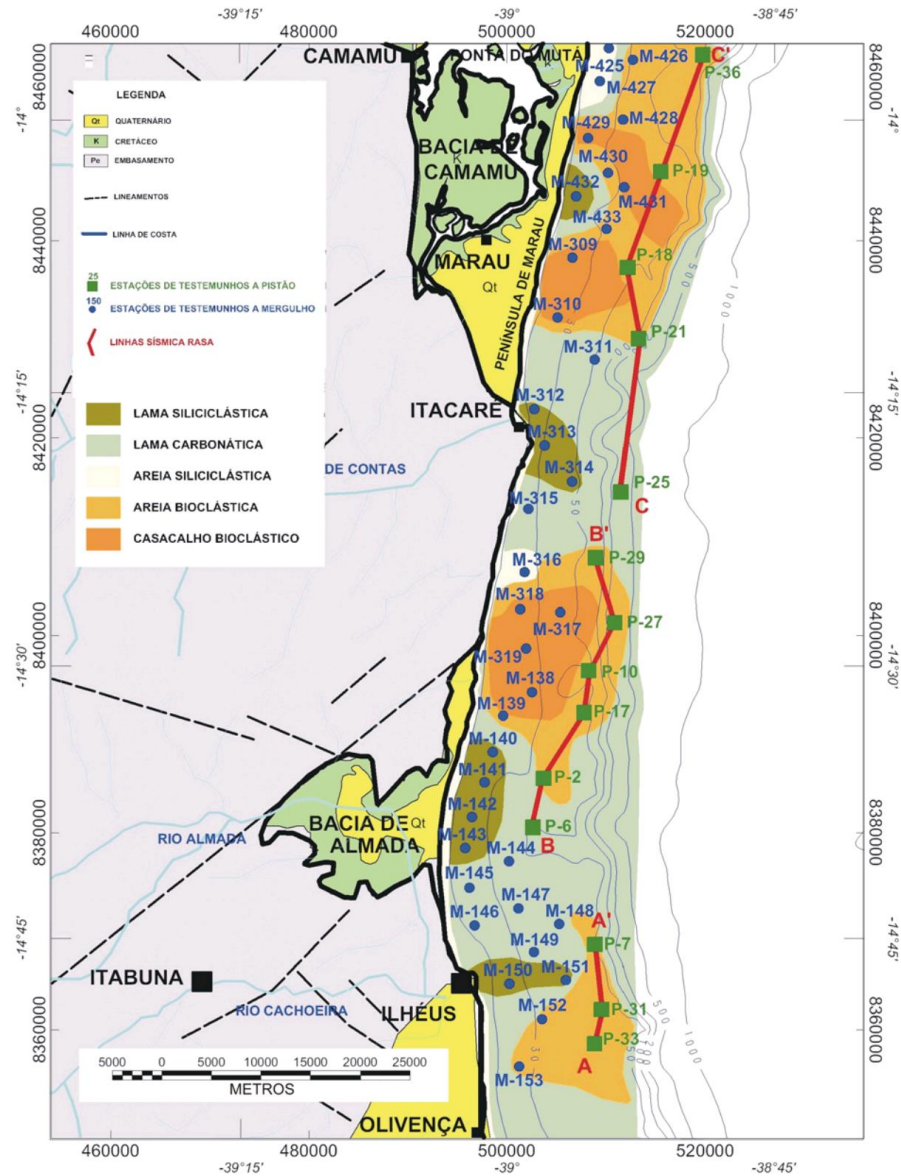
As fácies terrígenas podem ser arenosa e lamosa. A fácies arenosa restringe-se a plataforma interna, até a profundidade de, no máximo, 15 m, sendo representada por areias siliciclásticas holocênicas, as quais são retrabalhadas até os dias atuais (Projeto REMAC, 1979). Essa fácies recobre, na área, fácies de areia e cascalho bioclástico (FREIRE, 2006) (**Figura 8.1.3.3.11**).

A fácies lamosa recobre a plataforma interna e, parcialmente, a plataforma média. É representada por sedimentos de deságue fluvial, estando situada à embocadura dos rios de Contas, Almada e Cachoeira. Destaca-se que o atual deságue do rio Almada se direciona ao sul, mas as lamas presentes na plataforma denotam, possivelmente, a antiga posição da embocadura desse rio.

As fácies carbonáticas ocorrem por toda a plataforma. Na plataforma interna, média e externa é observada a fácies de lamas carbonáticas, a qual ocorre imediatamente após as fácies arenosas e lamosas terrígenas.

Ao norte, ao largo de Morro Grande, estão dispostas as fácies de areias e cascalhos bioclásticos. Segundo Projeto REMAC (1979), essas fácies são compostas por algas recifais e por algas coralíneas ramificantes (*maerl*).

FREIRE (*op. cit.*) identificou, a partir de testemunhagens, a presença de rodolitos, cuja presença seria resultado, no passado, de uma diminuição das taxas de sedimentação terrígena e uma inundação da plataforma por transgressão durante o Holoceno.



Fonte: FREIRE, 2006.

Figura 8.1.3.3.11 - Mapa Faciológico da Plataforma e Talude Continentais

8.1.4 Geomorfologia e Espeleologia

8.1.4.1 Geomorfologia

- Caracterização Regional da Geomorfologia da AII

O estudo do relevo é imprescindível na análise ambiental por fornecer elementos importantes para a compreensão da fragilidade ou vulnerabilidade ambiental, pois a depender de suas características pode dificultar ou facilitar o desenvolvimento de atividades humanas.

O relevo, segundo Casseti (1995), pode ser visto como o resultado da complexa relação entre forças antagônicas, do mesmo modo que é um produto em permanente processo de modificação, dado à constante ação e reação entre a matéria e energia, agindo através dos diferentes componentes da natureza. Portanto, não é um produto acabado, e sim um componente do estrato geográfico no qual vive o homem, constituindo-se em suporte das

interações naturais e sociais, sendo, então, uma categoria de interesse geográfico, pois nele se reflete o jogo das combinações naturais e sociais.

Assim, ao mesmo tempo em que o relevo é um componente da natureza, constitui-se também em recurso natural, revestindo-se de interesse geográfico e, portanto, de preocupação ambiental uma vez que jamais poderá deixar de ser tratado sob o prisma antropocêntrico (CASSETI, 1995).

Nesse contexto, estão inseridas as paisagens morfológicas brasileiras, alicerçadas por estruturas geológicas de escudos cristalinos, dobramentos antigos e bacias sedimentares recentes, modeladas por processos paleoclimáticos, assim como pela dinâmica climática atual.

Na Bahia, a combinação de elementos físico-naturais também lhe confere uma diversidade de paisagens morfológicas importantes, que muitas das vezes está associada a uma complexa interação entre estruturas geológicas e agentes climáticos, fato que possibilita, ao longo do seu espaço, uma variedade de paisagens geomorfológicas.

Em relação ao litoral sul da Bahia, as feições morfológicas que compõem a paisagem natural são resultantes de uma combinação de fatores climáticos e litoestruturais, que na sua troca de matéria e energia favorece a formação de vários domínios geomorfológicos, como: os Domínios de Mares de Morros, os Tabuleiros Costeiros e as Planícies Litorâneas.

Segundo a SEI (1999), tomados seu conjunto os Domínios de Mares de Morros e os Tabuleiros Costeiros ocupam uma superfície que se estende longitudinalmente desde o norte de Valença, até o sul do município de Canavieiras. Correspondendo a uma área de morros com vertentes convexas modeladas em rochas cristalinas antigas e de feições tabulares, cuja origem está ligada à estrutura de camadas sedimentares terciárias que recobrem aquelas rochas. A diversidade de paisagens é devido à interação de fatores litoestruturais e morfoclimáticos, modificados pela ação humana.

No tocante às planícies litorâneas, são ambientes naturais formadas por praias, cordões litorâneos, restingas e terraços arenosos, ambientes construídos pela acumulação sucessiva de sedimentos inconsolidados, cortados por canais e retrabalhados pelos mecanismos das marés. Essas formas são colonizadas por Formações Pioneiras com espécies rasteiras e arbóreo-arbustivas de restingas típicas de áreas halófitas e de terrenos inundados (SEI 1999).

- Aspectos Gerais das Unidades Geomorfológicas da AID e da ADA

A descrição e caracterização das unidades geomorfológicas levaram em consideração a dinâmica morfológica da AID e da ADA, onde é possível identificar paisagens comuns nas duas áreas de interesse para a implantação do empreendimento. Assim, as unidades morfológicas presentes na AID estarão contidas na ADA.

A formação geomorfológica da AID e da ADA são heterogêneas, situação ocasionada pelas diferentes características geológicas e litoestratigráficas associadas aos condicionantes climáticos e hidrográficos locais.

Dessa maneira é possível identificar e descrever as seguintes unidades geomorfológicas que compõem a paisagem morfológica da AID e da ADA (**Figura 8.1.4.1.1**):

- Planaltos Mamelonizados sobre o Embasamento Cristalino

- Tabuleiros sobre as Formações Sedimentares
- Patamar Colinoso
- Planície Litorânea

Planaltos Mamelonizados sobre o Embasamento Cristalino

A forma de relevo predominante nesta unidade são os morros mamelonizados bastante dissecados pela influência climática e pela rede hidrográfica atual. As vertentes se caracterizam pela convexidade, influenciada pela composição litológica desta área, constituída de rochas cristalinas do Complexo Ibicaraí-Buerarema e da Suite Intrusiva Alcalina Itabuna-Floresta Azul, (vide Geologia) que favorece a predominância do componente paralelo (escoamento superficial), e por conta da tectônica são encontradas também vertentes retilíneas onde ocorre, geralmente, o escoamento difuso, além de vales encaixados.

A topografia desta unidade geomorfológica possui altitudes que variam em torno de 120 metros (**Figura 8.1.4.1.2**), com declividades variadas nas encostas em torno de 40 graus (**Figura 8.1.4.1.3**), sendo mais acentuada nas áreas com forte influência da tectônica, podendo alcançar declives de até 90 graus (**Figura 8.1.4.1.4**).

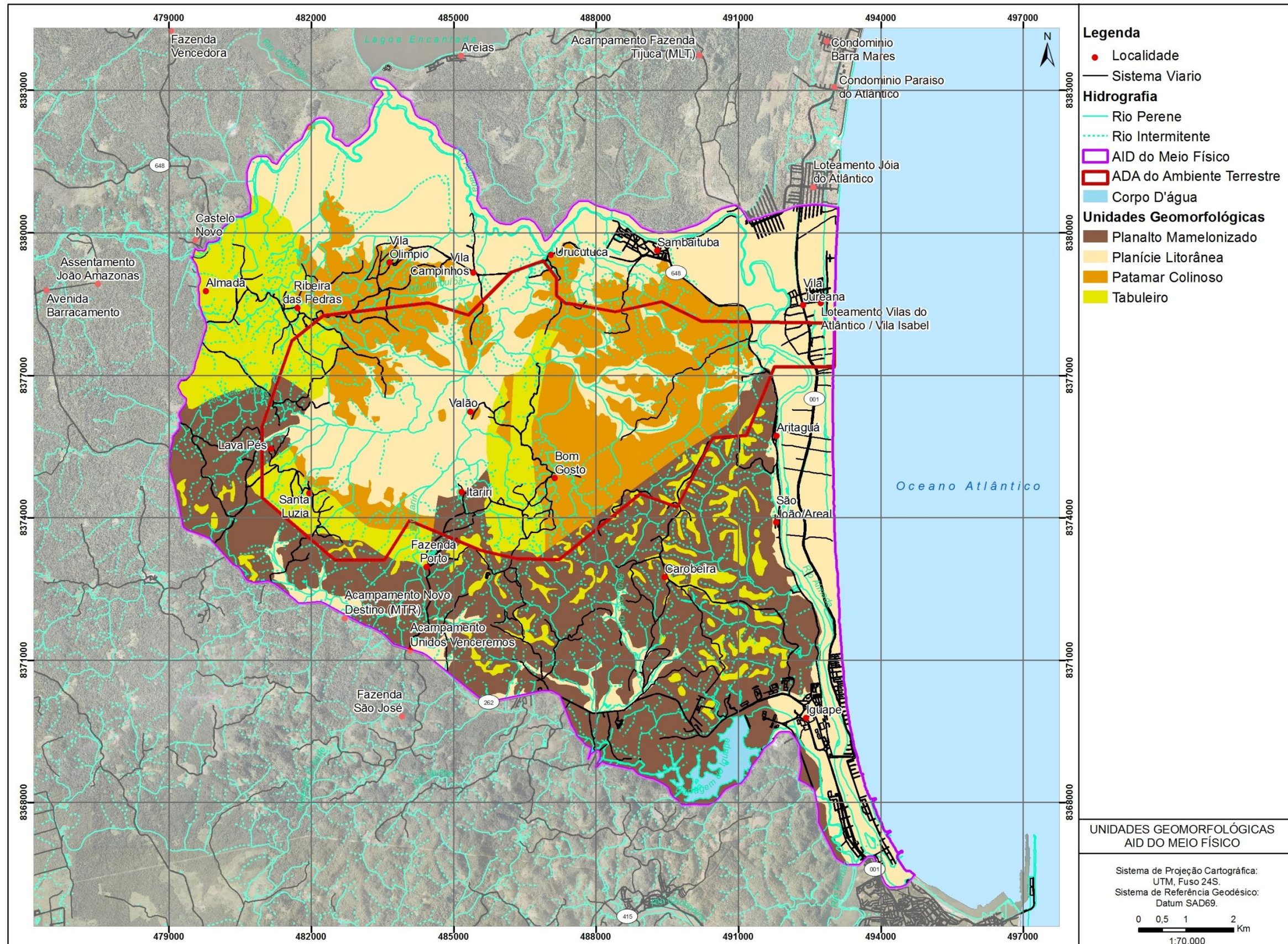


Figura 8.1.4.1.1 - Unidades Geomorfológicas da AID e da ADA

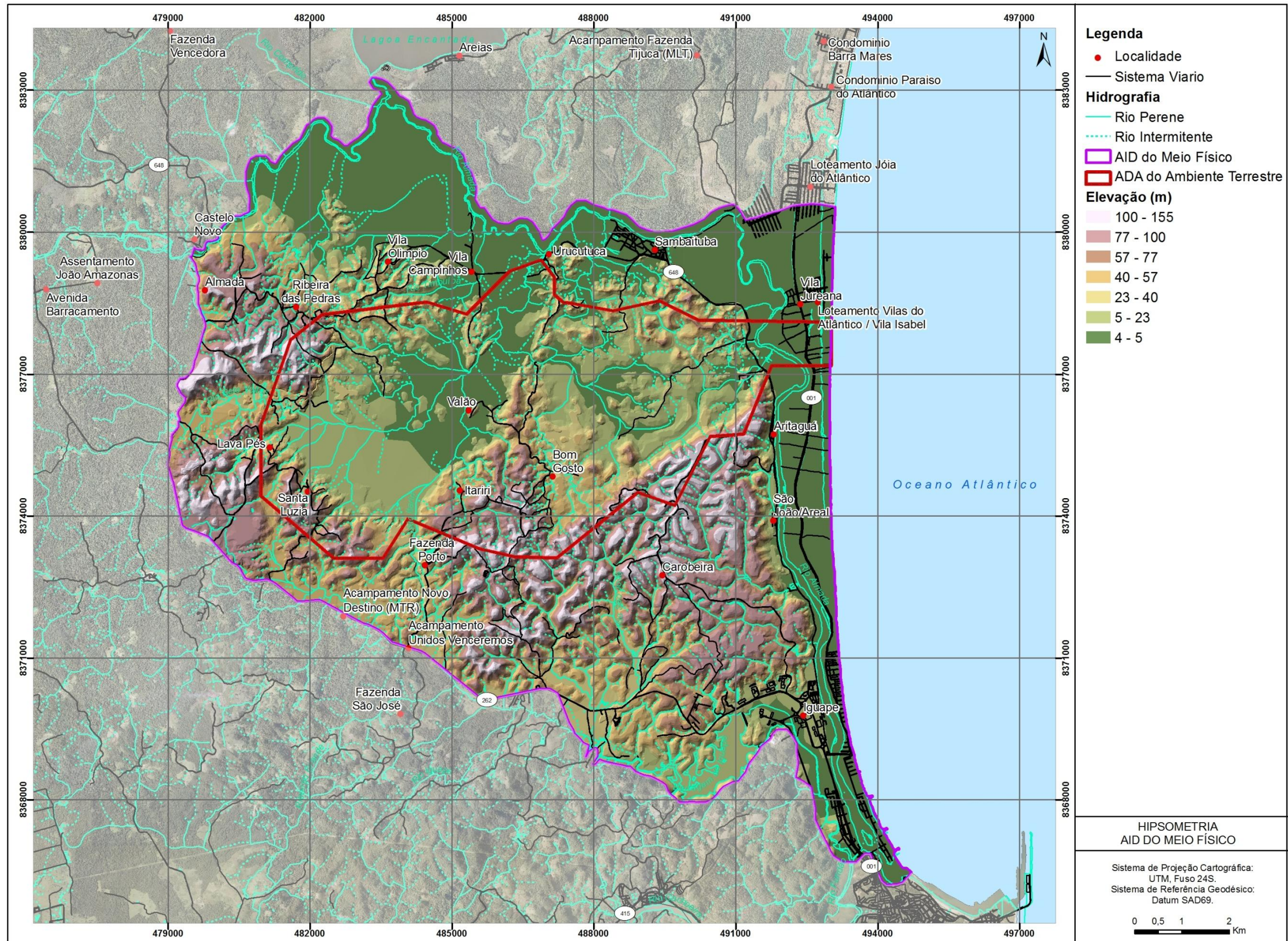


Figura 8.1.4.1.2 - Mapa de Hipsometria da AID e da ADA

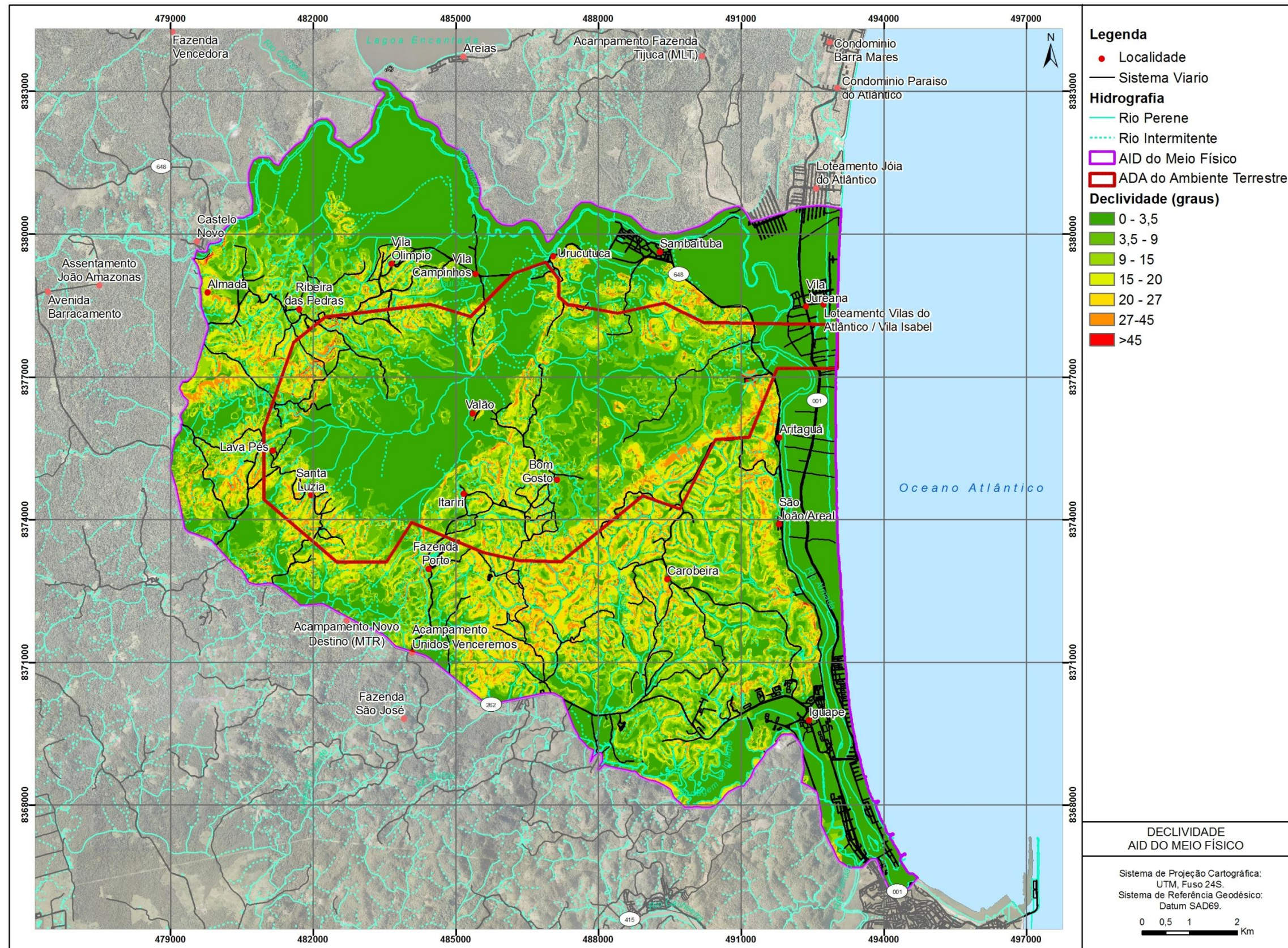


Figura 8.1.4.1.3 - Mapa de Declividade da AID e da ADA



Figura 8.1.4.1.4 - Vertentes Íngremes com Acentuada Declividade, por Conta da Influência Tectônica

Uma característica natural importante na paisagem é a predominância de uma densa cobertura vegetal típica de mata atlântica (**Figura 8.1.4.1.5**), fato que contribui para o controle da ação dos processos erosionais. Porém, percebe-se em alguns locais o desmatamento para o desenvolvimento de atividades agropecuárias, condições que podem favorecer ao desencadeamento de impactos ambientais, como o surgimento de voçorocas, compactação do solo e movimento de massa (**Figura 8.1.4.1.6**).



Figura 8.1.4.1.5 - Cobertura Vegetal Típica de Mata Atlântica



Figura 8.1.4.1.6 - Prática de Pastagem

Todos esses aspectos da composição geomorfológica são importantes para se conhecer a atuação dos processos morfodinâmicos no modelado, onde é possível verificar a presença de

uma intensa intemperização química das rochas, o predomínio de escoamento superficial, subsuperficial, concentrado e difuso, com a presença de ravinas e voçorocas, além da propensão a movimentos de massa.

De maneira geral, este tipo de ambiente, como afirma Ab'Saber (2003), é um dos mais difíceis para as atividades humanas, devido à complexidade físico-natural e ao elevado grau de erosão encontrados neste tipo de paisagem morfológica, sendo um ambiente de relevante vulnerabilidade ambiental.

Tabuleiros sobre as Formações Sedimentares

A formação desta unidade geomorfológica dentro da AID e da ADA está vinculada a uma diversidade de formações sedimentares de idade Jurássica e Terciária, onde em consequência de sua composição litológica contribuem para a formação dos relevos tabulares.

Esta forma de relevo possui característica bastante peculiar na sua estrutura e composição, como aponta Casseti (1994, p. 67-68):

Os relevos tabuliformes, vinculados ao comportamento estrutural, são caracterizados por camadas sedimentares horizontais ou sub-horizontais. [...] Geneticamente tendem a ocorrer com maior frequência em direção ao interior das bacias sedimentares. Correspondem a chapadas, chapadões e tabuleiros que lembram a presença de mesa; ou a uma extensão de mesa ou tabuleiros, em níveis altimétricos diferenciados, mantidos por camadas basálticas ou sedimentos de maior resistência, além das concreções ferralíticas [...].

Em relação à AID e a ADA, os relevos tabuliformes estão associados às rochas sedimentares do Grupo Brotas, como exemplo a Formação Sergi, e do Grupo Barreiras (ver tópico de Geologia). Ambos os Grupos são constituídos de arenitos, ou seja, materiais porosos favoráveis a formação desse tipo de paisagem morfológica.

Nesta unidade predominam topos planos com níveis altimétricos em torno de 140 metros (**Figura 8.1.4.1.2**) e topos com baixa declividade com valores de 8 graus (**Figura 8.1.4.1.3**). Características importantes para a evolução e dinâmica do modelado, pois áreas com baixa declividade e de materiais friáveis contribuem para a ocorrência do componente perpendicular (infiltração) que é um indicador de equilíbrio ambiental, como aponta Guerra *et. al* (2005, p. 55):

No topo das chapadas, com superfícies quase planas, predomina o processo de infiltração de água, que podem alimentar mananciais nas suas vertentes. O risco de erosão é muito pequeno no topo das chapadas, mas aumenta muito à medida que nos aproximamos da borda das chapadas.

Quando o topo das chapadas possui declividade superior a 3°, já é suficiente para produzir voçorocas. [...] O recuo das cabeceiras das voçorocas situadas nas suas vertentes, em direção ao topo das chapadas, pode causar uma série de impactos ambientais, muitas vezes de difícil recuperação [...].

Os processos erosivos nos relevos tabulares ocorrem com maior frequência nas suas bordas e nas vertentes, geralmente íngremes com declividade em torno de 90 graus (**Figura 8.1.4.1.7**).

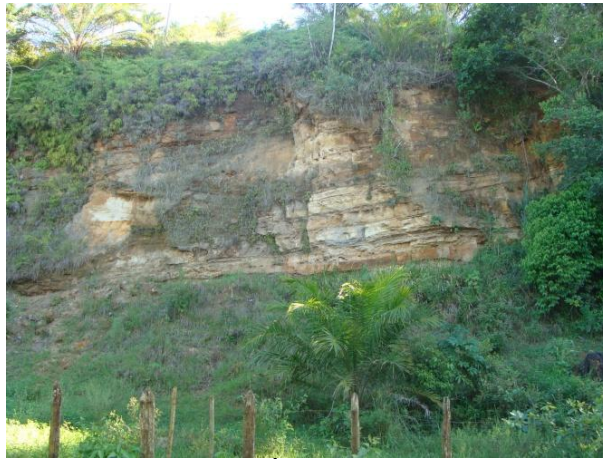


Figura 8.1.4.1.7 - Vertentes Íngremes nas Bordas do Tabuleiro

Na AID e na ADA é notória a presença de erosão na dinâmica do modelado, geralmente nas áreas de encostas, onde há uma propensão natural a esse tipo de impacto ambiental (**Figura 8.1.4.1.8**). Esse problema é agravado também pela forte influência dos movimentos tectônicos na paisagem morfológica, onde determinam o tipo de processo erosivo que atuará com maior incidência, a exemplo do escoamento concentrado nas áreas diretamente afetadas pelo sistema de falhas e pelo escoamento difuso nas paredes da escarpa.



Figura 8.1.4.1.8 - Processo Erosivo nas Vertentes do Tabuleiro

É importante ressaltar que nesta unidade geomorfológica a vegetação também ocupa uma extensa área, fato que contribui para o controle dos processos erosionais e para o equilíbrio, manutenção e evolução do modelado.

Patamar Colinoso

Esta unidade geomorfológica possui uma diferença relevante em relação às anteriores, inicialmente pela sua posição topográfica, situando-se nas áreas mais rebaixadas com níveis altimétricos em torno de 25 a 65 metros (**Figura 8.1.4.1.2**) e depois pelos aspectos litológicos

das rochas constituídos pelos sedimentos da Formação Itaparica, Formação Candeias e Formação Urucatuca (ver tópico de Geologia).

Pela variedade litológica cada ambiente possui sua peculiaridade e grau de resistência aos processos erosionais, porém é possível notar nesta paisagem a elevada dissecação do modelado (**Figuras 8.1.4.1.1 e 8.1.4.1.9**).

Limitada pelo sistema de falhas, o relevo característico desta unidade são formas de topos abaulados e vertentes convexas, no segmento superior, e côncavo, nos segmentos inferiores, possibilitando um contato suave com a Planície Flúvio-marinha (**Figura 8.1.4.1.10**).

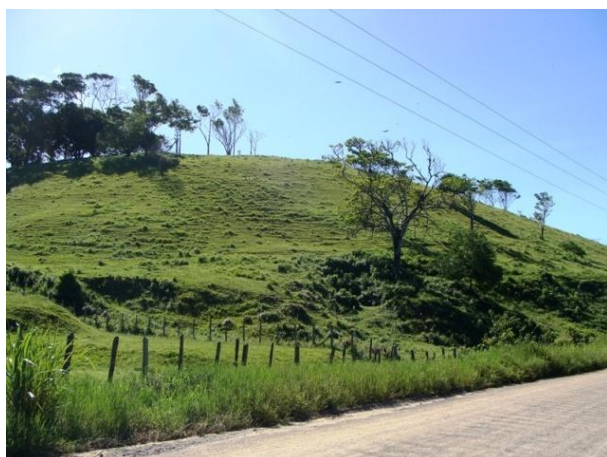


Figura 8.1.4.1.9 - Relevo com Elevada Dissecação e Antropização



Figura 8.1.4.1.10 - Contato Entre o Patamar Colinoso e a Planície

O processo geomórfico atuante é o escoamento superficial que favorece uma mamelonização das formas de relevo, permitindo o surgimento de formas como as esplanadas entre um sistema de vales chatos ou vales em U.

As principais alterações ambientais ocorridas nesta unidade decorrem de atividades agrícolas e das pastagens, que modifica a dinâmica do modelado, levando-o a um esgotamento de seus recursos naturais.

Planície Litorânea

Dentre as unidades geomorfológicas da AID e da ADA é a mais recente, datada do Quaternário, ou seja, ainda em processo de formação, portanto, sem uma configuração morfológica definida.

As planícies se caracterizam pela predominância do processo de sedimentação em relação ao de erosão (ver tópico de Geologia). Na ADA, devido à diversidade de situações, é possível identificar dentro da unidade as seguintes subdivisões: Terraços Marinhos, Planície Flúvio-marinha e Planície Flúvio-Lagunar.

Os terraços marinhos se caracterizam por serem superfícies horizontais ou levemente inclinadas, constituída de sedimentos de origem marinha (ver tópico de Geologia), com altitude em torno de 5 metros.

A planície flúvio-marinha se caracteriza por superfície também plana constituída de sedimentos oriundos da deposição fluvial e das oscilações das marés.

A planície fluvio-lagunar, que corresponde à superfície horizontal onde ocorrem depósitos de sedimentos variados (ver tópico de Geologia), principalmente nas margens e estuários dos rios, fruto do trabalho dos rios e áreas alagadiças e de pântanos.

São setores topograficamente planos (**Figura 8.1.4.1.1**), com altitudes em torno de 15 metros (**Figura 8.1.4.1.2**), e declividade das vertentes em torno de 5 graus (**Figura 8.1.4.1.3**). Localizada, praticamente, próximo do nível de base local, corresponde à porção mais baixa das unidades morfológicas, sendo uma receptora de sedimentos oriundos dos compartimentos mais elevados.

O sistema de drenagem é estabelecido por uma convergência hidrográfica, pois nesse local ocorre a desembocadura dos riachos locais, que em contato com a água do mar e através das alterações físico-químicas dos sedimentos depositados, propiciam a formação do ecossistema de manguezal, ambiente extremamente importante à reprodução da vida marinha (**Figura 8.1.4.1.11**).



Figura 8.1.4.1.11 - Presença de Manguezais na Planície Flúvio-Marinha

Outro aspecto bastante significativo nesta unidade é a presença de uma cobertura vegetal diversificada, com espécies típicas de restingas, manguezais, dentre outras.

Além da cobertura vegetal é notória a presença de adensamentos habitacionais, principalmente, na faixa de praia (**Figura 8.1.4.1.12**), como também a prática pastagem ao longo da planície (**Figura 8.1.4.1.13**).



Figura 8.1.4.1.12 - Adensamento habitacional ao longo da faixa de praia



Figura 8.1.4.1.13 - Prática de pastagem na área da planície litorânea

- Especificidades Geomorfológicas da ADA

Diante da caracterização das unidades geomorfológicas presente na AID e na ADA, é importante ressaltar que cada paisagem dentro de cada área possui a sua dimensão específica. E dentro da área de implantação do empreendimento torna-se necessário a disponibilização dessas informações, a fim de contribuir para as estratégias de intervenção e conhecimento da dinâmica morfológica na ADA.

Em relação às unidades geomorfológicas (**Figura 8.1.4.1.14**), a maior parte da ADA se situa dentro do patamar colinoso, perfazendo um total de 40,2% (**Quadro 8.1.4.1.1**). Este ambiente se caracteriza pela presença de nascente de rios, presença de brejos e pela presença de uma densa vegetação. Estas condições tornam esta área em um local de significativa importância para a dinâmica do sistema ambiental inserido na ADA.

A segunda unidade geomorfológica com o maior quantitativo de área na ADA é a planície litorânea (**Figura 8.1.4.1.14**) com um total de 33,4% (**Quadro 8.1.4.1.1**). Esta unidade se caracteriza pela complexidade, dentro do ponto de vista ambiental, da diversidade litológica, com sedimentos que contribuem para a formação de terraços marinhos, depósitos fluviais e depósitos flúvio-lagunares, como pela biodiversidade da fauna e da flora presente nessa paisagem morfológica.

Quadro 8.1.4.1.1 - Área e Percentual das Unidades Geomorfológicas na AID e ADA

Unidades Geomorfológicas	AID		ADA	
	Área (Ha)	% em Relação ao Total	Área (Ha)	% em Relação ao Total
Planalto Mamelonizado	4.569,78	30,9	446,52	9,3
Tabuleiro	2.078,18	14,0	818,93	16,9
Patamar Colinoso	2.586,31	17,5	1.942,14	40,2
Planície Litorânea	5.100,30	34,5	1.613,40	33,4
Barragem	122,60	0,8	-----	-----
Superfície Hídrica (Rio)	335,64	2,3	11,46	0,2
Total	14.792,81	100	4.832,45	100

Fonte: Dados extraídos das poligonais da AID e da ADA, 2011.

Do ponto de vista geomorfológico, a área destinada à planície litorânea possui o menor grau de propensão à erosão, situação possibilitada por vários fatores, como: baixos níveis altimétricos, em torno de 20 metros (**Figura 8.1.4.1.15**); a declividade também é baixa, média de 5 graus (**Figura 8.1.4.1.16**), condições relevantes na análise de vulnerabilidade ambiental.

No **Anexo 8.1.4.1.1** é apresentado um mapa planialtimétrico da ADA na escala de 1:25000 em que são apresentadas as curvas de nível da região, com equidistância de 5 m, bem como a drenagem, o sistema viário e as localidades, possibilitando um maior detalhamento quanto à topografia da Área Diretamente Afetada.

É necessário evidenciar que esse panorama não exclui a área de outros problemas ambientais, principalmente, os relacionados às atividades sócio-produtivas, que poderão levar à degradação ambiental da área, através do processo de assoreamento dos rios, da poluição dos recursos hídricos, da carência e/ou ausência de esgotamento sanitário, dos aterramentos das áreas úmidas e das modificações nos fluxos hídricos, dentre outros.

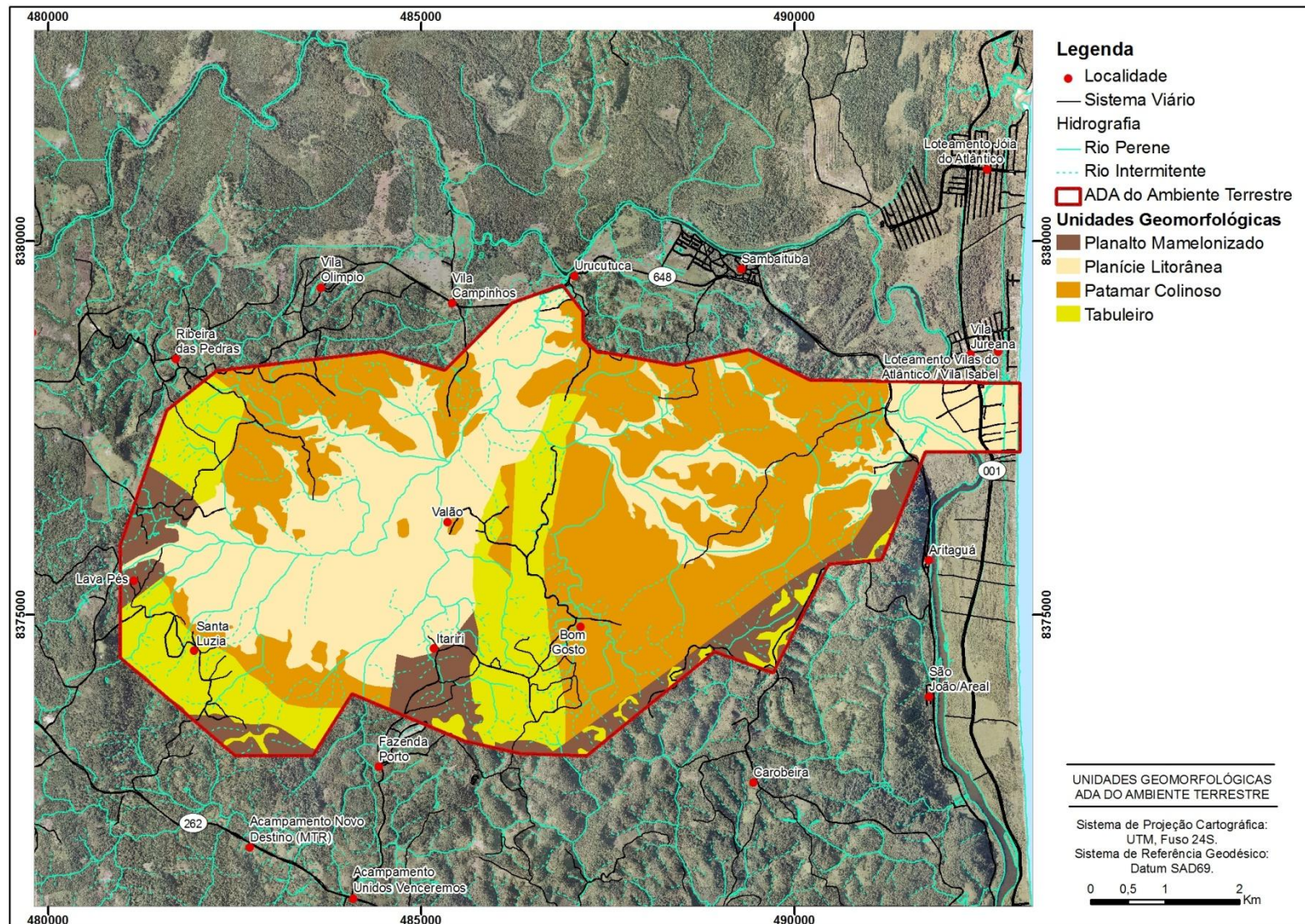


Figura 8.1.4.1.14 - Unidades Geomorfológicas da ADA

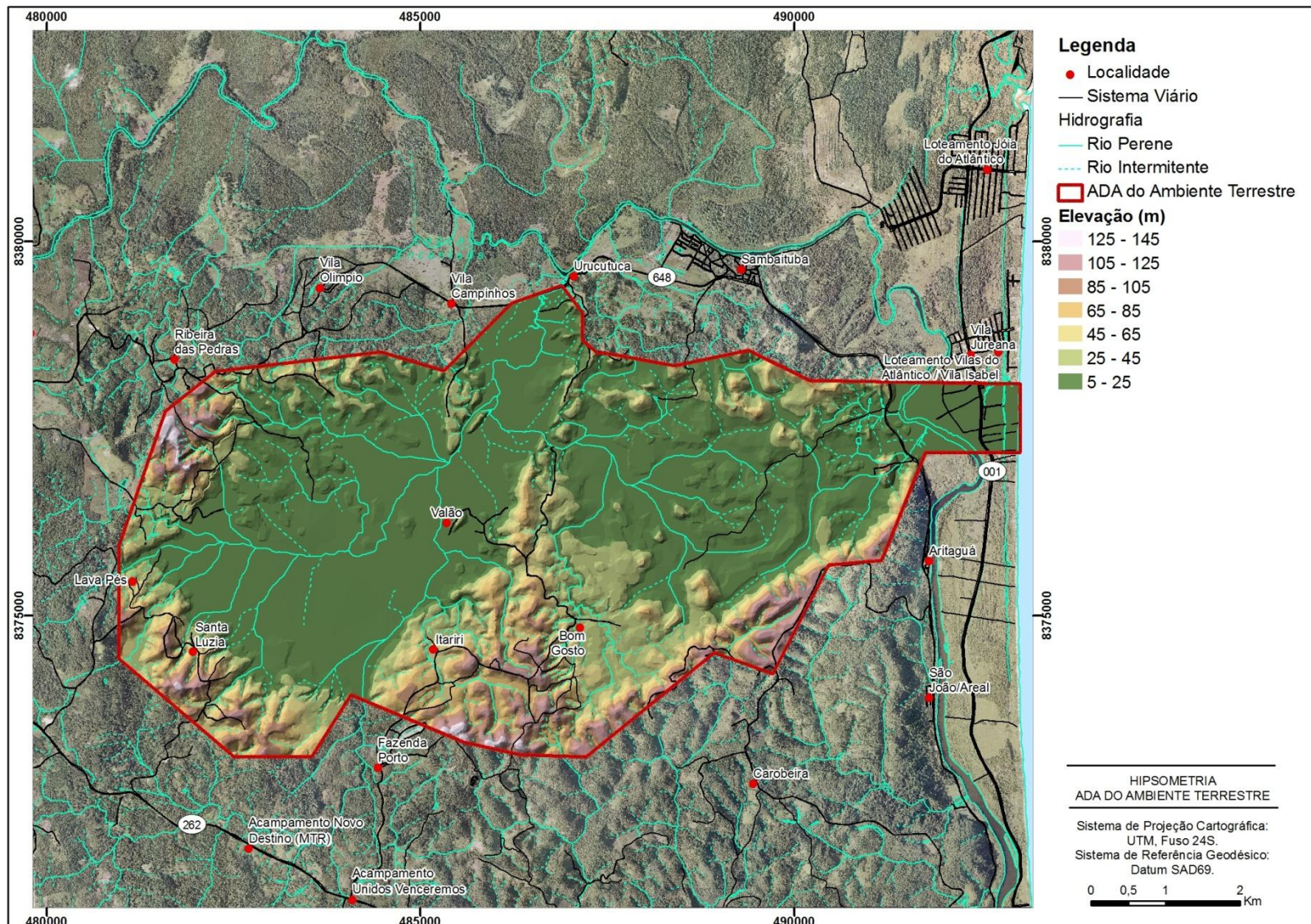


Figura 8.1.4.1.15 – Mapa de Hipsometria da ADA

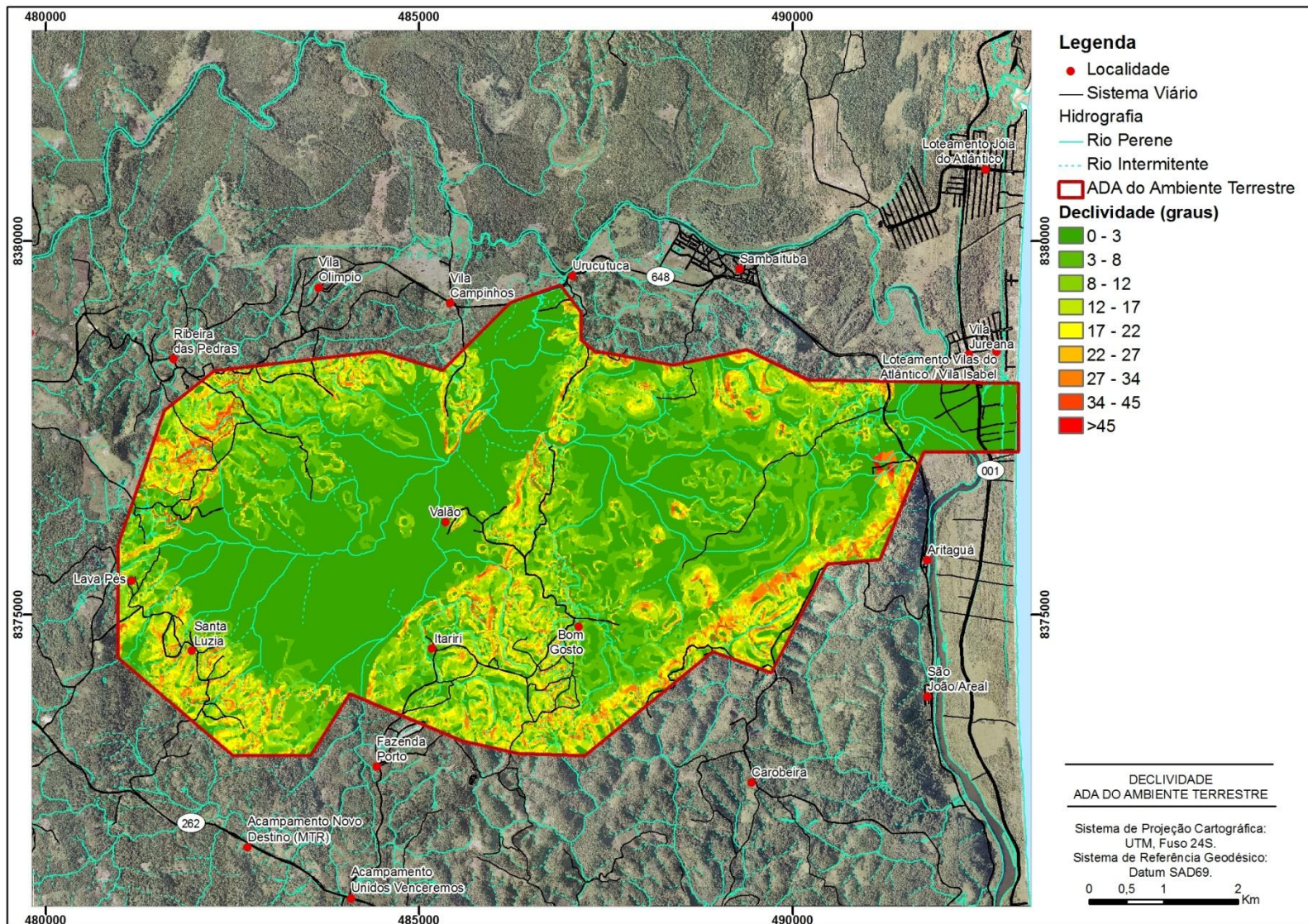


Figura 8.1.4.1.16 - Mapa de Declividade da ADA

8.1.4.2 Espeleologia

O objetivo geral deste documento é apresentar os resultados da prospecção espeleológica realizada na Área Diretamente Afetada (ADA) do Empreendimento Porto Sul

Constituem-se como objetivos específicos:

- Avaliação da **potencialidade de ocorrência de cavidades naturais subterrâneas** em função dos atributos geológicos e geomorfológicos;
- Apresentação dos resultados da **prospecção espeleológica**.
- Potencialidade para ocorrência de cavidades naturais subterrâneas

Modelos de potencial

A construção de métodos de trabalho capazes de definir o potencial espeleológico tem sido, de uma forma ou de outra, a preocupação de diversos pesquisadores no Brasil e no mundo.

As experiências nacionais abrangem desde a interpretação de fotografias aéreas com estereoscópio a processamentos sofisticados de sensoriamento utilizando espectrômetro de massa e classificação de imagens.

Berbert-Born (1994), tendo como finalidade o zoneamento ambiental da Área de Proteção Ambiental Carste de Lagoa Santa (1.890 km²), estabeleceu procedimentos metodológicos que integraram feições geomorfológicas favoráveis identificadas por meio de fotointerpretação, mapa de vegetação, ocorrência de cavidades conhecidas e informações espeleológicas envolvendo dados espeleométricos, estruturais, sedimentares e hidrogeológicos.

Simões (2007), em sua dissertação de mestrado, desenvolveu um trabalho no Parque Nacional Cavernas do Peruaçu, (Januária e Itacarambi, MG) utilizando-se de técnicas de sensoriamento remoto e modelagem espacial em ambiente GIS. Em sensoriamento remoto, foram utilizadas técnicas de espectroscopia de refletância e processamento digital de imagens (geração e análise de composições coloridas, índice de vegetação, transformações e realces espectrais e classificações espectrais de elementos da superfície). O resultado final do trabalho foi um mapa de potencial espeleológico.

Exemplo de pesquisa realizada no exterior é o trabalho de Hung *et al* (2002). Na região do carste tropical de Suoimuoi, Vietnã, foram integradas imagens de sensoriamento multiespectrais e pancromáticas do programa Landsat com o objetivo de definir lineamentos estruturais e determinar áreas de ocorrência de fraturas e falhas favoráveis ao desenvolvimento de cavernas.

O Núcleo de Geoprocessamento do CECAV/ICMBio, a partir do mapa geológico da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – Serviço Geológico do Brasil (CPRM/MME) em escala 1:2.500.000, definiu 5 classes de potencialidade de ocorrência de cavernas de acordo com a litologia (**Quadro 8.1.4.2.1**).

Quadro 8.1.4.2.1- Potencial Espeleológico Segundo Litotipo

Potencial	Litotipo
Muito alto	Rocha carbonática (calcário, calcarenito, calcirrudito, dolomito e carbonato), evaporito e formação ferrífera (itabirito e jaspilito);
Alto	Calcrete, Calcilutito e Marga;
Médio	Arenito, calcixisto, carbonatito, conglomerado, filito, folhelho, fosforito, grauvaca, mármore, micaxisto, milonito, ortoquartzito, pelito, quartzito, ritmito, rocha calcilicática, silito e xisto;
Baixo	Adamelito, andesito, anfíbolito, anatexito, anortosito, aplito, ardósia, argilito, arcoseo, basalto (piroxênio augítico, labradorita, anortita e olivina), brecha, calcedonito, charnockito, cloritito, cromitito, dacito, diamictito, diorito, diabasio, diamictito, dunito, enderbitto, fenito, fonolito, foyaito, gabro, glimmerito, gnaiss, gondito, granito, granulito, granitoide, granodiorito, greisen, harzburgito, hornblendito, hornfels, ignimbrito, jotunito, kinzigito, komatito, lamprofiro, latito, laterita, lítico, máficas, mangerito, magnesito, migmatito, monzonito, nefelina, norito, nordmarquito, peridotito, pegmatito, piroxenito, riódacito, riólito, rocha alcalina, rocha piroclástica, rocha vulcânica, serpentinito, sienito, silexito, tilito, tonalito, traquito, troctolito, trondhjemito, tufito, ultramafito e websterito;
Improvável	Aluvião, areia, argila, cascalho, lamito, linhito, sedimentos, turfa e tufo.

(Fonte: CECAV/ICMbio, 2009)

Potencialidade Para Ocorrência de Cavernas

Para que o modelado cárstico se desenvolva plenamente, é necessária a existência de algumas condições básicas, a saber:

- Existência de considerável espessura de rochas solúveis. A rocha deve estar fissurada e fraturada para permitir a passagem da água através dela. Deve ser maciça e resistente;
- A região deve receber quantidades moderadas de precipitação, pois a dissolução da rocha só pode ocorrer se houver água suficiente. A presença de vegetação densa auxilia a dissolução pela água pluvial, pois a quantidade de CO₂ presente no solo pode ser até 15 vezes maior que na atmosfera;
- Elevada amplitude topográfica para permitir a livre circulação das águas subterrâneas e o pleno desenvolvimento das formas cársticas. É essencial que a água subterrânea possa se escoar através das rochas, efetuar o seu trabalho de dissolução e emergir nos rios superficiais.

Como se observa na região em estudo, uma porção da área do projeto é composta por sedimentos quaternários e arenitos, que possuem pouca espessura e reduzida cobertura vegetal. Do ponto de vista geomorfológico, a área é quase totalmente ocupada por modelados de acumulação e não de dissecação, como o apropriado para livre circulação das águas subterrâneas, sendo a amplitude altimétrica baixa, em torno de 25 metros. Sob essas condições, o potencial para ocorrência de cavernas é improvável.

Embora as características físicas não fossem favoráveis à ocorrência dessas feições, um modelo de potencial espeleológico foi construído especificamente para a área do empreendimento de forma a garantir que a prospecção detalhasse adequadamente as áreas com maior potencial de ocorrência, caso existissem.

Para o presente trabalho, a classificação do potencial espeleológico foi realizada a partir das seguintes variáveis:

- **Geologia:** localização de litologias favoráveis à carstificação e espeleogênese, e delimitação de lineamentos estruturais;
- **Geomorfologia:** identificação das formas típicas tais quais afloramentos, depressões cársticas, entre outras;
- **Declividade:** delimitação das áreas com vertentes mais inclinadas;
- **Amplitude altimétrica:** demarcação das áreas com maior amplitude altimétrica e, por consequência, das áreas com maior potencial para a livre circulação de água em ambiente vadoso.

A confluência de todas essas variáveis resultou no mapa “Grau de Potencialidade Espeleológica do Porto Sul” (**Figura 8.1.4.2.1**), onde foram identificadas áreas com ocorrência improvável de cavernas e área com baixo potencial espeleogenético.

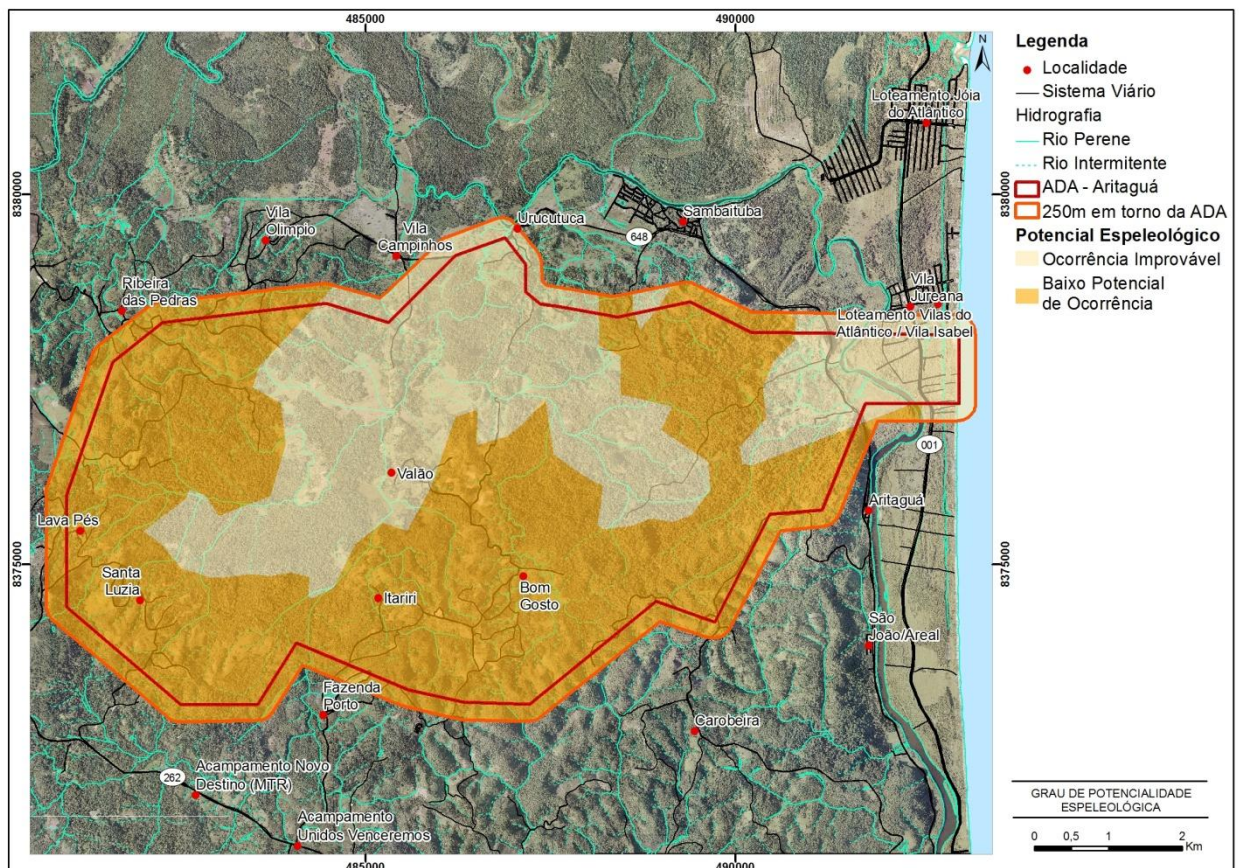


Figura 8.1.4.2.1 - Grau de Potencialidade Espeleológica da Área de Estudo

- **Prospecção Espeleológica**

A vistoria de campo foi realizada entre os dias 18 de maio a 6 de junho de 2011 e neste período foram percorridos aproximadamente 271 quilômetros em uma área de cerca de 56,79 km², que correspondem a Área Diretamente Afetada do empreendimento.

A área de estudo está inserida em porções deprimidas do relevo onde a presença de pântanos e mangues dificultaram e algumas vezes impediram o caminhar das equipes (**Figura**

8.1.4.2.2). Como zonas de acumulação de sedimentos constituem áreas desfavoráveis à espeleogênese, seja pelo entupimento de proto-condutos ou até mesmo a impossibilidade de formação dos mesmos, dada a baixa circulação de águas subterrâneas, a não realização do caminhamento nestes terrenos não prejudicou a qualidade final da prospecção uma vez que a existência de cavernas nessas áreas é improvável. A **Figura 8.1.4.2.3** apresenta um mapa hipsométrico onde as áreas deprimidas se destacam em tons de verde.



Figura 8.1.4.2.2 - Depressões Inundadas na Planície de Inundação do rio Almada

A existência de conflitos sociais locais também foi responsável pela não execução da prospecção espeleológica em algumas áreas. Proprietários de terras da região impediram a entrada das equipes, restringindo o acesso à porção central em estudo, o que inviabilizou o seu levantamento. Na porção norte da área, mais povoada, a hostilidade da comunidade local apresentou-se mais grave. Portanto, a existência de “vazios” no caminhamento neste setor é mais pronunciada. Entretanto, esta região apresenta condições ambientais desfavoráveis à espeleogênese, o que não deprecia o resultado do trabalho de prospecção.

Não foram identificadas cavernas na área. A **Figura 8.1.4.2.3** apresenta o resultado dos caminhamentos realizados na área de estudo.

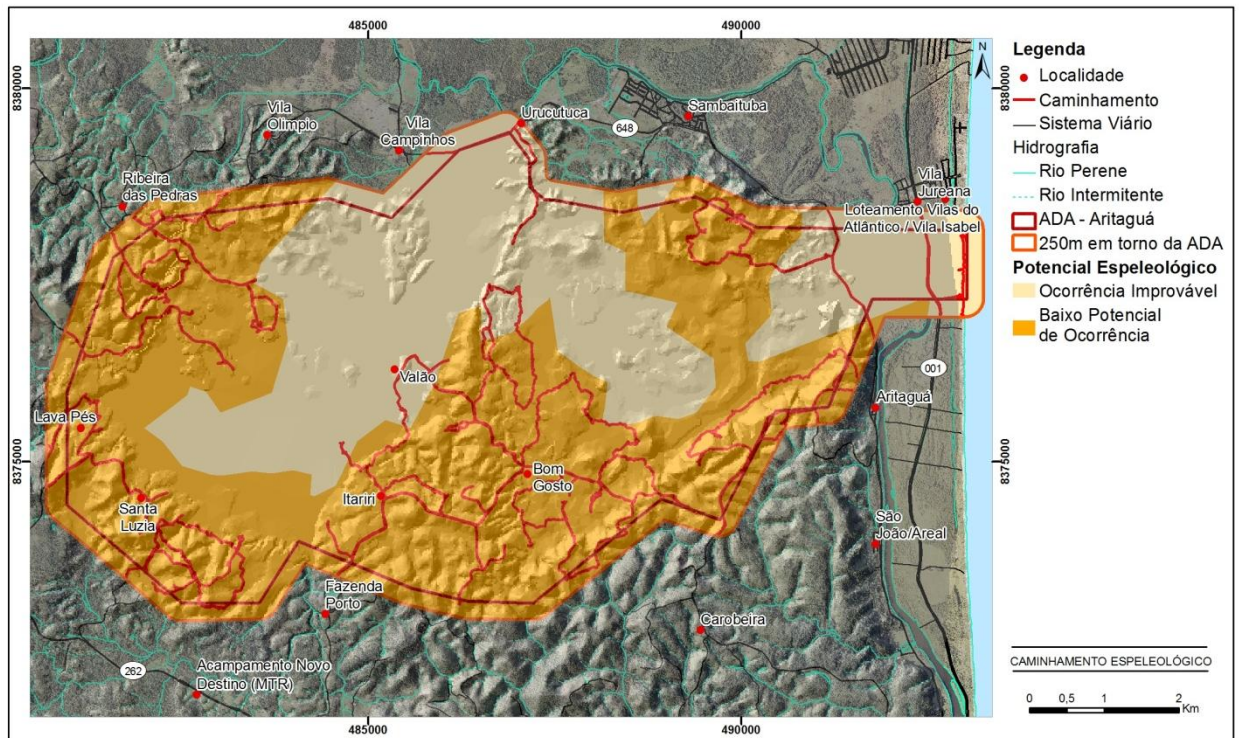


Figura 8.1.4.2.3 - Prospecção Espeleológica na Área de Estudos

- **Considerações Finais**

Neste relatório apresentaram-se os resultados da prospecção espeleológica realizada na Área Diretamente Afetada - ADA do Empreendimento Porto Sul, localizado no município de Ilhéus, Estado da Bahia.

Fez parte deste documento uma avaliação prévia das características físicas aplicadas à espeleologia, bem como a construção de um modelo de potencial espeleológico específico para a área de estudo, onde foram caracterizadas zonas de baixo potencial e de ocorrência improvável de cavernas.

Inserida em área com características geológicas e geomorfológicas desfavoráveis à ocorrência de cavidades naturais subterrâneas (cavernas), o presente trabalho pode constatar em campo as perspectivas levantadas durante as atividades de planejamento da campanha: a inexistência de tais feições na ADA do empreendimento.

8.1.5 Recursos Hídricos

Os recursos hídricos dizem respeito a qualquer água disponível para qualquer tipo de uso, seja esta superficial ou subterrânea. Essa definição está centrada em dois conceitos: disponibilidade e uso e, admite a subdivisão em recursos hídricos superficiais e recursos hídricos subterrâneos.

Uma definição proposta pelo US *Federal Council for Sciences and Technology*, segundo V. T. Chow em 1959 (apud. Tucci e Silveira 2001) diz que “hidrologia é a ciência que trata da água na Terra, sua ocorrência, circulação e distribuição, suas propriedades físicas e químicas, e sua relação com o meio ambiente, incluindo sua relação com as formas vivas

relacionada com toda a água da Terra, sua ocorrência, distribuição e circulação, suas propriedades físicas e químicas, seu efeito sobre o meio ambiente e sobre todas as formas da vida”.

Essa definição é muito ampla e não está restrita ao uso. A amplitude da ciência hidrológica é uma das principais razões da subdivisão em áreas de estudo específicas, como por exemplo, hidrologia superficial e hidrologia das águas subterrâneas ou hidrogeologia.

A análise dos recursos hídricos de forma metodológica será reunida segundo os aspectos abaixo indicados, que se encontram interligados:

- Recursos Hídricos Superficiais;
- Recursos Hídricos Subterrâneos;
- Qualidade da Água.

A seguir são apresentados os estudos e análises realizadas nesta fase de diagnóstico para caracterizar o meio físico no seu aspecto de recursos hídricos.

8.1.5.1 Recursos Hídricos Superficiais (Hidrologia)

O Porto Sul está localizado na faixa litorânea do Estado da Bahia, ao nível do mar, com alto índice de precipitação e com pequena variação dos demais meteoros climáticos, como consequência da forte influência exercida pela interface terra / mar.

A região proposta para o Porto Sul, inclusive sua área de influência possui potencialidade hídrica elevada e bem distribuída, como consequência principal do regime de chuvas na região.

A seguir apresenta-se o diagnóstico dos recursos hídricos de superfície, desenvolvidos a partir das informações disponíveis que permitem uma boa caracterização do comportamento hidrológico das áreas de influência do empreendimento Porto Sul Localizado no município de Ilhéus - BA.

- Recursos Hídricos na Área de Influência Indireta - AII

A AII do empreendimento Porto Sul, está parcialmente inserida na bacia hidrográfica do rio Almada e compreende ainda algumas bacias hidrográficas de pequenos cursos d'água que vertem diretamente para o mar.

A bacia hidrográfica do rio Almada limita ao sul com a bacia do rio Cachoeira, e ao leste com uma faixa de terra estreita que verte ao Oceano Atlântico.

Rede Fluviométrica

Inicialmente foram identificados os postos fluviométricos nas duas principais bacias analisadas, a do rio Almada e a do rio Cachoeira, para em seguida proceder ao estudo de regionalização, como apresentado adiante.

O **Quadro 8.1.5.1.1** apresenta os períodos das séries de vazão disponíveis e consistidas obtidas no Banco de Dados HIDROWEB, da Agência Nacional de Águas - ANA para os postos fluviométricos dos rios Almada e Cachoeira.

Quadro 8.1.5.1.1 - Dados Fluviométricos Disponíveis

Código	Posto	Rio	Período Disponível Vazão
53070000	URUÇUCA	RIO ÁGUA PRETA	04/1954 a 12/1971
53090000	PROVISÃO	RIO ALMADA	10/1949 a 12/1975
53091000	PROVISÃO II	RIO ALMADA	06/1976 a 12/2005
53050000	ITAJUÍPE	RIO ALMADA	09/1935 a 12/2005
53170000	FERRADAS	RIO CACHOEIRA	12/1965 a 12/2005
53180000	CONTORNO DA BR-101	RIO CACHOEIRA	08/1970 a 12/2005
53125000	FAZENDA MANAUS	RIO COLÔNIA	12/1969 a 12/2005
53130000	ITAJU DO COLÔNIA	RIO COLÔNIA	01/1965 a 12/2005
53140000	ESTIVA DE BAIXO	RIO COLÔNIA	02/1969 a 12/2005
53160000	CAJUEIRO DO IBICARAÍ	RIO SALGADO	11/1965 a 12/2005
53150000	SANTA CRUZ DA VITÓRIA	RIO SALGADO	11/1969 a 12/1979

Fonte: Banco de Dados Hidroweb

O **Quadro 8.1.5.1.2** relaciona as áreas de drenagem; vazões médias anuais do período observado; vazões médias específicas anuais; vazão diária associada à permanência de 90% (Q90%) do tempo e relação entre a Q90% e a vazão média dos postos fluviométricos que possuem observações sistemáticas na região de interesse.

As vazões médias específicas são apresentadas adotando-se como unidade mm/ano, para que facilmente possa ser feita uma analogia com a precipitação da região, assim se a vazão média específica é de 450 mm/ano, significa que esta é a parcela da chuva que escoar superficialmente. Esta vazão específica foi obtida considerando-se o volume anual escoado, dividido pela respectiva área de drenagem.

Analisando os resultados apresentados se verifica que os rios Almada e Cachoeira, possuem comportamentos hidrológicos diferentes, apresentando o rio Almada maior escoamento superficial e vazões específicas de cerca de 400 mm/ano, enquanto o rio Cachoeira possui vazões específicas próximas a 200 mm/ano.

Diante destas diferenças o estudo de regionalização ficará concentrado nos dados disponíveis do rio Almada, bacia onde será inserido o empreendimento Porto Sul.

Outra consideração é que no rio Almada existiu um posto, o de Provisão (53090000) que foi desativado e instalado outro próximo, o posto Provisão II (53091000), que substituiu o primeiro, esta substituição se deu provavelmente por deficiências nas informações coletadas, pode-se constatar que a vazão média deste primeiro posto é cerca de 35% maior que o posto que o sucedeu, existindo também uma grande distorção quando se analisa a Q90%. Diante deste cenário, neste estudo serão considerados prioritariamente os dados do posto fluviométrico de Provisão II (53091000).

Quadro 8.1.5.1.2 - Características dos Postos Fluviométricos - Bacias dos rios Almada e Cachoeira

Código	Nome	Rio	Município	Áreas Drenagem (km ²)	Vazão Média (m ³ /s)	Vazão Específica (mm/ano)	Q90% (m ³ /s)	Relação Q _{90%} /Q _{MÉDIO}
53070000	URUÇUCA	RIO ÁGUA PRETA	URUÇUCA	100	1,010	318,5	0,163	16,1%
53090000	PROVISÃO	RIO ALMADA	ILHÉUS	1300	26,000	630,7	1,060	4,1%
53091000	PROVISÃO II	RIO ALMADA	ILHÉUS	1307	19,300	465,7	0,531	2,8%
53050000	ITAJUÍPE	RIO ALMADA	ITAJUÍPE	640	8,400	413,9	0,720	8,6%
53170000	FERRADAS	RIO CACHOEIRA	ITABUNA	3580	23,500	207,0	0,734	3,1%
53180000	CONTORNO DA BR-101	RIO CACHOEIRA	ITABUNA	3695	26,400	225,3	1,040	3,9%
53125000	FAZENDA MANAUS	RIO COLÔNIA	ITAJU DO COLÔNIA	790	4,060	162,1	0,220	5,4%
53130000	ITAJU DO COLÔNIA	RIO COLÔNIA	ITAJU DO COLÔNIA	1245	7,460	189,0	0,297	4,0%
53140000	ESTIVA DE BAIXO	RIO COLÔNIA	ITAPÉ	2070	9,420	143,5	0,245	2,6%
53160000	CAJUEIRO DO IBICARAÍ	RIO SALGADO	IBICARAÍ	935	6,100	205,7	0,351	5,8%
53150000	SANTA CRUZ DA VITÓRIA	RIO SALGADO	SANTA CRUZ DA VITÓRIA	275	0,205	23,5	0,018	8,8%

Fonte: Banco de Dados Hidroweb

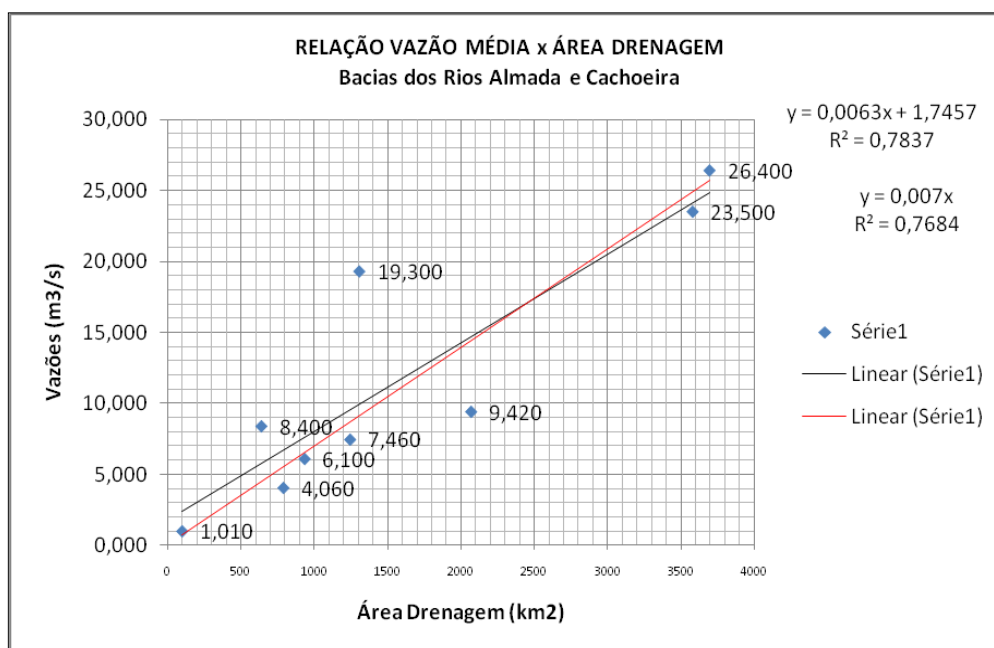
Regionalização de Vazões

O estudo de regionalização de vazões teve como objetivo a definição de modelos de regressão que permitam a definição das vazões características nas bacias que não dispõem de séries observadas, usando como único dado as respectivas áreas de drenagem.

Nos itens a seguir são apresentados os estudos que conduziram à definição dos modelos para as estimativas das vazões médias anuais, das Q90% e das vazões máximas.

- Vazões Médias

Numa primeira etapa procedeu-se ao ajuste de do modelo de regressão que estima a vazão média e a partir da área da bacia hidrográfica incluindo os dados dos dois rios, Almada e Cachoeira, no intuito de verificar a sensibilidade do ajuste ao comportamento hidrológico diferenciado como observado anteriormente. Neste ajuste foram determinadas duas equações regionais, a primeira equação considera o termo independente diferente não nulo e a na segunda o termo foi “forçado” para o valor zero. O termo independente com valor nulo evita estimativas negativas das vazões médias anuais, em bacias hidrográficas com áreas muito menores às dos dados observados. Os resultados obtidos são apresentados na **Figura 8.1.5.1.1**, a curva com termo independente não nulo é apresentada na cor preta e em vermelho o ajuste que passa pela origem.



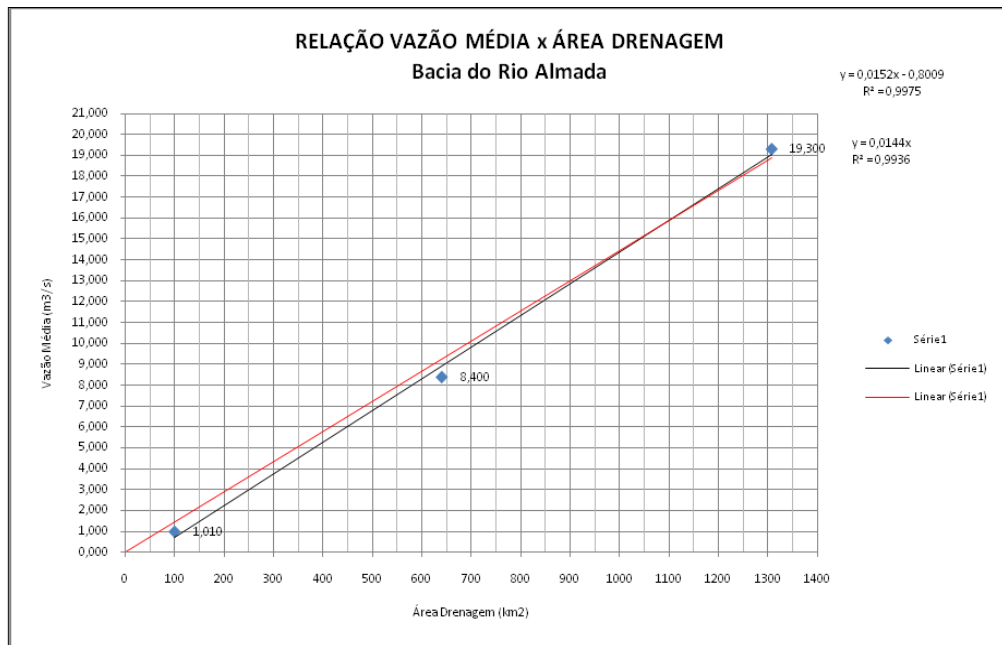
Fonte: Banco de Dados Hidroweb

Figura 8.1.5.1.1 - Relação Vazão Média X Área de Drenagem Bacias dos Rios Almada e Cachoeira

Observa-se que o coeficiente de determinação desta regressão apresenta um valor relativamente alto, cerca de 0,76, apesar das vazões médias dos rios Almada e Cachoeira possuírem um comportamento hidrológico diferente.

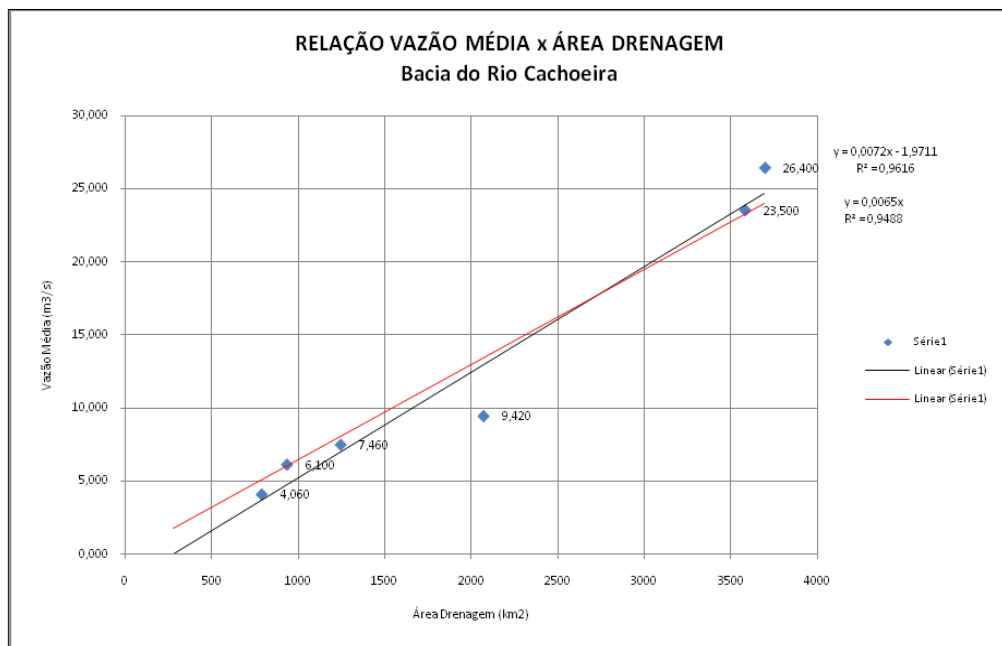
Os ajustes anteriores foram refeitos, agora separando os dados do rio Cachoeira e Almada. Os resultados obtidos são apresentados nas **Figuras 8.1.5.1.2** e **8.1.5.1.3**, as curvas com termo

independente não nulo são apresentadas na cor preta e em vermelho os ajustes que passam pela origem.



Fonte: Banco de Dados Hidroweb

Figura 8.1.5.1.2 - Relação Vazão Média X Área de Drenagem Bacia do Rio Almada

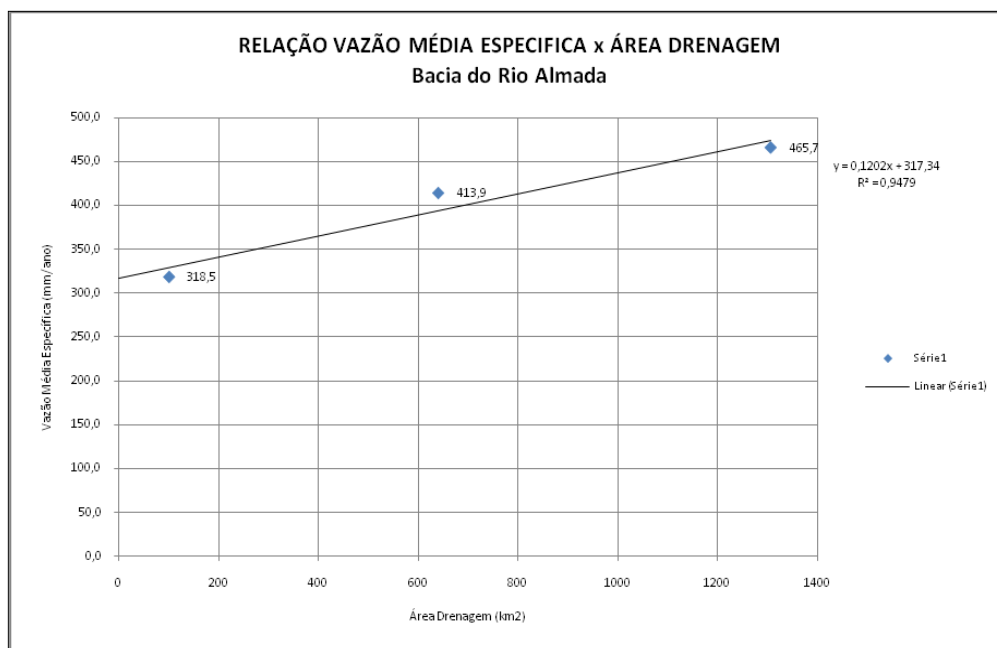


Fonte: Banco de Dados Hidroweb

Figura 8.1.5.1.3 - Relação Vazão Média X Área de Drenagem Bacia do Rio Cachoeira

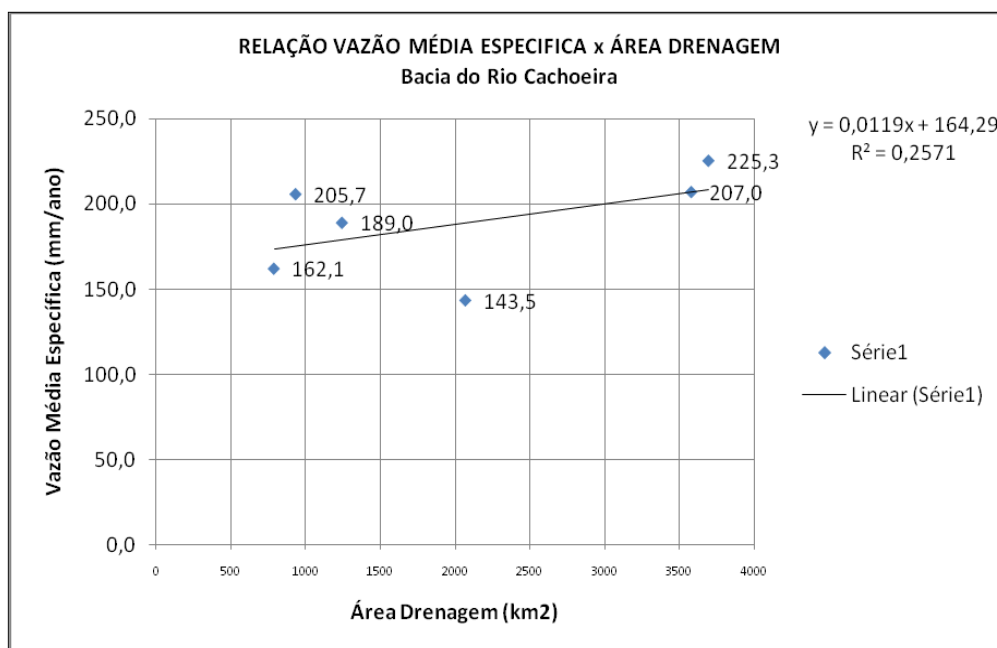
Como esperado, os coeficientes de determinação dos ajustes aumentaram significativamente, mesmo quando foram “forçados” os ajustes para que passem pela origem, os coeficientes de determinação pouco diminuiram.

Analisou-se também a relação entre as vazões médias anuais específicas e as respectivas áreas de drenagens, verificando este comportamento separadamente para as duas bacias, cujos resultados podem ser visualizados nas **Figuras 8.1.5.1.4 e 8.1.5.1.5**.



Fonte: Banco de Dados Hidroweb

Figura 8.1.5.1.4 - Relação Vazão Média Específica X Área de Drenagem Bacia do Rio Almada



Fonte: Banco de Dados Hidroweb

Figura 8.1.5.1.5 - Relação Vazão Média X Área de Drenagem Bacia do Rio Cachoeira

Os resultados obtidos para o rio Almada indicam uma boa correlação entre a vazão média específica e a respectiva área de drenagem, o mesmo não ocorrendo com o rio Cachoeira. Os resultados obtidos para o rio Almada sinalizam que quanto menor a área de drenagem menor é

sua vazão específica o que para a região do Porto Sul não deve ocorrer em função da influência da chuva que atingem valores maiores, mais próximas do litoral.

No **Quadro 8.1.5.1.3** é simulada a geração de vazões para diversas áreas de drenagens da mesma ordem de grandeza das sub-bacias identificadas nas áreas do Porto Sul, considerando os dois modelos analisados, a da vazão média e da vazão média específica.

Quadro 8.1.5.1.3 - Comparação dos Resultados

Área Drenagem (km ²)	Modelo Vazão Média		Modelo Vazão Média Específica	
	Vazão Média (m ³ /s)	Vazão Média Específica (mm/ano)	Vazão Média Específica (mm/ano)	Vazão Média (m ³ /s)
0,5	0,0072	454,1	317,5	0,0050
1,0	0,0144	454,1	317,5	0,0101
1,5	0,0216	454,1	317,6	0,0151
2,0	0,0288	454,1	317,6	0,0201
5,0	0,0720	454,1	318,0	0,0504
10,0	0,1440	454,1	318,6	0,1010

Comparando a vazão específica calculada pelos dois modelos com as vazões específicas das séries observadas no rio Almada verifica-se que os resultados obtidos com o modelo de vazão média são mais representativos da área em estudo e serão os utilizados neste estudo que definem a seguinte expressão:

$$Q_{\text{med}} = 0,0144 \times A$$

Onde:

$$Q_{\text{med}} = \text{vazão média em m}^3/\text{s};$$

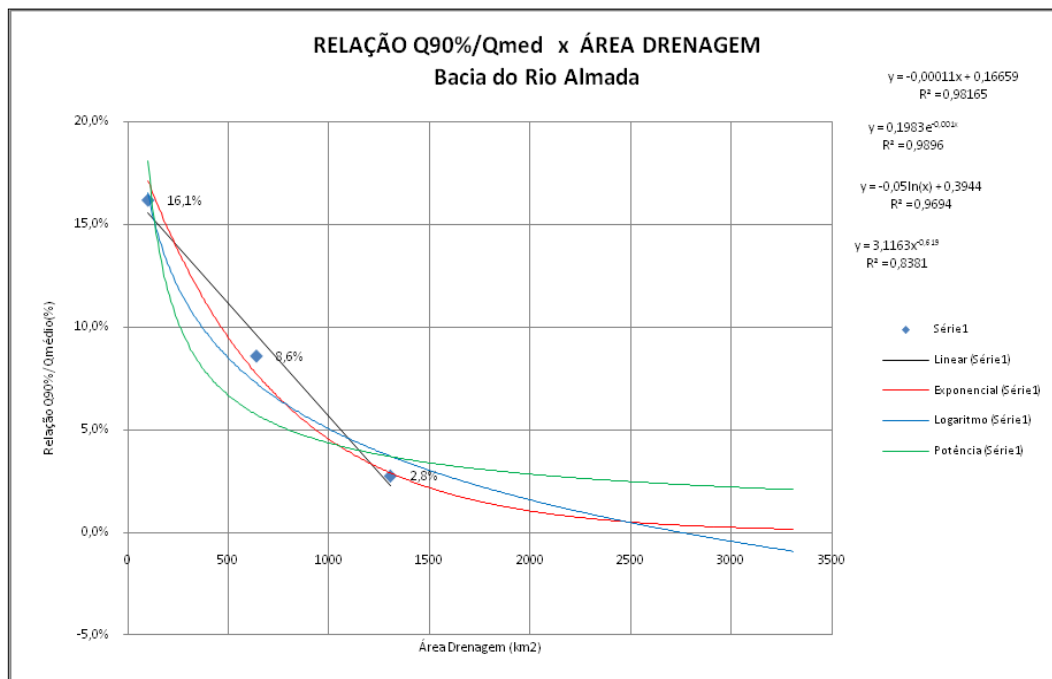
$$A = \text{área drenagem em km}^2.$$

- Vazões de Referência

De acordo com a legislação de recursos hídricos do Estado da Bahia a vazão de referência adotada é a vazão diária com garantia de 90% - $Q_{90\%}$, sendo esta a vazão adotada para analisar as vazões mínimas nas áreas de interesse do Porto Sul.

Os estudos das vazões de referência foram concentrados na bacia do rio Almada, tendo-se verificado inicialmente que não existe uma correlação entre as vazões $Q_{90\%}$ e as respectivas áreas de drenagens, daí ter-se pesquisado as relações quociente vazões de referência/vazões médias, com as respectivas áreas de drenagens.

Na **Figura 8.1.5.1.6** a seguir apresentada tem-se a relação entre $Q_{90\%}/Q_{\text{med}}$ e a respectiva área de drenagem, tendo verificado qual modelo melhor se ajusta a esta relação.



Fonte: Banco de Dados Hidroweb

Figura 8.1.5.1.6 - Relação Q_{90%}/Q_{med} X Área de Drenagem Bacia do Rio Almada

Todos os modelos analisados obtiveram coeficientes de determinação elevados, fato esperado em função do número reduzido de pontos amostrais. Os melhores ajustes corresponderam às regressões linear e exponencial, com coeficientes de determinação praticamente idênticos.

Dada a reduzida quantidade de amostras optou-se pelo modelo linear, como apresentado a seguir.

$$(Q_{90\%}/Q_{med}) = 0,00011 \cdot A + 0,16659;$$

$$Q_{90\%} = (Q_{90\%}/Q_{med}) \cdot Q_{med}.$$

Onde:

(Q_{90%}/Q_{med}) = relação entre vazão referência e a vazão média em percentual;

Q_{90%} = vazão de referência em m³/s;

Q_{med} = vazão média em m³/s;

A = área drenagem em km².

– Vazões Máximas

As vazões máximas foram avaliadas a partir de uma metodologia de regionalização de vazões diárias máximas observadas, corrigindo-se os valores médios diários para as cheias instantâneas. Inicialmente será realizado um ajustamento estatístico das vazões máximas observadas em cada um dos postos fluviométricos de que se dispõe de dados, para em seguida se proceder a regionalização.

Regionalização das Vazões Máximas

As séries das máximas vazões diárias em cada posto dos rios Almada e Cachoeira, que estão apresentadas ao final deste item, as quais foram ajustadas à lei de distribuição de *Gumbel*. As

estimativas das vazões máximas diárias obtidas desses ajustes, para as recorrências de 5, 10, 25, 50 e 100 anos, são apresentadas no **Quadro 8.1.5.1.4**.

Quadro 8.1.5.1.4 - Vazões Máximas nas Bacias dos Almada e Cachoeira

Código	Posto	Rio	TR=5	TR=10	TR=25	TR=50	TR=100
53050000	ITAJUÍPE	RIO ALMADA	136,1	167,4	207,0	236,3	265,4
53070000	URUÇUCA	RIO ÁGUA PRETA	28,9	35,9	44,7	51,3	57,9
53090000	PROVISÃO	RIO ALMADA	1.459,6	1.842,4	2.326,0	2.684,8	3.041,0
53091000	PROVISÃO II	RIO ALMADA	372,3	456,6	563,2	642,3	720,8
53125000	FAZENDA MANAUS	RIO COLÔNIA	317,4	419,4	548,4	644,0	738,9
53130000	ITAJU DO COLÔNIA	RIO COLÔNIA	939,3	1232,5	1602,9	1877,8	2150,6
53140000	ESTIVA DE BAIXO	RIO COLÔNIA	602,0	766,1	973,6	1127,5	1280,2
53160000	CAJUEIRO DO IBICARAÍ	RIO SALGADO	323,8	419,5	540,3	630,0	719,0
53170000	FERRADAS	RIO CACHOEIRA	989,8	1.245,7	1.568,9	1.808,8	2.046,8
53180000	CONTORNO DA BR-101	RIO CACHOEIRA	1.424,4	1.817,5	2.314,2	2.682,7	3.048,5

Com base nas estimativas para o Rio Almada, como apresentado acima, no **Quadro 8.1.5.1.4**, foram determinadas as curvas regionais das vazões máximas diárias com períodos de retorno de 5, 10, 25, 50 e 100 anos, em função das respectivas áreas de drenagens, que estão apresentadas nas **Figuras 8.1.5.1.7 a 8.5.2.11** a seguir:

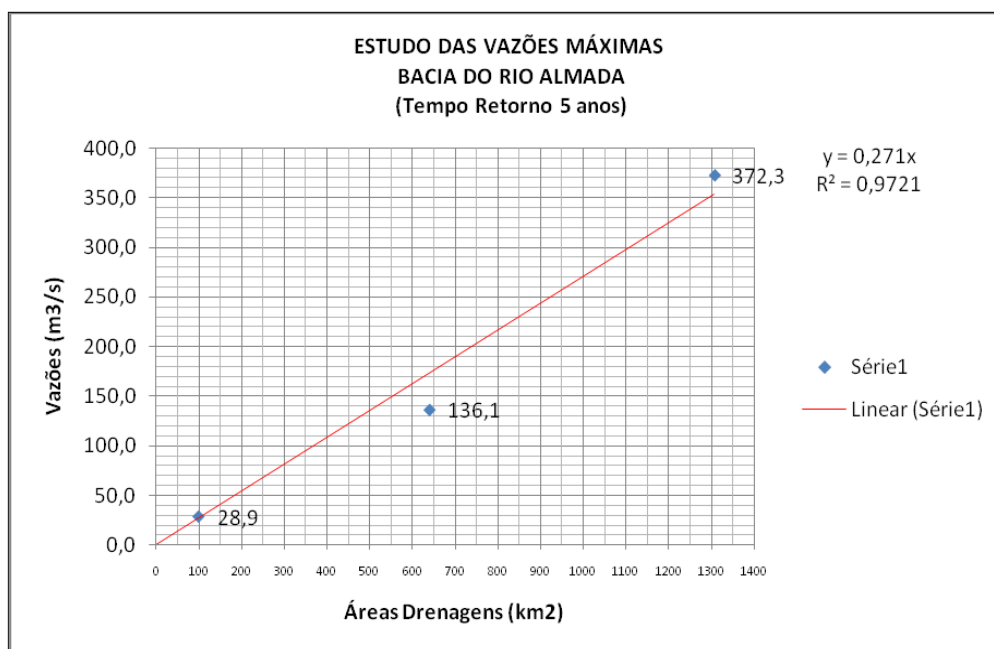


Figura 8.1.5.1.7 - Estudos das Vazões Máximas Tr = 5 Anos

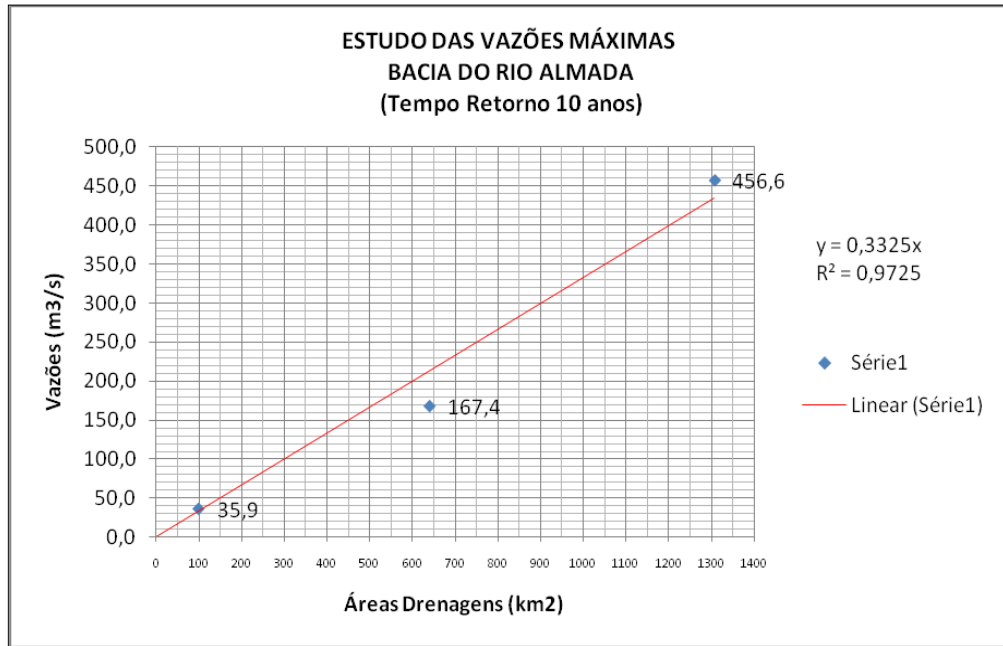


Figura 8.1.5.1.8 - Estudos das Vazões Máximas Tr = 10 Anos

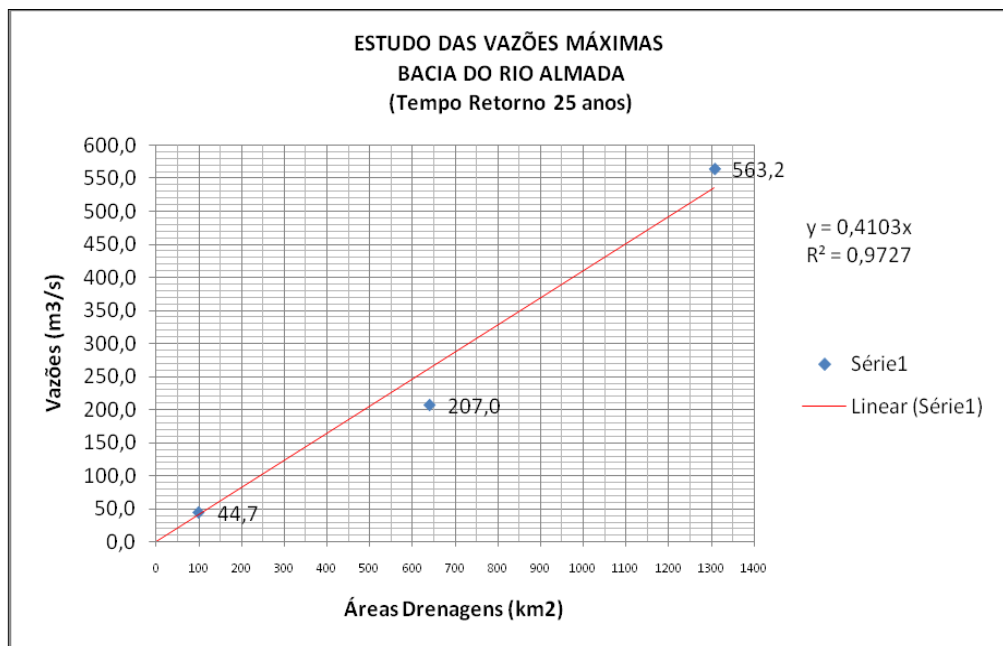


Figura 8.1.5.1.9 - Estudos das Vazões Máximas Tr = 25 Anos

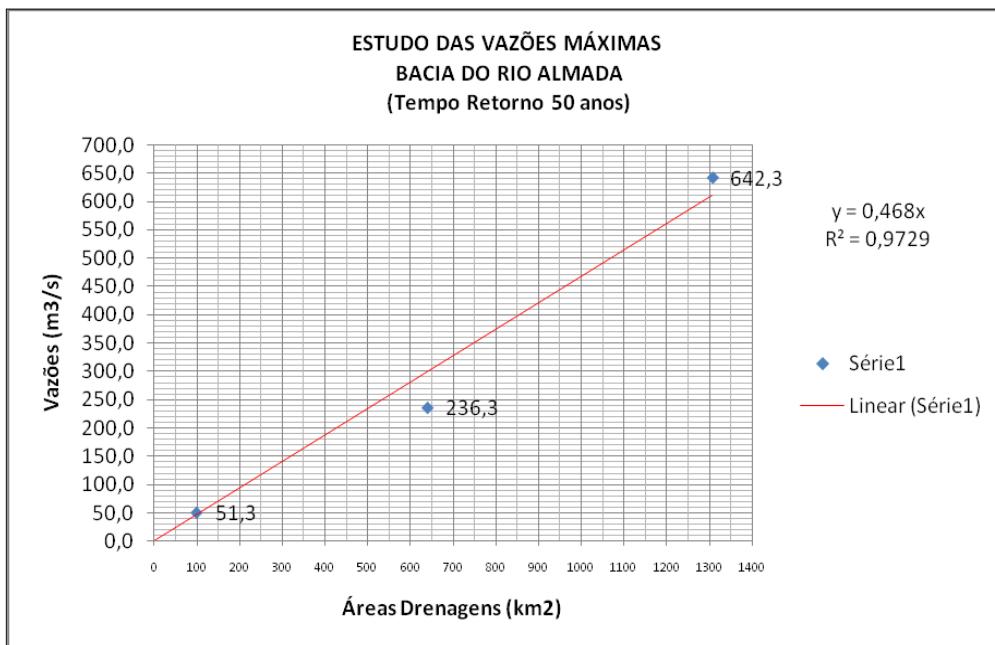


Figura 8.1.5.1.10 - Estudos das Vazões Máximas $T_r = 50$ Anos

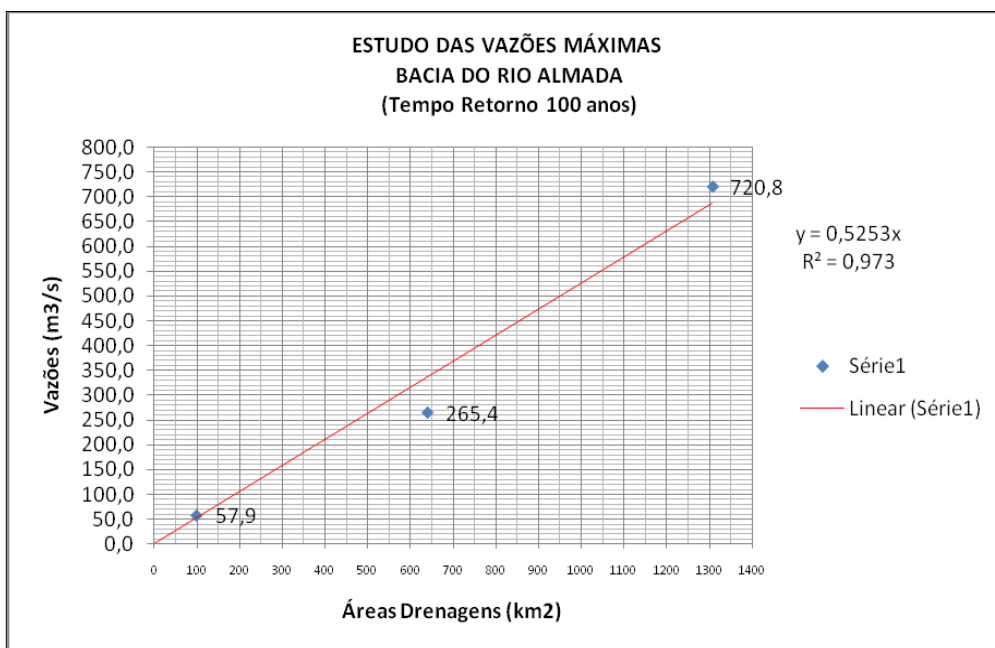


Figura 8.1.5.1.11 - Estudos das Vazões Máximas $T_r = 100$ Anos

Os modelos regionais finalmente definidos para as vazões máximas diárias nos locais de interesse, para os tempos de retorno de 5, 10, 25, 50 e 100 anos, são apresentados a seguir.

$$Q_{5\text{anos}} = 0,2710 \times A$$

$$Q_{10\text{anos}} = 0,3325 \times A$$

$$Q_{25\text{anos}} = 0,4103 \times A$$

$$Q_{50\text{anos}} = 0,4860 \times A$$

$$Q_{100\text{anos}} = 0,5253 \times A$$

Onde:

$Q_{i \text{ anos}}$ = vazão máxima para o tempo de retorno de i anos em m^3/s ;
 A = área de drenagem em km^2 .

As vazões máximas observadas utilizadas na definição dos modelos correspondem às séries de vazões máximas diárias, e por esta razão aplicou-se a fórmula de *Füller* para obtenção dos picos de cheias instantâneos, esta fórmula é a seguir apresentada:

$$Q_P = Q_{MAX} \left(1 + \frac{2,66}{A^{0,3}} \right)$$

Onde:

Q_P - representa a vazão de pico (m^3/s);
 Q_{MAX} - a vazão máxima média diária (m^3/s); e,
 A - a área de drenagem (km^2).

No **Quadro 8.1.5.1.5** a seguir são apresentados como exemplo as vazões máximas para áreas de drenagens até $100 km^2$ e para os tempos de retorno de interesse deste estudo.

Quadro 8.1.5.1.5 - Vazões Máximas (m^3/s)

Tempo Retorno	Áreas Drenagens (km^2)					
	1,00	2,00	5,00	10,00	50,00	100,00
5	0,992	1,713	3,579	6,323	24,696	45,207
10	1,217	2,102	4,391	7,758	30,301	55,466
25	1,502	2,594	5,419	9,573	37,391	68,445
50	1,779	3,072	6,418	11,339	44,289	81,073
100	1,923	3,321	6,937	12,256	47,871	87,629

Máxima Cheia Observada

A maior cheia observada de que se tem registro, na bacia do rio Almada foi registrada em 30/11/1947. Na localidade de Castelo Novo, onde está localizada uma das captações do Sistema de Abastecimento de Água de Itabuna, encontra-se registrada na parede de uma pequena central hidrelétrica desativada a marca do nível d'água máximo atingido naquela cheia. O registro dessa data no único posto com dados observados no rio Almada (Itajuípe), corresponde ao máximo da série no período de 70 anos, que foi de $315 m^3/s$.

Nas **Figuras 8.1.5.1.12 a 8.1.5.1.15**, a seguir se pode observar o rio Almada em Castelo Novo, onde se tem o registro da marcação desta cheia. Esta localidade esta situada a cerca de 7 km da lagoa Encantada e cerca de 12 km da área de interesse.

No **Quadro 8.1.5.1.6** são apresentados os valores da máxima cheia observada nas bacias dos rios Almada e Cachoeira.



Figura 8.1.5.1.12 - Vista geral da PCH Desativada a partir da Margem Esquerda



Figura 8.1.5.1.13 - Vista para Montante do rio Almada, vendo-se a PCH Desativada



Figura 8.1.5.1.14 - Ao fundo Captação Flutuante do SAA de Itabuna



Figura 8.1.5.1.15 - Marca da Máxima Enchente Observada no rio Almada

Quadro 8.1.5.1.6 - Máximas Cheias Observadas nas Bacias dos Rios Almada e Cachoeira

Ano	ITAJUÍPE	URUÇUCA	PROVISÃO	PROVISÃO II	FAZ MANAUS	ITAJU DO COLÔNIA	ESTIVA DE BAIXO	CAJUEIRO IBICARAÍ	FERRADAS	CONTORNO BR-101
	53050000	53070000	53090000	53091000	53125000	53130000	53140000	53160000	53170000	53180000
1937	147,00									
1938	147,00									
1939	17,10									
1940	94,40									
1941	77,70									
1942	113,00									
1943	101,00									
1944	101,00									
1945	210,00									
1946	40,00									
1947	315,00									
1948	88,50									
1949	36,80									
1950	110,00		1522,00							
1951	27,20		386,00							
1952			279,00							
1953	43,10		436,00							
1954	103,00		1589,00							
1955	113,00		1754,00							
1956	171,00		1457,00							
1957	56,90	9,34	347,00							
1958	168,00	33,70	1803,00							
1959	47,50	14,10	320,00							
1960	153,00		2883,00							
1961	60,30		316,00							
1962	27,20		99,30							
1963	88,50		629,00							
1964	161,00		1478,00							
1965	78,50		859,00							
1966	74,70	11,30	844,00					77,80	207,00	
1967			1018,00			1050,00			2168,00	
1968			1001,00						960,00	
1969	96,60		629,00			851,00		142,00	506,00	
1970	88,50	32,80	408,00			1895,00	534,00	452,00	1407,00	
1971	56,10							34,50	458,00	
1972	54,70		1373,00		79,50	182,00	102,00	73,10	334,00	
1973	90,80		712,00		117,00	635,00	396,00	248,00	644,00	
1974	156,00		1353,00		80,50	608,00	422,00	365,00	740,00	917,00

Continua

Quadro 8.1.5.1.6 - Máximas Cheias Observadas nas Bacias dos Rios Almada e Cachoeira

(Continuação)

Ano	ITAJUÍPE	URUÇUCA	PROVISÃO	PROVISÃO II	FAZ MANAUS	ITAJU DO COLÔNIA	ESTIVA DE BAIXO	CAJUEIRO IBICARAÍ	FERRADAS	CONTORNO BR-101
1975	81,60		1244,00			457,00	409,00	153,00	452,00	586,00
	53050000	53070000	53090000	53091000	53125000	53130000	53140000	53160000	53170000	53180000
1976	62,50					104,00	154,00	121,00	389,00	465,00
1977	68,10						457,00	64,70	534,00	595,00
1978	84,50			319,00	218,00		534,00	380,00	877,00	1062,00
1979	149,00			267,00	83,00	152,00	287,00	228,00	552,00	785,00
1980	190,00			528,00	215,00	1042,00	791,00	580,00	1231,00	1946,00
1981				634,00	145,00	1042,00	794,00	510,00	1025,00	2673,00
1982	75,00				81,70	152,00	124,00	162,00	329,00	354,00
1983	60,00				50,60	41,20	76,30	97,80	174,00	305,00
1984	92,00			298,00	44,40	22,70	77,50	76,80	245,00	190,00
1985	99,70			190,00	342,00			238,00	1073,00	1373,00
1986	50,00				100,00		187,00	132,00	359,00	386,00
1987	38,20				153,00	289,00	278,00	32,60	206,00	76,70
1988	151,00			238,00		856,00	656,00		776,00	1287,00
1989	152,00						886,00		1013,00	
1990	63,00			163,00					764,00	
1991	96,20			280,00				161,00	1194,00	1592,00
1992	113,00			379,00					1154,00	
1993	20,90			59,00	191,00	106,00	43,90	9,50	52,60	
1994	50,40				391,00		396,00		661,00	
1995										
1996					98,80		125,00			
1997	151,00				564,00					
1998									759,00	
1999	150,00			292,00	114,00		422,00	244,00	598,00	826,00
2000	104,00			171,00	160,00	580,00	356,00	312,00	589,00	940,00
2001	87,30			207,00	16,20	48,30	122,00	28,90	161,00	158,00
2002	163,00			377,00	724,00	1013,00	900,00	458,00	1014,00	1921,00
2003	40,30			122,00	29,10	89,50	70,30	27,60	95,00	
2004	72,90			122,00	249,00	772,00	796,00	369,00	624,00	826,00
2005	78,30			190,00	364,00	1335,00	814,00			1452,00
Máximo	315,00	33,70	2883,00	634,00	724,00	1895,00	900,00	580,00	2168,00	2673,00
Média	97,71	20,25	989,57	268,67	192,12	579,25	400,36	206,37	675,68	941,62
Desvio padrão	53,48	11,99	654,23	144,20	174,40	501,13	280,61	163,49	437,27	671,92
Coefficiente Variação	54,7%	59,2%	66,1%	53,7%	90,8%	86,5%	70,1%	79,2%	64,7%	71,4%

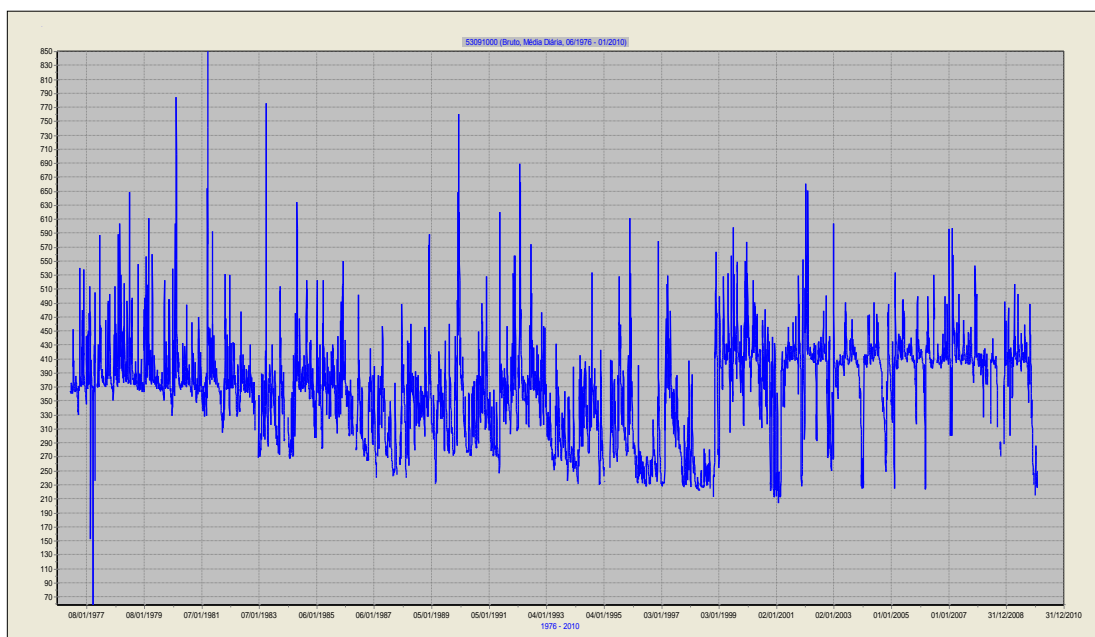
Fonte: Banco de Dados Hidroweb

Rio Almada em Provisão II

A maior parte das áreas de influência do empreendimento Porto Sul estão inseridas na bacia do rio Almada, cujo comportamento hidrológico é caracterizado a partir dos dados observados no posto fluviométrico de Provisão II (53091000), localizado próximo a área de interesse no rio Almada e representa o comportamento hidrológico da AII.

A **Figura 8.1.5.1.16** ilustra o comportamento das cotas médias diárias do posto fluviométrico de Provisão II no rio Almada no período de junho de 1976 a dezembro de 2005. Estas cotas médias diárias mostram a variação do nível d'água no rio ao longo do tempo e pode ser visualizada uma descontinuidade (salto) a partir de janeiro de 1999 quando a tendência das cotas passa a ter um comportamento diferente do visualizado anteriormente a este período.

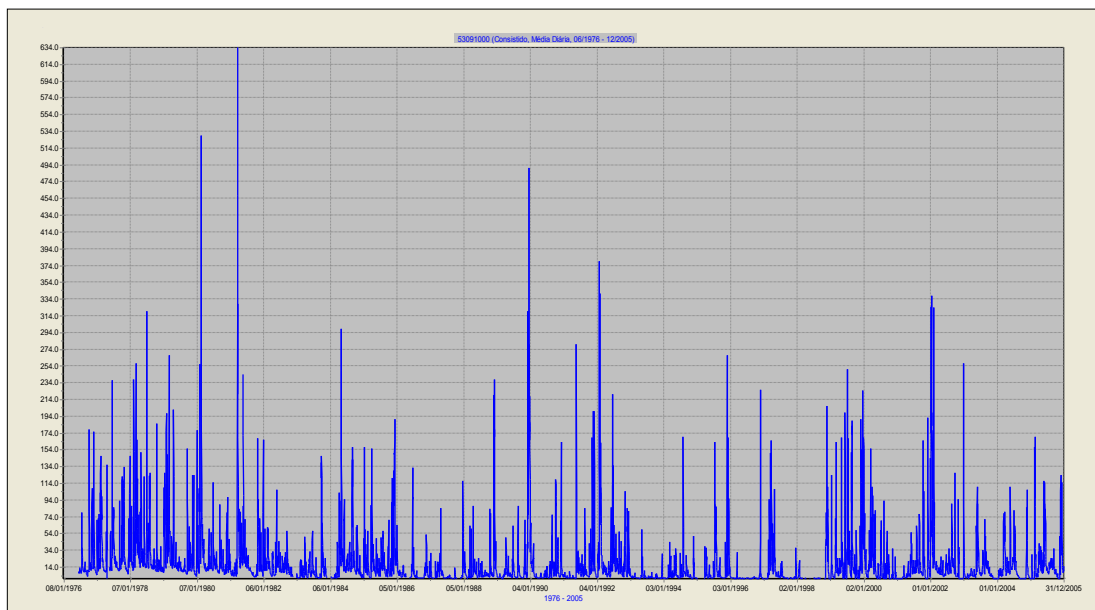
Este fato pode ser creditado a mudança no controle da seção, provocado por um pequeno barramento que represa as águas do rio Almada, estando o posto localizado no seu remanso e, pois em determinadas ocasiões o nível do rio diminui significativamente, possivelmente em função do barramento ser precário e não ter a estanqueidade necessária permitindo uma depleção em sua reservação.



Fonte: Banco de Dados Hidroweb

Figura 8.1.5.1.16 - Visualização do Comportamento das Cotas Médias Diárias

Na **Figura 8.1.5.1.17** apresenta a série das vazões médias mensais, no mesmo período das cotas, onde visualmente não se verifica a anomalia observada nas cotas.



Fonte: Banco de Dados Hidroweb

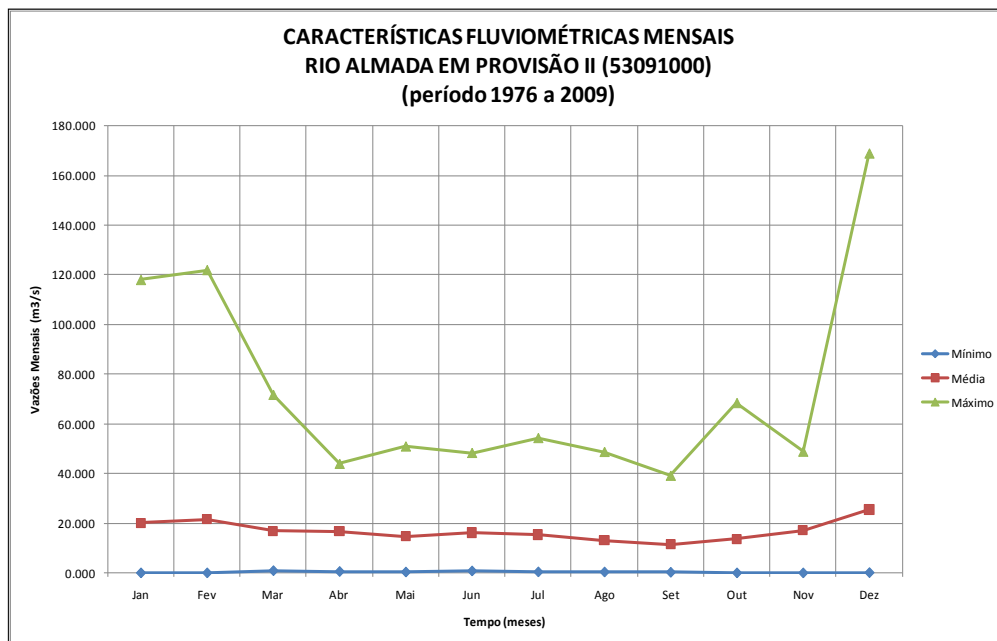
Figura 8.1.5.1.17 - Visualização do Comportamento das Vazões Médias Diárias

As características fluviométricas mensais do rio Almada em Provisão II (53091000) são apresentadas no **Quadro 8.1.5.1.7** e **Figura 8.1.5.1.18**. A série de vazões médias mensais deste posto encontra-se apresentada no **Quadro 8.1.5.1.8** ao final deste item.

Quadro 8.1.5.1.7 - Características Fluviométricas Mensais - Rio Almada em Provisão II (m³/s)

Meses	Vazões Mensais			Desvio Padrão	Coeficiente Variação
	Mínimo	Média	Máximo		
Jan	0,013	20,051	118,000	23,858	119,0%
Fev	0,013	21,492	122,000	30,789	143,3%
Mar	0,858	16,849	71,700	18,449	109,5%
Abr	0,548	16,745	43,900	13,641	81,5%
Mai	0,338	14,690	50,900	10,987	74,8%
Jun	0,753	16,151	48,300	12,744	78,9%
Jul	0,390	15,338	54,300	13,281	86,6%
Ago	0,348	13,087	48,700	10,883	83,2%
Set	0,234	11,444	39,100	8,961	78,3%
Out	0,010	13,564	68,400	14,310	105,5%
Nov	0,002	17,055	48,800	13,017	76,3%
Dez	0,116	25,434	169,000	32,720	128,6%
Média	2,170	16,753	33,600	18,520	110,6%

Fonte: Banco de Dados Hidroweb



Fonte: Banco de Dados Hidroweb

Figura 8.1.5.1.18 - Características Fluviométricas Mensais rio Almada em Provisão II (53091000)

As médias das vazões mensais no rio Almada em Provisão II (530910000) apresentam variação sazonal reduzida, variando entre um mínimo de 11,444 m³/s no mês de setembro a um máximo no mês de dezembro de 25,424 m³/s. O trimestre de menores vazões médias mensais compreende os meses de agosto a outubro e o de maiores vazões mensais estende-se de dezembro a fevereiro. Por outro lado, existe uma variação bastante significativa entre as vazões médias mensais observadas em um mesmo mês, por exemplo em janeiro já foram registrados vazões médias mensais de 0,013 m³/s a 118,000 m³/s, sendo a média mensal de 20,051 m³/s. Os coeficientes de variação calculados mostram a elevada dispersão dos valores observados em torno da média de cada mês, podendo ocorrer vazões mensais mínimas em praticamente todos os meses do ano, enquanto que as maiores vazões médias mensais ocorrem de outubro a março.

O coeficiente de variação da média anual (igual a 110%) também é elevado. A partir da série histórica foram calculadas vazões médias anuais variando entre 2,170 m³/s a 33,600 m³/s.

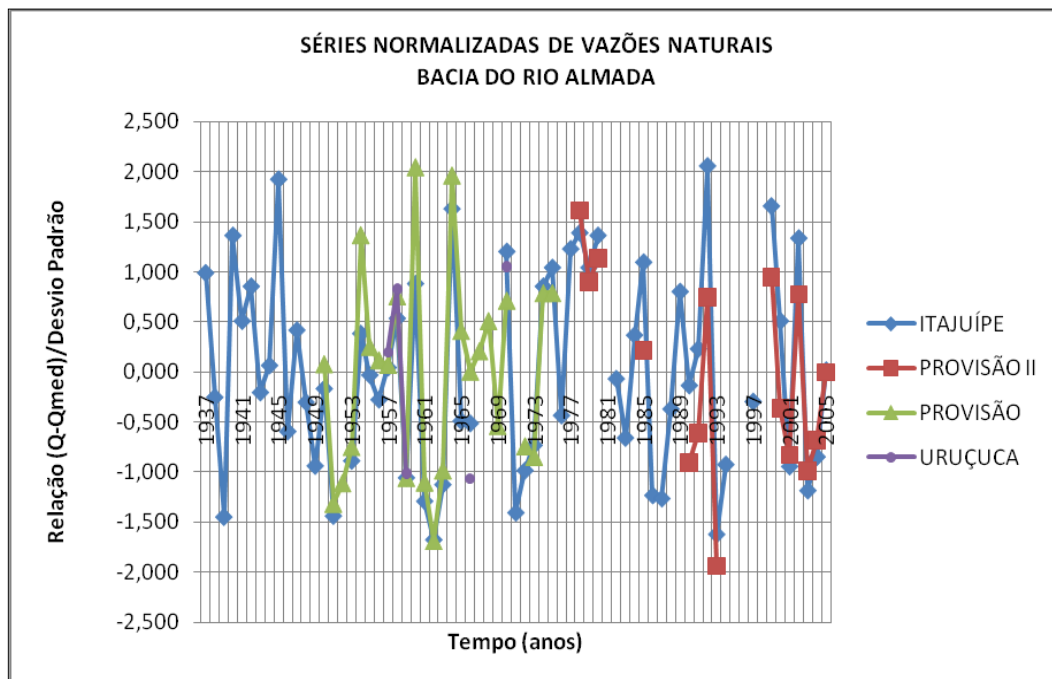
A **Figura 8.1.5.1.19** ilustra a série normalizada de vazões anuais observadas no rio Almada nos postos Uruçuca, Itajuípe, Provisão e Provisão II. A série normalizada é definida como a relação entre a vazão anual menos a vazão média anual de longo período dividido pelo desvio padrão. A série assim definida mostra como o valor varia em torno da média, permitindo identificar inclusive os períodos de estiagens e os períodos de cheias.

Quadro 8.1.5.1.8 - Vazões Médias Mensais (m³/s) rio Almada em Provisão II (53091000)

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
1976							18,600	11,200	6,510	26,100	35,800	24,600	
1977	26,800	64,000	16,400			42,100	35,700	13,400	22,700	68,400	16,100	20,000	
1978	36,600	46,700	71,700	35,800	34,000	26,100	43,800	41,800	16,900	22,600	13,300	13,700	33,600
1979	41,200	67,800	45,300	39,900	17,700	15,800	12,100	10,600	22,200	21,700	27,000	6,580	27,300
1980	34,400	122,000	32,200	10,900	20,300	22,500	22,200	13,700	22,600	12,300	16,000	23,500	29,400
1981	8,250	7,470		43,900		26,900	16,200	9,530	3,550	14,100	37,300	18,700	
1982	22,800	31,200	10,200	11,300	17,100	18,200	13,500	13,900	15,800	7,870			
1983	1,530	9,660	6,640	7,920	11,400	15,200	7,050	2,450	9,990	31,700			
1984		1,200	6,760	33,100	50,900	22,400	16,100	25,300	39,100	20,300	9,000	3,260	
1985	28,900	13,400	9,950	35,800	10,900	9,680	17,500	19,700	7,050	14,800	24,500	62,200	21,200
1986	14,300	4,420	6,260			19,000	6,100	2,350	0,874	0,802	16,500	5,070	
1987	5,420		5,850	17,100	4,660	0,753	1,530	1,340				17,700	
1988	13,100		11,100	12,000	7,800	6,020	9,200	4,470	4,230	16,700	15,500	44,700	
1989		1,680		13,400	5,520	10,800	5,750	11,100	3,850	2,710	12,800	169,000	
1990	25,200	9,860	1,760	1,700	1,140	3,910	3,440	12,200	11,200	36,800	7,720	21,200	11,300
1991	2,890	1,300	1,660	1,220	21,900	15,500	11,800	17,200	4,980	15,500	48,800	23,600	13,900
1992	46,400	79,500	11,300	7,000	7,370	48,300	23,800	13,400	18,700	8,840	25,200	21,200	25,900
1993	2,320	2,420	0,858	0,575	8,990	2,420	1,210	2,300	0,589	1,610	0,692	2,020	2,170
1994	0,442		9,210	4,310	11,700	1,540	6,120	19,700	9,250	2,380	7,070	1,380	
1995				8,060	3,790	1,710	47,300	11,500	5,540	0,962		27,600	
1996	1,210	0,526	2,810	0,548	0,338		0,476	0,359	0,946	0,540	16,500	1,360	
1997		5,170	60,300	24,000	9,450	2,540	6,090	1,170	0,557		0,444	3,870	
1998		0,726					0,390	0,348			43,800	15,400	
1999	14,700	6,700	26,200	12,300	26,800	20,600	54,300	48,700	14,100	8,900	14,700	84,800	27,700
2000	41,300	6,310	41,100	39,200	16,000	3,900	12,400	10,200	11,900	3,580	4,810	2,290	16,100
2001	0,013	0,013	2,880	2,240	8,520	21,100	10,100	18,800	17,700	29,000	1,230	32,600	12,000
2002	118,000	58,600	10,900	10,600	5,870	9,760	12,500	26,000	21,400	3,160	12,400	25,300	26,200
2003	10,400	2,540	5,880	4,160	24,300	23,900	8,810	23,000	16,200	6,800	1,800	0,116	10,600
2004	2,940	6,060	37,300	12,500	20,500	16,800	26,700	3,960	0,234	0,042	29,300	2,920	13,300
2005	3,050	36,300	6,500	21,900	24,500	43,900	10,800	17,000	12,800	4,970	19,300	30,500	19,300
2006	12,300	2,240	8,420	33,300	5,570	28,000		8,670		10,400	24,800	16,800	
2007	25,900		28,500	22,400	19,000	7,010	20,000	10,100	15,500	14,900	24,600	48,200	
2008	6,250	4,850	5,950	5,320		2,130	9,890	4,610		0,010	0,002	18,300	
2009	14,800	9,130	4,720	29,900	15,300	12,200	14,700	14,900	6,380	12,000	4,690		
Mínimo	0,013	0,013	0,858	0,548	0,338	0,753	0,390	0,348	0,234	0,010	0,002	0,116	2,170
Média	20,051	21,492	16,849	16,745	14,690	16,151	15,338	13,087	11,444	13,564	17,055	25,434	16,753
Máximo	118,000	122,000	71,700	43,900	50,900	48,300	54,300	48,700	39,100	68,400	48,800	169,000	33,600
Desvio Padrão	23,858	30,789	18,449	13,641	10,987	12,744	13,281	10,883	8,961	14,310	13,017	32,720	18,520
Coefficiente Variação	119,0%	143,3%	109,5%	81,5%	74,8%	78,9%	86,6%	83,2%	78,3%	105,5%	76,3%	128,6%	110,6%

Fonte: Banco de Dados Hidroweb

Nota: Valores em vermelho duvidosos ou estimados



Fonte: Banco de Dados Hidroweb

Figura 8.1.5.1.19 - Séries Normalizadas de Vazões Naturais Bacia do rio Almada

A partir da análise da **Figura 8.1.5.1.19** e **Quadro 8.1.5.1.8**, prejudicado pelas falhas existentes, é possível detectar que o período de 1948 a 1953 ocorreu um período de seca na bacia do rio Almada, quando as vazões anuais em seis anos seguidos se situaram abaixo da média. É possível identificar ainda outros períodos de estiagens como de 1961 a 1963; 1971 a 1973; 1986 a 1988 e 2003 a 2005.

No ano de 1947 quando foi registrada a maior cheia no rio Almada a vazão anual só foi pouco acima da média.

Os anos de cheias na bacia foram 1945; 1960; 1964; 1992 e 1999.

- Recursos Hídricos na Área de Influência Direta (AID) e na Área Diretamente Afetada (ADA)

A partir da cartografia e das fotografias aéreas disponíveis definiu-se as sub-bacias que afluem as AID e ADA. Adotou-se a nomenclatura descrita a seguir para facilitar a identificação destas áreas, em função de não se dispor na cartografia a denominação destes cursos d'água, provavelmente devido as suas dimensões relativamente pequenas. A nomenclatura atribui letras e nomes em três níveis. O primeiro nível diz respeito ao corpo d'água que recebe a contribuição (rio Almada, rio Iguape ou oceano Atlântico), o segundo refere-se à margem (esquerda ou direita) e o terceiro e a ordem sequencial de montante para jusante.

As sub-bacias assim identificadas estão apresentadas na **Figura 8.1.5.1.20** a seguir apresentada.

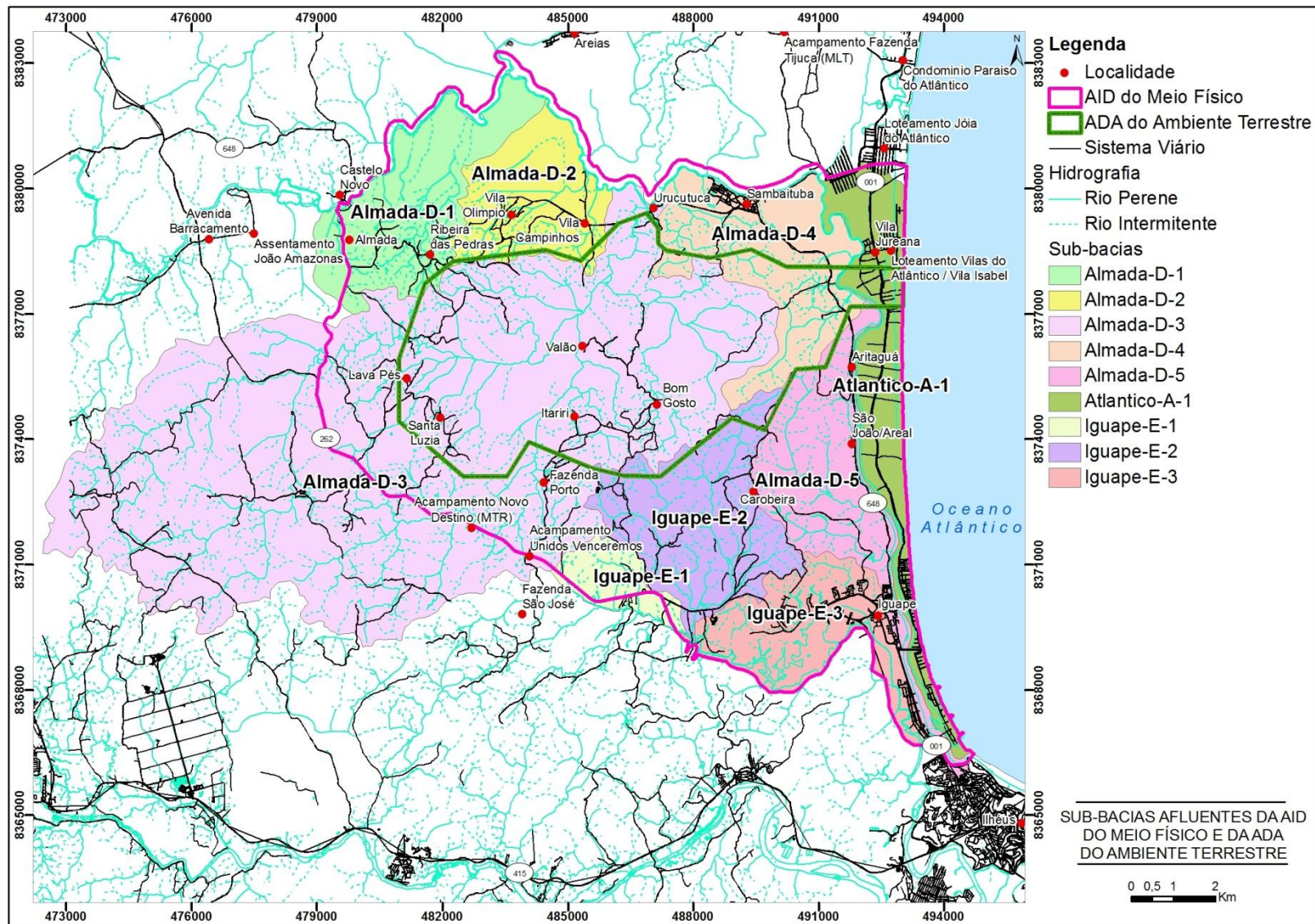


Figura 8.1.5.1.20 - Sub-Bacias Afluentes da AID e ADA do Empreendimento Porto Sul

A sub-bacia Almada-D-1 apresenta uma pequena porção da sua área de drenagem fora da AID. A porção de montante da sub-bacia Almada-D-3, com aproximadamente 40% da sua área de drenagem, encontra-se fora da AID. As áreas de drenagem das bacias hidrográficas restantes encontram-se totalmente incluídas na AID.

Com base na regionalização foram avaliadas, para as sub-bacias da **Figura 8.1.5.1.20**, as vazões características, a saber, as vazões médias e as vazões de referência $Q_{90\%}$. As vazões máximas associadas aos períodos de retorno de 5, 10, 25, 50 e 100 anos, são apresentadas num segundo grupo.

Vazões Características

As vazões médias e as vazões de $Q_{90\%}$ das sub-bacias nas AID e ADA estão apresentadas no **Quadro 8.1.5.1.9**, destacando as sub-bacias conforme sua localização. Estas vazões foram avaliadas a partir dos modelos definidos e que são a seguir apresentados:

Vazões Médias

$$Q_{\text{med}} = 0,0144 \times A$$

Onde:

$$Q_{\text{med}} = \text{vazão média em m}^3/\text{s}; \text{ e,}$$

$$A = \text{área drenagem em km}^2.$$

Vazões de $Q_{90\%}$

$$Q_{90\%}/Q_{\text{med}} = 0,00011 \times A + 0,16659$$

$$Q_{90\%} = Q_{90\%}/Q_{\text{med}} \times Q_{\text{med}}$$

Onde:

$$Q_{90\%}/Q_{\text{med}} = \text{relação entre vazão referência e a vazão média em percentual};$$

$$Q_{90\%} = \text{vazão de referência em m}^3/\text{s};$$

$$Q_{\text{med}} = \text{vazão média em m}^3/\text{s};$$

$$A = \text{área drenagem em km}^2.$$

Quadro 8.1.5.1.9 - Vazões Características

Sub-bacias	Áreas Drenagens (km ²)	Vazão Média (m ³ /s)	Vazão Referência - Q90% (m ³ /s)
Margem Direita rio Almada			
Almada-D-1	13,29	0,1914	0,0322
Almada-D-2	9,93	0,1430	0,0240
Almada-D-3	104,35	1,5026	0,2676
Almada-D-4	14,27	0,2055	0,0346
Almada-D-5	13,91	0,2003	0,0337
Subtotal Almada	155,75	2,2428	0,3921
Margem Esquerda rio Iguape			
Iguape-E-1	3,58	0,0516	0,0086
Iguape-E-2	14,84	0,2137	0,0359
Iguape-E-3	10,82	0,1558	0,0261
Subtotal Iguape	29,24	0,4211	0,0706
Oceano Atlântico			
Atlântico-A-1	13,11	0,1888	0,0317

As sub-bacias da margem direita do rio Almada apresentam uma vazão média total igual a $2,24 \text{ m}^3/\text{s}$ e uma vazão de referência Q_{90} igual a $0,39 \text{ m}^3/\text{s}$. Essas vazões (média e de referência) correspondem aproximadamente a 80% do total estimado, quando incluídas as sub-bacias do Iguape e a do Atlântico.

Uma única bacia, a Almada-D-3, contribui com 53% da vazão média total (ou $2,50 \text{ m}^3/\text{s}$) e 54% da vazão de referência Q_{90} ($0,267 \text{ m}^3/\text{s}$). Esta bacia é particularmente importante, pois, numa porção menor da sua bacia, no limite leste, está prevista a maior parte da área sujeita a intervenções de infraestrutura.

O restante da área com forte intervenção de infraestrutura projetada corresponde a uma pequena porção na parte sudoeste da sub-bacia Almada-D-4. A vazão média total e a vazão de referência dessa sub-bacia são pouco significantes, iguais a 14% e 13% da vazão estimada para a bacia Almada-D-3.

Em termos médios é de se esperar um escoamento anual de 454 mm/ano nas AID e ADA, significando que cerca de 23 % da chuva que cai na região escoar superficialmente, sendo que a diferença é infiltrada, evaporada diretamente ou evapotranspirada pela vegetação.

De acordo com a legislação do Estado da Bahia a vazão de referência para fins de outorga de uso da água é dada pela vazão $Q_{90\%}$, que significa que em 90% do tempo deverão ocorrer vazões iguais ou maiores que determinada vazão e que em consequência em 10% do tempo devem ocorrer vazões menores que esta determinada vazão, daí a importância de se conhecer esta vazão de referência.

Nas sub-bacias analisadas, a vazão de $Q_{90\%}$ é cerca de 17,3 % da vazão média e na sub-bacia Almada-D-3, essa relação sobe para 17,8%. A partir da legislação estadual seria possível comprometer até 80% desta vazão (no máximo 20% para cada usuário individual), conforme esta avaliação preliminar, a sub-bacia Almada-D-3 teria uma disponibilidade máxima da ordem de 200 L/s .

Vazões Máximas

As vazões máximas das sub-bacias das AID e ADA para os tempos de retorno de 5, 10, 25, 50 e 100 anos serão avaliadas pelos modelos definidos para cada tempo e retorno a partir da regionalização das vazões máximas da bacia do rio Almada já apresentada, cujas equações são que são relacionadas a seguir.

$$\begin{aligned} Q_{5\text{anos}} &= 0,2710 \times A \\ Q_{10\text{anos}} &= 0,3325 \times A \\ Q_{25\text{anos}} &= 0,4103 \times A \\ Q_{50\text{anos}} &= 0,4860 \times A \\ Q_{100\text{anos}} &= 0,5253 \times A \end{aligned}$$

Onde:

$$\begin{aligned} Q_{i \text{ anos}} &= \text{vazão máxima para o tempo de retorno de } i \text{ anos em } \text{m}^3/\text{s}; \\ A &= \text{área de drenagem em } \text{km}^2. \end{aligned}$$

No **Quadro 8.1.5.1.10** a seguir têm-se as vazões máximas para cada uma das sub-bacias definidas nas AID e ADA do Porto Sul, para os tempos de retorno de interesse do atual estudo.

Quadro 8.1.5.1.10 - Vazões Máximas nas Sub-bacias, em m³/s

Sub-bacias	Período de Retorno (anos)	Áreas Drenagens (km ²)				
		5	10	25	50	100
Margem Direita rio Almada						
D-Almada-2A	13,29	3,60	4,42	5,45	6,46	6,98
D-Almada-2B	9,93	2,69	3,30	4,07	4,83	5,22
D-Almada-2C	104,35	28,28	34,70	42,81	50,71	54,82
D-Almada-2D	14,27	3,87	4,74	5,85	6,94	7,50
D-Almada-2E	13,91	3,77	4,63	5,71	6,76	7,31
Margem Esquerda rio Iguape						
E-Iguape-A1	3,58	0,97	1,19	1,47	1,74	1,88
E-Iguape-B1	14,84	4,02	4,93	6,09	7,21	7,80
E-Iguape-C1	10,82	2,93	3,60	4,44	5,26	5,68
Oceano Atlântico						
A-Atlantico-C1	13,11	3,55	4,36	5,38	6,37	6,89

As vazões máximas das sub-bacias com áreas de drenagens menores possivelmente encontram-se subavaliadas, pois o modelo que as definiu foram baseados em dados de áreas de drenagens bem maiores. Mas, optou-se por utilizar uma única metodologia para que os resultados fossem coerentes entre as sub-bacias de tamanho de áreas diferentes. Por exemplo, se fosse adotado o método racional para as áreas de drenagens menores suas vazões máximas seriam bem maiores que os valores apresentados acima, gerando inconsistências quando se comparasse as áreas de drenagens com as respectivas vazões máximas, avaliadas por métodos diferentes.

Portanto os valores acima são indicativos não dispensando por ocasião da elaboração dos projetos uma avaliação por outras metodologias como o método racional para as áreas de drenagens menores e o hidrograma unitário para as áreas de drenagens maiores.

- Descrição conceitual do regime hídrico na AID e ADA

O regime hídrico na região do Porto Sul condicionado principalmente por alguns fatores físicos, quais são:

- Baixa altitude do rio Almada, exutório principal da área, que resulta numa reduzida energia disponível para o escoamento.
- Influência variada de marés no regime fluvial do rio Almada, ao longo do limite norte e trecho leste da AID.
- O trecho do rio Almada ao longo da AID escoia sobre formação aquífera (depósitos quaternários) com elevada capacidade armazenamento e permeabilidade importante.
- O relevo é fortemente controlado pelas ocorrências geológicas e define marcadas variações das características hidrogeológicas, principalmente nas sub-bacias Almada-D-3 e Almada-D4, onde estão previstos as principais intervenções de infraestrutura. O mesmo ocorre nas sub-bacias Almada-D-1 e Almada-D-2.

Nas sub-bacias hidrográficas Almada-D1, Almada-D1 e Almada-D4 apresentam-se importantes áreas incluídas nos depósitos quaternários que formam o aquífero livre do rio Almada. Nestas áreas, o processo de transferências d'água entre o rio e o aquífero são

praticamente indivisíveis, tanto nos aspectos de quantidade quanto de qualidade. Nessas áreas, as variações das marés superpõem-se às variações sazonais do nível d'água do rio afetando de forma particular os processos de troca entre rio e aquífero.

Nas regiões mais elevadas, predomina o escoamento superficial em decorrência do relevo mais acentuado e da menor permeabilidade do solo, devido ao aumento da proporção de argilas. Nestas áreas, a vegetação e o uso do solo atual são facilitadores para os processos de infiltração das águas de chuva e redução dos riscos de erosão.

A sub-bacia Almada-D-3 apresenta características singulares, ao oeste e sul e sudeste, apresenta relevo ondulado a forte ondulado, com escoamento em talvegues de fundo de vale bem definidos. Estas áreas definem o chamado trecho superior da sub-bacia. Seguindo em direção à foz no rio Almada, a rede hidrográfica passa por uma curta transição, ou trecho médio da sub-bacia, com menor declividade. Finalmente o trecho inferior da sub-bacia que ocupa uma importante área nas porções central e nordeste (até a foz). O trecho inferior da sub-bacia é marcadamente plano, composto por sedimentos bastantes heterogêneos e com desnível limitado à aproximadamente 5 m acima do rio Almada, com altitude inferior aos 10 m.

Trata-se de uma região predominantemente alagada ou alagadiça. A vegetação composta preponderantemente por macrófitas constituem empecilho ao escoamento, resolvido pelos proprietários das terras através da “limpeza” ou remoção dessa vegetação ao longo dos canais naturais. Este trecho apresenta regime hidrológico típico de áreas úmidas (“*wetlands*”). Circunstancialmente, presta serviço adicional como corpo depurador parcial e indeterminado dos efluentes do Lixão localizado na porção sul da área.

A porção leste desta bacia, onde está projetada a maior parte da infraestrutura do porto, é separada deste trecho baixo por um cordão elevado com topo variando entre 80 m a 100 m de altitude. Esta parte da bacia drena através de uma fenda aberta no cordão elevado (acidente geográfico). Esse local aparenta condições muito favoráveis para a implantação de uma barragem de regularização do escoamento visando a manutenção do regime de cheias próximo do natural, o controle final do particulado não solúvel, podendo, inclusive atender a parte da demanda de água doce de processo a ser utilizada no Porto Sul.

- Caracterização dos principais usos na AID

Esta avaliação de diagnóstico é centrada na situação atual dos usos da água na AID. A área está totalmente inserida no município de Ilhéus, é predominantemente rural. Como o regime pluviométrico local é elevado não há áreas irrigadas no interior da AID. A criação de gado é limitada também em função da elevada precipitação que dificulta o manejo sanitário, existindo uma fazenda no norte da área que possui um pequeno rebanho de búfalo para a produção principalmente de leite, às margens do rio Almada. A demanda industrial é desprezível.

Em contrapartida existe um número expressivo de pequenas localidades e principalmente de vilas e aglomerados com características rurais inseridos na AID, que definem o único uso significativo dos recursos hídricos, o destinado a abastecimento humano.

Os dados básicos utilizados nesta avaliação foram coletados do estudo socioeconômico apresentado neste diagnóstico. O **Quadro 8.1.5.1.11** relaciona as vilas e povoados que estão inseridos na AID, com as estimativas de população, o número de residências (quando disponível) e finalmente a taxa de ocupação das residências.

Quadro 8.1.5.1.11 - Vilas e Povoados Inseridos na AID, População Total Estimada

Vilas e Povoados	População total	Residências	Pessoas por Domicílio
Sambaituba	3.000	-	
Aritagua	1.200	-	
Carobeira	400	100	4,0
Urucutuca	394	100	
Vila Campinhos	118	30	
Vila Olímpio	118	30	
Ribeira das Pedras	788	200	
Fazenda Porto	300	80	3,8
Santa Luzia	24	6	
Lava Pés	28	7	
Iitariri/Assentamento Bom Gosto	120	40	3,0
Valão	197	50	
Novo Destino (acampamento)	120	27	4,4
Vila Vidal de São João	900	200	4,5
Vila Juerana	2.000	-	
Total Vilas/Distritos	9.707	média	3,9

Fonte: Estudo socioeconômico, diagnóstico, dados coletados e processados – Consórcio Hydros/Orienta.

Além das vilas e povoados, existem na área residências dispersas ao longo da AID. A população dispersa foi estimada com base na densidade populacional rural igual a 15,36 hab/km², calculada como o quociente entre a população rural igual 28.955 habitantes segundo o censo 2010 e a área do município igual a 1885 km². O produto da densidade populacional rural vezes a área da AID (igual a 149 km²) resultou uma população dispersa estimada da ordem de 2.288 habitantes.

A demanda média para abastecimento humano foi estimado com base nos seguintes *per capita*s típicos médios adotados nesta avaliação (**Quadro 8.1.5.1.12**).

Quadro 8.1.5.1.12 - Per Capitas Médios em Função da População Total das Comunidades

Número de habitantes	Per capita (L/hab/dia)
1 a 600	80
600 a 2.000	100
2.000 a 3.999	110

O **Quadro 8.1.5.1.13** apresenta a demanda total de abastecimento nas vilas e povoados, mais a população dispersa estimada. Para esta última foi adotado o *per capita* mínimo igual a 80L/hab/dia.

Quadro 8.1.5.1.13 - Demandas de Água para Abastecimento Humano na AID

Vilas/Sedes de Distritos	Habitantes	Per capita (L/hab/dia)	demanda média (L/s)
Sambaituba	3.000	110	0,0038
Aritagua	1200	100	0,0014
Carobeira	400	80	0,0004
Urucutuca	394	80	0,0004
Vila Campinhos	118	80	0,0001
Vila Olímpio	118	80	0,0001
Ribeira das Pedras	788	100	0,0009
Fazenda Porto	300	80	0,0003
Santa Luzia	24	80	0,0000
Iitariri/Assentamento Bom Gosto	120	80	0,0001
Valão	197	80	0,0002
Lava Pés	28	80	0,0000
Novo Destino (acampamento)	120	80	0,0001
Vila Vidal de São João	900	100	0,0010
Vila Juerana	2.000	110	0,0025
População dispersa	2.288	80	0,0021
Total Vilas/Distritos	11.995		0,0135

A demanda média total estimada para abastecimento rural, seja concentrada em pequenas vilas ou dispersa, é da ordem de 13,5 L/s. O atendimento dessa vazão ocorre principalmente através de poços pouco rasos que exploram o aquífero livre, ou das vertentes nas regiões onde predominam as formações cristalinas.

O único uso significativo dos recursos hídricos apresenta magnitude reduzida, da ordem de 0,1 L/s/km².

- Considerações Finais

Os recursos hídricos superficiais nas áreas de influência do empreendimento Porto Sul são relativamente abundantes, recomendando inclusive que se faça uso da captação da água da chuva para os usos que requeiram padrões de qualidade menos exigentes.

O rendimento hídrico médio nas áreas de interesse é cerca de 23%, ou seja, pouco menos de uma quarta parte do total precipitado escoar superficialmente.

É fortemente recomendado que o sistema de drenagem pluvial para as águas não contaminadas para a ADA do empreendimento Porto Sul, esteja baseado nos conceitos da drenagem sustentável, que preconizam a manutenção das vazões máximas das cheias iguais às naturais, antes da impermeabilização das áreas. O conceito clássico procurava afastar para jusante as vazões acrescidas pela impermeabilização das áreas antes ocupadas pela vegetação. Assim, o sistema de drenagem recomendado deverá ser concebido com bacias de retenções capazes de amortecer o incremento da vazão em decorrência da impermeabilização.

8.1.5.2 Hidrogeologia Continental

Neste capítulo apresenta-se uma caracterização dos aquíferos situados na área de influência do Empreendimento, com ênfase à AID, considerando: profundidade do lençol freático e relação com as águas superficiais, zonas de recarga e descarga, localização, quantificação, natureza, geometria, litologia, relação com as águas superficiais, potencialidade e vulnerabilidade.

As principais fontes de informação utilizadas para aquisição de dados foram:

- Relatório e mapa geológico da área de influência; estudos hidrológicos, geomorfológicos, do uso do solo, elaborados durante este estudo;
- Interpretação de fotos aéreas e imagens de satélite;
- Dados e cadastro de poços da CERB / SIAGAS;
- Levantamento de dados de campo com ênfase para o cadastro de pontos d'água;
- Plano Diretor de Recursos Hídricos. Bacias da Região Leste, PDRH (1997). Documento Síntese. SRH, Salvador – Bahia; e,
- Levantamento topográfico plani-altimétrico de detalhe da AID.

O ambiente hídrico da área diretamente afetada - ADA e entorno é composto principalmente pelas bacias do rio Almada e seus afluentes, além de pequenas drenagens, que vão desaguar diretamente no mar. São cursos d'água perenes, efluentes, ou seja, quando são alimentados pelos aquíferos Barreiras e Cristalino, funcionando deste modo, como nível de base, e são influentes quando se encontram nos domínios dos sedimentos arenosos Quaternários.

A análise dos dados pluviométricos e climáticos em geral determina uma precipitação média, ao longo da área e circunvizinhanças entre 1.500 - 2.100 mm anuais, sendo que os valores mais elevados são distribuídos entre os meses de março a junho, e que esta área é detentora de climas úmidos com índices pluviométricos em geral superiores à evaporação e evapotranspiração. Este fato associado ao arcabouço geológico da área (ver Mapa Geológico), com sedimentos cretáceos, terciários e quaternários, com boa permeabilidade intersticial, determinou a vocação hidrogeológica da região mostrando uma intrínseca associação das características litoestratigráficas com os sistemas aquíferos.

O SIAGAS e o Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado da Bahia, 2010 apresentam o Mapa Hidrogeológico do Estado da Bahia, retratando as unidades hidrogeológicas a partir do comportamento hidrogeológico homogêneo das unidades geológicas. Conforme pode ser visto na **Figura 8.1.5.2.1**. Segundo estes trabalhos, na área de influência dos estudos foram individualizados 4 unidades de mapeamento: 1) O Domínio do Embasamento Cristalino; 2) Domínio das Coberturas Quaternárias Litorâneas (com importância hidrogeológica); 3) Domínio dos sedimentos da Bacia do Almada; e 4) Domínio das coberturas tipo Barreiras sobre o Embasamento Cristalino.

Os **Quadros 8.1.5.2.1 e 8.1.5.2.2** apresentam os poços existentes cadastrados no Sistema de Informação de Águas Subterrâneas – SIAGAS / CPRM e na CERB, respectivamente.

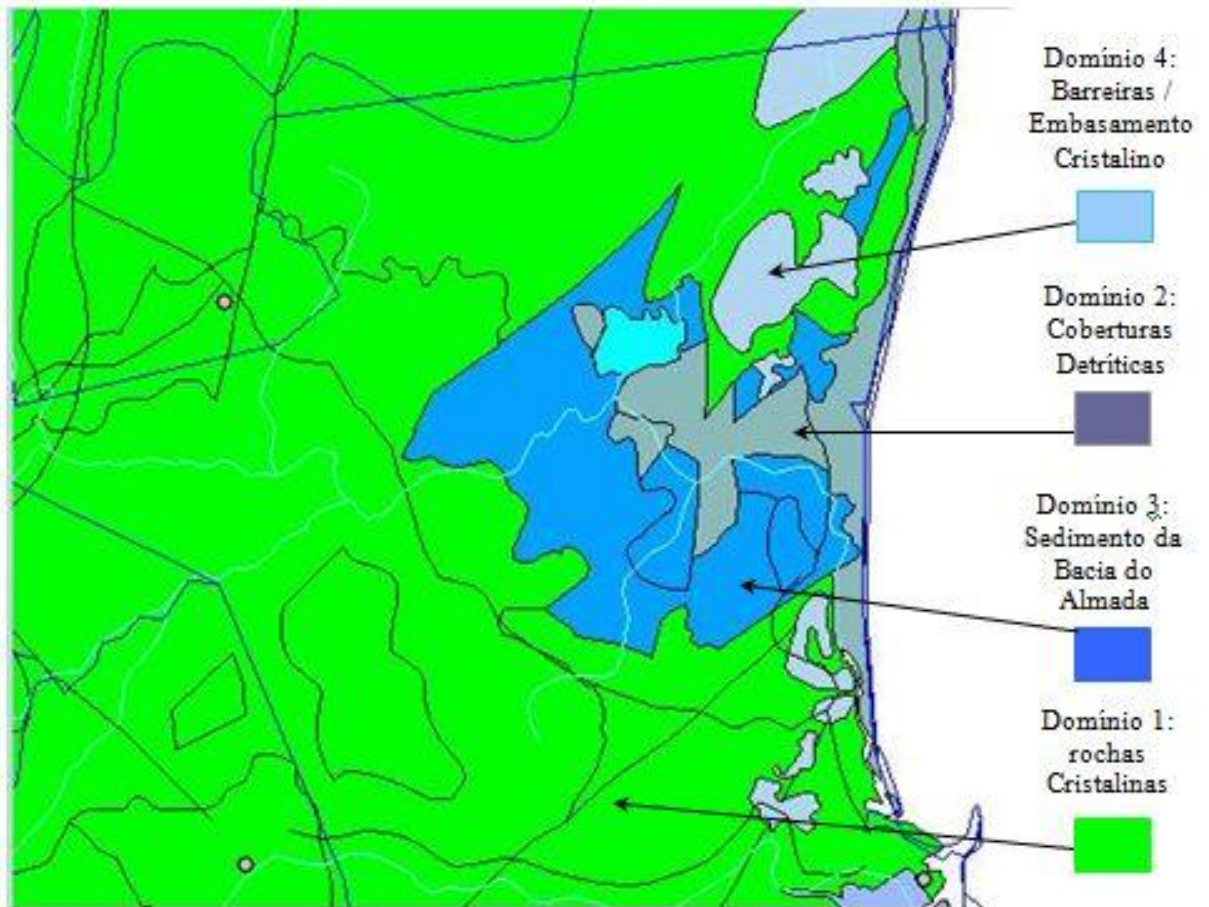


Figura 8.1.5.2.1 - Domínios e Unidades Hidrogeológicas Homogêneas (SIAGAS/CRRM)

Quadro 8.1.5.2.1 - Poços Existentes na Região Cadastrados no Sistema de Informação de Águas Subterrâneas – SIAGAS / CPRM

Nº SIAGAS	Município	Localidade	Coor N-S (° ' '')	Coor E-O (° ' '')	Prof (m)	Nível Estático (m)	Nível Dinâmico (m)	Vazão Teste (m³/h)	Rocha	Observação	Resíduo Total	Cloreto	Dureza	Nitrato	pH	Condutividade
2900002951	Ilhéus	Aritaguá	144110	390616												
2900009428	Ilhéus	Assentamento Nova Diva ou Nova Vitória	144512	390908	100			0								
2900000035	Ilhéus	Condomínio Luzimares	143353	390249	54	0,47	24,34	20,3	Sedimento Cristalino	Seco	Turbidez 80,00				7,15	4290
2900001068	Ilhéus	Sambaituba	144108	391559	7,0				Sedimentar / Cristalino	Abandonado						
2900002919	Ilhéus	Sambaitubinha	143827	390515						Sambaitubinha		15	2,93	0,4	6,8	7400
2900002956	Ilhéus	Castelo Novo	143835	391016	2,5					Sedimento F. Sergi						

Quadro 8.1.5.2.2 - Poços Existentes na Região e Cadastrados na CERB, Ressaltando Algumas Características hidrodinâmicas e Dados de Qualidade das Águas

Nº CERB	Município	Localidade	Coor N-S (° ' '')	Coor E-O (° ' '')	Prof (m)	Nível Estático (m)	Nível Dinâmico (m)	Vazão Teste (m³/h)	Rocha	Observação	Resíduo Total (mg/l)	Cloreto (mg/l)	Dureza (mg/l)	Nitrato (mg/l)	Entradas de Água
1_7126	Ilhéus	Assentamento Nova Diva ou Nova Vitória	144434,3	390957	66	0,65	45,04	1,62	Cristalino	Vazão Aproveitável	328	41,8	98,8	0,06	29.00 - 60.00
1_7070	Ilhéus	Assentamento Nova Diva ou Nova Vitória	144512	390908	100			0	Cristalino	Seco					
1_880	Ilhéus	Condomínio Luzimares	143353	390249	54	0,47	24,34	20,3	Sedimentar	Vazão Aproveitável	2924	950	1030	9,06	
1_372	Ilhéus	Sambaituba	144058	390458	7				Sedimentar / Cristalino	Abandonado					

- Comportamento Hidrogeológico da Área de Estudo

O comportamento hidrogeológico da área de estudo compreende três grandes sistemas ou unidades hidrogeológicas, quais sejam:

- Unidade Hidrogeológica “A”, associado aos sedimentos Cretáceos da Bacia do Rio Almada - Grupos Ilhas, Brotas e Santo Amaro, e da Formação Urucatuca;
- Unidade “B”, associado aos sedimentos Terciários do Grupo Barreiras, sobrepostos ao Embasamento Cristalino; e,
- Unidade “C”, relacionado aos sedimentos Quaternários Marinhos e Aluvionares e secundariamente Fluviomarinhos e Fluvio-lagunares.

Nesta divisão consideraram-se os tipos de aquíferos, condicionantes litológicos estratigráficos, a profundidade das águas, permeabilidade dos aquíferos, aspectos da recarga e descarga e potencial de exploração (**Figura 8.1.5.2.2**).

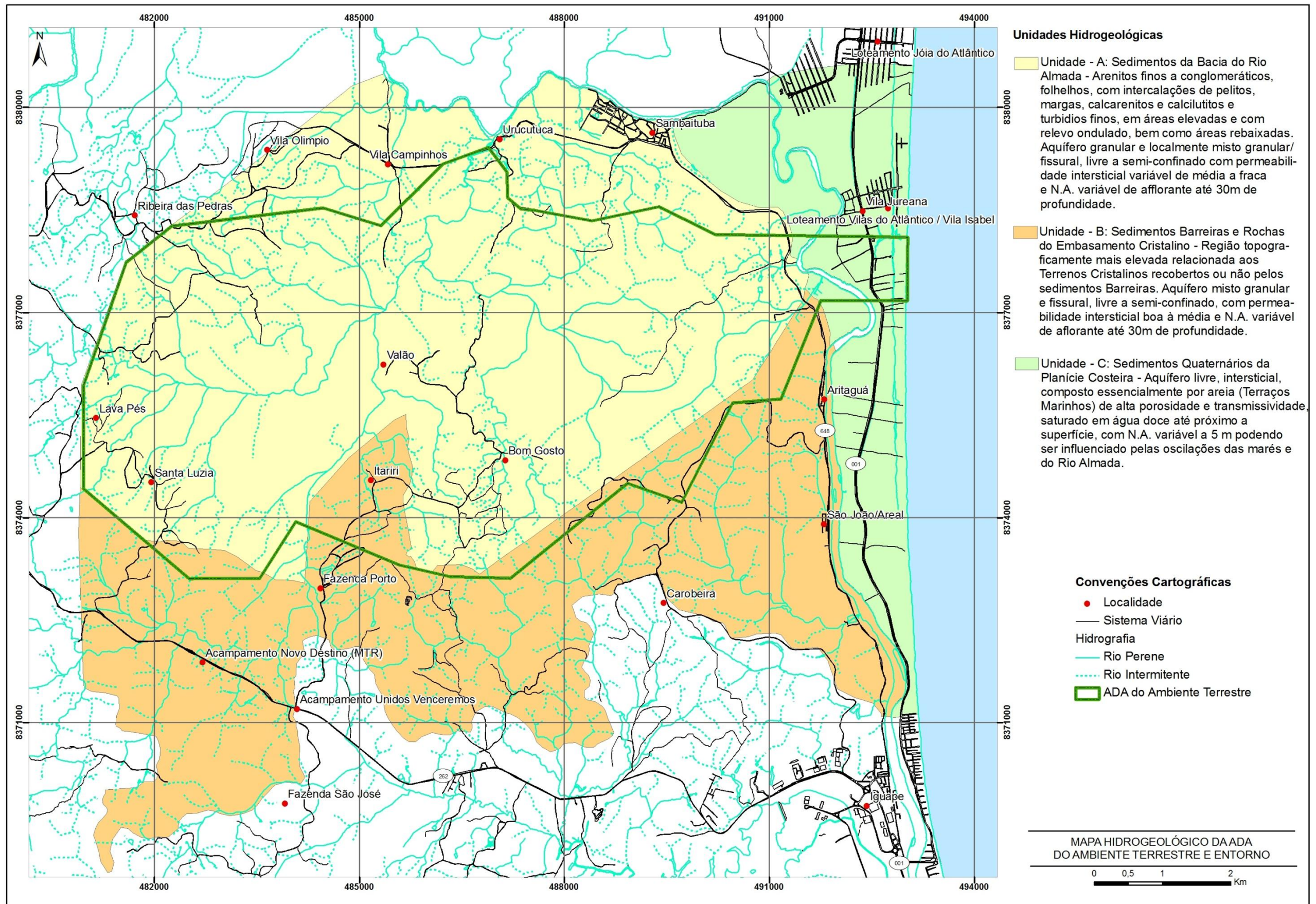


Figura 8.1.5.2.2 - Mapa Hidrogeológico da Área Diretamente Afetada

Unidade Hidrogeológica A - Sedimentos da Bacia do Rio Almada

Este sistema corresponde à área de ocorrência dos depósitos sedimentares cretáceos da Bacia do Rio Almada, formada por arenitos finos a conglomeráticos, conglomerados, folhelhos, com intercalações de arenitos finos, pelitos arenosos e lamitos, margas, calcarenitos e calcilitos e arenitos grossos, ritmitos e turbiditos finos, representando áreas topograficamente elevadas e com relevo ondulado, bem como áreas rebaixadas sobrepostas por sedimentos quaternários.

Caracteriza-se por possuir aquífero essencialmente granular, podendo ser localmente misto granular/fissural, livre a semi confinado com nível d'água variável de aflorante, nos vales e áreas deprimidas, até 30 m de profundidade nas partes mais elevadas. Apresenta, uma permeabilidade intersticial variável de média a fraca em função das litologias atravessadas e do sistema de falhas e fraturas presentes, com melhores possibilidades restritas aos níveis arenosos e conglomeráticos aflorantes, mas com resultados aleatórios devido à movimentação e partição da área em blocos; das variações texturais existentes e da presença de finos intercalados e/ou disseminados na sequência sedimentar, ocorrendo com frequência água salobra a profundidades variáveis em decorrência da constituição das camadas (intercalações de calcarenitos, calcilitos, margas, ritmitos e turbiditos) e/ou por contaminação marinha pretérita quando da inclusão do mar na depressão Almada ao sedimentar os depósitos marinhos e flúvios-marinhos mapeados no interior do estuário, e atuais com o avanço de águas salobras no rio Almada em ambiente de manguezais.

A recarga é abundante e feita naturalmente pela infiltração direta da água de chuva - facilitada pela topografia nos terrenos menos declivosos e pela composição arenosa que confere uma alta condutividade hidráulica desses terrenos. Na área de influência direta uma boa parte da recarga é feita indiretamente através dos sedimentos arenosos dos terraços marinhos integrantes do Sistema Aquífero "C" e que formam extensas áreas planas e rebaixadas. As águas de chuva, neste caso, permeiam os sedimentos até a zona de contato realimentando o aquífero cretáceo, mantendo, em geral a mesma superfície piezométrica.

A direção geral do escoamento das águas subterrâneas neste sistema se dá, de uma forma geral, de oeste para leste, e localmente obedece o caimento das camadas, arranjo litoestratigráfico e direção das falhas e/ou fraturas que afetaram de maneira significativa as rochas da Bacia do Rio Almada, mas, nos níveis subsuperficiais é condicionado pela topografia e pendor das vertentes, aflorando sempre nos vales em analogia às águas superficiais, alimentando os rios.

Vê-se, portanto, em resposta ao complexo arranjo e características composicionais das sequências sedimentares a possibilidade de ocorrência de subsistemas aquíferos confinados e semi-confinados associados aos sedimentos areno-cascalhoso mais profundos, e um subsistema livre, mais raso, mantendo uma única superfície piezométrica com o sistema aquífero "C" que o sobrepõe.

Os exutórios naturais se processam através de evapotranspiração e da rede de drenagem, manifestadas através de várias nascentes que ocorrem na cabeceira dos vales e ao longo das vertentes e falésias que bordejam as áreas planas das planícies marinhas e fluviomarinha.

A descarga artificial é pouco expressiva ao longo de toda a área, e é feita por captação a fio d'água, nas nascentes, com vistas ao abastecimento das ocupações rurais difusas e

especialmente existentes na faixa litorânea. A exploração mais viável é através de poços tubulares e cacimbões.

Unidade Hidrogeológica “B” – Sedimentos Barreiras e Rochas do Embasamento Cristalino

Este sistema ocorre nas regiões topograficamente mais elevadas relacionadas aos terrenos cristalinos recobertos ou não pelos sedimentos Barreiras (**Figura 8.1.5.2.3**). Caracteriza-se por possuir aquífero misto granular e fissural, livre a semi-confinado com nível d’água variável de aflorante, nos vales até 30 m de profundidade nas partes mais elevadas. Apresenta, via de regra, uma permeabilidade intersticial boa a média quando associado à camada superior de sedimentos e permeabilidade fissural nos terrenos cristalinos podendo ser interconectadas entre si, possuindo assim a mesma superfície piezométrica (**Figura 8.1.5.2.4**).



Figura 8.1.5.2.3 - Parte superior do Sistema B Desenvolvido sobre os Sedimentos Barreiras



Figura 8.1.5.2.4 - Minação em Fraturas das Rochas Cristalinas na Parte Inferior da Falésia - Estrada Ilhéus - Sambaituba. Fonte Usada pela População de Aritaguá e Usuários da Estrada

A recarga é abundante e feita naturalmente pela infiltração direta da água de chuva - facilitada pela topografia levemente ondulada dos tabuleiros e pela composição predominante arenosa que confere uma alta condutividade hidráulica desses terrenos. As águas de chuva permeiam os sedimentos Barreiras até a zona de contato com as rochas cristalinas realimentando o aquífero fissural.

A direção geral do escoamento das águas subterrâneas neste sistema é condicionada pela topografia, pelo pendor das camadas, arranjo litoestratigráfico dos sedimentos Barreiras e direção das fissuras das rochas cristalinas. Neste caso, o fluxo do freático se faz predominantemente sob controle topográfico, em direção aos vales, em analogia às águas superficiais, alimentando os rios.

Os exutórios naturais se processam através de evapotranspiração e da rede de drenagem, manifestadas através de várias nascentes que ocorrem na cabeceira dos vales e ao longo das vertentes e falésia que bordejam as áreas planas das planícies marinhas e fluviomarinha.

A descarga artificial é pouco expressiva ao longo de toda a área, e é feita por captação a fio d’água, nas nascentes, com vistas ao abastecimento das ocupações rurais difusas e especialmente existentes na faixa litorânea.

Unidade Hidrogeológica “C” - Sedimentos Quaternários da Planície Costeira

Compreende depósitos fluviais, fluviomarinhos e marinhos indiscriminados que integram os terrenos baixos e planos de planície litorânea na AID. São formados por sedimentos predominantemente areno-quartzosos, grã fina a média, envolvendo intercalações de termos lamosos (argilo-siltosos) orgânicos e cascalhosos subordinados, mal a não consolidados, de espessura variável.

Constitui um aquífero livre, em ambiente hidrogeológico intersticial, composto essencialmente por areias limpas (terraços marinhos) de alta porosidade e transmissividade, saturado em água doce até próximo a superfície. A profundidade do lençol freático na área do empreendimento varia de 0,20 m nas partes rebaixadas do relevo e 2,00m nas partes mais elevadas, podendo alcançar, em cotas mais altas, até 5,00 m. Este é influência do pelas oscilações das marés recebendo influência marinha na faixa costeira e fluviomarina na margem interna do estuário e onde se desenvolve o manguezal. Os depósitos aluvionares relacionados aos terraços e planícies do rio Almada, expressivos na área, também integram esse sistema, sendo sujeitos a inundações periódicas durante as enchentes.

A recarga deste sistema é natural e ocorre principalmente através da infiltração direta das águas pluviais e/ou pelas águas dos rios que podem se tornar influentes, na época de grandes cheias, quando as águas frequentemente extravasam os canais, percolando do leito para as margens. Indiretamente pela elevação diuturna do nível das águas do mar e estuarinas.

A descarga principal é feita diretamente para o mar e para o estuário do rio Almada, envolvendo os ciclos das marés. A direção geral do escoamento das águas subterrâneas é de oeste para leste acompanhando o leve caimento das camadas. Devido a sua boa permoporosidade, o escoamento é feito de forma rápida por infiltração direta e permeando para a rede de drenagem, constituindo a principal forma de descarga natural desse sistema. A evapotranspiração se torna importante exutório.

As descargas artificiais, na faixa mais litorânea, a despeito de até o momento não comprometer o sistema, podem ser significativas, haja vista a marcante captação atualmente efetuada para abastecimento de inúmeras construções (casas, sítios, pousadas, restaurantes, etc.) (**Figura 8.1.5.2.5**).

Vale salientar também que a ocupação antrópica supramencionada lança seus efluentes sanitários diretamente neste sistema, visto que a região não possui sistema de esgotamento sanitário.

De acordo com o Inventário Hidrogeológico do Nordeste e com o Mapa Hidrogeológico do Estado da Bahia, esse sistema apresenta os seguintes parâmetros físico-químicos: alto potencial hidrogeológico (0,5 a 1,0 m³/h/m), vazões médias superiores a 10,0 m³/h; profundidade do nível estático de 0 a 5 m; grau de salinidade < 1 g/l, podendo conter valores de pH 6,5-7,5; índice de cor 5-10 mg/lpt; dureza total de 100 a 200 mg/l CaCO₃; sólidos totais 200-400 mg/l; cloretos com valores médios de 60,0 mg/l Cl e traços ou ausência de nitritos e nitratos.

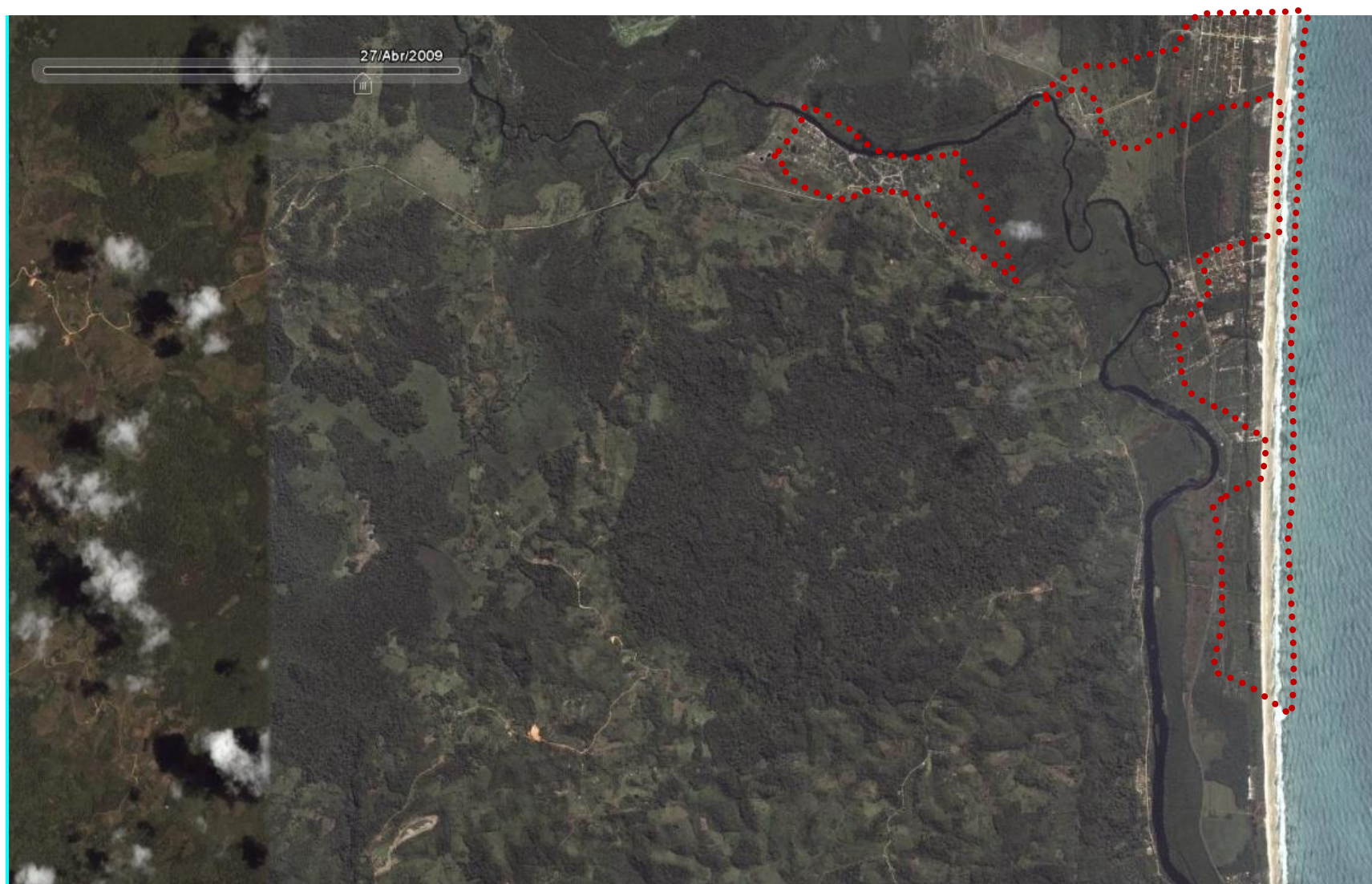


Figura - 8.1.5.2.5 - Em Vermelho, Faixa Costeira na AID Fronteira ao Empreendimento com Inúmeras Captações de Água Subterrânea para Abastecimento Humano (Poço Ponteira para Cada Imóvel). Profundidade do N.A. 0,20 a 5,0 m. Também Lançam Esgotos Diretamente nos Terrenos Arenosos deste Sistema Aquífero Através de Fossa, Contaminando-o

Este aquífero é tido, regionalmente como promissor em função da sua razoável espessura (superior aos a 20 m perfurados), apesar de conter águas de cor escura, apresentando odor, podendo inclusive englobar, localmente, em profundidades camadas lamosas e orgânicas de cor cinza, atribuídas a antigos pântanos e mangues, podendo possuir inclusive águas salobras especialmente próximas ao litoral e nos estuários sobre a influência da cunha salina. Em vista disso pode-se dizer que há possibilidade de uso das águas subterrâneas, dado o potencial hidrogeológico deste aquífero, devendo, contudo, preferencialmente explorar a camada arenosa superficial, até cerca de 10 a 15 m quando, via de regra, se encontra uma camada lamosa.

As características texturais, mineralógicas e a elevada permeabilidade determinaram que o sistema aquífero da Planície Costeira é bastante susceptível à contaminação, haja vista a sua elevada permeabilidade/transmissividade, pequena profundidade do lençol freático (2,0 m aflorante), permitindo que qualquer elemento potencialmente poluidor, lançado em superfície, infiltre-se, rapidamente para o lençol freático contaminando-o.

Conclui-se, portanto que este sistema apresenta um elevado grau de vulnerabilidade, haja vista a elevada permeabilidade dos terraços arenosos e a superficialidade do lençol freático.

- Modelo Hidrodinâmico Conceitual

Este modelo do comportamento hidrodinâmico das águas subterrâneas e superficiais está sendo concebido a partir da análise dos aspectos litoestruturais do arcabouço geológico, do conhecimento da rede de drenagem e da topografia em detalhe, da AID e entorno (Mapa Topográfico com I.C. + 5,00 m) e de observações sistemáticas de campo.

Na área AID do Empreendimento e especialmente na ADA, o que se verifica, relativo ao comportamento hidrodinâmico das águas, são a existência de quatro domínios ou zonas homólogas (**Figura 8.1.5.2.6**).

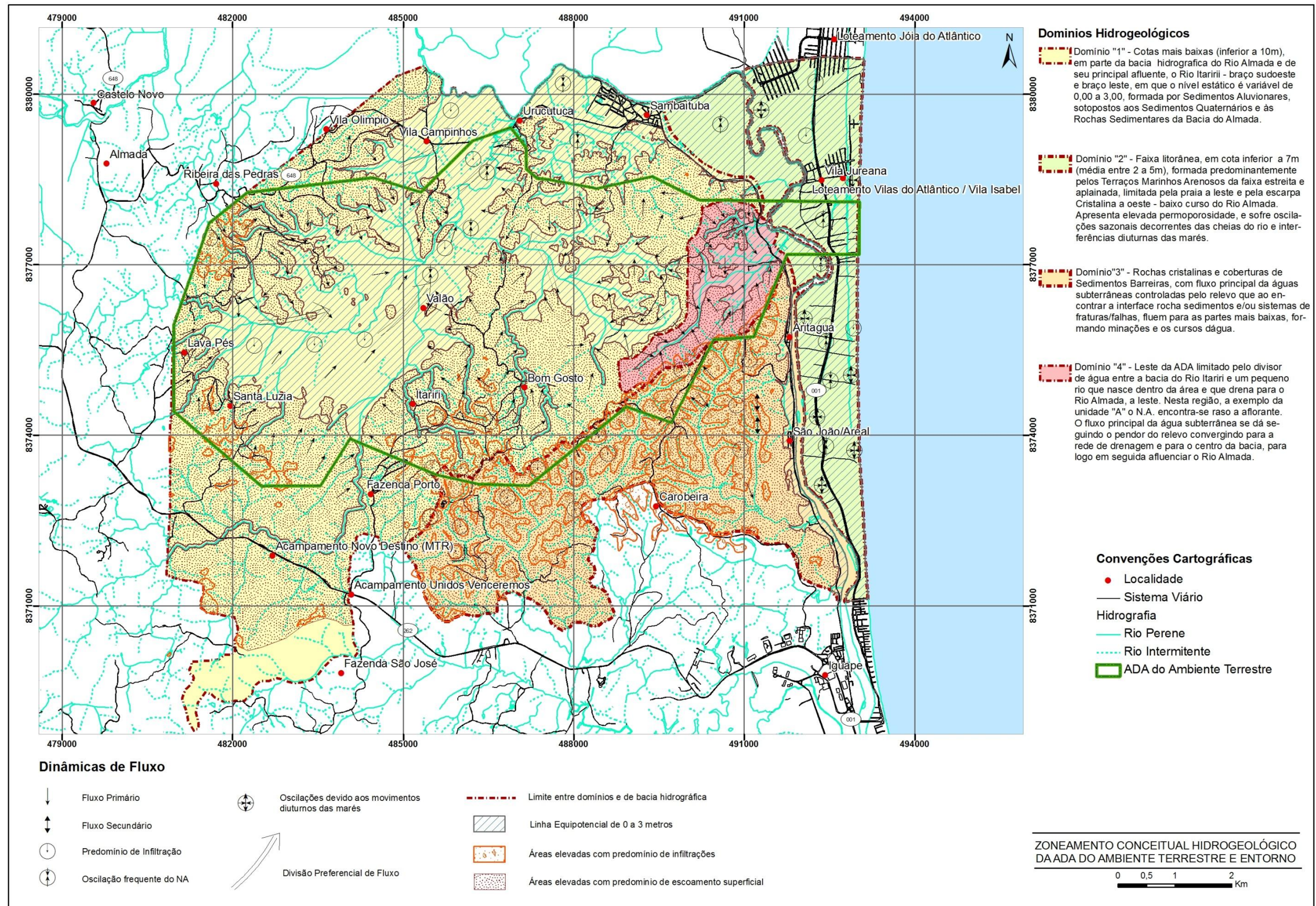


Figura 8.1.5.2.6 - Zoneamento Conceitual Hidrogeológico da Área Diretamente Afetada e Entorno

Domínio “1” - domínio em cotas mais baixas, (inferior a 10 m) que forma parte da bacia hidrográfica do rio Almada e de seu principal afluente o rio Itariri - braço sudoeste e braço leste, em que o nível estático é variável de 0 a 5,00 m. Este é composto superficialmente por sedimentos aluvionares acinzentados de composição variável (areia, silte e argila), com muita matéria orgânica; terraços marinhos arenosos e depósitos flúvio-lagunares e flúvio-marinhos areno-lamosos, e em subsuperfície sobrepõem as rochas sedimentares do Grupo Almada.

O nível estático, em geral, encontra-se na sua maior parte aflorante nos períodos chuvosos, formando áreas alagadas e pantanosas. Tanto o fluxo superficial como subterrâneo convergem para o curso principal do rio Itariri, que tem como exutório natural o rio Almada na altura do povoado Urucutuca.

Nas áreas do entorno que forma a bacia hidrográfica do rio Itariri, em cotas mais altas, as águas subterrâneas tem o seu fluxo primário (principal) controlado pelo relevo local das pequenas sub-bacias, quando as águas de chuva infiltram nos sedimentos arenosos da Formação Barreiras e/ou nos solos residuais locais desenvolvidos sobre os sedimentos do Almada e convergem para as partes mais baixas, exudando para formar o sistema de drenagem superficial. O fluxo secundário se dá através das fraturas/falhas nas rochas cristalinas e sedimentares e/ou através da estratificação das rochas sedimentares, que também, com base na análise geológica, convergem para a região deprimida dos rios Itariri e Almada.

Nas áreas centrais e de topografia mais elevada e constituídas geologicamente pelos sedimentos do Grupo Almada, as águas subterrâneas também convergem radialmente, prioritariamente controlada pelo pendor do relevo, para as áreas rebaixadas das nascentes e cursos d'água da bacia do rio Itariri, e secundariamente controladas pelas fraturas, estratificações e superfícies de contato existentes nestas rochas.

Domínio “2” - outro domínio ocorre na faixa litorânea, também em cota inferior a 7 m (em geral em torno de 2 a 5 m), formado predominantemente pelos Terraços Marinhos Arenosos Holocênicos e secundariamente por áreas úmidas de brejos e de manguezais. Constitui uma faixa estreita de sedimentos predominante arenosos, aplainados, limitada pela praia a leste e pela Escarpa Cristalina a oeste, onde encontra-se o baixo curso do rio Almada.

Neste domínio, de composição dominante arenosa, de elevada permoporosidade, as águas subterrâneas sofrem tanto a influência direta do rio Almada, quanto das marés. O fluxo das águas subterrâneas sofre oscilações sazonais decorrente das cheias do rio e, na faixa marginal ao rio e à linha de costa, sofre interferências diuturnas das marés. Nestes casos o fluxo das águas subterrâneas se dá tanto para o mar, a leste, quanto para o rio Almada, a norte e oeste. A recarga nesta área é feita diretamente pelas águas de chuva e a partir do rio Almada, quando se encontra em níveis mais altos e se torna influente. Contudo, em condições de estabilidade o exutório predominante e natural das águas subterrâneas se dá para o mar.

Domínio “3” - o terceiro domínio associa-se as rochas cristalinas e coberturas de Sedimentos Barreiras que ocorre constituindo a parte sul da ADA e entorno. Neste caso, o fluxo principal das águas subterrâneas, parece também ser controlado pelo pendor do relevo quando as águas precipitadas infiltram nos sedimentos arenosos, porosos e permeáveis que sobrepõem as rochas cristalinas, e ao encontrar a interface rocha sedimentos e/ou sistemas de fraturas/falhas, fluem para as partes mais baixas do relevo, formando minações e os cursos d'água. Secundariamente, mas não de menor importância, tem-se o fluxo secundário e terciário que se dão respectivamente nas direções NW-SE e N-S controlado pelos sistemas de fraturas/falhas, que ocorrem em grande intensidade nestas rochas cristalinas, sendo responsáveis por boa

parte do fluxo subterrâneo local, terminando por exudar-se nos vales e notadamente nas vertentes do paredão rochoso que forma a escarpa entre Iguape e Aritaguá pela formação de fontes.

Domínio “4” - quarto domínio que ocorre à leste da ADA limitado pelo divisor de água entre a bacia do rio Itariri e um pequeno rio que nasce dentro da área e que drena para o rio Almada, a leste, também no interior da área de intervenção.

Este domínio também possui áreas baixas em cotas, inferiores a 10,0m e cotas mais elevadas, desenvolvidas sobre terrenos dos sedimentos do Grupo Almada, sobrepostos nas partes baixas por sedimentos aluvionares e flúvio-marinhos. Nesta região, a exemplo da unidade “A” o nível estático encontra-se raso a aflorante. O fluxo principal da água subterrânea se dá seguindo o pendor do relevo convergindo para a rede de drenagem e para o centro da bacia no curso principal do rio, para logo em seguida afluir o rio Almada. Secundariamente o fluxo ocorre através de fraturas/falhas e/ou acamadamento das rochas sedimentares, com direção preferencial SW-NE, N-S e para Leste, tendo como exutório natural o Domínio “2” e o rio Almada.

- Considerações Finais

O Domínio das Coberturas Detríticas Quaternárias é o que apresenta a maior disponibilidade hídrica na região, águas com boa qualidade química, apesar da vulnerabilidade elevada a qualquer tipo de contaminação, haja vista a elevada permeabilidade dos terraços arenosos e a superficialidade do lençol freático. A melhor forma de exploração é através de poços tubulares, com vazão média de cerca de 10,0 m³/h.

Este domínio constitui o maior exutório que atende a marcante ocupação que ocorre na faixa litorânea do empreendimento, tornando-se um recurso particularmente importante na zona compreendida pelo trecho do rio Almada à jusante da localidade de Castelo Novo e a faixa litorânea costeira.

Os Domínios dos Cristalinos / Barreiras apresentam disponibilidade hídrica mais reduzida, com qualidade normalmente boa, potencializando soluções de pequenas demandas para abastecimento humano e dessedentação animal.

Já para os Sedimentos da Bacia do Almada o sistema pode ser considerado heterogêneo com respeito às possibilidades de exploração e qualidade das águas. Apresenta melhores possibilidades associadas aos níveis arenosos e conglomeráticos aflorantes, e normalmente resultados aleatórios, devido principalmente às variações composicionais dos extratos sedimentares. A heterogeneidade da qualidade das águas é esperada em decorrência da composição das camadas atravessadas a profundidades variáveis (intercalações de calcarenitos, calcilutitos, margas, ritmitos e turbiditos), potencializando água salobra, em decorrência da constituição das camadas.

De forma geral, a partir das informações processadas neste estudo, pode-se supor que a região não apresenta potencialidade de água subterrânea para atender empreendimento que necessite de grandes vazões.

O exutório natural das águas subterrâneas da maior parte da ADA é principalmente o rio Almada. Uma menor parte a sul drena para o rio Iguape.

8.1.5.3 Qualidade das Águas Continentais

Neste item são apresentados os resultados obtidos para qualidade de água nas Estações de Amostragem selecionadas para o Estudo de Impacto Ambiental do Empreendimento Porto Sul. No presente capítulo é conotado que os principais ambientes estudados são ecossistemas aquáticos pertencentes à bacia hidrográfica do rio Almada, porém, com características diferentes.

Nas Campanhas 1 e 2 de 2010, as Estações AL1 a AL6 e Estação P2 estão localizadas em ecossistemas lóticos e as Estações LE1 a LE3 inseridas em ecossistema lêntico da bacia do rio Almada. A única exceção é a Estação P1, no qual faz parte de uma microbacia do rio Sonrisal. Os resultados obtidos das Estações também são discutidos através de literatura disponível (dados secundários) e direcionados às características dos ecossistemas. Na Campanha 1 de 2011, todos os ecossistemas estudados são lóticos, contudo apenas a Estação C07 não faz parte da bacia do rio Almada.

A fim de determinar padrões (agrupamento e ordenamento) das variáveis ambientais de qualidade das águas e das Estações de Amostragem, foram realizadas análises hierárquicas de agrupamento (Cluster) e de Componentes Principais (*Principal Component Analysis* - PCA). Foi também aplicado o Índice de Qualidade da Água (IQA).

Os **Quadros 8.1.5.3.1** e **8.1.5.3.2** apresentam, respectivamente, os resultados obtidos em valores absolutos de todas as variáveis de qualidade das águas, analisadas para as Estações de Amostragem do Estudo de Impacto Ambiental do Empreendimento Porto Sul nas campanhas de período chuvoso e seco de 2010. Já o **Quadro 8.1.5.3.3** mostra os resultados da Campanha 1, período chuvoso de 2011.

O **Anexo 8.1.5.5.2** apresenta os laudos analíticos emitidos pelos laboratórios.

Quadro 8.1.5.3.1 - Resultados Obtidos na Avaliação das Qualidades das Águas Continentais na Área de Influência da Ponta da Tulha - Período Chuvoso em 2010

Parâmetro	Unidade	LE1 Superf.	LE1 Fundo	LE2 Superf.	LE2 Fundo	LE3 Superf.	LE3 Fundo	AL1	AL2	AL3	AL4	AL5	AL6	P1	P2
Temperatura	°C	27,9	26,5	28,5	26,1	30,5	28,5	27,7	28,4	26,9	26,3	26,8	27,1	23,9	25,2
ORP (mV)	mV	0,67	0,40	106	58,00	106	0,57	0,76	0,64	0,92	105	0,84	0,45	0,12	35
pH	-	7,00	6,83	6,72	6,30	7,19	7,06	7,09	6,15	6,33	6,42	6,40	7,13	6,91	6,40
Transparência (m)	m	1,15	1,15	1,30	1,30	1,40	1,40	0,80	1,10	0,60	0,60	0,95	0,90	0,60	0,10
Condutividade	(µS/cm)	90	75,6	71,9	74,2	75,4	71,3	150,2	76,4	124,5	155	217	11060	369	210
Salinidade	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	2	0
COD	mg/L	6,36	2,65	0,53	2,65	4,24	2,65	2,66	5,30	7,95	5,30	3,71	51,90	7,95	11,10
COP	mg/L	2,43	3,95	1,75	2,25	1,80	1,85	2,66	2,80	3,11	2,88	2,54	1,59	1,92	15,26
COT	mg/L	8,79	6,60	2,28	4,90	6,04	4,50	5,32	8,10	11,06	8,18	6,25	53,49	9,87	26,36
Saturação OD	(%)	88,46	56,96	89,61	9,88	96,00	93,51	86,08	38,46	12,41	12,10	22,78	52,47	14,28	37,80
OD	mg/L	6,90	4,50	6,90	0,80	7,20	7,20	6,80	3,00	0,98	0,98	1,80	4,00	1,20	3,10
Turbidez	UNT	2,36	2,64	1,71	6,76	1,83	3,09	3,53	2,63	7,29	9,58	6,69	7,33	7,56	30,5
Sólidos Totais	mg/L	60	50	114	62	66	44	152	72	146	174	158	7814	240	156
Sólidos dissolvidos	mg/L	44,1	39,5	38,1	38,5	37,4	37,1	78,9	42,9	66,3	79,8	116	6770	211	101
DBO	mg/L	3,7	4,6	5,8	17,1	3,4	5	2,4	3,6	7,8	27,6	13,2	9,3	14,7	14,9
Clorofila a	mg/L	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	0,0061	0,0016	0,0002	0,0018	0,0003	0,0024	< 0,0006	< 0,0006
Feofitina a	mg/L	0,0008	< 0,0006	0,0012	< 0,0006	< 0,0006	0,0114	Ausente	0,0007	0,0021	0,0005	0,0008	Ausente	< 0,0006	0,0022
Cloreto	mg/L	11,7	10,2	10,7	9,7	9,7	10,2	17,9	11,2	15,3	20,7	36,2	4543	67,9	11,2
Cálcio	mg/L	2,4	5,2	2,4	2,6	2,4	2,4	7,2	3,0	7,4	9,2	9,4	113,0	22,3	21,7
Magnésio	mg/L	1,7	0,7	1,9	1,6	1,9	1,9	4,6	2,1	0,07	3,3	4,5	323	6,7	0,37
Potássio	mg/L	0,88	0,92	0,92	0,86	0,96	0,92	2,89	1,63	0,86	1,76	1,77	90,3	1,84	5,79
Sódio	mg/L	6,71	5,74	6,24	5,53	6,96	6,3	3,7	9,26	5,86	13,7	21,5	2690	34,5	5,31
Ferro dissolvido	mg/L	0,78	0,58	0,42	0,42	0,51	0,50	1,55	1,04	1,74	1,80	1,75	1,00	1,79	0,61
Manganês total	mg/L	0,03	0,03	0,02	0,087	0,02	0,025	0,21	0,23	0,07	0,21	0,17	0,13	0,092	0,029
Alumínio dissolvido	mg/L	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	< 0,01	< 0,01	0,02	0,03	0,03	< 0,01	< 0,01	0,04	0,029
Zinco total	mg/L	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Cromo total	mg/L	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Cobre dissolvido	mg/L	0,03	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04	0,06	0,04	0,04	0,05	0,05	0,02	0,02	0,03
Mercúrio Total	mg/L	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Cádmio Total	mg/L	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Níquel total	mg/L	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Cianeto livre	mg/L	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,01	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,01
Ptotal	mg/L	1,11	2,24	1,25	1,43	1,35	1,28	1,40	1,23	1,27	2,66	1,07	1,15	1,67	1,94
Orto P	mg/L	0,89	1,36	0,95	1,13	1,10	1,08	1,10	1,08	0,77	0,69	0,72	1,00	0,90	1,47
Ntotal	mg/L	0,75	0,76	1,46	0,88	1,94	2,22	2,90	3,12	2,45	1,23	3,64	2,63	1,80	0,61
N Nitrato	mg/L	0,04	0,10	0,76	< 0,01	0,01	< 0,01	1,70	0,40	1,50	0,70	2,50	1,70	0,04	0,09
N Nitrito	mg/L	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Namoniacoal	mg/L	0,26	0,57	0,59	0,62	0,70	0,81	0,49	0,70	0,66	0,48	0,59	0,58	0,31	0,30
Col. Termotol.	(UFC/100mL)	0	X	0	X	0	X	3 x 10 ²	3 x 10 ²	0	4 x 10 ²	0	8 x 10 ²	4 x 10 ²	1 x 10 ²
Enterococos	(UFC/100mL)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1	17	X

Quadro 8.1.5.3.2 - Resultados Obtidos na Avaliação das Qualidades das Águas Continentais na área de Influência da Ponta da Tulha - Período Seco em 2010

Parâmetro	UNIDADE	LE1 Superf.	LE1 Fundo	LE2 Superf.	LE2 Fundo	LE3 Superf.	LE3 Fundo	AL1	AL2	AL3	AL4	AL5	AL6	P1	P2
Temperatura	°C	26,9	26,3	27,2	27,0	28,4	27,1	27,9	27,2	26,5	27,4	28,0	27,8	24,2	25,9
ORP (mV)	mV	163	109	133	116	83	33	126	125	127	111	99	73	48	80
pH	-	6,57	6,57	7,04	7,16	7,02	6,92	6,87	5,88	6,02	6,25	6,67	7,41	6,49	6,28
Transparência (m)	M	1,15	X	1,10	X	1,20	X	1,00	1,00	1,20	1,15	0,80	1,00	0,60	0,10
Condutividade	(µS/cm)	50,5	52,18	50,76	50,68	52,78	51,62	100,8	59,24	104,7	142,5	235,8	18110	284	176,1
Salinidade	-	0,0	1,7	0,0	0,1	0,0	1,2	0,0	0,5	1,0	1,0	1,0	12,0	1,0	0,0
COD	mg/L	4,61	6,46	2,77	3,38	5,23	5,84	6,46	5,23	6,46	5,84	6,46	87,60	11,30	18,14
COP	mg/L	2,36	1,32	1,71	1,52	1,55	1,58	1,22	1,57	1,39	1,11	0,75	1,65	1,79	8,64
COT	mg/L	6,97	7,78	4,48	4,90	6,78	7,42	7,68	6,80	7,85	6,95	7,21	89,25	13,09	26,78
Saturação OD	(%)	82,28	53,09	97,47	56,96	81,82	46,84	82,05	49,37	25,00	26,58	35,90	76,92	42,17	8,54
OD	mg/L	6,5	4,3	7,7	4,5	6,3	3,7	6,4	3,9	2,0	2,1	2,8	6,0	3,5	0,7
Turbidez	UNT	3,15	3,97	3,75	3,45	2,87	3,94	1,38	2,80	2,62	1,89	1,34	2,22	4,26	2,96
Sólidos Totais	mg/L	352	174	264	154	458	178	72	200	460	180	162	19000	138	340
Sólidos dissolvidos	mg/L	25,5	26	28,7	27	26,6	24,8	48,8	76	54	79,0	122	7210	137	96,5
DBO	mg/L	2,5	<2,0	2,3	<2,0	<2,0	2	3,0	2,5	2,0	8,7	16,8	30,0	14,1	69
Clorofila a	mg/L	0,0003	0,0003	0,0004	0,0001	0,0002	0,0003	0	0	0,0003	0,0004	0,0010	0,0006	0,0003	0,0003
Feofitina a	mg/L	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0257	0
Cloreto	mg/L	9,5	9,5	12	13,5	9,5	11	14	8	15	20	48	6698	50,5	13,5
Cálcio	mg/L	2,2	< 0,8	1,8	< 0,8	2,2	2,2	6,2	22,9	1,4	5,1	7,3	6,5	17,2	22,4
Magnésio	mg/L	< 1,2	4	1,2	4,2	1,2	1,2	3,8	14	11,8	3,1	4,8	103	6,3	4,1
Potássio	mg/L	0,697	0,742	0,600	0,630	0,564	0,701	0,403	0,530	0,635	0,783	1,184	120,902	1,068	2,080
Sódio	mg/L	4,99	5,39	4,60	4,78	4,29	4,80	7,53	5,72	8,83	9,85	18,10	139,00	18,40	4,13
Ferro dissolvido	mg/L	1,04	< 0,03	0,84	< 0,03	1,58	1,01	0,87	0,73	0,65	0,93	0,32	< 0,03	1,22	0,68
Manganês total	mg/L	0,022	0,087	0,024	0,024	0,023	0,066	0,054	0,032	0,087	0,041	0,013	0,033	0,019	0,018
Alumínio dissolvido	mg/L	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03
Zinco total	mg/L	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Cromo total	mg/L	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009	0,033
Cobre dissolvido	mg/L	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	0,23	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Mercúrio Total	mg/L	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002
Cádmio Total	mg/L	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006
Níquel total	mg/L	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Cianeto livre	mg/L	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Ptotal	mg/L	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Orto P	mg/L	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Ntotal	mg/L	1,20	1,30	0,90	1,40	2,70	1,40	0,70	1,2	1,60	0,70	0,60	0,40	2,70	3,50
N Nitrate	mg/L	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20
N Nitrite	mg/L	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Namoniaco	mg/L	1,00	1,10	0,70	1,20	2,50	1,20	0,50	1,00	1,40	0,50	0,40	0,20	2,50	3,30
Col. Termotol.	(UFC/100mL)	0	X	0	X	0	X	0	1 x 10 ²	0	2 x 10 ²	7 x 10 ²	1,3 x 10 ²	3 x 10 ²	0
Enterococos	(UFC/100mL)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	X

Quadro 8.1.5.3.3 - Resultados Obtidos na Avaliação das Qualidades das Águas Continentais na Área de Influência da Vila Aritaguá - Período Chuvoso em 2011

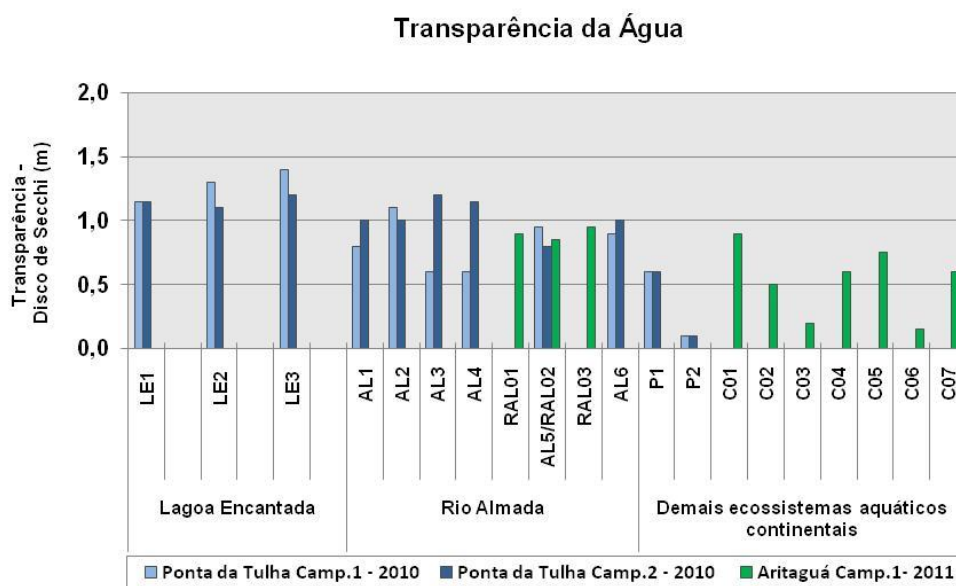
Parâmetro	Unidade	C01	C02	C03	C04	C05	C06	C07	RAL01	RAL02	RAL03
Profundidade (m)	m	1	1,5	3	1	0,75	0,15	0,6	3	2	2,2
Temperatura	°C	24,8	20,0	24,7	24,3	22,9	23,9	25,5	22,0	22,0	23,8
ORP	mV	93	134	140	113	145	46	80	89	152	121
pH	-	6,25	6,15	6,30	5,51	6,00	6,60	6,95	5,98	5,51	5,74
Transparência	m	0,9	0,50	0,20	0,60	0,75	0,15	0,60	0,90	0,85	0,95
Condutividade	µS/cm	117,7	124,6	87,08	90,68	119,2	122,6	2601	78,8	79,7	83,24
Salinidade	-	1,0	0,0	0,0	0,0	1,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0
COT	mg/L	10,90	29,70	31,40	31,40	17,10	17,50	15,90	19,30	24,80	24,00
Saturação OD	%	81,0	53,0	39,0	45,0	76,0	82,0	73,0	49,0	52,0	54,0
OD	mg/L	6,8	4,5	3,2	3,8	6,5	7,0	5,4	4,0	4,2	4,4
Turbidez	UNT	8,7	10,8	8,9	9,4	18,2	72,3	3,2	7,00	6,3	7,2
Sólidos Totais	mg/L	107	153	111	121	119	217	1570	86	85,3	104
Sólidos dissolvidos	mg/L	114	127	111	123	110	209	1920	72,7	89,3	115,0
DBO	mg/L	3,6	6,6	<3,3	<3,3	<3,3	<3,3	<3,3	<3,3	<3,3	<3,3
Clorofila a	mg/L	<2,8	3,6	<2,8	<2,8	<2,8	<2,8	7,8	4,9	<2,8	4,7
Feofitina a	mg/L	<2,8	<2,8	<2,8	<2,8	<2,8	<2,8	<2,8	<2,8	<2,8	<2,8
Cloreto	mg/L	13,7	12,2	7,55	8,98	11,4	13,9	648	7,88	8,07	8,13
Cálcio	mg/L	4,44	11,50	5,22	7,84	8,79	7,56	27,70	4,80	4,65	4,58
Magnésio	mg/L	2,44	4,1	2,45	2,26	2,63	2,79	45,4	2,23	2,24	2,26
Potássio	mg/L	3,2	25,5	2,3	<1,1	<1,1	1,1	19,8	1,7	1,7	1,8
Sódio	mg/L	10,6	20,3	7,1	6,8	9,1	12,4	311,0	6,3	6,4	6,6
Ferro dissolvido	mg/L	0,76	1,90	1,00	1,15	0,70	1,61	0,25	0,79	0,71	0,67
Manganês total	mg/L	0,059	0,27	0,055	0,053	0,04	0,032	0,005	0,038	0,038	0,036
Alumínio dissolvido	mg/L	<0,05	0,07	0,14	0,11	0,31	2,03	<0,05	0,1	0,07	0,08
Zinco total	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Cromo total	mg/L	<0,003	0,024	<0,003	<0,003	<0,003	0,008	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Cobre dissolvido	mg/L	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004
Merúrio Total	mg/L	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,0008	<0,0002	<0,0002	0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Cádmio Total	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Níquel total	mg/L	0,023	0,031	0,022	0,017	0,023	0,036	0,01	0,016	0,013	0,016
Cianeto livre	mg/L	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007
Ptotal	mg/L	0,058	0,262	0,145	0,076	0,059	0,122	0,065	0,127	0,125	0,125
Ortofosfato	mg/L	<0,02	<0,02	<0,07	<0,02	<0,07	<0,07	<0,02	<0,07	<0,07	<0,07
Ntotal	mg/L	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0
N Nitrato	mg/L	0,322	<0,003	0,433	0,267	0,037	0,095	0,032	0,012	0,012	0,011
N Nitrito	mg/L	0,114	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Namoniacoal	mg/L	0,42	0,06	0,04	<0,03	<0,03	0,06	0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Coliformes Termotolerantes	UFC/100mL	4,6x10 ²	1,9x10 ²	2,1x10 ²	8,3x10	2,2x10 ²	2,3x10 ²	1,4x10 ²	5,1x10	5,6x10	2,4x10 ²

- **Transparência da Água**

A transparência da água é estimada, neste estudo, através da avaliação da extinção da luz visível (método visual: espectro óptico - comprimento de onda 400 nm a 700 nm, ultravioleta ao infravermelho) na coluna d'água através do disco de Secchi.

A radiação solar (ou eletromagnética), ao incidir na lâmina d'água refrata na coluna d'água ou reflete, sendo que a profundidade que a luz visível (pequena parte do espectro eletromagnético) alcança depende de alguns fatores, tais como: cor da água; sólidos particulados em suspensão e dissolvidos na água; presença de microrganismos; e insolação (intensidade, distribuição espectral e angular). A luz penetra até uma determinada profundidade de acordo com a Lei de Lambert-Beer, ou seja, de forma exponencial (ESTEVES, 1988; STRASKRABA & TUNDISI, 2000).

A transparência da água (determinada em metros) encontrada nas Estações de Amostragem do Estudo de Impacto Ambiental do Empreendimento Porto Sul (em 2010 e 2011) está apresentada na **Figura 8.1.5.3.1**.



Obs. Estações P1 e P2 mantiveram transparência igual à profundidade máxima na Campanha 1 e 2 - Área Ponta da Tulha. O mesmo ocorreu com AL1 e AL5 na Campanha 2 - Área Ponta da Tulha. Em 2011, isto ocorreu para C05, C06 e C07

Figura 8.1.5.3.1 - Transparência da Água - Qualidade das Águas- Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2010 e Período Chuvoso (1) 2011

- *Lagoa Encantada (Campanhas 1 e 2 - 2010)*

No período chuvoso em 2010, a extinção da luz visível nas Estações de Amostragens da lagoa Encantada variou entre 1,15 m (LE1) e 1,40 m (LE3) e no período seco entre 1,15 m e 1,20 m, respectivamente. Já a Estação LE2 apresentou transparência da água em até 1,30 m na Campanha 1 e de até 1,10 m Campanha 2.

A redução da penetração da luz visível logo nos primeiros metros da coluna d'água, como observado na lagoa Encantada, pode influenciar na diminuição da fotossíntese realizada pelo fitoplâncton nas camadas inferiores da água.

A zona superficial, iluminada, onde ocorre a produção primária é chamada de epilímnio e o hipolímnio é tido como a zona escura no qual acontece a maior parte dos processos de decomposição.

O epilímnio se estende até a profundidade onde penetra até 1% da iluminação recebida pela superfície, sendo aproximadamente 2 vezes a profundidade do disco de Secchi (STRASKRABA & TUNDISI, 2000). Em relação ao período chuvoso, o epilímnio calculado LE2 foi de 2,60 m e para o período seco foi de 2,40. Nas duas campanhas de amostragem o epilímnio da LE1 foi representado em até 2,30 m de profundidade na coluna d'água. Também a partir da teoria referida foi interpretado que a iluminação penetrou em toda a coluna d'água na Estação LE3, pois profundidade máxima observada foi de 2 metros em ambas as campanhas de 2010.

Uma menor transparência da água ou redução da zona eufótica pode estar associada aos eventos de cheias, nos quais os materiais em suspensão na água podem aumentar devido ao carreamento e lixiviação de partículas minerais alóctones. Além de estar relacionada com a zona eufótica, a penetração da luz no corpo d'água influencia no aumento ou diminuição da temperatura.

A redução da transparência observada tanto para a LE2 e LE3 entre a Campanha 1 e Campanha 2 provavelmente não está associada com evento de cheia, e pode estar associado com maior material particulado devido produtividade, materiais em suspensão ou mesmo sólidos totais dissolvidos.

– *Rio Almada (Campanhas 1 e 2 - 2010)*

As águas do rio Almada apresentaram transparência da água com valores em metros inferiores aos encontrados na lagoa Encantada no período chuvoso. Esta comparação evidencia que o ecossistema lótico (com águas continentais moventes) carrega e promove ressuspensão de material na água ao longo do curso do rio, evitando a penetração da luz visível no primeiro metro da coluna d'água. Assim, os valores estimados da transparência da água no período chuvoso nas Estações de Amostragens AL1, AL2, AL3, AL4, AL5 e AL6 foram respectivamente de: 0,80 m; 1,10 m; 0,60 m; 0,60 m; 0,95 m; e 0,90 m. Enquanto que no período seco foram verificados na seguinte ordem referida: 1 m (valor igual à profundidade total); 1 m; 1,2m; 1,15 m (valor igual à profundidade total); 0,80 m (valor igual à profundidade total) e 1 m.

É importante observar que apenas a AL2 manteve transparência acima de um metro (1,10 m) no período chuvoso, o que pode estar relacionado com possível descarga das águas mais transparentes da lagoa Encantada no rio Almada. Uma situação hipotética em que há uma menor produtividade primária e secundária pode também representar uma possível diminuição da transparência, bem como a menor turbulência nas águas e maior sedimentação.

Na segunda campanha de amostragem realizada, apenas as Estações AL2 e AL5 apresentaram menor transparência das águas quando comparadas com a primeira campanha. No caso da AL5 a transparência foi igual à profundidade máxima. As demais Estações no rio Almada apresentaram águas mais transparentes no período seco. Esta maior transparência observada

pode estar relacionada com menor precipitação que, por conseguinte levam ao enfraquecimento do fluxo laminar do rio, deixando as águas menos turbulentas.

A baixa precipitação também pode diminuir a influência que as várzeas exercem sobre o rio, acarretando em uma menor entrada de matéria orgânica (matéria viva e/ou morta de macrófitas, galhos, folhas, microrganismos, etc) e de matéria inorgânica alóctone (partículas de argila, silte, etc). No caso da Estação AL6, estes processos estão intrinsecamente ligados à dinâmica do manguezal (do infra e mesolitoral) e da capacidade de transporte influenciadas pelas marés (ambas as campanhas foram de sizígia).

– *Rio Almada (Campanha 1 - 2011)*

Na Campanha 1 de 2011 (Período Chuvoso), as Estações RAL01, RAL02 e RAL03 apresentaram profundidade do disco de *Secchi*, respectivamente de: 0,90 m, 0,85 m e 0,95 m. Estes valores apresentados mantêm o padrão observado no período chuvoso de 2010, onde no rio Almada a transparência não foi ultrapassou 1m de profundidade, com exceção da Estação AL2. Deve-se deixar evidente que a Estação AL5 e coletada em 2010 está situada no mesmo local da RAL02.

– *Demais Ecossistemas Aquáticos Continentais (Campanha 1 e 2 - 2010)*

A Estação P1 e a P2, mantiveram os valores de transparência de água iguais às respectivas profundidades, sendo os valores de 0,60 m e 0,10 m obtidos respectivamente em ambas as campanhas. A Estação P2 apresentou coluna d'água muito rasa, não sendo possível estimar a transparência com o disco de *Secchi*, apenas com medição da profundidade.

– *Demais Ecossistemas Aquáticos Continentais (Campanha 1 - 2011)*

Os ecossistemas aquáticos coletados na Campanha 1 do ano de 2011 estão inseridos, como já explicitados, na área de influência direta do Porto Sul (Aritaguá). Contudo, apenas a Estação C07 localiza-se em um pequeno estuário formado por cordão litorâneo de sistema lótico/lêntico paralelo à linha da costa e as demais Estações estão localizadas em pequenos sistemas lóticos formando riachos. A transparência da água da Estação C07 no momento da coleta de água foi de 0,60 m, valor igual à profundidade total. Transparência igual à profundidade também foi obtida para C05 (0,75 m) e C06 (0,15 m), sendo este último o ecossistema mais raso dentre os demais. A Estação C03, foz do rio Itariri, apresentou local profundo (3,0 m) e a transparência mais baixa (0,20 m). Ainda no rio Itariri, porém mais a montante (Estação C02) foi obtido transparência de até 0,50 m. A Estação C01, coletado em ecossistema lótico localizado mais a montante em relação às demais, e que está próximo (aprox. 1,1 km) ao local de descarte do lixo proveniente de Ilhéus, apresentou a mais elevada transparência: 0,90 m (a profundidade total foi de 1 m). Já a Estação C04 mostrou-se com 0,60 m.

- **Turbidez da água**

Aliada à análise de transparência da água através de determinação visual com o disco de *Secchi* foi realizada a determinação de turbidez através de método instrumental nefelométrico.

A turbidez da água é a expressão de propriedade óptica, no qual é causada por diversos materiais em suspensão, além da cor da água. A presença desses materiais em uma amostra de água causa a dispersão e absorção da luz que atravessa a amostra. Assim, a turbidez (expressa

em Unidades Nefelométricas de Turbidez ou UNT), indica a atenuação da intensidade que um feixe de luz sofre ao atravessar a amostra de água, sendo a razão entre as intensidades de luz dispersa e a luz transmitida.

A turbidez da água é um dos fatores que influenciam na absorção da radiação não apenas na interface ar/água, mas também nas camadas de água até o fundo do ecossistema aquático. O uso inadequado do solo das bacias hidrográficas (ex. desmatamento) pode resultar no aumento de turbidez na água, conseqüentemente provocando, por exemplo: alterações térmicas em rios e lagos; redução da produção primária fitoplanctônica; danos à pesca (TUNDISI & TUNDISI, 2008).

A **Figura 8.1.5.3.2** apresenta a turbidez da água (indicada em unidades de Turbidez: Unidade Nefelométrica de Turbidez ou UNT) das Estações de Amostragens do Estudo de Impacto Ambiental do Empreendimento Porto Sul nas Campanhas 1 e 2 (ano 2010) e Campanha 1 (ano 2011).

As condições e padrões estabelecidos pela Resolução Conama 357/05 para turbidez aplicados à água doce (Classe 2) são de até 100 UNT e para água salobras ou salinas apenas é determinado que substâncias que produzem turbidez devem estar virtualmente ausentes (que não são perceptíveis pela visão). Todos os resultados referentes às Campanhas 1 e 2 (2010) e Campanha 1 (2011) foram inferiores a 100 UNT, sendo que substâncias que podem ocasionar turbidez apresentaram-se virtualmente ausentes nas águas salobras amostradas em 2010 (AL6 e P2).

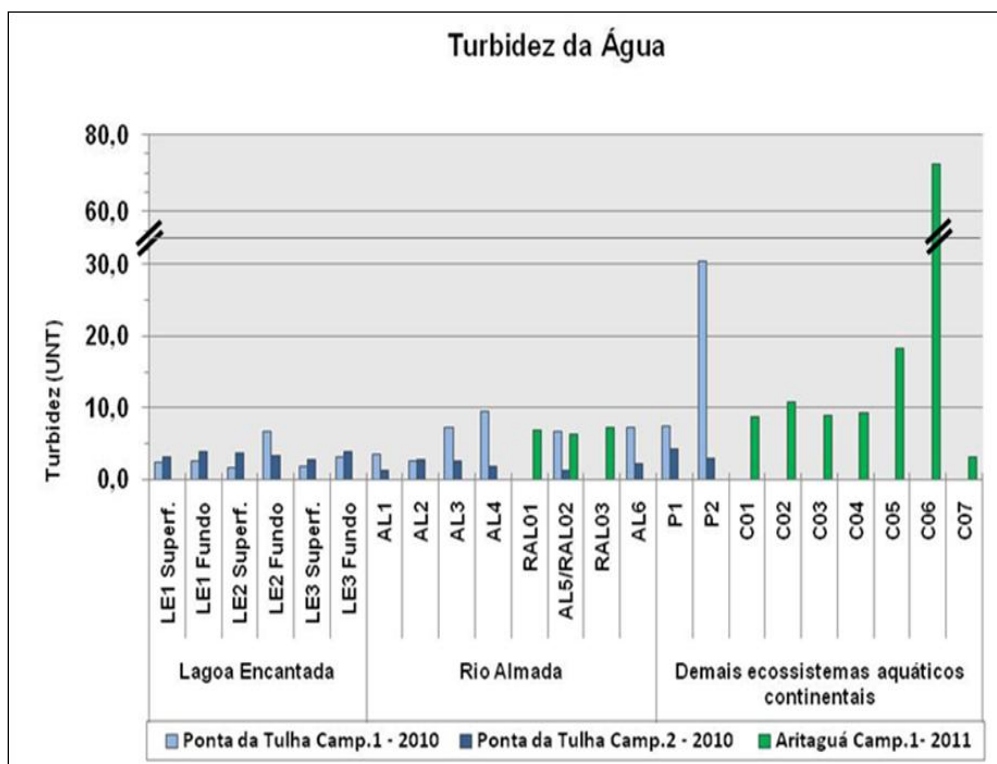


Figura 8.1.5.3.2 - Turbidez das Águas - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2010 e Período Chuvoso (1) 2011

– *Lagoa Encantada (Campanhas 1 e 2 - 2010)*

No período chuvoso (Campanha 1 - 2010) as amostras de águas superficiais em, todas as Estações, mostraram turbidez mais baixa na lagoa Encantada do que as águas amostradas no fundo (próxima à profundidade máxima). No período seco (Campanha 2 - 2010) estes padrões ocorreram nas Estações LE1 e LE3. Este resultado demonstra que as águas do hipolímnio foram mais turvas e se apresentaram deste modo provavelmente devido a alguns fatores, tais como:

- A ressuspensão do sedimento superficial pouco estável da camada nefelóide motivada pela própria circulação das massas d'água existente em profundidades mais elevadas;
- Pela sedimentação lenta de material de fina granulometria.

Ainda sobre o período chuvoso, na Estação de Amostragem LE1 foi verificada a menor diferença estabelecida entre amostras de água superficial (2,36 UNT) e de fundo (2,64 UNT), enquanto que nas Estações LE2 e LE3 houveram nítidas discrepâncias entre superfície e fundo. A Estação LE2 Superfície apresentou 1,71 UNT e a LE2 Fundo: 6,76 UNT; a LE3 Superfície teve como resultado 1,83 UNT e a LE3 Fundo: 3,09 UNT.

A partir dos resultados expostos pode-se interpretar que durante o período chuvoso de amostrado, as massas d'águas da LE2 e LE3 pouco se misturavam (circulação vertical das águas), havendo provável estratificação na coluna d'água. Contudo, valores proximais de turbidez entre as água superficial e de fundo na Estação LE1 denotaram comportamento de circulação vertical, auxiliado provavelmente por movimentação eólica.

De acordo com escala qualitativa de condições do vento (Ausente, Fraco, Moderado, Intenso, Muito Intenso) avaliada no momento da amostragem de água na Campanha 1 (período chuvoso), a Estação LE1 apresentou vento fraco, a LE2 ausente e a LE3 vento moderado. A ausência de vento percebida na Estação LE2 pode ter contribuído para a elevada diferença entre a turbidez da amostra de fundo e superfície.

Em período seco (Campanha 2 - 2010) as Estações de Amostragem não apresentaram valores tão nitidamente discrepantes entre amostras de superfície e fundo quanto no período chuvoso. Em relação aos dados da segunda campanha: a Estação LE1 Superfície obteve 3,15 UNT e a LE1 Fundo 3,97 UNT; a Estação LE3 Superfície mostrou-se com 2,87 UNT e LE Fundo com 3,94 UNT. Dentre todas as Estações e campanhas realizadas, apenas a Estação LE2 (período seco) apresentou valores maiores de turbidez na superfície (3,75 UNT) em relação às amostras de fundo (3,45 UNT). A mistura das águas de diferentes estratos entre epilímnio e hipolímnio para a Estação LE2 deve ser um dos principais motivos para valores próximos de unidades nefelométricas de turbidez entre superfície e fundo.

Ao se comparar as duas campanhas de 2010, foi observado o aumento de unidades nefelométricas de Turbidez para as amostras de água de superfície em todas as Estações da lagoa Encantada na Campanha 2. Os resultados de transparência de água impetrados através do disco de *Secchi* corroboram os padrões de turbidez obtidos nas águas superficiais da lagoa Encantada.

Conforme SEMA/INGÁ (2008 e 2009), o programa MONITORA obteve valores de turbidez entre 2,9 UNT e 16,4 UNT para a Estação de Amostragem LES-LEN-500, situada próximo ao píer na lagoa Encantada.

- *Rio Almada (Campanhas 1 e 2 - 2010)*

Como mostrado nos resultados de transparência da água anteriormente sobre o período chuvoso (2010), os resultados para turbidez indicaram o menor valor mensurado (2,63 UNT) da Estação AL2 em relação às demais amostradas no rio Almada. Esta informação corrobora, portanto, com a teoria construída anteriormente sobre influência das águas pouco turvas (observadas no período chuvoso) da lagoa Encantada sobre o rio Almada, afetando principalmente a Estação AL2 (jusante da lagoa Encantada). Contudo, esta teoria pode estar comprometida quando se pode levar em consideração que as águas mais turvas apresentadas na AL3 e AL4, no período chuvoso, podem ter origem de influência antropogênica. Deste modo, se pode conjecturar a possível influência na turbidez na água pela presença de esgotos domésticos não tratados (de Urucutuca e Sambaituba, por exemplo) e pelo escoamento e carreamento de solos e sedimentos das margens desmatadas em ambos os trechos em direção ao rio.

No período chuvoso (2010), a água amostrada da Estação AL4 apresentou maior turbidez (9,58 UNT) em relação às Estações selecionadas para o rio Almada. Antes de a amostragem ocorrer, era esperada uma maior turbidez na Estação AL6, pois esta se localiza em ecossistema estuarino, com presença de manguezal e próximo à foz do rio no qual tem influência das zonas de transição água-terra e que teoricamente tem elevada produção primária, segundo Pinto-Coelho (2002). Devido a isto, a elevada turbidez nas águas da AL4 (período chuvoso, ano 2010) mantém a argumentação de influência antrópica neste trecho do rio Almada. Entretanto, se devem deixar evidentes também possíveis causas naturais do ambiente como maior possibilidade de erosão do solo e margens do rio, e maior turbulência das águas devido à conformação do leito do rio, por exemplo.

Como a amostragem foi realizada no momento do estófo da maré baixa no período chuvoso, tanto no AL5 (6,69 UNT) quanto no AL6 (7,33 UNT), os materiais em suspensão particulados podem ter sedimentado em parte, apresentando valores mais baixos de turbidez em relação à água amostrada do AL4.

No período seco (2010), a turbidez nas amostras de água do rio Almada variou entre 1,34 UNT (AL5) a 2,80 UNT (AL2). Este último valor observado pode ter origem diretamente da influência da Lagoa Encantada, pois na Campanha 2, a turbidez média (3,52 UNT) apresentada pela lagoa Encantada foi superior à turbidez média do rio Almada (2,04 UNT). Situação diferente ocorreu na Campanha 1, onde foi o rio Almada que apresentou média superior (7,33 UNT) ao da lagoa Encantada (3,06 UNT) e a Estação AL2 obteve o menor valor (2,63 UNT).

O fato no qual o rio Almada apresentou valores mais baixos de turbidez na água (exceto AL2) no período seco (2010) do que no período chuvoso (2010) se deve provavelmente principalmente ao: baixo escoamento e carreamento de solos, sedimentos e outros materiais alóctones para o rio devido à menor precipitação; e menor turbulência ocasionada pelo fluxo laminar, dentre outros fatores.

De acordo com SEMA/INGÁ (2008 e 2009), o programa MONITORA obteve para a Estação denominada LES_ALM-300, situado na captação de Castelo Novo (Entre o AL1 e AL2, do presente estudo), valores de turbidez nas Campanhas de 2008 (2,7 UNT; 1,9 UNT, 1,93 UNT e 2,7 UNT) e 2009 (3,9 UNT; 15,8 UNT; 2,8 UNT e 82,6 UNT). Deve-se notar o elevado valor de 82,6 UNT difere do observado em outros períodos.

– *Rio Almada (Campanha 1 - 2011)*

A Estação RAL02 na Campanha 1 (2011), período chuvoso, apresentou turbidez de 6,3 UNT. No período chuvoso de 2010, o valor obtido para a Estação AL5 (mesmo local da RAL02) foi de 6,69 UNT. Deve-se deixar evidente que devido à força das águas provenientes de montante do rio Almada não houve a possível identificação de estofo de maré, sendo as águas superficiais da Campanha 1 (2011) amostrada diferentemente da Campanha 1 (2010) onde foi possível perceber o estofo de maré baixa. A Estação RAL01 (montante de RAL02) e a Estação RAL03 (jusante de RAL02 e vila de Aritaguá) apresentaram respectivamente 7,00 UNT e 7,2 UNT.

– *Demais Ecossistemas Aquáticos Continentais (Campanha 1 e 2 - 2010)*

Dentre todas as Estações de Amostragem do período chuvoso de 2010, a turbidez da água mais elevada foi verificada na P2 com 30,5 UNT. Já a Estação P1 apresentou como resultado 7,56 UNT na Campanha 1 e 4,26 UNT na Campanha 2.

A suspensão dos sólidos do sedimento para a água pode estar mais intimamente relacionada com a coluna d'água muito rasa (0,10 m), sendo o motivo provável da elevada turbidez na Estação P2 na Campanha 1. Na Campanha do período seco foi obtido 2,6 UNT.

– *Demais Ecossistemas Aquáticos Continentais (Campanha 1 - 2011)*

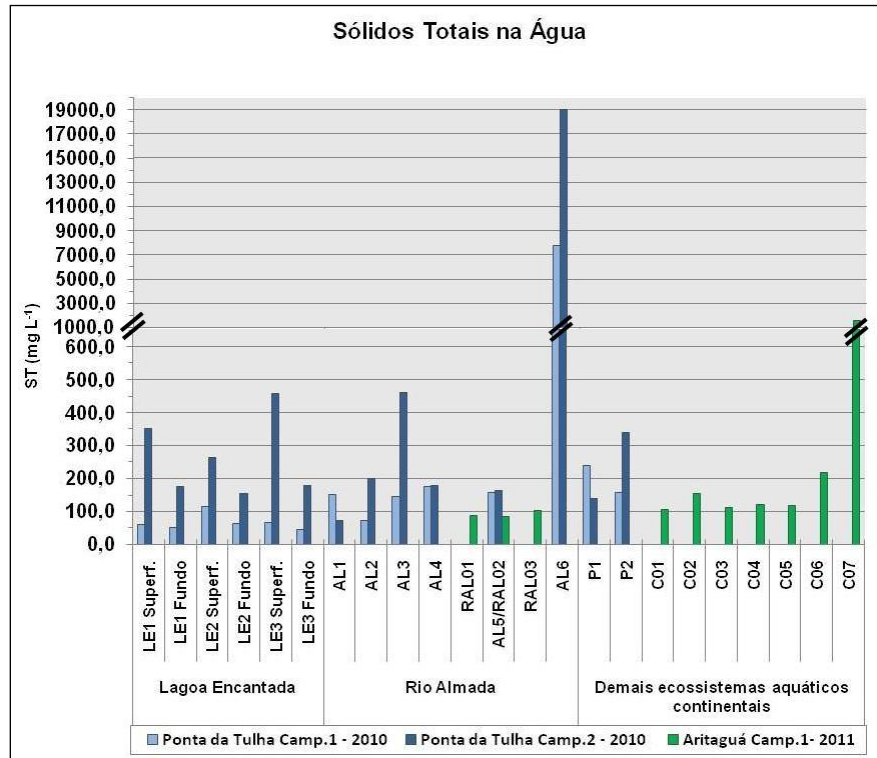
Em ordem crescente de valores de turbidez obtidos, as Estações foram: C07 (3,2 UNT), C01 (8,7 UNT), C03 (8,9 UNT), C04 (9,4 UNT), C02 (10,8 UNT), C05 (18,2 UNT) e C06 (72,3 UNT). O valor apresentado pela última Estação, no riacho denominado Valeta, justifica a baixa transparência obtida pela profundidade (0,15 m) do disco de *Secchi*.

• **Sólidos Totais e Sólidos Totais Dissolvidos**

A avaliação de sólidos totais em suspensão e dissolvidos constitui em informações preliminares importantes. De acordo com CETESB (2009), os sólidos nas águas correspondem a toda matéria (constituindo minerais presentes e colóides) que permanece como resíduo, após evaporação, secagem ou calcinação da amostra a uma temperatura pré-estabelecida durante um tempo fixado. Contudo, o resultado dos Sólidos Totais Dissolvidos (STD) condiz na porção do resíduo total que não é retido por filtro de porosidade de 1,2 μm . Deste modo, os sólidos são classificados fisicamente de acordo com suas dimensões.

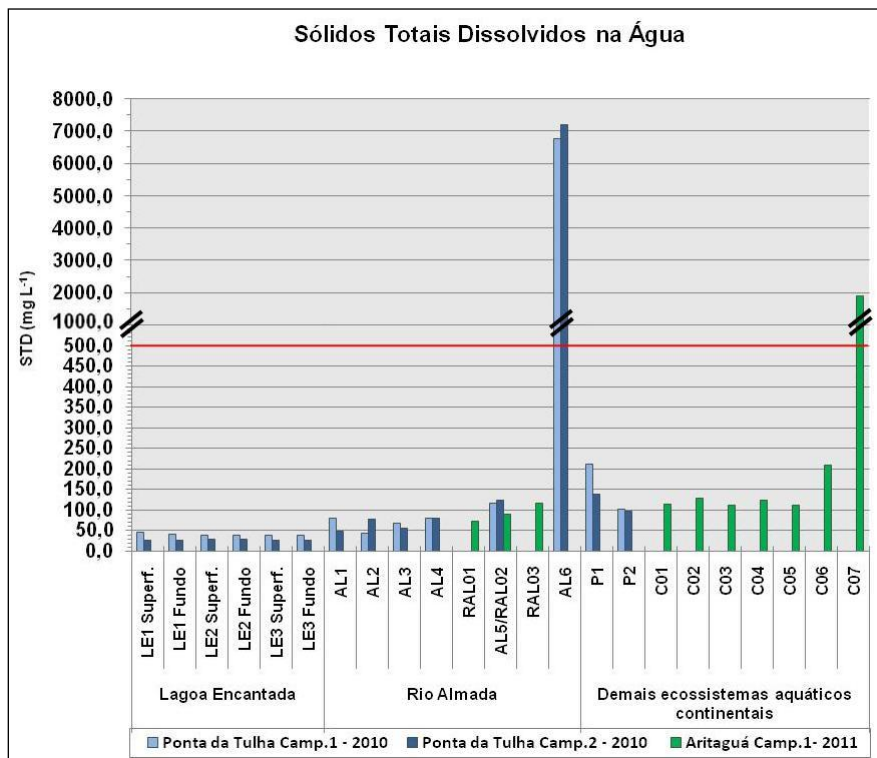
Para o recurso hídrico, os sólidos podem causar danos aos peixes e à vida aquática, pois ao sedimentar no leito de rios, por exemplo, pode afugentar/eliminar organismos bentônicos da base da cadeia alimentar ou até mesmo danificar os leitos de desova de peixes. Os sólidos também podem reter bactérias e resíduos orgânicos no fundo dos rios, promovendo decomposição anaeróbia.

O resultado das concentrações de sólidos totais analisadas nas águas das Estações de Amostragem nas Campanhas 1 e 2 de 2010 e Campanha 1 de 2011 estão representadas nas **Figuras 8.1.5.3.3 e 8.1.5.3.4**. A Linha vermelha representa o valor máximo de Sólidos Dissolvidos Totais (500 mg/L^{-1}) permitido para águas doces de Classe 2, segundo a Resolução Conama 357/05. Esta resolução não sugere padrões para Sólidos Totais (água doce, salobra ou salgada) ou mesmo para Sólidos Totais Dissolvidos para água salobra (Classe 1).



Obs. A Resolução Conama 357/05. não sugere padrões para Sólidos Totais para água salobra e doce.

Figura 8.1.5.3.3 - Sólidos Totais - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2010 e Período Chuvoso (1) 2011



Obs. Linha vermelha representa o valor máximo de Sólidos Dissolvidos Totais permitido para águas doces de Classe 2, segundo a Resolução Conama 357/05. Esta resolução não sugere padrões para Sólidos Totais e Sólidos Dissolvidos Totais para água salobra, Classe 1.

Figura 8.1.5.3.4 - Sólidos Totais Dissolvidos - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2010 e Período Chuvoso (1) 2011

– *Lagoa Encantada (Campanhas 1 e 2 - 2010)*

Como expostas na **Figura 8.1.5.3.4**, todas as Estações de Amostragem da lagoa Encantada apresentaram valores de Sólidos Totais Dissolvidos (STD) inferiores ao máximo estabelecido pela Resolução Conama 357/05. Na Campanha 1 o mínimo registrado foi de $37,1 \text{ mg/L}^{-1}$ (LE3 Fundo) e o máximo de $44,1 \text{ mg/L}^{-1}$ (LE1 Superfície). Nesta campanha, a média de Sólidos Totais Dissolvidos entre todas as Estações da lagoa foi de $39,12 \text{ mg/L}^{-1}$.

Comparando com os outros ecossistemas estudados no período chuvoso, a lagoa apresentou, em média, o menor valor de Sólidos Totais. Ao observar as diferenças existentes em cada Estação, entre amostras de águas superficiais e do fundo, se nota que estas são tênues. A água amostrada em superfície da Estação LE2 apresentou maior valor dentre as demais Estações da lagoa Encantada.

Ainda em relação ao período chuvoso, a Estação LE2 também possui elevada diferença de Sólidos Totais entre as águas de superfície (114 mg/L^{-1}) e de fundo (62 mg/L^{-1}) quando comparado com as Estações LE1 e LE3. Isto indica que a Estação LE2 Superfície apresentou concentração superior de Sólidos Totais Particulados.

As concentrações de Sólidos Totais (ST) avaliados no período seco foram superiores aos valores do período chuvoso, onde as médias foram de $263,33 \text{ mg/L}^{-1}$ e 66 mg/L^{-1} , respectivamente. O maior valor foi de 458 mg/L^{-1} (LE3 Superfície) e o menor de 174 mg/L^{-1} (LE1 Fundo). Comparando as amostras de águas superficiais com as amostras do hipólímnio, as amostradas na superfície superaram em média ($331,06 \text{ mg/L}^{-1}$) as do fundo ($142,73 \text{ mg/L}^{-1}$).

O acompanhamento regular de Sólidos Totais no sistema hídrico pode detectar as tendências que possam indicar o aumento na erosão nas bacias hidrográficas, bem como efeitos de enxurradas de obras em construção, atividades madeireiras, práticas agrícolas e descargas de esgotos domésticos. De acordo com a EPA (2010), as concentrações de Sólidos Totais em um ecossistema aquático podem aumentar durante os períodos secos, como verificado no presente estudo para lagoa Encantada. Esta tendência geralmente é atribuída às atividades de uso da terra que ocorrem próximo ao corpo hídrico. No período seco quando a evaporação é geralmente mais elevada, também pode haver maior concentração dos Sólidos Totais devido à diminuição da coluna d'água.

Segundo a SEMA/INGÁ (2008 e 2009), para águas superficiais coletadas junto ao píer existente na lagoa Encantada (LES-LEN - 500), os Sólidos Totais variaram entre 47 mg/L^{-1} e 85 mg/L^{-1} em 2008 e para 2009 oscilaram de 28 mg/L^{-1} a 105 mg/L^{-1} .

– *Rio Almada (Campanhas 1 e 2 - 2010)*

Como verificado para a lagoa Encantada em ambas as Campanhas de Amostragem (2010), as concentrações de Sólidos Totais Dissolvidos (STD) no rio Almada também foram inferiores ao estabelecido para as águas doces de Classe 2 pela Resolução Conama 357/05. Entretanto, nota-se que houve expressiva elevação das concentrações médias de Sólidos Totais Dissolvidos do período chuvoso ($76,25 \text{ mg/L}^{-1}$) para o período seco ($138,84 \text{ mg/L}^{-1}$). Consequentemente, mesma tendência foi mantida pelas concentrações de Sólidos Totais.

Para o período chuvoso, Campanha 1, o valor de Sólidos Totais Dissolvidos mais baixo foi verificado na Estação AL2 ($42,9 \text{ mg/L}^{-1}$), sendo muito próximo à média de STD da lagoa Encantada. Este resultado pode indicar entrada das águas da lagoa Encantada no rio Almada,

assim como também foi interpretado com as variáveis ambientais físicas turbidez e transparência nos subitens anteriores. Contudo, durante o período seco, a Estação AL1 foi a que apresentou o menor valor ($48,8 \text{ mg/L}^{-1}$), seguido da AL3 ($54,0 \text{ mg/L}^{-1}$) e AL2 (76 mg/L^{-1}) e deste modo, não sendo notada através destes resultados influência da lagoa Encantada na Estação AL2.

As demais Estações de Amostragem, em relação ao STD no período Chuvoso, variaram entre $78,9 \text{ mg/L}^{-1}$ (AL1) e $6770,0 \text{ mg/L}^{-1}$ (AL6). Este último valor citado de STD e a concentração de $7814,0 \text{ mg/L}^{-1}$ do total de sólidos podem ser explicados devido à dinâmica de ambiente estuarino. No período seco, a Estação AL6 também apresentou valores elevados de STD ($7210,0 \text{ mg/L}^{-1}$) e concentrações mais elevadas de sólidos totais (19000 mg/L^{-1}).

A Resolução Conama 357/05 não especifica valores máximos de STD para água salobra, entretanto, defini que resíduos sólidos objetáveis devem estar virtualmente ausente.

Períodos secos, de estiagem e de baixa precipitação, em geral, diminuem o fluxo laminar de um ecossistema lótico e conseqüentemente o nível da coluna d'água. Como os sólidos totais são a medida da quantidade de sólidos presentes em uma determinada amostra de água, por exemplo, o aumento da evaporação de um corpo d'água tende a elevar a concentração dos sólidos totais em um rio. Este aumento de sólidos totais foi verificado entre os períodos amostrados no rio Almada, exceto na Estação AL1, onde foi analisado no período chuvoso: 152 mg/L^{-1} ; e no período seco: 72 mg/L^{-1} .

O aumento de sólidos totais se deve, principalmente, à: elevada produção primária e secundária; possível carreamento de sólidos provenientes de toda a bacia hidrográfica e de drenagem; plausível ressuspensão de sedimento; influência de material proveniente da foz (no caso da Estação AL6); e entre outros fatores prováveis, a ocupação desordenada do homem através de habitações ao longo da Área de Preservação Permanente (APP) do rio Almada e o despejo *in natura* de esgotos domésticos (ou de águas servidas) não tratados.

No período chuvoso (Campanha 1), as concentrações extremas observadas de Sólidos Totais foram de 72 mg/L^{-1} (AL2) e de 7.814 mg/L^{-1} (AL6), sendo que as outras Estações de Amostragens oscilaram entre 146 mg/L^{-1} (AL3) e 174 mg/L^{-1} (AL4).

No período seco (Campanha 2), o valor para Sólidos Totais de 460 mg/L^{-1} verificado na Estação de Amostragem AL3 pode indicar influência de despejos de esgoto e águas servidas de Urucutuca situada a jusante e/ou de erosão da margem localizada a montante.

– *Rio Almada (Campanha 1 - 2011)*

Dentre os resultados de Sólidos Totais e Sólidos Totais Dissolvidos para as Estações RAL01, RAL02, RAL03 foi observado que os valores de STD foram mais elevados do que os ST para estas duas últimas Estações. De acordo com os técnicos responsáveis do SENAI/CETIND, via comunicação, informaram que na maioria das vezes ST é maior que STD, porém nem sempre esses valores são concordantes. Também foi confirmado que para este tipo de análise é permitido uma diferença de até 10% entre ST e STD, pois se trata de uma análise gravimétrica (uso balança analítica ou de precisão), em que as temperaturas de secagem são diferentes e se retira alíquotas diferentes para as duas análises apesar das amostras serem homogêneas sempre antes da retirada das alíquotas. Deste modo, este processo pode não garantir a transferência totalmente idêntica dos sólidos nas duas alíquotas. Contudo, os valores obtidos

explicitados abaixo permitem a interpretação que os Sólidos Totais Dissolvidos dominam a fração de sólidos comparados ao total de sólidos (ou Sólidos Totais).

Os Sólidos Totais para o RAL01, RAL02, RAL03 foram 86 mg/L^{-1} , $85,3 \text{ mg/L}^{-1}$ e 104 mg/L^{-1} . Já os Sólidos Dissolvidos foram, respectivamente, $72,7 \text{ mg/L}$, $89,3 \text{ mg/L}$ e 115 mg/L . Em ambos os resultados a Estação RAL03 apresentou-se com concentrações mais elevadas, provavelmente por haver um incremento de sólidos ao longo do trecho do rio Almada onde na margem está localizada a vila de Aritaguá.

Cabe ressaltar que a Estação AL5 (mesmo local da RAL02), no período chuvoso do ano de 2010 o valor de STD foi de 116 mg/L^{-1} .

– *Demais Ecossistemas Aquáticos Continentais (Campanhas 1 e 2 - 2010)*

Na Campanha 1 realizada no período chuvoso, os resultados tanto para Sólidos Totais Dissolvidos (STD) quanto para Sólidos Totais foram superiores na Estação de Amostragem P1 (211 e 240 mg/L^{-1} , respectivamente) em relação à P2 (101 e 156 mg/L^{-1}). Como as duas Estações estão localizadas em ecossistemas distintos, já era esperado maior valor de Sólidos Totais no estuário (P1). Na Campanha 2, o valor de Sólidos Totais da Estação P2 foi superior (340 mg/L^{-1}) ao da Estação P1 (138 mg/L^{-1}).

A verificação de valores mais altos de Sólidos Totais (ST) na Estação P2 pode ser corroborada pela presença de folhas senescentes e demais materiais orgânicos e inorgânicos (provenientes da cobertura de restinga e de macrófitas) no leito do corpo d'água da própria Estação, que eventualmente podem em parte estar em suspensão na água. No período seco, a diferença foi intensificada, provavelmente, por diminuição da lâmina d'água neste corpo d'água estudado.

– *Demais Ecossistemas Aquáticos Continentais (Campanha 1 - 2011)*

As Estações C01 e C04 apresentaram valores de STD mais elevados do que ST, contudo a diferença para C01 foi de apenas 7 mg/L^{-1} (STD=114 e ST=107 mg/L^{-1}) e para C04 de 2 mg/L^{-1} (STD=123 e ST=121 mg/L^{-1}). As Estações C05 e C06 obtiveram valores de ST maiores que STD com pequenas diferenças, respectivamente, 9 mg/L^{-1} (STD=110 e ST=119 mg/L^{-1}) e 8 mg/L^{-1} (STD=209 e ST=217 mg/L^{-1}). A Estação C03, foz do rio Itariri (próximo à vila de Urucutuca) apresentou realmente valores iguais: 111 mg/L^{-1} .

Todos estes resultados citados anteriormente, principalmente sobre a Estação C03, indicam a domínio das frações minerais e colóides em dissolução nas águas dos diferentes sistemas lóticos estudados em detrimento das partículas fisicamente maiores. Provavelmente, as águas das chuvas tenham contribuído através de sua percolação, infiltração, carreamento e drenagem no solo para dissolução de minerais. Possivelmente, também pode ter havido diluição da água superficial dos ecossistemas lóticos pelas águas da chuva incrementando o fluxo laminar, com menores concentrações de sólidos.

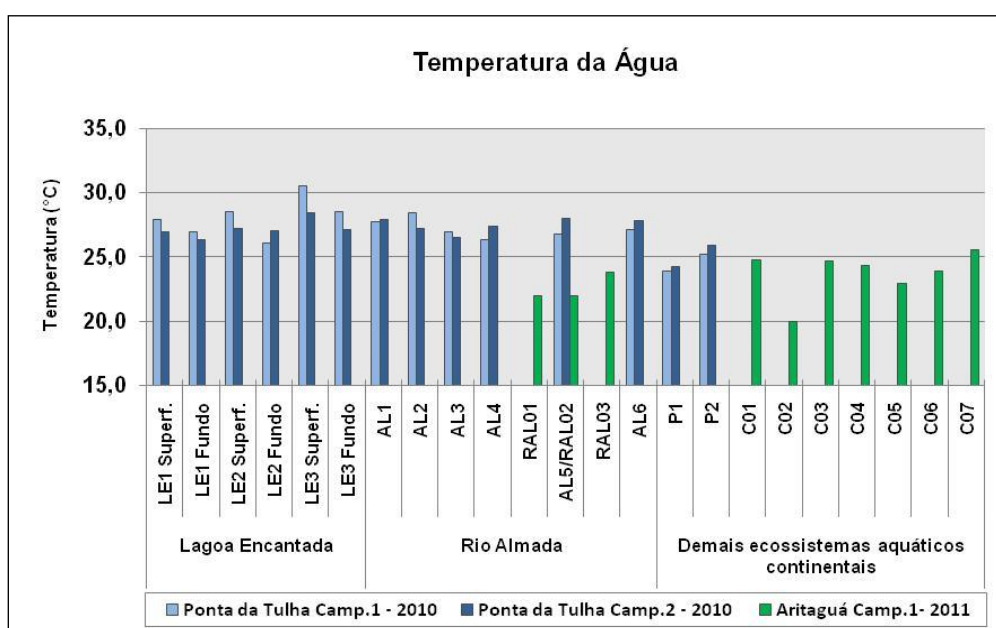
Como esperado, o sistema lêntico/lótico estuarino paralelo a linha de costa onde foi amostrada a Estação C07 obteve os resultados mais elevados em relação à Campanha 1 de 2011. Para STD foi analisada a concentração de 1920 mg/L^{-1} e ST de 1570 mg/L^{-1} .

- **Temperatura**

A temperatura é a mensuração da energia da moção molecular e neste está expressa em graus Celsius. A temperatura em ecossistemas aquáticos é resultado do processo que gera aquecimento ou esfriamento térmico através da radiação solar que atinge a superfície da água.

Conhecer a temperatura de um corpo d'água é fundamental para a compreensão das diferenças térmicas no gradiente vertical - estratificação térmica - e da caracterização das massas d'água (densidade), principalmente em ambientes lênticos. Além disto, a temperatura é um importante fator singular em processos que governam a vida (atividades sazonais e diárias) e a distribuição dos organismos (zonação), atuando diretamente sobre a solubilidade dos gases na água como na saturação de oxigênio dissolvido (ODUM, 1988; APHA, 1995).

As temperaturas (°C.) obtidas nas águas das Estações de Amostragem estão apresentadas na **Figura 8.1.5.3.5**.



Obs. Período Chuvoso Representado por Cores Claras e Período Seco Representado por Cores Escuras

Figura 8.1.5.3.5 - Temperatura das Águas - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2010 e Período Chuvoso (1) 2011

- *Lagoa Encantada (Campanhas 1 e 2 - 2010)*

Como exposto na metodologia, apenas na lagoa Encantada foi realizado o perfil de temperatura na coluna d'água. Em ambientes lênticos, a variação de temperatura na camada de água ao longo de um gradiente de profundidade pode indicar a circulação da coluna d'água (mistura, movimento ascendente e descende) ou formação de estratificação (determinada pelas diferenças de densidade da água).

Período chuvoso (Campanha 1 - 2010) :A Estação LE1 apresentou 5,5 metros de profundidade, sendo que a temperatura da água superficial obtida foi de 27,9°C e de fundo 26,9°C, devido esta diferença apenas de 1°C não foi realizada a perfilagem. Já na Estação LE2, a diferença de 2,4°C no instante da perfilagem foi verificada em uma coluna d'água de 6 metros entre a água de superfície (29,0°C) e de fundo (26,6°C). Em camada d'água de 2 metros (profundidade total da Estação LE3) a temperatura da água superficial medida foi de 30,5°C e 28,5°C do fundo.

Período seco: A Estação LE1 também na segunda campanha de amostragem apresentou 5,5 metros de profundidade, sendo que a temperatura da água superficial obtida foi de 26,9°C e de fundo 26,3°C. Apesar de não haver diferença superior de 1°C entre as duas profundidades na Estação LE1, para esta campanha foi realizada a perfilagem. Já na Estação LE2, ocorreu comportamento das águas diferentemente do apresentado no período chuvoso, onde no instante da perfilagem foi observada apenas a diferença de 0,1°C em uma coluna d'água de 5,5 metros entre a água de superfície (27,1°C) e de fundo (27,0°C). Na Estação LE2, em uma profundidade total de 2 metros a temperatura da água superficial mensurada foi de 28,3°C e da água de fundo foi de 27,1°C.

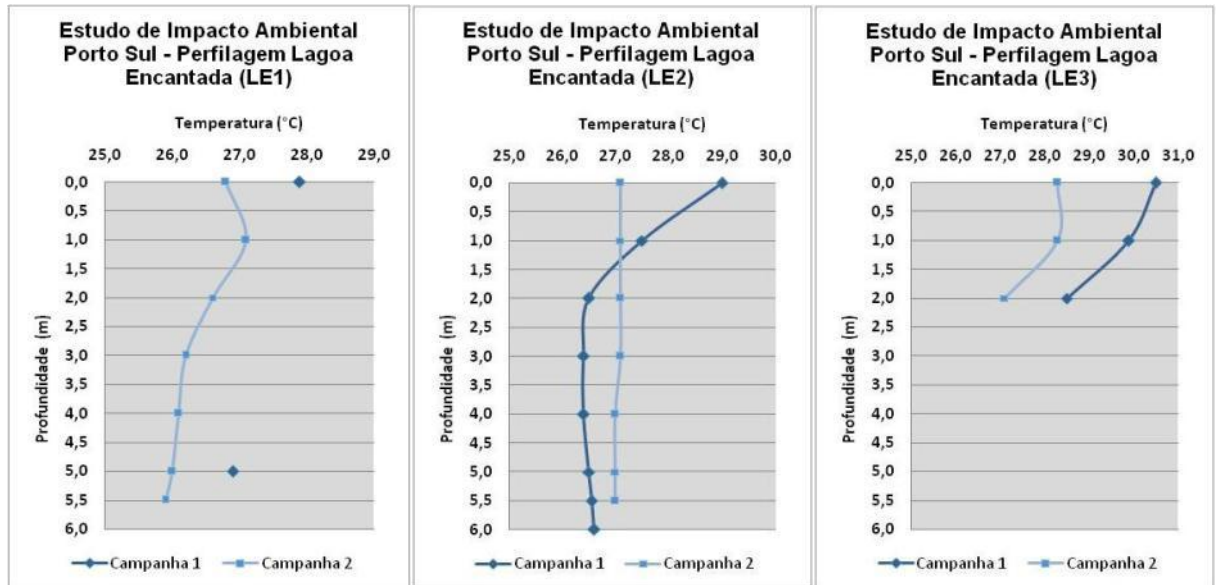
Os resultados mais interessantes foram obtidos na Estação LE2. Na Campanha Amostral 1, no período chuvoso, houve uma estratificação térmica onde o epilimnio representou os primeiros 2,6 metros (extinção de até 1% da luz) da coluna d'água e o hipolimnio apresentou-se abaixo deste limite calculado. Este resultado junto ao vento fraco observado qualitativamente pode corroborar sobre a estabilização da temperatura na coluna d'água a partir do segundo metro de profundidade (termoclina). Já na Campanha Amostral 2, no período seco, a Estação LE2 apresentou valores uniformes de temperatura (isotermia) em toda a coluna d'água, o que representa mistura de água. Este fato pode ter ocorrido devido à maior intensidade dos ventos (observada qualitativamente de forma moderada no instante das coletas).

Um lago ou lagoa localizado em clima tropical têm processos atuantes diferentemente de um lago localizado em clima temperado, no qual há a formação de camada de gelo na superfície durante o inverno, além das influências das demais estações do ano que definem os padrões de circulação da coluna d'água.

De acordo com ESTEVES (1988), em lagos tropicais, é mais comum ocorrer estratificações e desestratificações diárias ou estratificações durante a primavera, verão e outono e desestratificação durante o inverno. Estes lagos são geralmente rasos e isto contribui para que a variação diária da temperatura seja mais acentuada do que até mesmo a variação sazonal. Durante o período de maior precipitação, em lagos tropicais, são observados comumente estratificações duradouras.

Ao analisar os resultados obtidos de temperatura ao longo da coluna d'água da lagoa Encantada durante as campanhas de período chuvoso e seco pode-se afirmar que este se comporta como um lago polimítico. De acordo com ESTEVES (1988), lagos polimíticos são caracterizados por: apresentar muitos períodos anuais de circulação (desestratificação); ter variações diurnas de temperatura e formação de termoclinas durante o período diurno, que podem ser mais importantes que as variações estacionais; sofrer a permanente ação do vento apresentando esse tipo de circulação (desestratificação) com a estratificação podendo também ocorrer por algumas horas ou mesmo dias e desaparecer rapidamente.

As **Figuras 8.1.5.3.6 a 8.1.5.3.8** apresentam as temperaturas obtidas na coluna d'água das Estações de Amostragem LE1, LE2 e LE3, respectivamente.



Obs. A profundidade da Estação LE1 no instante da amostragem foi de 5,5 metros na Campanha 1 e 5,5 m na Campanha 2.

Figura 8.1.5.3.6 - Temperaturas Obtidas ao Longo da Coluna D'água - Estação LE1 - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso e Seco 2010

Obs. A profundidade da Estação LE2 no instante da amostragem foi de 6 metros na Campanha 1 e 5,5 m na Campanha 2.

Figura 8.1.5.3.7 - Temperaturas Obtidas ao Longo da Coluna D'água - Estação LE2 - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso e Seco 2010

Obs. A profundidade da Estação LE3 no instante da amostragem foi de 2 metros tanto na Campanha 1 quanto na Campanha 2.

Figura 8.1.5.3.8 - Temperaturas Obtidas ao Longo da Coluna D'água - Estação LE3 - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso e Seco 2010

– *Rio Almada (Campanhas 1 e 2 - 2010)*

Durante o período chuvoso, a temperatura do rio Almada mais elevada foi de 28,4°C (Estação AL2) e a mais baixa 26,3°C (AL4). No período seco (Campanha 2) foram mensurados valores entre 26,5°C (AL3) e 28,0°C (AL5).

Cabe ressaltar que a temperatura em um sistema lótico está associada à incidência de radiação solar, portanto, este resultado obtido depende desta variação no momento da amostragem, além da circulação de água, presença de cobertura vegetal e outros fatores.

– *Rio Almada (Campanha 1 - 2011)*

As Estações RAL01 e RAL02 apresentaram temperatura da água de 22,0°C e a Estação RAL03 de 23,8°C. A temperatura média das águas do rio Almada foi mais baixa no período chuvoso (Campanha 1) do ano de 2011 (média: 22,6°C; N=3) do que o período chuvoso (Campanha 1) de 2010 (média: 27,2°C; N=6).

– *Demais Ecossistemas Aquáticos Continentais (Campanha 1 e 2 - 2010)*

De todas as Estações amostradas na Campanha 1 e 2 de 2010, os menores valores de temperatura obtidos foram das Estações P1 (23,9°C e 24,2°C, respectivamente) e P2 (25,2°C e 25,9°C, respectivamente). Os corpos d'água da Estação P1 e P2 estão protegidos pela vegetação, onde há sombreamento, sendo este provavelmente, o motivo da temperatura ter sido a mais baixa.

– Demais Ecossistemas Aquáticos Continentais (Campanha 1 - 2011)

O valor médio da temperatura da água dos ecossistemas aquáticos situados na Área Diretamente Afetada (N=7) na campanha 1 de 2011 foi de 23,7°C. Este valor médio foi menor do que o obtido para todos os sistemas lóticos (N=7, incluindo rio Almada) no período chuvoso do ano anterior. A temperatura na Campanha 1 - 2011 oscilou entre 20,0°C (C02) e 25,5°C (C07).

• **Potencial Hidrogeniônico (pH) da Água**

A alcalinidade ou a acidez de uma solução é frequentemente expressa em termos e concentrações de íons H^+ que é denominada potencial Hidrogeniônico ou pH. O pH é definido como o logaritmo negativo da concentração hidrogeniônica. Segundo ESTEVES (1988), o pH pode ser considerado uma das variáveis mais importantes em ambientes aquáticos, pois é um fator limitante à colonização de diferentes organismos. O pH também interfere de diferentes maneiras no metabolismo das comunidades, tais como em propriedades químicas das proteínas, pressão osmótica de coloides, acidez ou basicidade de fluidos extracelulares (TUNDISI & TUNDISI, 2008).

O pH tem inter-relações com o CO_2 livre dissolvido, íon hidrocarbonato (HCO_3^-) e íon carbonato (CO_3^{2-}) através do sistema CO_2 . O equilíbrio deste sistema depende, por exemplo, do processo fotossintético que é uma fonte importante na redução de CO_2 livre e a respiração dos organismos aquáticos que é uma fonte de incremento de CO_2 na água, que deste modo deslocam o equilíbrio. Por exemplo: quando o deslocamento do sistema tem como dominante o CO_2 o pH indica acidez (pH baixo).

O pH na água das Estações de Amostragens do Estudo de Impacto Ambiental relacionados ao Empreendimento Porto Sul durante as Campanhas 1 e 2 (2010) e Campanha 1 (2011) estão apresentadas na **Figura 8.1.5.3.9** abaixo. A Resolução Conama 357/05 recomenda que o pH deva variar entre 6,0 e 9,0 para águas doces de Classe 2 (limites indicados em vermelho, na referida figura) e deve oscilar entre 6,5 e 8,5 para águas salobras de Classe 1 (limites indicados em amarelo, na referida figura).

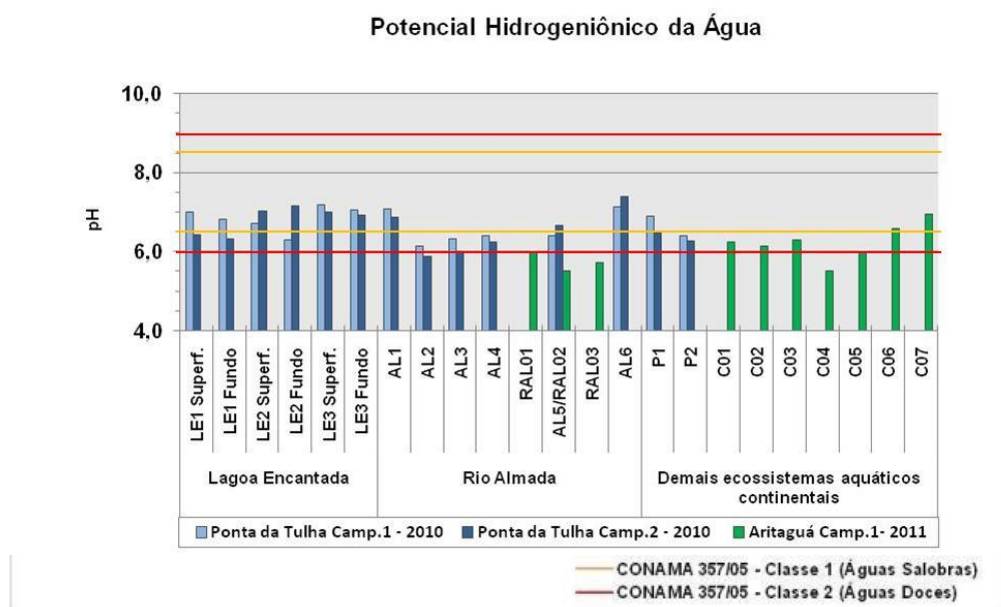


Figura 8.1.5.3.9 - pH das Águas - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2010 e Período Chuvoso (1) 2011

– *Lagoa Encantada (Campanhas 1 e 2 - 2010)*

Período chuvoso (Campanha 1 - 2010): o maior valor de pH obtido para a lagoa Encantada foi de 7,19 (LE3 Superfície) e o menor foi de 6,30 (LE2 Fundo). Na Estação LE2, o valor levemente mais ácido apresentado pela amostra de água do hipolímnio em relação ao epilímnio (pH 6,72) pode ser definido pelo provável processo de decomposição da matéria orgânica, no qual o consumo do oxigênio do meio pelas bactérias acabam liberando íons H^+ , acidificando o meio (redução de pH). Ainda sobre a LE2 é importante destacar que está diferença de pH entre epilímnio e hipolímnio acompanha a estratificação térmica ocorrida nesta porção da lagoa.

Período seco (Campanha 2 - 2010): O menor valor foi apresentado pela Estação LE1 (6,57) tanto para amostras de superfície quanto do fundo. Na Estação LE2 Fundo, o pH de 7,16 foi o mais elevado apresentado na lagoa Encantada. A Estação LE2 Superf. apresentou pH de 7,04, e a Estação LE3 Superf. e Fundo apresentaram, respectivamente, 7,02 e 6,92.

Notou-se tanto para Estação LE1 e LE3 que o pH se apresentou mais baixo na segunda campanha e que apenas a Estação LE2 mostrou-se com valores superiores. Este resultado com pH mais elevado na Estação LE2 pode estar relacionado com a mistura da coluna d'água observada através da uniformidade térmica (isotermia).

Em ambas as campanhas de amostragem realizada na lagoa Encantada, o pH da água mensurado não violou os limites estabelecidos pela Resolução Conama357/05.

Segundo o programa Monitora (SEMA/INGÁ, 2008 e 2009), a Estação LES-LEN-500 na lagoa Encantada (Ver Figura de Localização no Mapa dos Principais Estudos Realizados na Bacia do rio Almada) apresentou em suas águas superficiais a variação de pH entre 5,8 e 7,3. É interessante notar que em três ocasiões durante as campanhas de campo (pH: 5,8 em duas campanhas e 5,9 em uma campanha) do citado programa de monitoramento das águas os valores de pH transgrediram os limites estabelecidos pela RESOLUÇÃO CONAMA357/05.

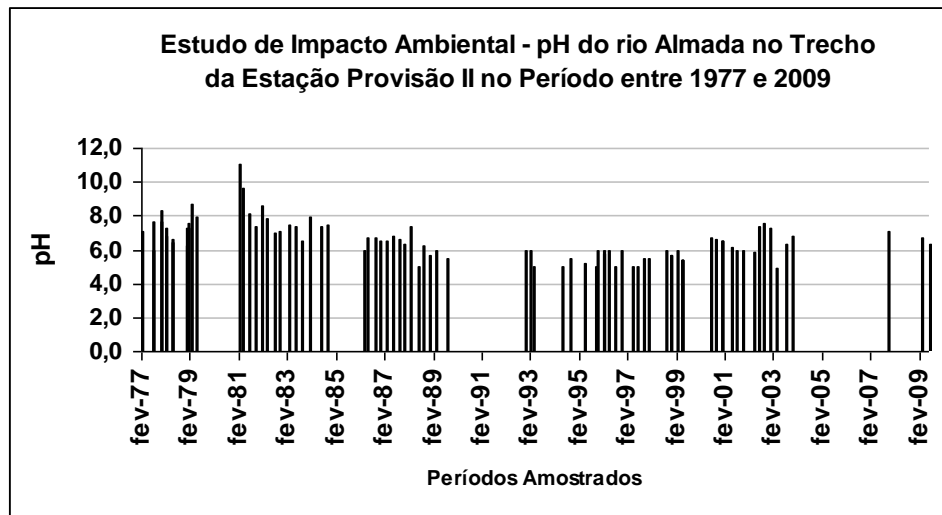
– *Rio Almada (Campanhas 1 e 2 - 2010)*

A variação de pH mensurado no rio Almada, entre as Estações de Amostragens, no período Chuvoso (Campanha 1 - 2010), foi tida entre 6,15 (AL2) e 7,13 (AL6). No período seco (Campanha 2 - 2010), os valores oscilaram entre 5,88 (AL2) e 7,41 (AL6).

Quando verificados os valores de pH na Campanha 1 (período chuvoso) em relação à RESOLUÇÃO CONAMA 357/05, tanto para água doce - Classe 2 (AL1 a AL5) quanto para água salobra - Classe 1 (AL6), foi claro notar que existiram conformidades entre os limites estabelecidos. Exceção houve na Estação AL2 (Campanha 2) com pH 5,88.

As águas da Estação AL5 para o período seco foi classificado como salobras. Ao comparar com o Conama 357/05, classe 1, o pH de 6,67 desta Estação está conforme o estabelecido, entre pH 6,5 e 8,5.

A **Figura 8.1.5.3.10** apresenta valores de pH obtidos no rio Almada durante o período de 1977 à 2009 através do monitoramento da Estação Hidrometeorológica Provisão II (mesmo local da Estação AL1 do presente estudo) de acordo com ANA (2010).



Fonte : Agência Nacional das Águas
 Obs. Ausências de barras indicam a não medição de pH

Figura 8.1.5.3.10 - Valores de pH Obtidos no Rio Almada Durante o Período de 1977 à 2009 Através do Monitoramento da Estação Hidrometeorológica Provisão II (ANA)

Durante o longo período monitorado através da Estação Provisão II os valores de pH oscilaram entre 4,9 obtidos em 2003 e pH de 11,1 verificado em 1981. O programa Monitora observou na Estação LES-ALM-300, de acordo com SEMA/INGÁ (2008 e 2009), pH entre 6,2 e 7,6.

– *Rio Almada (Campanha 1 - 2011)*

O pH das águas do rio Almada nas Estações amostradas foram: pH 5,51 (RAL02), pH 5,74 (RAL03) e pH 5,98 (RAL01). Como foram classificados como águas doces (salinidade igual a 0‰), todos estes valores estão abaixo do limite mínimo (pH=6,0) estabelecido pela Resolução Conama357/05. Estes valores de pH foram os mais reduzidos quando comparando aos demais resultados amostrados no rio Almada.

– *Demais Ecossistemas Aquáticos Continentais (Campanha 1 e 2 - 2010)*

Sobre o pH das águas amostradas nas Estações tidas como Área Influência Indireta, a P1 apresentou 6,91 e a P2 foi mensurado pH de 6,40 na Campanha 1. Na segunda campanha de 2010 os resultados foram: pH 6,49 para Estação P1 e pH 6,28 para a Estação P2.

– *Demais Ecossistemas Aquáticos Continentais (Campanha 1- 2011)*

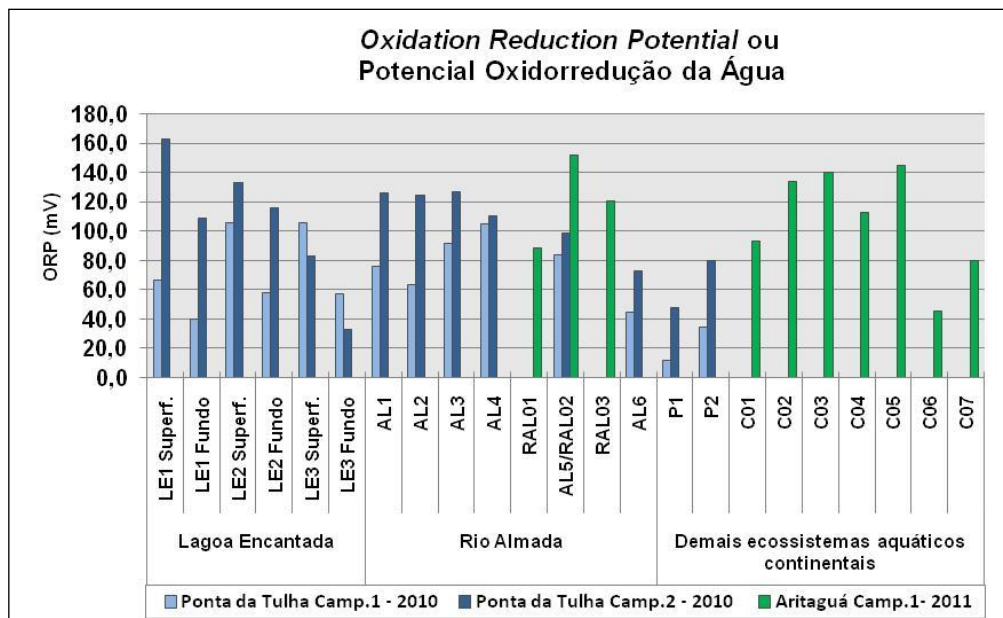
As Estações com características águas doces (salinidade = 0‰) oscilaram entre pH 5,51 (Estação C04) e pH 6,30 (Estação C03). A Estação C04 foi a única abaixo do limite estabelecido pela Resolução Conama357/05 para águas doces. Em relação às águas salobras (salinidade = 1‰), o pH variou entre pH 6,00 (Estação C05) e pH 6,95 (Estação C07). Além da Estação C05, a Estação C01 (pH 6,25) foi abaixo do estabelecido pela referida resolução.

• **Potencial de Oxidorredução ou *Oxidation Reduction Potential* (ORP)**

Em uma solução aquosa, o potencial de Oxidação e Redução ou oxidorredução é a mensuração da tendência da solução ganhar ou perder elétrons quando está sujeito a mudanças por introdução de novas espécies químicas.

A solução com potencial maior (mais positivo) tem tendência de ganhar elétrons da espécie nova (ou seja, ser reduzida por oxidação das novas espécies) e uma solução com um potencial menor (mais negativo) têm uma tendência a perder elétrons para a nova espécie (ou seja, para ser oxidado por redução das novas espécies). Estas perdas e ganhos podem ser diretamente afetadas pelos processos biológicos de produção primária e decomposição. Um exemplo da importância do potencial oxidorredução está na influência sobre o ciclo do ferro e fósforo, onde sob condição de circulação e oxigenação da coluna d'água pode ocorrer a precipitação de $FePO_4$ (insolúvel) para sedimento (TUNDISI & TUNDISI, 2008).

Estão apresentados na **Figura 8.1.5.3.11** os valores do potencial oxidorredução na água das Estações de Amostragens do Estudo de Impacto Ambiental relacionados ao empreendimento Porto Sul nas Campanhas de 2010 e 2011. Ao apresentar valores positivos de ORP, as águas amostradas de todas as Estações têm tendência a ocorrerem mais processos oxidantes. Nenhum dos valores obtidos foi negativo.



Obs. Colunas com coloração clara representam a Campanha 1 (Período Chuvoso e com cores escuras representam a Campanha 2 (Período Seco).

Figura 8.1.5.3.11 - Valores de Potencial Oxidorredução da Água - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2010 e Período Chuvoso (1) 2011

– *Lagoa Encantada (Campanhas 1 e 2 - 2010)*

Durante a Campanha 1 de 2010 (período chuvoso) as Estações LE2 e LE3 de água superficial apresentaram valor positivo de 106 (mV), sendo que as águas amostradas do LE1 Superfície, LE1 Fundo, LE3 Fundo obtiveram valores baixos (67; 40; e 57 mV, respectivamente). Este resultado leva à interpretação de que houve uma estratificação mais acentuada tanto na Estação LE2, quanto na LE3.

O potencial de oxidorredução obtido na Campanha 2 (período seco), quando comparado com a Campanha 1, apresentou-se mais elevado em todas as Estações com exceção da LE3. No período seco, pico de 163 mV foi apresentado na LE1 Superf. e o valor mais baixo foi tido na LE3 Fundo (33 mV). Em cada campanha, as amostras de águas superficiais tiveram valores superiores em relação às amostras de fundo.

– *Rio Almada (Campanhas 1 e 2 - 2010)*

Na Campanha 1 de 2010, a Estação AL4 apresentou pico de 105 mV enquanto que nas demais foram obtidas valores que não ultrapassaram 92 mV (AL3). O valor mais baixo foi da AL6 com 12 mV. Já na Campanha 2, os resultados para o potencial de oxidorredução oscilaram entre 73 (AL6) e 127 (AL3), onde foi observado decréscimo a partir da AL4 (111 mV) à medida que as Estações de Amostragem se aproximavam da foz. O valor médio de potencial oxidorredução foi mais baixo no período chuvoso (78 mV) do que no período seco (110 mV).

– *Rio Almada (Campanha 1 - 2011)*

Como resultado para potencial oxidorredução na Campanha 1 de 2011, as águas amostradas na Estação RAL01 apresentaram 89 mV, na RAL02 152 mV e na RAL03 121 mV. A RAL02 nesta campanha mostrou-se com o valor mais elevado dentre todas as campanhas realizadas no ano de 2010 e 2011 no rio Almada. A Estação AL5 (mesmo local da RAL02) no ano de 2010, na Campanha 1 foi mensurada 84 mV e na Campanha 2 ORP de 99 mV.

– *Demais Ecossistemas Aquáticos Continentais (Campanha 1 e 2 - 2010)*

O potencial de oxidorredução mais baixo dentre todas as Estações de Amostras estudadas em 2010 foi apresentado durante a Campanha 1 na Estação P1 (12 mV). Os valores mais baixos encontrados tanto na P1 podem estar relacionados com as características estuarinas, onde podem ocorrer poucos processos oxidantes. Já a Estação P2 indicou ORP de 35 mV.

Na Campanha 2 (período seco), os valores de ORP foram mais elevados do que a campanha anterior tanto para a Estação P1 (48 mV) e P2 (80 mV).

– *Demais Ecossistemas Aquáticos Continentais (Campanha 1 - 2011)*

Os valores de ORP para as águas amostradas nos ambientes lóticos inseridos na Área Diretamente Afetada (ADA) oscilaram entre 46 mV (Estação C06) e 145 mV (Estação C05). As Estações C01 (93 mV), C06 e C07 (80 mV) apresentaram-se como ambientes mais reduzidos (apesar de valores positivos) quando comparados às demais Estações (variação entre 113 mV e 145 mV).

As Estações C01, C06 e C07 possivelmente têm características mais redutoras por diferentes condições e influências ambientais/antropogênicas. O resultado obtido para a Estação C01 pode estar sendo influenciada pelo chorume oriundo do local de descarte de lixo da cidade de Ilhéus. A Estação C06, na foz do rio Itariri, sofre influência provavelmente dos processos de decomposição na planície de inundação e várzeas existentes. Já a Estação C07, onde forma um pequeno estuário, pode ter incremento dos processos de decomposição pelas características do ambiente de manguezal. Este processo pode ser incrementado com provável despejo de esgotos domésticos e águas servidas neste meio aquático (presenças de casas nas margens e presença de lixo como sacos plásticos na Estação C07).

- **Condutividade Elétrica, Cloreto, Sódio, Magnésio, Potássio e Cálcio na Água**

Segundo ESTEVES (1988), a condutividade elétrica de uma solução é a capacidade desta em conduzir a corrente elétrica a qual está em função da concentração de íons presentes. A

condutividade elétrica é aproximadamente proporcional à salinidade e dependente da variável temperatura. (COX, 1965).

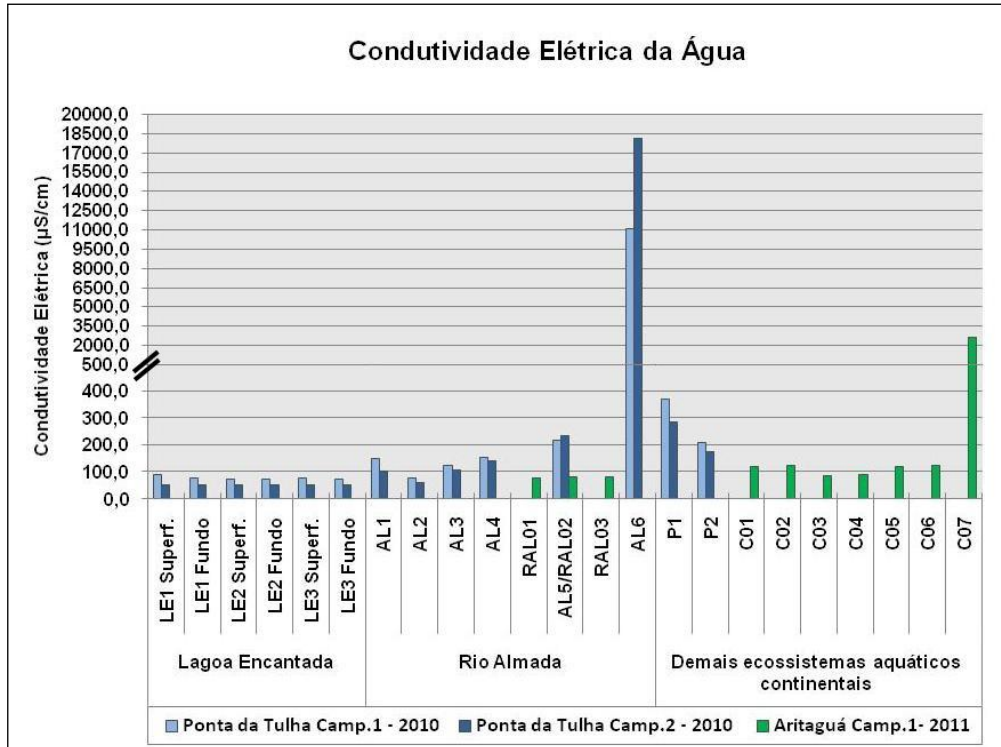
À medida que varia a concentração de cátions e ânions de ecossistemas de águas continentais, os organismos regulam também sua concentração de cátions e ânions (regulação osmótica) para possibilitar o funcionamento de enzimas. As concentrações iônicas nos ecossistemas aquáticas são fundamentais na distribuição dos organismos.

A condutividade elétrica da água é um fator muito importante em estudos dos corpos hídricos, pois podem gerar informações, tais como, por exemplo, (ESTEVEZ, 1988; PINTO-COELHO, 2000; TUNDISI & TUNDISI, 2008; HYDROS, 2008):

- ✓ Valor da concentração iônica do manancial;
- ✓ Influência de produção primária (redução da condutividade) e processos de decomposição de matéria orgânica (aumento de condutividade);
- ✓ Detecção de presença de fontes poluidoras em ecossistemas aquáticos;
- ✓ Indicação de processos de estratificação com o aumento de condutividade no hipolímnio, no caso de ambientes lênticos;
- ✓ Indicação de processos de eutrofização ao longo do tempo;
- ✓ Variação do pulso e maré, através de entrada e saída de diferentes massas d'águas;
- ✓ Variação do nível da lâmina d'água em ambiente lênticos, onde águas com condutividade mais baixa podem representar águas diluídas por chuva (elevação do nível d'água) e com condutividades elevadas podem representar maior evaporação (diminuição do nível d'água).

De acordo com TUNDISI & TUNDISI (2008), os valores de condutividade podem estar também relacionados com padrão de estratificação térmica da coluna d'água e com sua duração, porém segundo os referidos autores esta situação pode mudar quando há influência antropogênica e quando é estabelecido processo de eutrofização artificial.

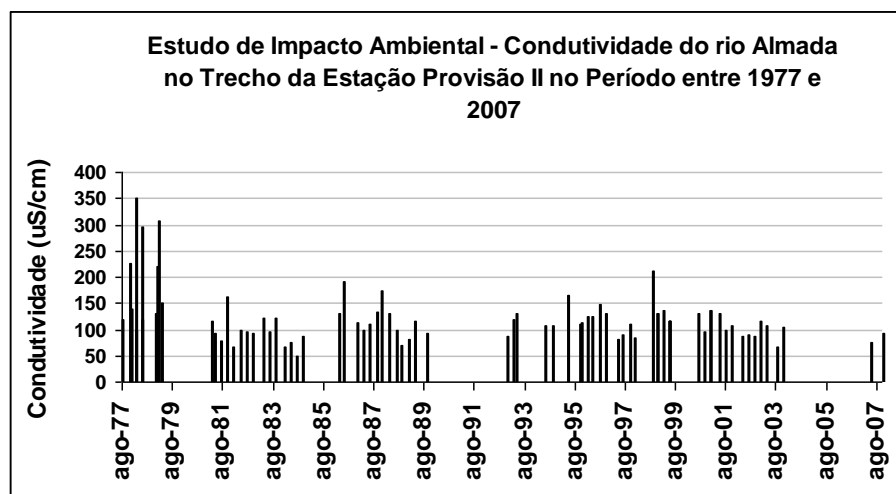
A condutividade das águas das Estações de Amostragens do Estudo de Impacto Ambiental do Empreendimento Porto Sul nas Campanhas de 2010 e 2011 está representada na **Figura 8.1.5.3.12**.



Obs. As barras com cores claras representam o Período Chuvoso e com cores escuras representam o Período Seco.

Figura 8.1.5.3.12 - Condutividade das Águas - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2010 e Período Chuvoso (1) 2011

A Estação Provisão II ao longo de 30 anos (1977 a 2007), fornece com a operação (com interrupções nos dados) da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) a condutividade das águas do rio Almada em trecho pertencente à fazenda Provisão. Na **Figura 8.1.5.3.13** são apresentados a variação dos valores de condutividade sobre o período citado. Deve-se destacar que a Estação de Amostragem AL1 do presente Estudo de Impacto Ambiental está localizada no mesmo local da Estação hidrometeorológica Provisão II.



Fonte : Agência Nacional das Águas

Obs. Ausências de barras indicam a não medição de condutividade

Figura 8.1.5.3.13 - Valores de Condutividade Obtidos no Rio Almada Durante o Período de 1977 a 2007 Através do Monitoramento da Estação Hidrometeorológica Provisão II

– Lagoa Encantada (Campanhas 1 e 2 - 2010)

A condutividade elétrica da água da lagoa Encantada foi a mais baixa em relações às demais Estações do estudo, variando entre 71,3 (LE3 Fundo) a 90,0 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ (LE1 Superfície) no período chuvoso (Campanha 1) e de 50,5 (LE1 Superfície) à 52,8 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ no período seco (Campanha 2).

No período Chuvoso, na Estação de Amostragem LE1 foi observada diferença de 14,4 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ entre a água superficial (90,0 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$) e de fundo (75,6 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$). Esta foi a diferença mais elevada entre duas camadas d'água verificada na lagoa Encantada, pois no período seco, a maior diferença avaliada foi de 1,7 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ também na Estação LE1.

A condutividade na lagoa Encantada (em amostras de superfície e fundo) apresentou-se quase que uniforme. A existência de uma única massa d'água em toda a lagoa Encantada talvez fosse a interpretação mais coerente de acordo com este resultado, porém existiram diferenças de temperatura entre amostras superficiais e de profundas, principalmente na Estação LE2 e LE3.

Juntamente com a interpretação da temperatura através da perfilagem, os valores encontrados sugerem formação de estratos na camada com termoclina no segundo metro de profundidade na Estação LE2 e LE3 no período chuvoso. Como a temperatura influencia na densidade da água pode-se avaliar que houve a formação de diferentes massas d'água, principalmente nas duas Estações de Amostras citadas neste período. Isto significa que houve estratificação térmica e conseqüentemente ocorre diferentes densidade das águas no hipolímnio e no epilímnio. Em contrapartida, no período seco (Campanha 2) a condutividade na lagoa Encantada (entre as amostras de superfície e fundo) apresentou-se muito mais uniforme do que a Campanha 1 indicando a existência de formação de uma única massa d'água, principalmente na Estação LE2.

Para condutividade elétrica nas águas superficiais da lagoa Encantada, o Programa Monitora verificou valores de 57 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, 58,3 e 85,3 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ de acordo com SEMA/INGÁ (2008 e 2009) ao longo de campanhas de coleta realizadas no ano de 2009 na Estação denominada de LES-LEN-500.

De acordo com Esteves (1988), os principais cátions presentes nas águas doces são: cálcio (Ca^{2+}), magnésio (Mg^{2+}), potássio (K^{+}), Ferro (Fe^{3+}) e Manganês (Mn), enquanto os principais ânions são: cloreto (Cl^{-}), sulfato (SO_4^{2-}), carbonato (CO_3^{2-}) e bicarbonato (HCO_3^{-}). As concentrações desses íons no corpo d'água dependem das características da bacia de drenagem.

A maior parte do cálcio, por exemplo, entra na água através de CaCO_3 , na forma de calcário, ou por meio de depósitos minerais de CaSO_4 . Já a fonte da maioria do magnésio é o calcário “dolomítico”, $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$.

O potássio é cátion principal e essencial para a biota tendo funções no estabelecimento do potencial de membranas, sendo também componente na ativação de enzimas (TUNDISI & TUNDISI, 2008).

As **Figuras 8.1.5.3.14 a 8.1.5.3.25** apresentam as abundâncias (%) dos íons cloreto, sódio, magnésio, cálcio e potássio nas Estações referentes à lagoa Encantada durante a primeira e segunda campanha de amostragem.

CAMPANHA 1 - 2010 (PERÍODO CHUVOSO)

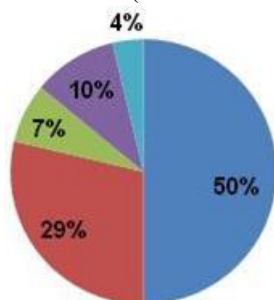


Figura 8.1.5.3.14 - Distribuição das Concentrações dos Íons - Estação LE1 Superfície - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (Campanha 1 - 2010)

CAMPANHA 2 - 2010 (PERÍODO SECO)

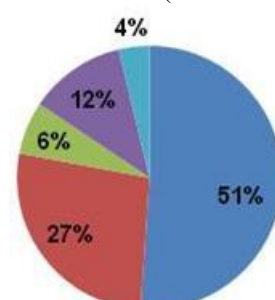


Figura 8.1.5.3.15 - Distribuição das Concentrações dos Íons - Estação LE1 Superfície - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Seco (Campanha 2 - 2010)

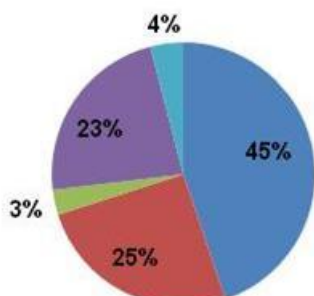


Figura 8.1.5.3.16 - Distribuição das Concentrações dos Íons - Estação LE1Fundo - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (Campanha 1 - 2010)

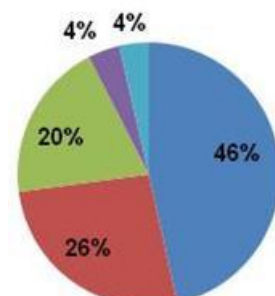


Figura 8.1.5.3.17 - Distribuição das Concentrações dos Íons - Estação LE1 Fundo - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Seco (Campanha 2 - 2010)

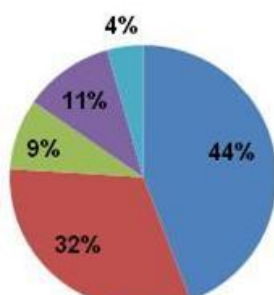


Figura 8.1.5.3.18 - Distribuição das Concentrações dos Íons - Estação LE2 Superfície - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (Campanha 1 - 2010)

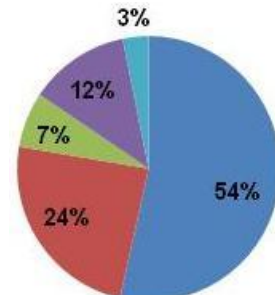


Figura 8.1.5.3.19 - Distribuição das Concentrações dos Íons - Estação LE2 Superfície - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Seco (Campanha 2 - 2010)

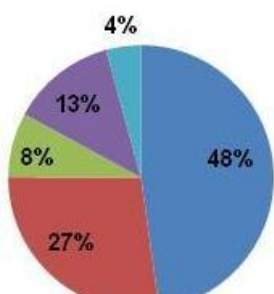


Figura 8.1.5.3.20 - Distribuição das Concentrações dos Íons - Estação LE2 Fundo - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (Campanha 1 - 2010)

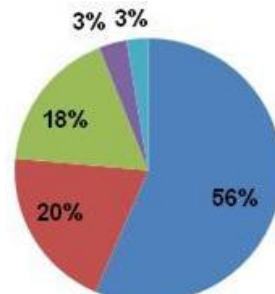
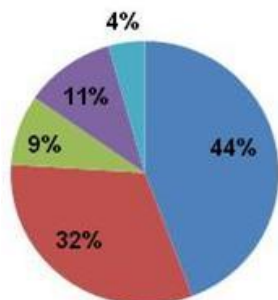
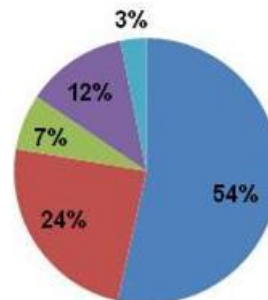
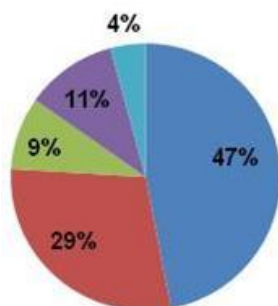
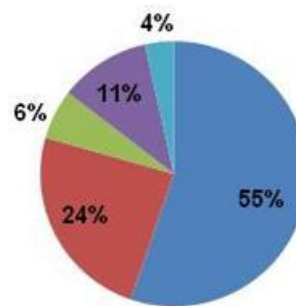


Figura 8.1.5.3.21 - Distribuição das Concentrações dos Íons - Estação LE2 Fundo - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Seco (Campanha 2 - 2010)

LEGENDA: Cloreto Sódio Magnésio Cálcio Potássio

CAMPANHA 1 - 2010 (PERÍODO CHUVOSO)

Figura 8.1.5.3.22 - Distribuição das Concentrações dos Íons - Estação LE3 Superfície - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (Campanha 1 -2010)
CAMPANHA 2 - 2010 (PERÍODO SECO)

Figura 8.1.5.3.23 - Distribuição das Concentrações dos Íons - Estação LE3 Superfície - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Seco (Campanha 2 - 2010)

Figura 8.1.5.3.24 - Distribuição das Concentrações dos Íons - Estação LE3 Fundo - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (Campanha 1 - 2010)

Figura 8.1.5.3.25 - Distribuição das Concentrações dos Íons - Estação LE3 Fundo - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Seco (Campanha 2 - 2010)

LEGENDA: ■ Cloreto ■ Sódio ■ Magnésio ■ Cálcio ■ Potássio

A Resolução Conama 357/05 estabelece $250 \text{ mg/L}^{-1} \text{ Cl}$ como limite máximo para o cloreto total em águas doces classificadas como Classe 2. Todas as concentrações de cloreto obtidas das Estações de Amostragens, na lagoa Encantada, foram inferiores ao estabelecido pela referida resolução ($9,7 \text{ mg/L}^{-1}$ a $11,7 \text{ mg/L}^{-1}$ no período chuvoso; e $9,5$ a $13,5 \text{ mg/L}^{-1} \text{ Cl}$). Esta resolução não dispõe de limites para Sódio (Na), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg) e Potássio (K). Todavia, a Organização Mundial de Saúde estabelece limite de sódio (200 mg/L^{-1}) em águas potáveis e a APHA/AWWA/WEF referencia o valor médio de $15 \text{ mg/L}^{-1} \text{ Ca}$ para cálcio.

As águas naturais contêm alguma concentração de sódio já que é um dos elementos mais abundantes na Terra e seus sais são altamente solúveis em água (CETESB, 2010). É o principal cátion (Na^+) de fluidos extracelulares em muitos animais e plantas, sendo um elemento ativo para os organismos vivos. O aumento dos níveis de sódio em ecossistemas aquáticos pode provir de esgotos e efluentes industriais segundo a CETESB (2010) e as altas concentrações podem inibir sistemas enzimáticos de organismos (TUNDISI & TUNDISI, 2008). Entretanto, com os resultados apresentados não foi possível elocubrar sobre uma possível relação entre aumento de níveis de sódio associados à ação antropogênica na lagoa Encantada.

Os valores verificados na lagoa Encantada para sódio e cálcio na água não violam os limites referidos no parágrafo anterior. Para as amostras do período chuvoso, os teores de sódio variaram de $5,74 \text{ mg/L}^{-1}$ (LE1 Fundo) a $6,96 \text{ mg/L}^{-1}$ (LE1 Superfície), enquanto que o cálcio

oscilou entre 2,4 (LE1 Superfície; LE2 Superfície; Estação LE3 Superfície e Fundo) e 5,2 mg/L⁻¹ (LE1 Fundo). Para o período seco, os valores de sódio foram inferiores, entre 4,3 mg/L⁻¹ (LE3 Superfície) e 5,4 mg/L⁻¹ (LE1 Fundo). Já para o cálcio na segunda campanha, oscilou entre o LDM < 0,8 mg/L⁻¹ (LE1 Fundo e LE2 Fundo) e 2,2 mg/L⁻¹ (LE1 Superf., LE3 Superf. e Fundo).

– *Rio Almada (Campanhas 1 e 2 - 2010)*

Durante a Campanha 1 de 2010 (período chuvoso) a condutividade mais baixa verificada no rio Almada foi de 76,4 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ e na Campanha 2 (período seco) foi 59,24 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, ambos mensurados na Estação AL2. Isto conota uma possível influência das águas que apresentaram condutividades mais baixas da lagoa Encantada sobre este trecho do rio Almada. Portanto, tendo em vista que os valores das Estações de Amostragens a montante (AL1: 150,2 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ no período chuvoso e 100,8 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ no período seco) e a jusante (AL3: 124,5 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ no período chuvoso e 104,7 no período chuvoso) da Estação AL2 foram semelhantes.

Através da explanação realizada acima, durante os ambos os períodos de amostragem, a lagoa Encantada se caracterizou principalmente como tributário (ou afluente) do rio Almada. Porém, de acordo com comunicação pessoal de moradores da comunidade de Areias, em momentos de longos períodos de estiagens juntamente com a chamada “maré grande”, a água do rio Almada segue fluxo adentrando na lagoa Encantada. Este comportamento não foi observado durante a execução das amostragens.

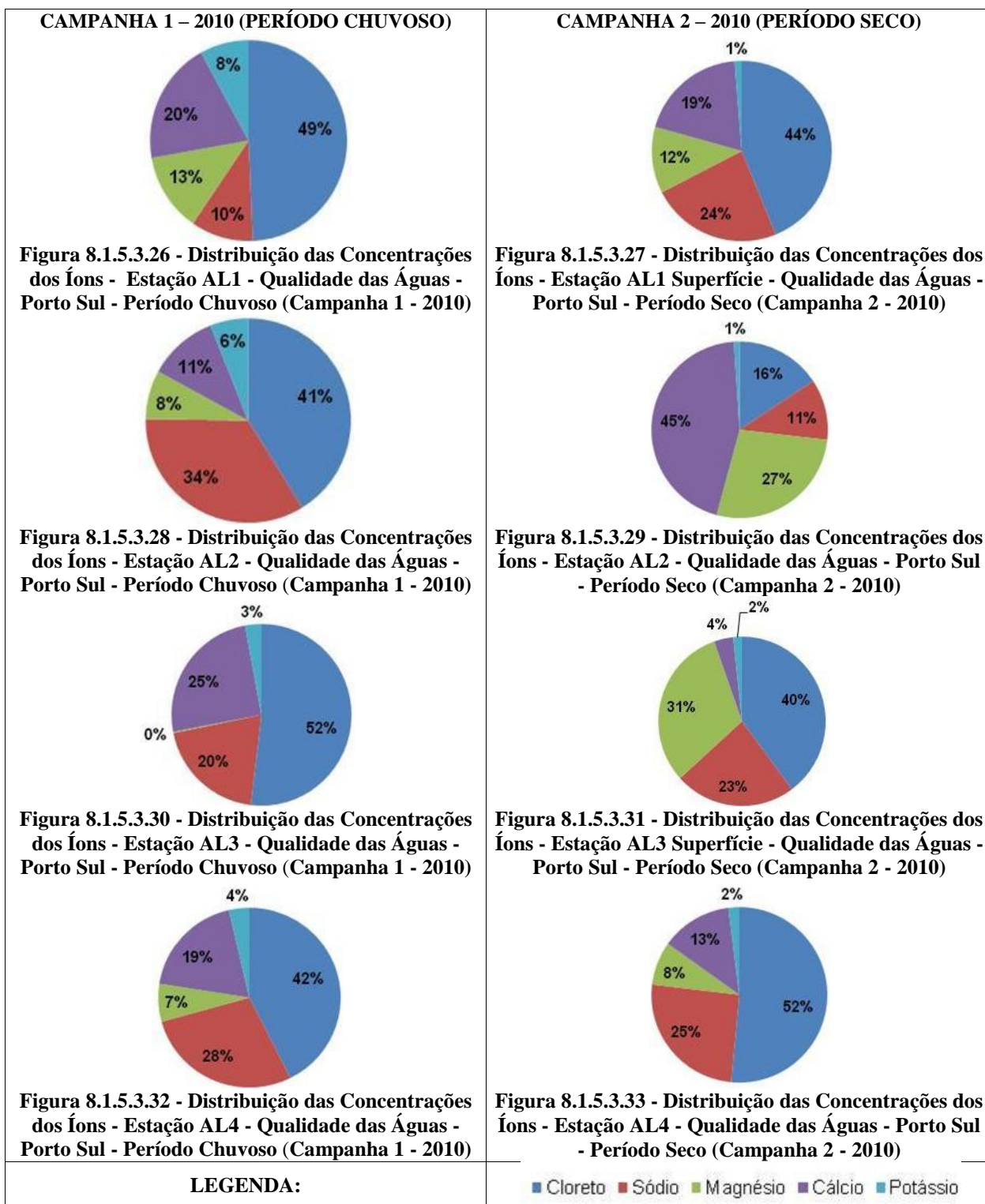
Outra razão plausível para a condutividade mais elevada apresentada pela Estação AL1, AL3 e AL4 em relação à AL2 em ambas as Campanhas é uma influência das comunidades ribeirinhas quanto ao despejo de águas servidas e esgotos não tratados no rio Almada. O trecho do rio Almada no qual está localizada a Estação AL6 é um ambiente característico estuarino, com presença de vegetação de mangue nas margens, próximo à foz do rio. Portanto, a condutividade foi a mais alta verificada entre todas as Estações tanto no período chuvoso (11.060 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$) quanto no período seco (18.110 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$).

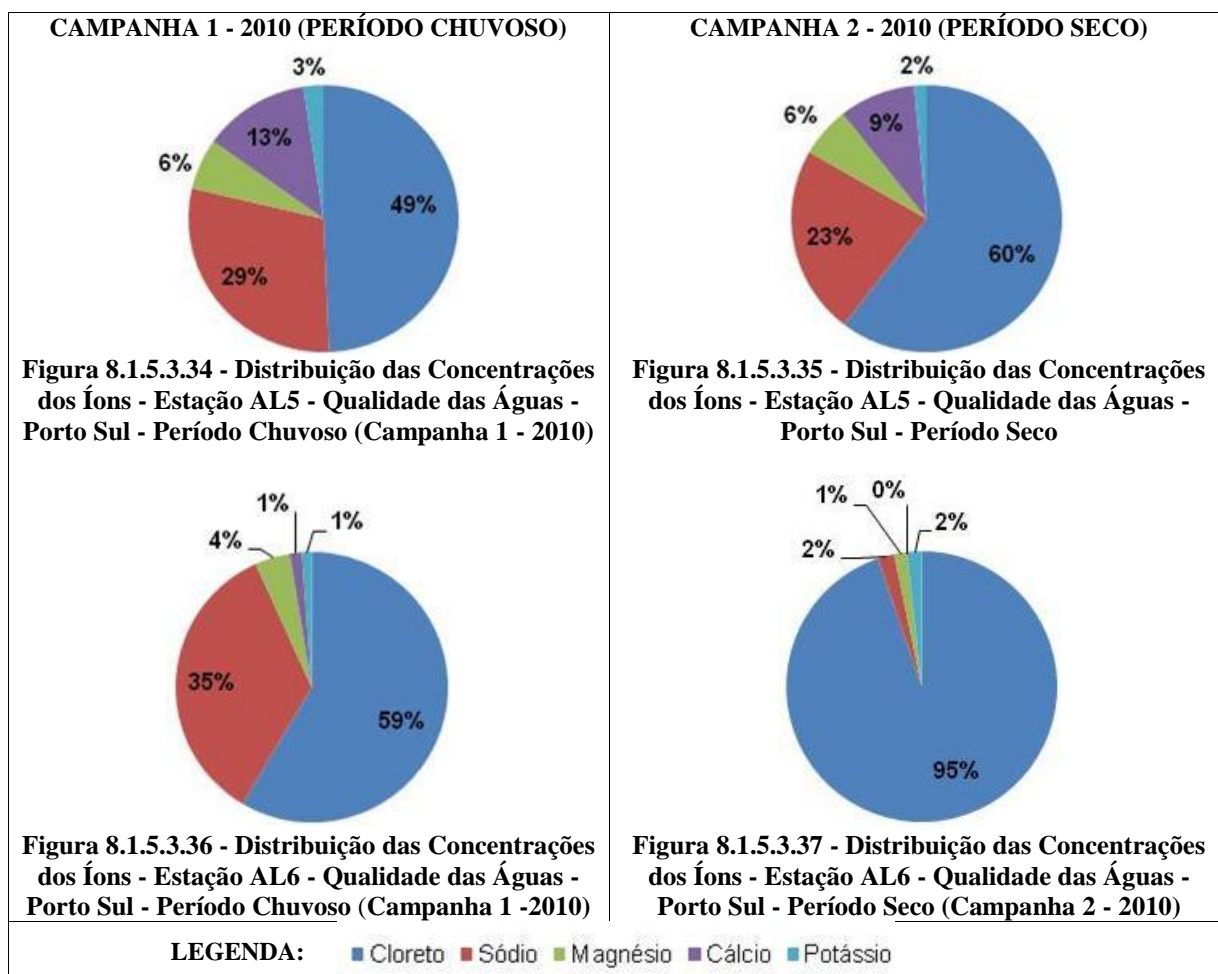
O segundo valor mais alto de condutividade obtido para o rio Almada foi na Estação AL5 (217 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$), na qual, apesar de características de água doce (salinidade: 0%) no instante da amostragem da Campanha 1, plantas de manguezal foram observadas sendo características do local. A vegetação de manguezal foi caracterizada como de porte arbustivo devido ao seu desenvolvimento em local que recebe influência de água doce, dependendo da maré. Na Campanha 2, as águas amostradas da Estação AL5 também tiveram o segundo maior valor: 235,8 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, indicando maior influência marinha que aquela encontrada na Campanha 1. Devido a isto sua salinidade foi mais elevada, sendo caracterizada como água salobra (**Subitem Salinidade**).

A variação de condutividade elétrica da água verificada na Estação Provisão II, de acordo com ANA (2010), no período de 1977 a 2007 foi de 50 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ (ano de 1984) a 350 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ (ano de 1978) (**Figura 8.1.5.3.13**). O valor médio obtido nestes 30 anos (com amostragens em anos não contínuos) foi de 122,5 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, sendo que o presente estudo apresentou valor absoluto, na Campanha 1 de 150,2 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ e na Campanha 2 de 100,8 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ no mesmo local (Estação AL1). Em Relatório sobre a RPGA do Leste, segundo SEMA/INGÁ (2009), no trecho da captação de Castelo Novo (jusante da Estação Provisão II/AL1) foi verificado valores de 66, 83,9 e 91 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ em campanhas realizadas em 2009.

O cloreto (Cl⁻) é responsável pela formação de sais e principalmente pelo aumento de condutividade elétrica nos ecossistemas aquáticos. Como apresentado nas **Figuras 8.1.5.3.26**

a 8.1.5.3.37 a seguir, é notada sua dominância em relação aos demais íons no rio Almada tanto no período chuvoso quanto no período Seco, com exceção neste último período na Estação AL2 onde houve dominância de cálcio.





Na Estação AL6 o cloreto apresentou maior dominância entre todas as Estações no período chuvoso (com 59% de abundância) bem como no período seco. Entretanto, na segunda campanha de amostragem, a porcentagem do cloreto foi bem expressiva (95%). Quando comparado ao gradiente montante-jusante do rio Almada, em ambas as campanhas, houve a diminuição do cálcio na citada Estação, apresentando 1% e 0% dos íons avaliados.

A diminuição dos íons cálcio na Estação AL6 pode estar relacionada com uma possível precipitação de CaCO_3 , sendo que isto ocorre quando há alta produtividade primária (remoção de CO_2 e HCO_3^- do meio) deslocando o equilíbrio de CO_2 para aumento do íon carbonato (CO_3^{2-}) (TUNDISI & TUNDISI, 2008). O pH elevado evidenciado nas duas campanhas amostrais (7,13 e 7,41, respectivamente) pode corroborar a teoria do deslocamento do equilíbrio CO_2 para formar carbonatos. Além disto, as águas marinhas (cloreto) que influenciam a Estação AL6 agem como tampões, ajudando a manter a concentração de íons hidrogênio em torno do ponto neutro.

As águas da Estação AL2 apresentaram aumento de cálcio (45%) e magnésio (27%) na segunda campanha (período seco), sendo estes dominantes em relação até ao cloreto (16%). O íon cálcio é um dos cátions comumente encontrado em maiores concentrações em sistemas de água doce é oriundo predominantemente de minerais como $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (gesso), $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ (dolomita) e CaCO_3 em diferentes formas minerais (calcita e aragonita). Este aumento no período seco pode ser devido a influencia desses minerais.

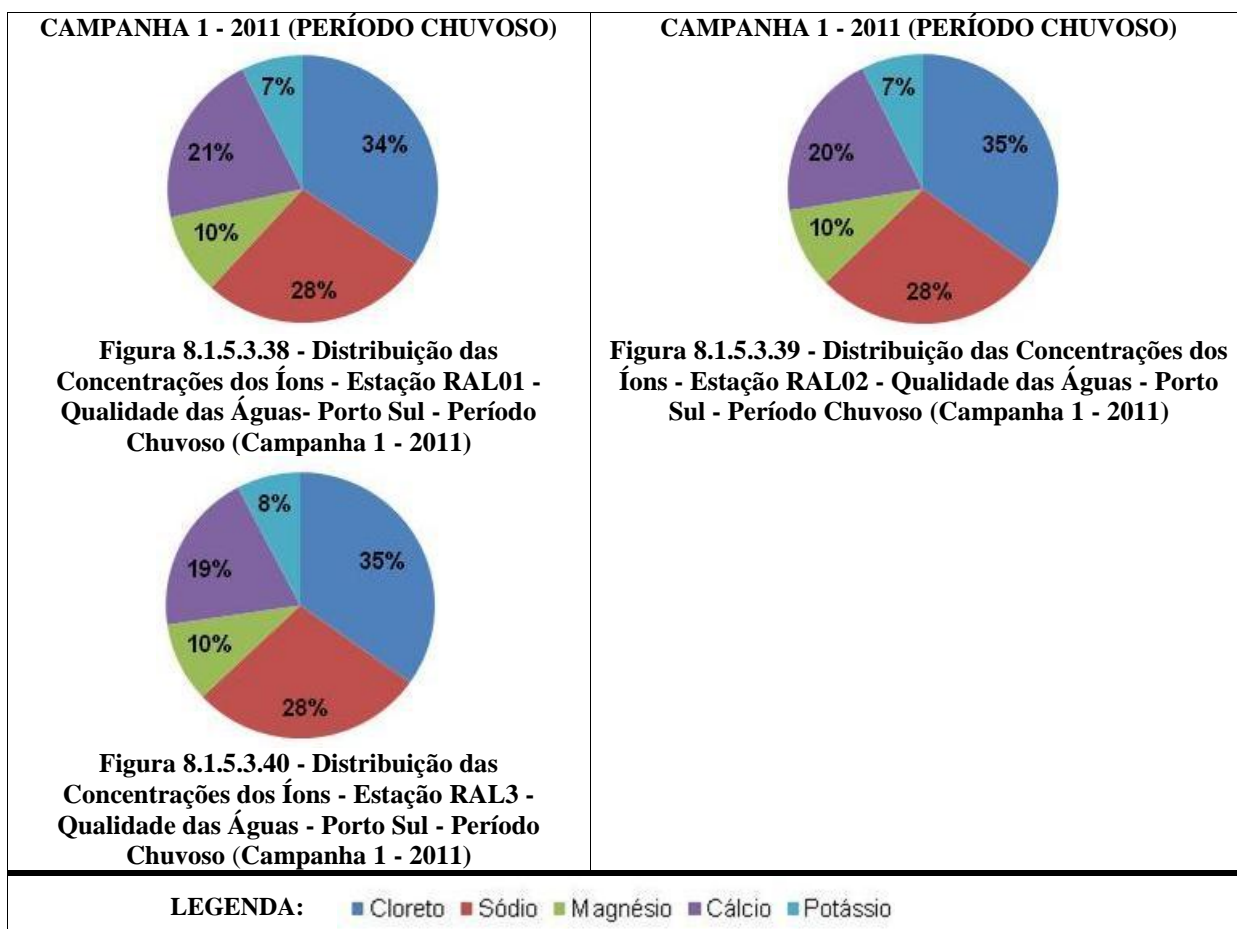
A Estação AL3 apresentou aumento da abundância relativa de Magnésio na água de 0% (Campanha 1) a 31% (Campanha 2) e redução de cálcio (25%) para (4%). O período Seco nas Estações AL4, AL5 e AL6 apresentaram dominância de cloreto em relação ao período chuvoso.

- *Rio Almada (Campanha 1 - 2011)*

A concentração de cloretos nas águas amostradas do rio Almada durante a Campanha 1 de 2011 (no período chuvoso) foram inferiores até mesmo do que os resultados para as águas superficiais da lagoa Encantada coletadas durante a Campanha 1 de 2011 (período chuvoso). As Estações RAL01, RAL02 e RAL03 apresentaram respectivamente: 7,88 mg/L⁻¹ Cl, 8,07 mg/L⁻¹ Cl e 8,13 mg/L⁻¹ Cl. Estes valores não ultrapassam o limite para o cloreto estabelecido pela Resolução Conama 357/05 em águas doces classificadas como Classe 2.

A condutividade elétrica das águas do rio Almada (Campanha 1 - 2011) para a RAL01 foi de 78,8 µS.cm⁻¹, para a RAL02 foi de 79,7 µS.cm⁻¹ e para RAL03 foi de 83,24 µS.cm⁻¹.

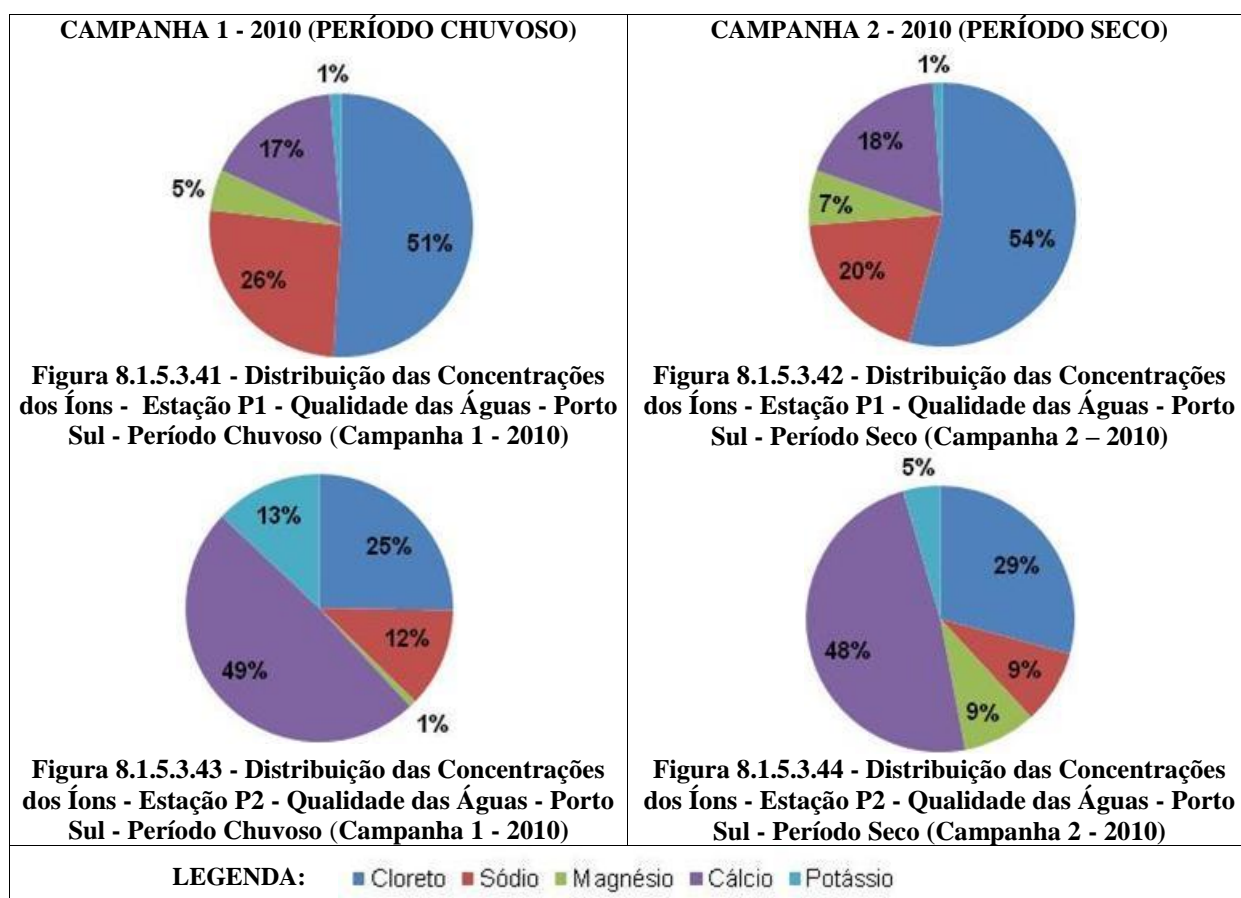
Em relação a todos os íons avaliados foi observada uma estabilidade das abundâncias relativas obtidas nas três Estações de Amostragem no rio Almada assim como para a condutividade elétrica da água (**Figuras 8.1.5.3.38 a 8.1.5.3.40**). Isto provavelmente se deve à contribuição das águas das chuvas e à proximidade destas Estações, não sendo observada alguma influência oriunda da vila de Aritaguá nestes resultados, já que as águas foram amostradas em um gradiente ao longo do rio Almada de montante (Estações RAL01 e RAL02) a jusante (Estação RAL03).



– *Demais Ecossistemas Aquáticos Continentais (Campanha 1 e 2 – 2010)*

Na Campanha 1 (período chuvoso) de 2010, a água amostrada da Estação P1 apresentou condutividade de $369 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ e 51% de cloreto (ambiente estuarino) e foi verificado em P2 condutividade de $210 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ e 25% de cloreto. A Estação P1 do presente estudo está situada no mesmo local da Estação de Amostragem da empresa Bahia Mineração (LM5). De acordo com BAMIN (2009), a condutividade verificada na LM5 foi de $330 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$.

Como representado nas **Figuras 8.1.5.3.41 a 8.1.5.3.44**, além da Estação AL2 (período chuvoso) do rio Almada, a Estação P2 apresentou cálcio mais abundante (49% no período chuvoso e 48% no período seco). Estes resultados podem estar relacionados à geologia da região com presença de rochas calcárias possivelmente oriundas de dolomita e/ou calcita.



– *Demais Ecossistemas Aquáticos Continentais (Campanha 1 - 2011)*

A condutividade elétrica nas águas dos ecossistemas aquáticos situados na Área Diretamente Afetada teve o valor mínimo mensurado em $87,08 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ (Estação C03) e máximo em $2601 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ (Estação C07). Deste modo, a mais elevada abundância relativa para cloreto foi encontrada nas amostras de água do ambiente estuarino da Estação C07, com 62% (valor absoluto: 648 mg L^{-1}).

Em ambiente lóticos sem influência marinha o pico de condutividade foi obtido na Estação C02 ($124,6 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$). Cabe ressaltar que dos íons avaliados na Estação C02, o principal foi o Potássio (35%), seguido do Sódio (28%) e depois do Cloreto (16%) e Cálcio (16%). De acordo com a geologia e pedologia da região estes valores podem representar a influência de

depósitos de minerais de potássio devido provavelmente a formação de antigos leitos marítimos e lagos localizados na região (Figuras 8.1.5.3.45 a 8.1.5.3.51).

CAMPANHA 1 - 2011 (PERÍODO CHUVOSO)

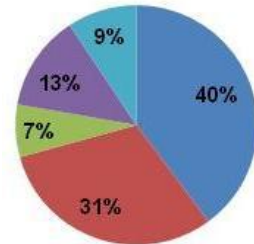


Figura 8.1.5.3.45 - Distribuição das Concentrações dos Íons - Estação C01 - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (Campanha 1 - 2011)

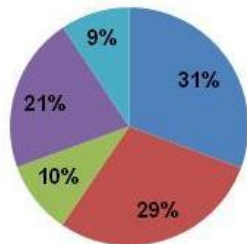


Figura 8.1.5.3.47 - Distribuição das Concentrações dos Íons - Estação C03 - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (Campanha 1 - 2011)

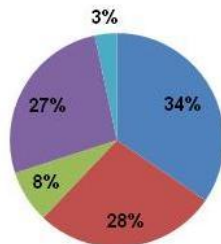


Figura 8.1.5.3.49 - Distribuição das Concentrações dos Íons - Estação C05 - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (Campanha 1 - 2011)

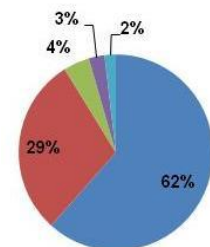


Figura 8.1.5.3.51 - Distribuição das Concentrações dos Íons - Estação C07 - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (Campanha 1 - 2011)

CAMPANHA 1 - 2011 (PERÍODO CHUVOSO)

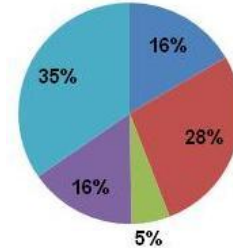


Figura 8.1.5.3.46 - Distribuição das Concentrações dos Íons - Estação C02 - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (Campanha 1 - 2011)

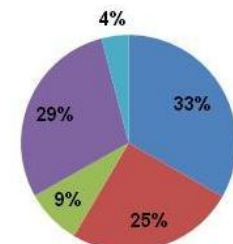


Figura 8.1.5.3.48 - Distribuição das Concentrações dos Íons - Estação C04 - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (Campanha 1 - 2011)

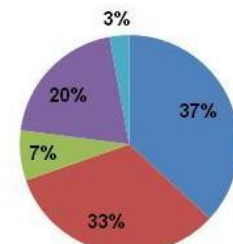


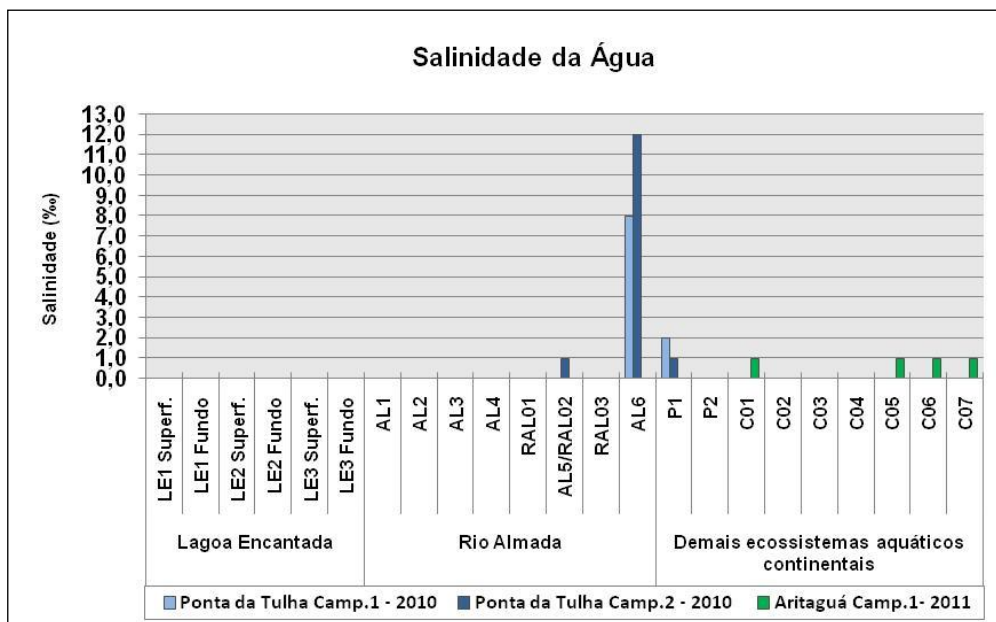
Figura 8.1.5.3.50 - Distribuição das Concentrações dos Íons - Estação C06 - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Seco (Campanha 1 - 2010)

LEGENDA: ■ Cloreto ■ Sódio ■ Magnésio ■ Cálcio ■ Potássio

- **Salinidade**

Segundo ESTEVES (1988), a concentração de sais minerais dissolvidos na água é expressa como salinidade, que corresponde ao peso, em gramas, dos sais presentes em 1000g de água. O balanço entre a evaporação e a precipitação (recarga do sistema), e o grau de influência marinha são fatores que influenciam em diferentes valores de salinidade nos ecossistemas aquáticos.

Está apresentada na **Figura 8.1.5.3.52** salinidade das águas das Estações de Amostragem.



Obs. Ausência de barras representam valores de Salinidade igual a 0‰. As colunas claras representam Período Chuvoso e as colunas secas representam Período Seco

Figura 8.1.5.3.52 - Salinidade das Águas - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2010 e Período Chuvoso (1) 2011

– *Lagoa Encantada (Campanhas 1 e 2 - 2010)*

O resultado de salinidade para a lagoa Encantada indica que não houve influência de água salina ou salobra na salinidade das Estações de Amostragens neste ambiente lântico nos momentos da coleta das Campanhas 1 e 2, pois todos os resultados foram de 0%.

– *Rio Almada (Campanhas 1 e 2 - 2010)*

De acordo com a Resolução Conama 357/05, as águas doces têm salinidade igual ou inferior a 0,5‰; as águas com salinidade superior a 0,5‰ e inferior a 30‰ são definidas como salobras; e as águas salinas possuem salinidade igual ou superior a 30‰. Deste modo, a Estação AL6 com salinidade de 8‰ no período chuvoso e 12‰ no período seco foi uma das estações amostradas ao longo do rio Almada definida como de água salobra nos dois períodos.

O estudo da variação da salinidade no curso inferior do rio Almada realizado por Souza (2006) indicou que durante períodos da baixa precipitação (consequentemente baixas descargas do rio Almada) a água do mar com a intrusão salina pode alcançar a área inteira da planície litoral até o ponto da captação de água para Castelo Novo. Esta captação localiza-se a

jusante de AL1 e a montante do canal que liga o rio Almada à lagoa Encantada (próximo à AL2).

O presente Estudo de Impacto Ambiental não teve como objetivo específico avaliar a influenciada entrada salina ao longo curso do rio Almada. Os resultados aqui apresentados devem-se ao objetivo da amostragem que foi avaliar a contribuição das águas doces oriundas da bacia hidrográfica e drenagem (gerando fluxo laminar e basal do rio), através de coleta em estofa da baixa-mar, em maré de sizígia. Mesmo com esta metodologia aplicada durante a Campanha 2 (período seco) de 2010, a Estação de Amostragem AL5 apresentou resultado de salinidade 1%, enquanto que as demais amostras de água do rio Almada apresentaram entre a AL1 e AL4 salinidade de 0%. Como já apresentado no **Subitem Análises das Conformidades Legais**, os parâmetros de qualidade das águas amostradas da Estação AL5 estão comparadas como águas doces (Classe 2) na Campanha 1 e Águas salobras (Classe 1) na Campanha 2, ano 2010.

– *Rio Almada (Campanha 1 - 2011)*

As três amostras de água superficial do rio Almada na Campanha 1 de 2011 provenientes das Estações estudadas indicaram valores iguais a 0%. Estes resultados, como já explicitados, as enquadraram como água doce quando comparados à Classe 2 segundo Resolução Conama 357/05.

– *Demais Ecossistemas Aquáticos Continentais (Campanhas 1 e 2 - 2010)*

A água foi caracterizada como salobra no P1 (Estuário), pois foi obtido salinidade de 2% no período chuvoso e 1% no período seco. No corpo d'água da Estação P2 foi mensurado 0% em ambas as Campanhas de Amostragem.

– *Demais Ecossistemas Aquáticos Continentais (Campanha 1 - 2011)*

Na Campanha 1 de 2011 as Estações C01 e C05 tiveram características de águas salobras. Contudo, as águas dentre as Estações apenas a C06 e C07 possuem influência direta marinha. Todas estas estações citadas apresentaram salinidade igual a 1%.

- **Pigmentos Clorofila *a* e Feofitina *a***

A clorofila é um pigmento que absorve luz nos comprimentos de onda azul, violeta e também vermelho, como reflete a luz verde sua aparência é de cor verde. Assim a clorofila é um dos pigmentos (além dos carotenóides e ficobilinas) que é responsável pelo processo fotossintético (RAVEN, 2001).

A clorofila *a* é a mais universal das clorofilas (*a*, *b*, *c*, e *d*) e representa, aproximadamente, de 1 a 2% do peso seco do material orgânico em todas as algas planctônicas e é, por isso, um indicador da biomassa algal e do potencial da capacidade fotossintética (NUSH, 1980). A clorofila *a*, presente em todos os eucariontes fotossintetizantes e nas cianobactérias, pode ser considerada, então, a principal variável indicadora de estado trófico dos ambientes aquáticos (CETESB, 2005).

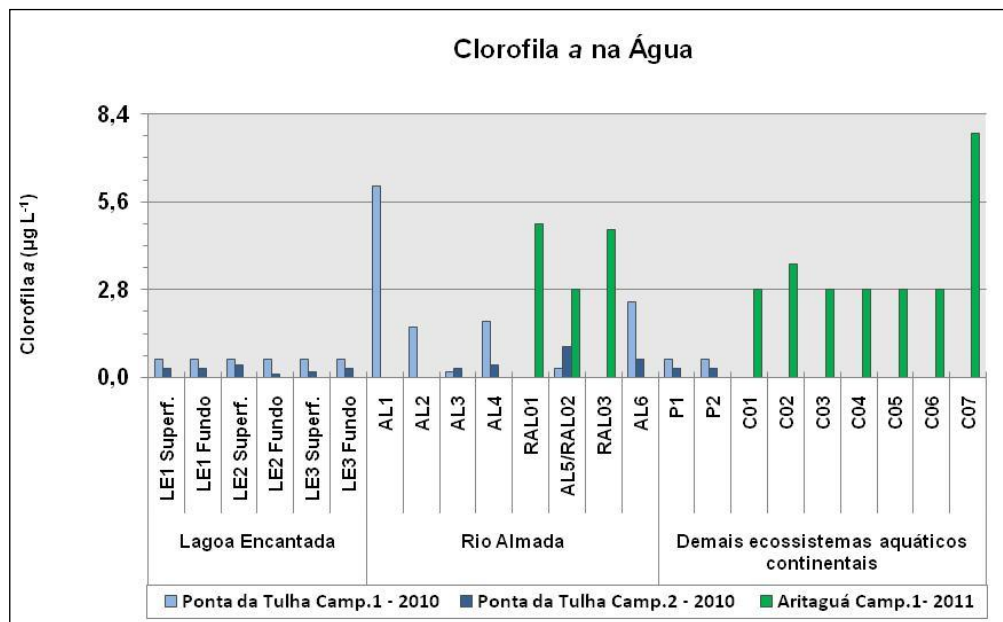
A concentração de clorofila *a* pode ser superestimada pela presença de feopigmentos no meio aquático. A feofitina *a*, por exemplo, é um pigmento oriundo da clorofila *a* quando este sofre processo de degradação, como a perda do magnésio em sua estrutura. Portanto, a avaliação da

clorofila *a* junto à feofitina *a* permite discernimento sobre o estado fisiológico da comunidade planctônica que ocorre no meio a ser estudado.

A **Figura 8.1.5.3.53** representa as concentrações de clorofila *a* presentes nas Estações de Amostragens do Estudo de Impacto Ambiental Porto Sul e a **Figura 8.1.5.3.54** apresenta os resultados para feofitina *a*. A Resolução Conama 357/05 aplica às águas doces de Classe 2 as condições de clorofila *a* de até $30 \mu\text{g/L}^{-1}$, entretanto, não aplica padrão para águas salobras. A feofitina *a* foi quantificada neste estudo visando a verificação e compreensão de processos que resultam da degradação (desnaturação) da clorofila *a*.

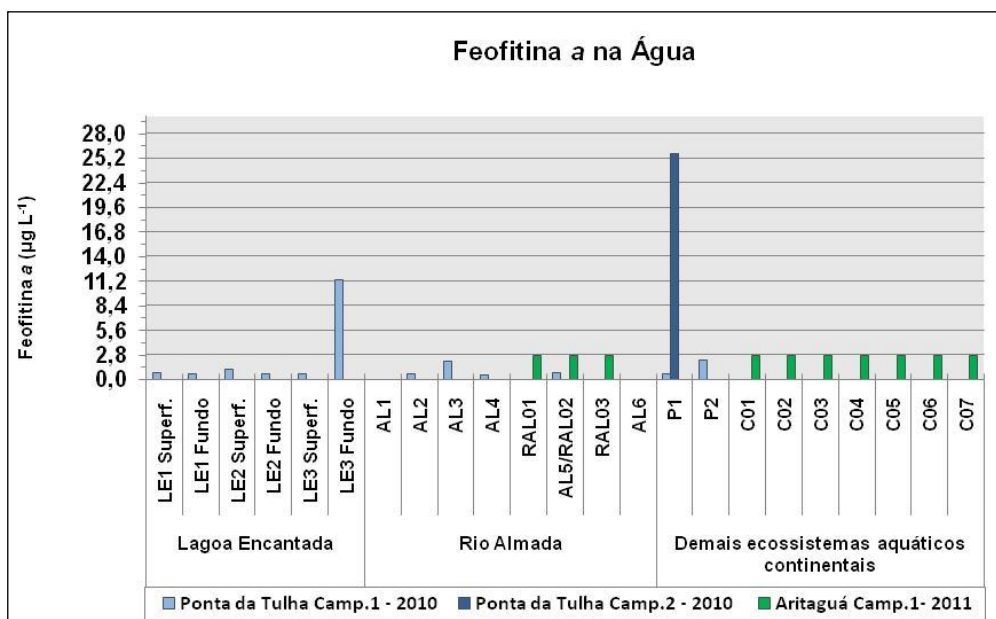
Diferentemente do ocorrido em relação ao LQM ($<0,6 \mu\text{g/L}^{-1}$) para Clorofila *a* e Feofitina *a* na Campanha 1 de 2010, o laboratório responsável pelas análises ajustou as curvas de calibração do referido parâmetro de qualidade de água, possibilitando a aferição de concentrações inferiores a $0,6 \mu\text{g/L}^{-1}$ na Campanha 2 de 2010. Portanto, para o período seco (Campanha 2) foi possível a obtenção de resultados inferiores ao limite antes estipulado.

Apesar da redução do LQM para clorofila *a* e feofitina *a* nas Campanhas 1 e 2 de 2010, isto não foi possível para a Campanha 1 de 2011, com as análises realizadas por outro laboratório como especificado na metodologia. Para as análises da Campanha 1 (2011) o LQM foi de $2,8 \mu\text{g/L}^{-1}$ limitando a interpretação, contudo, dentro do limite máximo estabelecido pela Resolução Conama 357/05.



Obs. O Limite de Quantificação do método (LQM) foi de $0,6 \mu\text{g/L}^{-1}$ para Clorofila *a* nas Campanhas de 2010. Na Campanha 1 de 2011 o LQM foi de $2,8 \mu\text{g/L}^{-1}$.

Figura 8.1.5.3.53 - Clorofila *a* nas Águas - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2010 e Período Chuvoso (1) 2011



Obs. O Limite de Quantificação do método (LQM) foi de 0,6 µg/L⁻¹ para Clorofila a nas Campanhas de 2010. Na Campanha 1 de 2011 o LQM foi de 2,8 µg/L⁻¹.

Figura 8.1.5.3.54 - Feofitina a nas Águas - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2010 e Período Chuvoso (1) 2011

– *Lagoa Encantada (Campanhas 1 e 2 - 2010)*

Os valores absolutos de clorofila *a* não foram detectados na lagoa Encantada devido aos limites do método de análise aplicados quando da realização da Campanha 1 (período chuvoso) de 2010. As amostras de água para todas as Estações (tanto superficiais, quanto de fundo) estão abaixo do Limite de Quantificação do Método (LQM) em relação à clorofila *a*, que é < 0,6 µg/L⁻¹. Este fato ocorre também para os resultados de feofitina *a*, sendo que apenas as Estações LE1 Superfície, LE2 Superfície e a LE3 Fundo obtiveram concentrações superiores ao limite mínimo de quantificação estabelecido.

Nas águas superficiais da lagoa Encantada, as concentrações de clorofila *a* não detectáveis e a concentração de feofitina *a* superiores como visto nas Estações LE1 (0,8 µg/L⁻¹) e na LE2 (1,2 µg/L⁻¹), no período chuvoso, podem ser explicadas através de alguns fatores que influenciam nas variações destes pigmentos, de acordo com PINTO-COELHO (2000) e LOURENÇO & MARQUES JUNIOR (2002), tais como possivelmente:

- Tamanho de células presentes no fitoplâncton;
- Abundância de indivíduos fitoplanctônicos;
- Estádio fisiológico e do ciclo celular;
- Inativação do aparato fotossintético (desnaturação e degradação) pelo excesso de radiação solar;
- Contração de cloroplasto;
- Efeito do *Grazing* ou pastagem (ação dos consumidores primários sobre os organismos produtores, através de alimentação);

- Migração involuntária do fitoplâncton para camadas mais profundas devido a múltiplos movimentos e mistura de água no epilímnio através de possível instabilidade, correntes e circulação.

Para as amostras de água de fundo eram realmente aguardados resultados baixos de clorofila *a* como os aqui apresentados, devido às condições características esperadas para um hipolímnio. Contudo, estes pigmentos foram avaliados no máximo das profundidades encontradas para cada Estação pela necessidade de verificar algum processo (águas turbulentas localizadas, mistura) ao longo da coluna d'água que pudesse eventualmente indicar presença de clorofila *a* no hipolímnio, o que não foi observado para o período chuvoso. Todavia, valores de $0,3 \mu\text{g/L}^{-1}$ foram detectados em ambos os estratos na Estação de Amostragem LE1 e concentrações mais elevadas foram confirmadas em amostras do fundo ($0,3 \mu\text{g/L}^{-1}$) em relação à da superfície ($0,2 \mu\text{g/L}^{-1}$) na Estação LE3.

Sobre o período chuvoso de 2010, dentre as águas amostradas nas camadas profundas das Estações situadas na lagoa Encantada, apenas a LE3 apresentou elevada concentração de feofitina *a* com o pico de $11,4 \mu\text{g/L}^{-1}$. Isto indica que esta região da lagoa (próximo à zona de litoral, rasa e com influência direta do rio Apepique) manteve processos que intensificaram a depreciação da clorofila *a*. Um possível erro analítico pode ser a causa do valor tão elevado de feofitina *a* na Estação LE3, porém tal possibilidade não pode ser confirmada, gerando uma interpretação dúbia e imprecisa.

Resultados para feofitina *a* foram divulgados como de valor zero para a lagoa Encantada, nos laudos para o período seco apresentados pelo laboratório responsável. Deste modo, com estes valores de feofitina *a* acaba a interpretação que durante o período avaliado o estágio fisiológico e do ciclo celular e o aparato fotossintético não estavam sofrendo virtualmente nenhuma depreciação.

Através dos valores de clorofila *a* apresentados para a lagoa Encantada em ambos os períodos amostrados foi notório que nenhum destes violaram o limite da Resolução Conama n.º. 357/05 aplicado às águas doces de Classe 2.

- *Rio Almada (Campanhas 1 e 2 - 2010)*

As Estações de Amostragens que apresentaram as maiores concentrações de clorofila *a* no período chuvoso (Campanha 1) de 2010 foram a AL1 ($6,1 \mu\text{g/L}^{-1}$) e a AL6 ($2,4 \mu\text{g/L}^{-1}$), inclusive quando comparado à lagoa Encantada e aos demais ecossistemas aquáticos continentais amostrados (P1 e P2). A feofitina *a* nas referidas Estações esteve ausente. Isto sugere a manutenção de ambientes produtivos nestes dois extremos (montante e jusante) do gradiente estudado no rio Almada, podendo ter também possíveis relações diretas com os elevados valores de saturação de oxigênio. Entretanto, como a dinâmica de ambas as Estações de Amostragens são completamente diferentes, o oxigênio dissolvido pode estar relacionado também com a difusão na água devido às corredeiras características a montante da AL1 e no AL6 com plausível maior entrada nutrientes no ambiente estuarino.

Ainda sobre o período chuvoso de 2010, as Estações AL3 e AL5 foram as únicas no rio Almada nas quais as concentrações de feofitina *a* ($2,1$ e $0,8 \mu\text{g/L}^{-1}$, respectivamente) foram elevadas em relação à clorofila *a* ($0,2$ e $0,3 \mu\text{g/L}^{-1}$, respectivamente). Já nas Estações AL2 e AL4 foram obtidas concentrações de clorofila *a* superiores aos de feofitina *a*.

A ausência de clorofila *a* na AL1 e AL2 no período seco pode ser explicada pela teoria do *Continuum Fluvial*. Esta teoria propõe que diferentes organismos seguem padrões de distribuição (estrutura e função de comunidades) a depender do gradiente longitudinal do rio (diferentes drenagens e feições do leito). As cabeceiras (locais mais elevados, denominados *Rhithron*) dos rios geralmente são formadas por corredeiras e remansos nos quais mantêm processos mais erosivos, águas mais pristinas e onde a produtividade primária tende a ser muito baixa. Já nas porções mais baixas (denominado *Potamon*) onde há planície de inundação e trechos meandrantés são mantidas interações laterais com os ecótonos, onde os processos são, em geral, mais deposicionais e há tendência de elevação da produtividade primária.

Como a Estação AL1 está inserida em local do rio Almada com características semelhantes ao de um *Rhithron* é possível que os valores de clorofila *a* e feofitina *a* sejam realmente próximos à zero. Corroborando com esta linha de raciocínio para o período seco estão os resultados da densidade de fitoplâncton que para o rio Almada, a AL1 foi a que obteve o menor resultado (16 organismos/L). A Estação AL2 já se encontra inserida em trechos meandrantés do rio, entretanto, pode ainda ocorrer reflexo e influência das águas à montante, o que pode acarretar em valores também próximo à zero de clorofila *a* e feofitina *a*. Contudo os valores de densidade da AL2 não foram tão baixos (352 organismos/L).

Ainda sobre a interpretação dos resultados para AL1 e AL2 no período seco não se deve descartar também outras possibilidades, tais como efeito de *grazing* sobre a comunidade fitoplanctônica através da zooplâncton.

A Estação de Amostragem AL5 apresentou o maior valor de clorofila *a* ($1 \mu\text{g/L}^{-1}$) dentre as demais Estações, onde no rio Almada foi observado um sutil gradiente crescente a partir da AL3 ($0,3 \mu\text{g/L}^{-1}$), seguido pela AL4 ($0,4 \mu\text{g/L}^{-1}$).

Nenhum dos resultados apresentados sobre os dois períodos estudados em 2010 no rio Almada violaram a concentração máxima estabelecida pela RESOLUÇÃO CONAMA 357/05, água doce, Classe 2.

– *Rio Almada (Campanha 1 - 2011)*

A Estação RAL01 apresentou concentração de clorofila *a* de $4,9 \mu\text{g/L}^{-1}$ e da Estação RAL03 $4,7 \mu\text{g/L}^{-1}$. Entretanto, a Estação RAL02 foi abaixo do LQM ($2,8 \mu\text{g/L}^{-1}$). Todos os resultados para feofitina *a* foram abaixo do limite de quantificação do método.

– *Demais Ecossistemas Aquáticos Continentais (Campanhas 1 e 2 - 2010)*

As amostras de água da Estação P1 do período chuvoso (Campanha 1) de 2010 obtiveram os valores dos pigmentos estudados abaixo do LQM estabelecido pelo laboratório responsável. A concentração de $2,2 \mu\text{g/L}^{-1}$ para feofitina *a* na Estação P2 foi superior a de clorofila *a* (abaixo do LQM). Para o período seco de 2010, tanto para P1 e P2 foram obtidos valores de $0,3 \mu\text{g/L}^{-1}$ de clorofila *a*.

Um erro analítico pode ter sido a causa do valor tão elevado de feofitina *a* na Estação P1 ($25,7 \mu\text{g/L}^{-1}$) no período seco (Campanha 2) de 2010, porém tal possibilidade não pode ser confirmada, gerando uma interpretação imprecisa. Excluindo-se a hipótese de erro analítico, este valor tão elevado pode ter sido proveniente da senescência do fitoplâncton decorrente de alguns possíveis fatores, como por exemplo, a inativação da clorofila *a* pelo excesso de

radiação solar. Entretanto, a densidade de fitoplâncton encontrada não confirma o elevado valor de feofitina *a* ao menos que haja uma variação no tamanho celular e quantidade de feofitina *a* por organismo que justifique alto valor encontrado.

– *Demais Ecossistemas Aquáticos Continentais (Campanha 1 - 2011)*

Dentre as estações situadas na Área Diretamente Afetada, apenas as amostras de água das Estações C02 e C07 obtiveram resultados de clorofila *a* acima do LQM, sendo respectivamente 3,6 e 7,8 $\mu\text{g/L}^{-1}$.

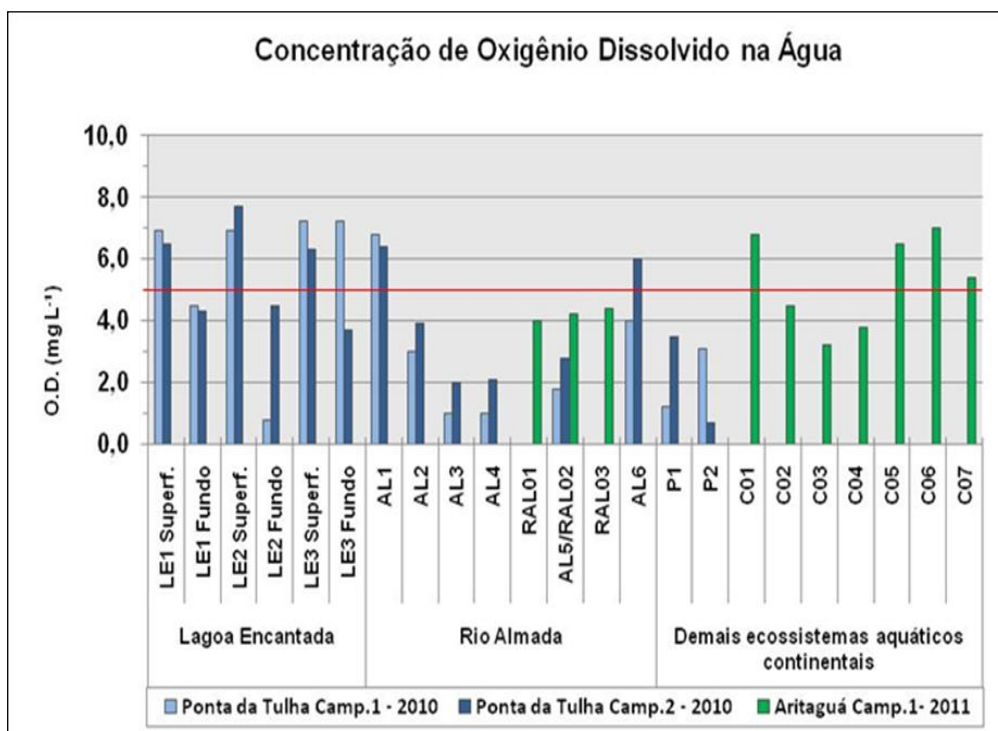
- **Oxigênio Dissolvido (Concentração e Saturação)**

A concentração de oxigênio dissolvido na água é um dos parâmetros mais importantes em Limnologia. A concentração de oxigênio, numa massa d'água, é produto do balanço dinâmico entre os processos físicos de reposição (advecção, difusão molecular, turbulência, quase equilíbrio com a atmosfera) e os biológicos de produção fotossintética e consumo por oxidação (PETROBRAS, 1994).

A presença e ausência do oxigênio influem decisivamente nas comunidades aquáticas e no balanço de vários nutrientes. O balanço de oxigênio é um fenômeno no qual está em função da temperatura: com o aumento da temperatura a solubilidade do oxigênio na água acaba diminuindo, elevando a intensidade dos processos biológicos, ou seja, o metabolismo dos organismos, provocando um maior consumo de oxigênio (SCHÄFER, 1984).

Além da concentração do oxigênio ser definida através de MG/L^{-1} , também se pode definir a porcentagem de saturação do oxigênio dissolvido na água. A saturação do oxigênio depende do coeficiente de solubilidade, conseqüentemente da temperatura da água e da pressão. Assim, 100% de saturação significa o máximo teórico de oxigênio dissolvido à temperatura e pressão consideradas (TUNDISI & TUNDISI, 2008).

Estão apresentadas na **Figura 8.1.5.3.55** as concentrações de oxigênio dissolvido e na **Figura 8.1.5.3.56** as saturações de oxigênio na água das Estações de Amostragens. Linha vermelha representa limite mínimo ($5,00 \text{ mg/L}^{-1} \text{ O}_2$) no qual a concentração de oxigênio dissolvido em águas doces de Classe 2 não pode ser inferior, segundo a Resolução Conama357/05. Este limite também é o mínimo estabelecido para águas salobras de Classe 1.



Obs. As linhas vermelhas indicam os limites mínimos de OD para águas doces (Classe 2), e águas salobras (Classe 1), estabelecidos pela Resolução Conama 357/05. Período Chuvoso Representado por Cores Claras e Período Seco Representado por Cores Escuras.

Figura 8.1.5.3.55 - Concentração de Oxigênio Dissolvido nas Águas - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2010 e Período Chuvoso (1) 2011

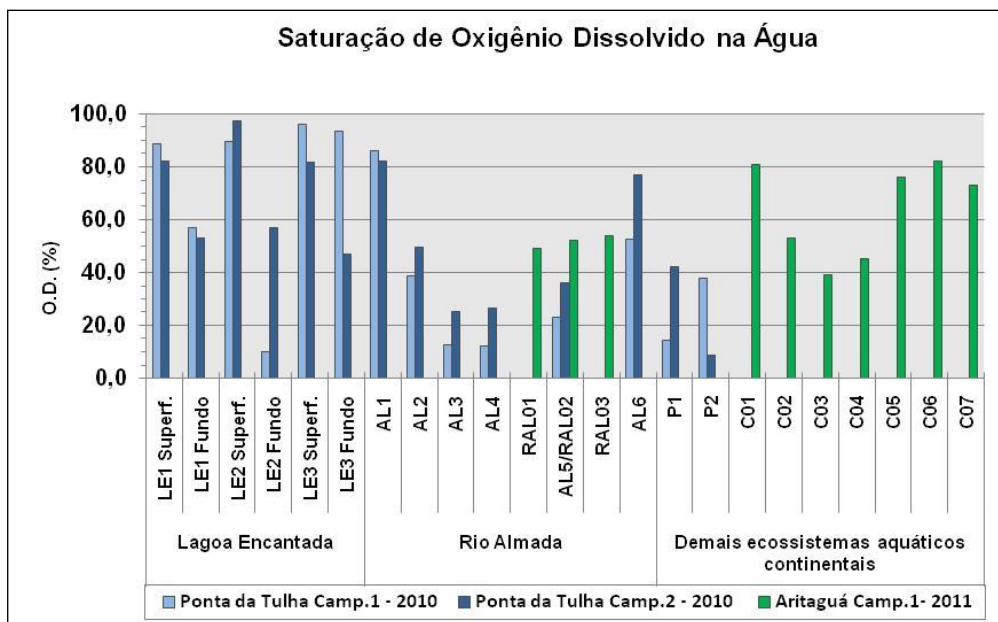
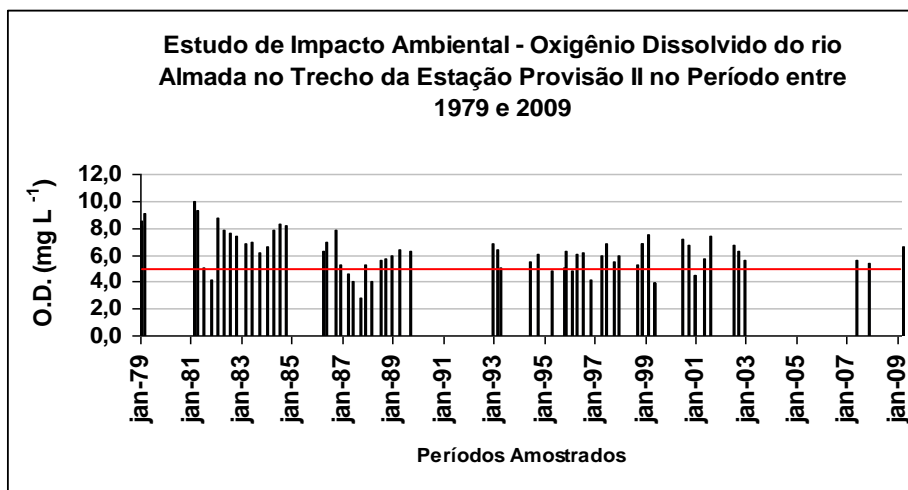


Figura 8.1.5.3.56 - Saturação de Oxigênio nas Águas - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2010 e Período Chuvoso (1) 2011

A **Figura 8.1.5.3.57** demonstra os valores de concentração Oxigênio Dissolvido obtidos no rio Almada durante o período de 1979 a 2009 através do monitoramento da Estação Hidrometeorológica Provisão II.



Fonte : Agência Nacional das Águas

Obs. Ausências de barras indicam a não medição de oxigênio dissolvido na água e linha vermelha indica o limite mínimo de OD para águas doces (Classe 2)

Figura 8.1.5.3.57 - Valores de Oxigênio Dissolvido Obtidos no Rio Almada Durante o Período de 1979 a 2009 Através do Monitoramento da Estação Hidrometeorológica Provisão II

- *Lagoa Encantada (Campanhas 1 e 2 - 2010)*

A concentração de oxigênio dissolvido em diferentes profundidades em lagos está relacionada com os processos de estratificação e desestratificação, a circulação vertical e a sua eficiência, além da distribuição vertical da água e a atividade de organismos (TUNDISI & TUNDISI, 2008). Agregados aos fatores anteriormente citados estão: a taxa de produção primária, temperatura da água, influência do oxigênio proveniente de afluentes, taxa de troca superfície da água/ar, matéria orgânica sedimentada e seu consumo de oxigênio através de decomposição aeróbia.

Em ambientes lânticos, de acordo com TUNDISI & TUNDISI (2008), as águas superficiais geralmente apresentam valores de oxigênio próximo à saturação (onde 100% da saturação significam o máximo teórico de à temperatura e pressão consideradas). Quando acontece circulação completa, o oxigênio dissolvido distribui-se aproximadamente de uma forma uniforme até o fundo (tipo de distribuição vertical chamada de Ortograda).

A distribuição vertical pode ser interpretada através dos resultados verificados na Estação LE3 no período chuvoso de 2010, no qual as amostras tanto de superfície quanto de fundo obtiveram concentração de oxigênio dissolvido de $7,2 \text{ mg/L}^{-1}$. Provavelmente, a pequena profundidade de 2 metros da Estação e a influência direta do rio Caldeiras (maior circulação) permitiu a distribuição uniforme da concentração oxigênio dissolvido apesar de ocorrer uma pequena estratificação térmica, no qual é vista também através dos valores de saturação distintos entre superfície e fundo (saturação de 96,0% e 93,51%, respectivamente).

No período seco (Campanha 2) de 2010, o comportamento uniforme do período chuvoso não foi observado para a LE3, onde a concentração de oxigênio da superfície apresentou $6,3 \text{ mg/L}^{-1}$ (81,9%) e no fundo $3,7 \text{ mg/L}^{-1}$ (46,8%).

Quando ocorre estratificação de um ambiente lântico, sucede uma distribuição vertical onde o hipolímnio tem características anóxicas e o epilímnio tem concentrações próximas à saturação (tipo de distribuição clinograda) (TUNDIDI & TUNDISI, 2008). Esta possível estratificação apresentou-se mais acentuada no período Chuvoso, na Estação LE2, onde o OD da água superficial foi de $6,9 \text{ mg/L}^{-1}$ (Saturação: 89,61%) e água proveniente do fundo $0,8 \text{ mg/L}^{-1}$ (Saturação: 9,88%). O perfil de temperatura ao longo da coluna d'água corrobora com estratificação nesta porção Oeste da lagoa. Já na segunda campanha, período seco, houve maior oxigenação das águas do hipolímnio da LE2 (Concentração: $4,5 \text{ mg/L}^{-1}$ e Saturação: 57,0%) com os valores de superfície (Concentração: $7,7 \text{ mg/L}^{-1}$ e Saturação: 97,5%).

Na Campanha 1 (período chuvoso) e Campanha 2 (período seco) a violação dos valores de OD em relação à Resolução Conama 357/05 se deu apenas em Estações de Amostragens de água de fundo. Apenas a LE3 Fundo no período chuvoso manteve valor acima do estabelecido. Sobre as Estações que violaram a citada resolução, os valores aqui apresentados são plausíveis de fato, pois o padrão de circulação (e outros fatores provavelmente associados como diferença entre produção e consumo de oxigênio) nos diferentes locais estudados da lagoa Encantada pode ter levado à redução do oxigênio dissolvido na água. Como por exemplo, a Estação LE1, no período seco, apresentou valores de OD para a superfície de $6,5 \text{ mg/L}^{-1}$ (82,3%) e para amostras de fundo: $4,3 \text{ mg/L}^{-1}$ (53,1%).

– *Rio Almada (Campanhas 1 e 2 - 2010)*

No período chuvoso, as concentrações de oxigênio dissolvido mais elevadas foram provenientes da Estação localizada mais a montante (AL1: $6,80 \text{ mg/L}^{-1}$) seguida da Estação situada mais a jusante (AL6: $4,0 \text{ mg/L}^{-1}$) ao longo do rio Almada. Mesmo padrão de comportamento foi observado para o período seco onde para a AL1 foi obtido valores de $6,4 \text{ mg/L}^{-1}$ e para AL6: $6,00 \text{ mg/L}^{-1}$.

A Estação AL1 foi a única que não violou a Resolução Conama357/05 no período chuvoso, devendo deixar claro que água da AL6 foi caracterizada como salobra, sendo comparada com o respectivo enquadramento para a Classe 1 (limite de $5,0 \text{ mg/L}^{-1}$). Já para o período seco, além da AL1, a AL6 também manteve com resultados de OD dentro do estabelecido pela referida Resolução.

Foi realizada a avaliação das concentrações de oxigênio dissolvido no rio Almada, em estação de amostragem localizada na captação para Castelo Novo (a LES-LEN-300 localiza-se entre a AL1 e AL2), o Programa Monitora desenvolvido pela SEMA/INGÁ em campanha no ano de 2008 e 2009 apresentou valores, respectivamente de $6,9$; $6,3$; $3,9 \text{ mg/L}^{-1}$ e : $4,6$; $5,6$; $5,7$ e $4,6 \text{ mg/L}^{-1}$.

No ano de 1987 foi obtido o menor valor de OD da água ($2,8 \text{ mg/L}^{-1}$) do rio Almada na Estação Provisão II, segundo o monitoramento realizado pela CPRM entre 1977 e 2009. Valores tão baixos, no presente estudo, foram identificados para os respectivos períodos Chuvosos e Secos nas Estações: AL2 ($3,00$ e $3,9 \text{ mg/L}^{-1}$), a AL3 ($0,98$ e $2,0 \text{ mg/L}^{-1}$), AL4 ($0,98$ e $2,1 \text{ mg/L}^{-1}$) e AL5 ($1,80$ e $2,8 \text{ mg/L}^{-1}$).

Os valores de oxigênio dissolvido no rio Almada apresentados no presente relatório são preocupantes à medida que valores muito baixos, próximos à depleção, interferem nos processos biológicos. Este padrão pode ter origem tanto na entrada de nutrientes de forma natural ou antrópica. Os resultados obtidos de AL3, AL4 e AL5 no presente estudo levam a crer em possível influência antrópica.

– *Rio Almada (Campanha 1 - 2011)*

Assim como observado para as Estações AL2, AL3, AL4 e AL5 nas Campanhas 1 e 2 de 2010, os valores da concentração de oxigênio dissolvido na água para Estações RAL01, RAL02 e RAL03 foram também inferiores ao estabelecido pela RESOLUÇÃO CONAMA 357/05. Estas estações amostradas na Campanha 1 de 2011, período chuvoso, apresentaram respectivamente: 4,0 mg/L⁻¹ (Saturação: 49%), 4,2mg/L⁻¹ (52%) e 4,4 mg/L⁻¹ (54%). Deve-se evidenciar que as concentrações das citadas estações amostradas no período chuvoso de 2010 variaram entre 0,98 (Estações AL3 e AL4) a 3,0 (AL2).

Os valores mais elevados de oxigênio dissolvido na água na campanha 1 chuvoso de 2011 podem estar relacionadas a um aumento de produtividade primária suposto devido às concentrações de clorofila *a* verificados principalmente nas Estações RAL01 e RAL03.

– *Demais Ecossistemas Aquáticos Continentais (Campanhas 1 e 2 - 2010)*

A concentração de Oxigênio Dissolvido mensurado na Campanha 1 de 2010 para a Estação P1 foi de 1,2 mg/L⁻¹ (Saturação: 14,29%) e na Campanha 2 foi de 3,5 mg/L⁻¹ (42,2%).

Durante o período chuvoso (Campanha 1) de 2010, as águas amostradas da Estação P2 apresentaram 4,0 mg O₂ L⁻¹ (Saturação: 37,80%) e no período seco mostraram valor mais baixo próximo a depleção de oxigênio: 0,7 mg O₂ L⁻¹ (8,5%).

Nas duas campanhas, para as Estações P1 e P2 se obtiveram valores abaixo do estabelecido pela RESOLUÇÃO CONAMA 357/05. Nas duas estações de observou demanda bioquímica de oxigênio alta (ver item correspondente) e este elevado consumo deve ser o motivo principal das reduzidas concentrações de oxigênio dissolvido na água. Na Estação P1 estes baixos valores podem estar relacionados principalmente pelo ambiente apresentar predomínio de plantas hidrófitas (exemplo: Taboa - *Typha domingensis*), gramíneas típicas de brejos e manguezais. A depleção de oxigênio na Estação P2 causada pelo consumo do mesmo na decomposição da vegetação (restos de folhas, galhos) submersa.

O Estudo de Impacto Ambiental do Terminal Portuário Ponta da Tulha, segundo BAMIN (2009), apresentou oxigênio dissolvido de 6,7 mg/L⁻¹ na Estação LM5 (amostras realizadas no mesmo local da P1 do presente estudo) durante período de chuva.

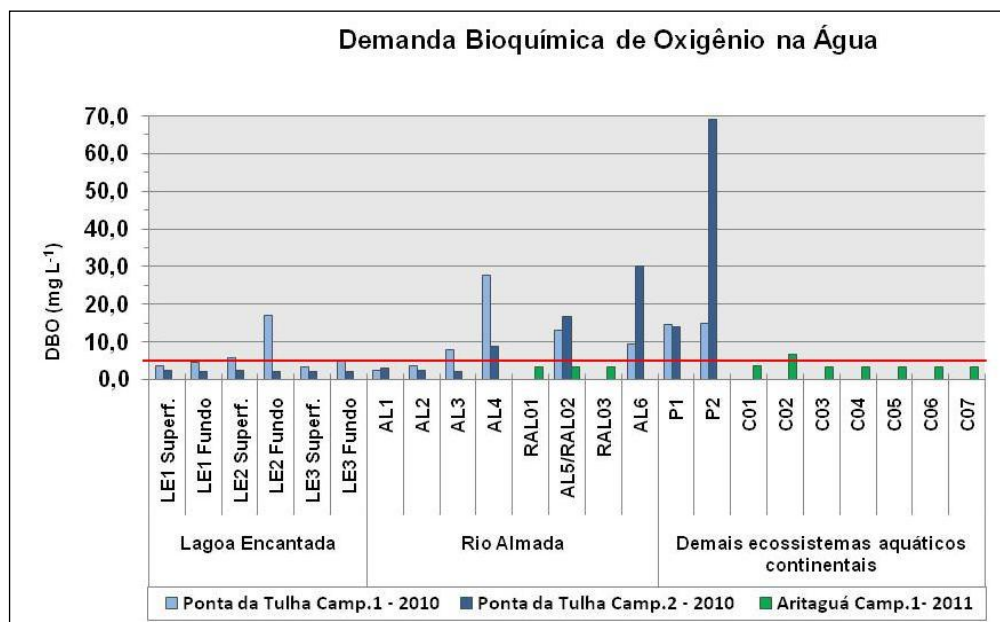
– *Demais Ecossistemas Aquáticos Continentais (Campanha 1 - 2011)*

As Estações que apresentaram valores nas águas amostradas de oxigênio dissolvido inferiores ao estabelecido pela RESOLUÇÃO CONAMA 357/05 foram: C02 (4,5 mg/L⁻¹), C03 (3,2 mg/L⁻¹) e C04 (3,8 mg/L⁻¹). A saturação do oxigênio para estas Estações de Amostragem foram de 53%, 39% e 45%. As demais estações oscilaram entre 5,4 mg/L⁻¹ (Estação C07, Saturação: 73%) e 7,0 mg/L⁻¹ (Estação C06, Saturação: 82%).

- **Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO**

A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) é igual à quantidade de oxigênio consumida como resultado da oxidação da matéria orgânica dissolvida na amostra (BAIRD, 2002). A DBO é avaliada experimentalmente pela concentração de oxigênio dissolvido antes e após um período durante o qual numa amostra selada de água é mantida no escuro e à temperatura constante.

A **Figura 8.1.5.3.58** representa as concentrações resultantes da DBO nas Estações de Amostragens do Estudo de Impacto Ambiental Porto Sul. De acordo com a Resolução Conama 357/05, a linha vermelha indicada na referida figura representa o limite máximo ($5,00 \text{ mg O}_2 \text{ L}^{-1}$) estabelecido para águas doces de Classe 2. Deve-se deixar evidente que esta Resolução não especifica valores de DBO para águas salobras para se comparar com as Estações de Amostragens P1 e AL6.



Obs. A linha vermelha indica o limite máximo de DBO para águas doces, Classe 2, estabelecido pela Resolução Conama 357/05. O LQM das análises feitas para a Campanha 1 de 2011 foram de $3,3 \text{ mg/L}^{-1}$.

Figura 8.1.5.3.58 - Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) nas Águas - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2010 e Período Chuvoso (1) 2011

– *Lagoa Encantada (Campanhas 1 e 2 - 2010)*

Para o período chuvoso (Campanha 1) de 2010 a Estação de Amostragem LE2 apresentou não conformidade para DBO nas águas superficiais ($5,8 \text{ mg/L}^{-1}$) e de fundo ($17,1 \text{ mg/L}^{-1}$) de acordo com a Resolução Conama 357/05 para águas doces, Classe 2. Este último resultado permite indicar que o consumo de oxigênio por meio de reações biológicas e químicas para obtenção da digestão de matéria orgânica, através de bactérias, estava acentuado durante o período de estudo.

Os valores baixos de concentração e saturação de oxigênio dissolvido na água no período chuvoso, obtidos pela LE2 (apresentados anteriormente podem ser explicados também pela elevada DBO, além de outros fatores observados como a estratificação térmica já discutida anteriormente, por exemplo).

As concentrações de oxigênio consumidas pela demanda bioquímica nas amostras da lagoa Encantada no período seco (Campanha 2) foram 2 mg/L^{-1} (LE3 Fundo), $2,3 \text{ mg/L}^{-1}$ (LE2 Superfície) e $2,5 \text{ mg/L}^{-1}$ (LE1 Superf.). As demais Estações apresentaram valores inferiores a 2 mg/L^{-1} .

Diferentemente da primeira campanha, a campanha 2 não apresentou nenhuma violação da Resolução Conama 357/05 para águas doces, Classe 2. Os resultados para DBO foram mais baixos na Campanha 2 (inferiores a $2,5 \text{ mg/L}^{-1}$) do que a Campanha 1 (superiores a $3,4 \text{ mg/L}^{-1}$) e além disso não houveram diferença expressiva dos valores encontrados entre amostras de superfície e fundo no período tido com seco (Campanha 2) de 2010.

– *Rio Almada (Campanhas 1 e 2 - 2010)*

No rio Almada, em relação à DBO avaliada no período chuvoso (Campanha 1) de 2010, as únicas Estações de Amostragens que não violaram a Resolução Conama 357/05 para água doce, Classe 2, foram as duas mais a montante (AL1: 2,4 mg/L⁻¹ e AL2: 3,6 mg/L⁻¹). Contudo, o pico de concentração de oxigênio consumido, apresentado na **Figura 8.1.5.3.58**, foi de 27,6 mg/L⁻¹ na AL4. Este resultado elevado foi seguido pela AL5 (13,2 mg/L⁻¹) e AL6 (9,3 mg/L⁻¹). Os altos valores de DBO apresentados, podem estar contribuindo para diminuição do OD, principalmente nas estações AL3 e AL4 (saturações mais baixas de oxigênio obtidas).

A origem para DBO tão elevada na AL4 pode ser devido à possível entrada de esgotos domésticos não tratados e de águas servidas. Como posteriormente detalhado, a concentração do fósforo total no período chuvoso apresentou maior pico (2,66 mg/L⁻¹) na Estação AL4 e a menor concentração de ortofosfatos.

Na Estação Seca (Campanha 2), as três Estações mais a montante (AL1, AL2 e AL3) obtiveram valores de DBO 3,0; 2,5 e 2,0 mg/L⁻¹, estes abaixo do estabelecido pela já referida RESOLUÇÃO CONAMA. O crescimento gradual dos resultados para DBO foram observados a partir da AL4 (8,7 mg/L⁻¹), AL5 (16,8 mg/L⁻¹) e AL6 (30,0 mg/L⁻¹).

– *Rio Almada (Campanha 1 - 2011)*

Para as Estações de Amostragem de água no rio Almada durante a Campanha 1 de 2011 foram apresentados valores inferiores ao LQM (3,3 mg/L⁻¹).

– *Demais Ecossistemas Aquáticos Continentais (Campanhas 1 e 2 - 2010)*

Apesar de estarem localizadas em ecossistemas diferentes, as Estações P1 e P2 apresentaram valores de DBO muito próximos na Campanha 1 de 2010 sendo, respectivamente, 14,7 e 14,9 mg O₂ L⁻¹. Entretanto, na Campanha 2 (período seco) de 2010 houve intensificação da demanda bioquímica de oxigênio na Estação P2, com 69 mg O₂ L⁻¹ e a Estação P1 apresentou 14,1 mg O₂ L⁻¹, este último com valor próximo ao obtido na Campanha anterior.

A DBO elevada da Estação P2 no período seco deve-se a intensa respiração de microorganismos envolvendo a degradação de matéria orgânica (foram observadas muitas folhas, galhos no assoalho desta Estação). O ambiente da Estação P2 apresentou valores mais elevados de Carbono Orgânico Total (26,36 mg C L⁻¹ para o período chuvoso e de 26,76 mg C L⁻¹ para o período seco) e dentre outros fatores, este fato pode ter estimulado a elevada ação dos decompositores aeróbios.

– *Demais Ecossistemas Aquáticos Continentais (Campanha 1 - 2011)*

Na Área Diretamente Afetada, todas as estações tiveram valores abaixo do LQM (3,3 mg/L⁻¹) com exceção da Estação C01 (3,6 mg/L⁻¹) e C02 (6,6 mg/L⁻¹). Estas Estações estão sobre influência do local de descarte de lixo da cidade de Ilhéus. A Estação C01, mais próxima (cerca de 1 km) deste local, localiza-se no rio do Porto. Já a Estação C02 (rio Tiriri) está situada a montante da confluência observada com rio do Porto. Apesar desta localização, os valores elevados da DBO e acima do estabelecido pela Resolução Conama 357/05 levam à interpretação de uma possível influência da unidade final de disposição de resíduos sólidos (lixão) neste ecossistema aquático (rio Tiriri). Ecossistema este que se configurou no período chuvoso como uma expressiva área úmida nas margens de seu leito.

A área úmida, no período chuvoso, também pode conferir maior transporte de matéria orgânica proveniente do próprio solo do ecossistema terrestre do entorno para o rio Tiriri. Isto pode ter como resultado um aumento da DBO, podendo ser descartada a possibilidade de influência do lixão. Contudo, ambas as teorias para a elevada DBO na Estação C02 podem ter ocorrido.

- **Carbono Orgânico (Dissolvido, Particulado e Total)**

De acordo com TUNDISI & TUNDISI (2008), as substâncias orgânicas que ocorrem na água têm origem complexa, tais como: organismos vivos e/ou mortos, proteínas, lipídeos (gorduras, óleos, hidrocarbonetos), carboidratos (celulose, amido, hemicelulose, lignina), etc. Deste modo, o carbono orgânico faz parte da composição da matéria orgânica (MO). Além do carbono, a MO contém oxigênio, hidrogênio e nitrogênio. O Carbono Orgânico Particulado (COP) da água refere-se ao carbono retido em filtros Millipore 0,45 µm e o Carbono Orgânico Dissolvido (COD) à água filtrada no referido filtro. O Carbono Orgânico Total (COT) é a concentração de carbono em águas não filtradas.

A análise do Carbono Orgânico em suas diferentes frações e em sua totalidade na água indica a concentração dos componentes fundamentais da Matéria Orgânica, resultado da produção primária e secundária.

As **Figuras 8.1.5.3.59 e 8.1.5.3.60** demonstram as concentrações de Carbono Orgânico Total (Carbono Orgânico Dissolvido e Particulado) nas águas amostradas das Estações do Estudo de Impacto Ambiental do Empreendimento Porto Sul durante o período chuvoso e Seco, respectivamente. De acordo com a Resolução Conama 357/05, aplicam-se às águas salobras de Classe 1 as condições para Carbono Orgânico Total (COT) de até 3,00 mg C L⁻¹. A referida resolução não dispõe valores estabelecidos de COT para água doce.

Como para a Campanha 1 de 2011 apenas foi analisado o Carbono Orgânico Total, os resultados das concentrações obtidas estão apresentadas juntos às demais Campanhas na **Figura 8.1.5.3.61**.

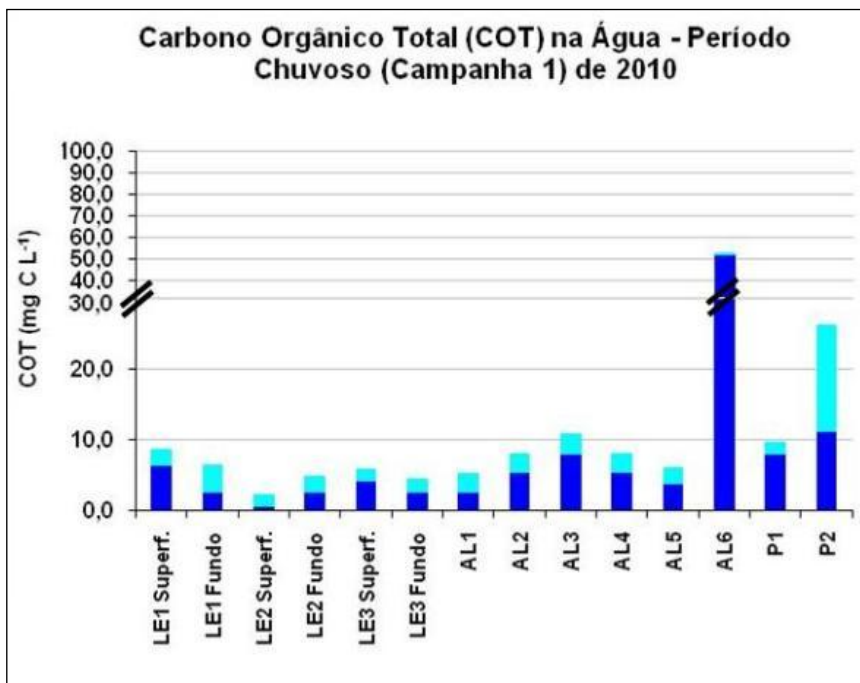


Figura 8.1.5.3.59 - Carbono Orgânico Total (Carbono Orgânico Particulado e Dissolvido) nas Águas - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (Campanha 1) de 2010

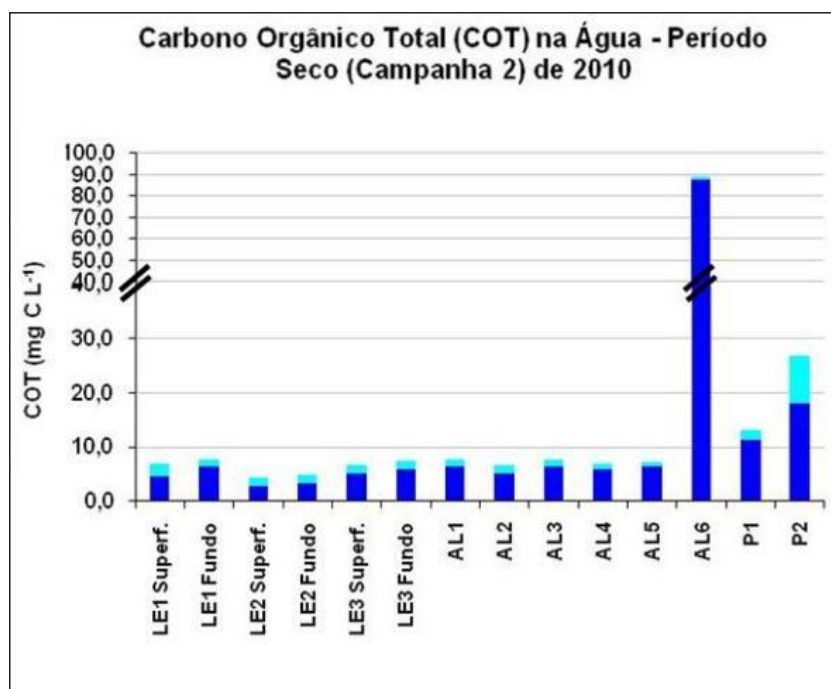
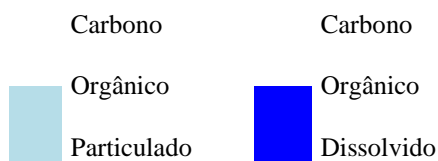
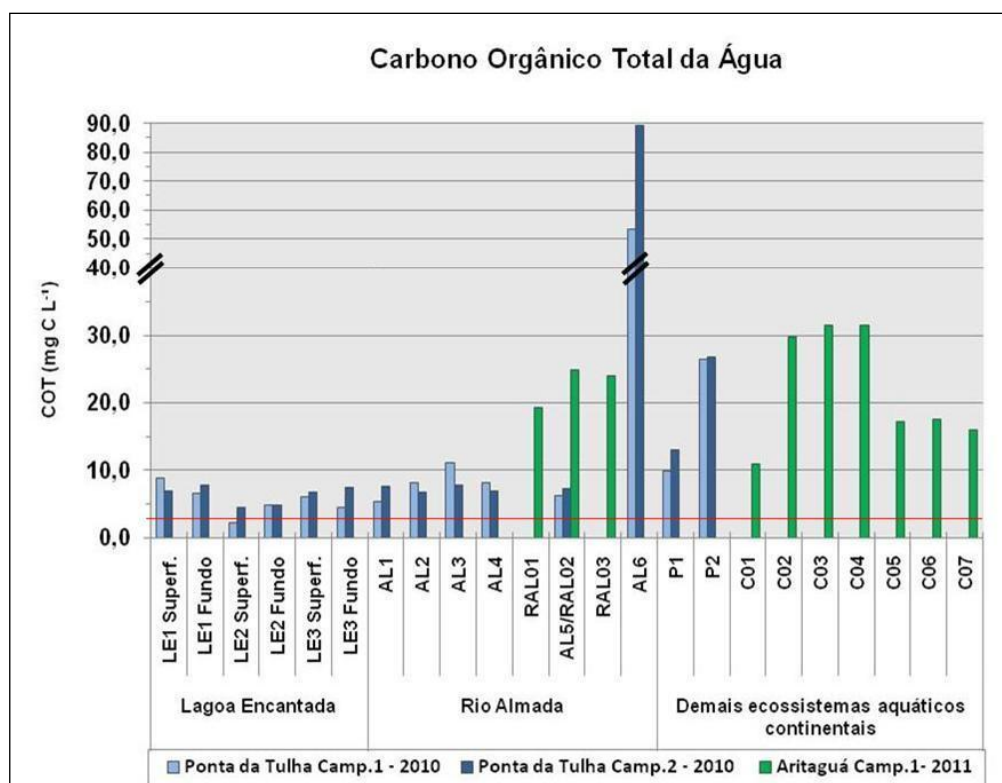


Figura 8.1.5.3.60 - Carbono Orgânico Total (Carbono Orgânico Particulado e Dissolvido) nas Águas - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso

LEGENDA:





Obs. Linha vermelha indica limite de COT para águas salobras, Classe 1 de acordo com Resolução Conama357/05

Figura 8.1.5.3.61 - Carbono Orgânico Total nas Águas - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2010 e Período Chuvoso (1) 2011

– *Lagoa Encantada (Campanhas 1 e 2 - 2010)*

As maiores concentrações de COT foram observadas para a Estação LE1 Superfície ($8,79 \text{ mg C L}^{-1}$) e Fundo ($6,60 \text{ mg C L}^{-1}$) no período chuvoso (Campanha 1) de 2010: Dentre as Estações estudadas na lagoa Encantada no mesmo período, a Estação LE2 foi a única que manteve o Carbono Orgânico Total da amostra de fundo ($4,90 \text{ mg C L}^{-1}$) mais elevada que a de superfície ($2,28 \text{ mg C L}^{-1}$). As águas superficiais amostradas da Estação LE2 apresentaram os valores mais baixos tanto para Carbono Orgânico Dissolvido (COD) com $0,53 \text{ mg C L}^{-1}$ e para o Carbono Orgânico Particulado (COP) com $1,75 \text{ mg C L}^{-1}$. A diferença encontrada de COP entre superfície e fundo na Estação LE2, durante período chuvoso, pode estar relacionada também à estratificação.

No período seco todas as amostras de fundo obtiveram valores de COT superiores aos das amostras de superfície, com LE1, LE2 e LE3 Superfície apresentando respectivamente: $6,97$; $4,90$ e $7,42 \text{ mg C L}^{-1}$ e LE1, LE2 e LE3 Fundo com $6,97$; $4,48$ e $6,78 \text{ mg C L}^{-1}$, respectivamente.

A diferença encontrada de COP entre superfície ($1,75 \text{ mg C L}^{-1}$) e fundo ($2,25 \text{ mg C L}^{-1}$) na Estação LE2, durante período chuvoso, pode estar relacionada também à estratificação. Tal diferença não ocorreu no Período seco, no qual o COP da superfície foi de $1,71$ e fundo $1,52 \text{ mg C L}^{-1}$. Este resultado pode ser decorrente a ausência de divisão de estratos térmicos na LE2.

O programa Monitora (SEMA/INGÁ, 2008 e 2009) ao realizar amostragens de água na lagoa Encantada próximo ao píer da comunidade de Areias (LES-LEN-500) verificou valores de COT de 10 mg C L⁻¹, 11,4 mg C L⁻¹ e 13,1 mg C L⁻¹ em diferentes campanhas. Estes resultados mais elevados do que o apresentado no presente Estudo de Impacto Ambiental podem ser devido à localização da Estação do programa Monitora. Por ser próxima a margem, deve haver maior influência do carreamento terrestre, das macrófitas aquáticas e da própria comunidade de areais que utilizam a lagoa com diferentes tipos de recreação.

– *Rio Almada (Campanhas 1 e 2 - 2010)*

A AL6, Estação no rio Almada que está estabelecida em ambiente estuarino e a água tem características salobra, manteve valor de COT de 53,49 mg C L⁻¹ no período chuvoso e de 89,25 mg C L⁻¹, no período seco. Estes valores são superiores ao limite estabelecido pela Resolução Conama 357/05, Classe 1 (3 mg C L⁻¹). Todas as Estações mantiveram a concentração de COD predominante em relação ao COP, entretanto, a Estação AL6 apresentou diferença mais elevada com valores de COD 32,64 vezes superior no período Chuvoso ao COP e de 53,19 vezes no período seco.

O ecossistema manguezal predomina nas margens do rio Almada partir da Estação AL5 até a AL6 havendo o acréscimo da invasão urbana sobre estas margens. Como o manguezal é considerado um dos ecossistemas mais produtivos e as ocupações urbanas desordenadas podem acarretar no lançamento de esgotos domésticos e águas servidas no rio, os valores de carbono orgânico na água observados na AL6 podem ser decorrentes em conjunto das atividades antrópicas e da produção primária e secundária existente.

O programa Monitora (SEMA/INGÁ, 2008 e 2009), avaliando o COT nas águas da Estação LES-LEN-500 no rio Almada, verificou variação entre 16,5 mg C L⁻¹ e 19,2 mg C L⁻¹. Nas campanhas de 2010, a mais elevada concentração em trechos do rio Almada onde a água foi caracterizada como doce foi de 11,06 mg C L⁻¹ (AL3) no período chuvoso e de 7,85 mg C L⁻¹ (AL3) no período seco. Os valores médios obtidos para os respectivos períodos foram de 7,78 mg C L⁻¹ e de 7,30 mg C L⁻¹.

– *Rio Almada (Campanha 1 - 2011)*

Os valores de COT para as Estações de Amostragem no rio Almada na Campanha 1 (2011) foram superiores aos resultados obtidos no período chuvoso de 2010, com: 19,30 mg C L⁻¹ (RAL01), 24,80 mg C L⁻¹ (RAL02) e 24,00 mg C L⁻¹ (RAL03).

– *Demais Ecossistemas Aquáticos Continentais (Campanhas 1 e 2 - 2010)*

A Estação P1 violou a Resolução Conama 357/05 para água salobra de Classe 1, pois o valor obtido para COT foi de 9,87 mg C L⁻¹ para o período chuvoso e de 13,09 mg C L⁻¹ para o período Seco.

A Estação P2 está situada em um ambiente no qual, através de observação em campo, acumula folhas, serrapilheira, galhos, gravetos. Ao serem obtidos os resultados de carbono orgânico particulado, esta Estação obteve os valores mais elevados em relação às Estações da lagoa Encantada, rio Almada e os ecossistemas aquáticos continentais estudados em 2010. A P2 mostrou-se com COP de 15,26 mg C L⁻¹ no período chuvoso e de 8,64 mg C L⁻¹ no período seco.

Dentre as amostras de água doce, o ambiente da Estação P2 é o que apresentou valores mais elevados de Carbono Orgânico Total (26,36 mg C L⁻¹ para o período chuvoso e de 26,76 mg C L⁻¹ para o período Seco).

– *Demais Ecossistemas Aquáticos Continentais (Campanhas 1 e 2 – 2010)*

Todas as Estações que foram caracterizadas como de água salobra (C01, C05, C06 e C07) apresentaram em suas águas amostradas concentrações superiores à Resolução Conama 357/05. Contudo, a concentração de Carbono Orgânico Total das demais Estações de Amostragem (água doce) foram mais elevadas com os seguintes valores: 29,7 mg C L⁻¹ (Estação C02) e 31,4 mg C L⁻¹ (Estação C03 e C04, coincidentemente).

- **Fósforo (Ptotal e Orto P)**

As fontes naturais de fosfato para os ecossistemas são principalmente as rochas, em especial a apatita [Ca₅ (PO₄)³⁻ (F,Cl,OH)]. De acordo com VON SPERLING (1996), as principais fontes de fósforo para o ambiente aquático são em ordem crescente de importância: drenagem pluvial de áreas com matas e florestas; áreas agrícolas e urbanas; esgotos e influência de unidades finais de disposição de resíduos sólidos (lixão). Dentre as fontes artificiais também estão os esgotos domésticos e os fertilizantes agrícolas. Todo o fósforo presente nas águas naturais encontra-se sob a forma de fosfato, sendo que a liberação do fosfato acumulado no sedimento para a coluna d'água ocorre normalmente em condições de baixas concentrações de oxigênio.

O fósforo pode se apresentar nas águas sob três formas diferentes. Os fosfatos orgânicos são a forma em que o fósforo compõe moléculas orgânicas, como a de um detergente, por exemplo. Os ortofosfatos são representados pelos radicais, que se combina com cátions formando sais inorgânicos nas águas e os polifosfatos, ou fosfatos condensados, polímeros de ortofosfatos (CETESB, 2010).

O fosfato inorgânico dissolvido na água ou ortofosfato é representado pelo ácido fosfórico (H₃PO₄) e seus produtos de dissociação (H₂PO₄⁻, HPO₄²⁻, PO₄³⁻), sendo as principais formas de fósforo assimiladas por organismos fotossintetizantes aquáticos. Este nutriente é fundamental no metabolismo desses seres, sendo elemento estrutural do ATP, glicose fosfato, de ácidos nucleicos e fosfoproteínas, por exemplo (PINTO-COELHO, 2000). Todavia, o aumento de nutrientes como o fósforo (e de nitrogênio também) acelera o processo de eutrofização (aumento do grau de trofia) de um sistema aquático, principalmente quando produzido por carga de esgotos domésticos não tratados, descargas industriais e agrícolas.

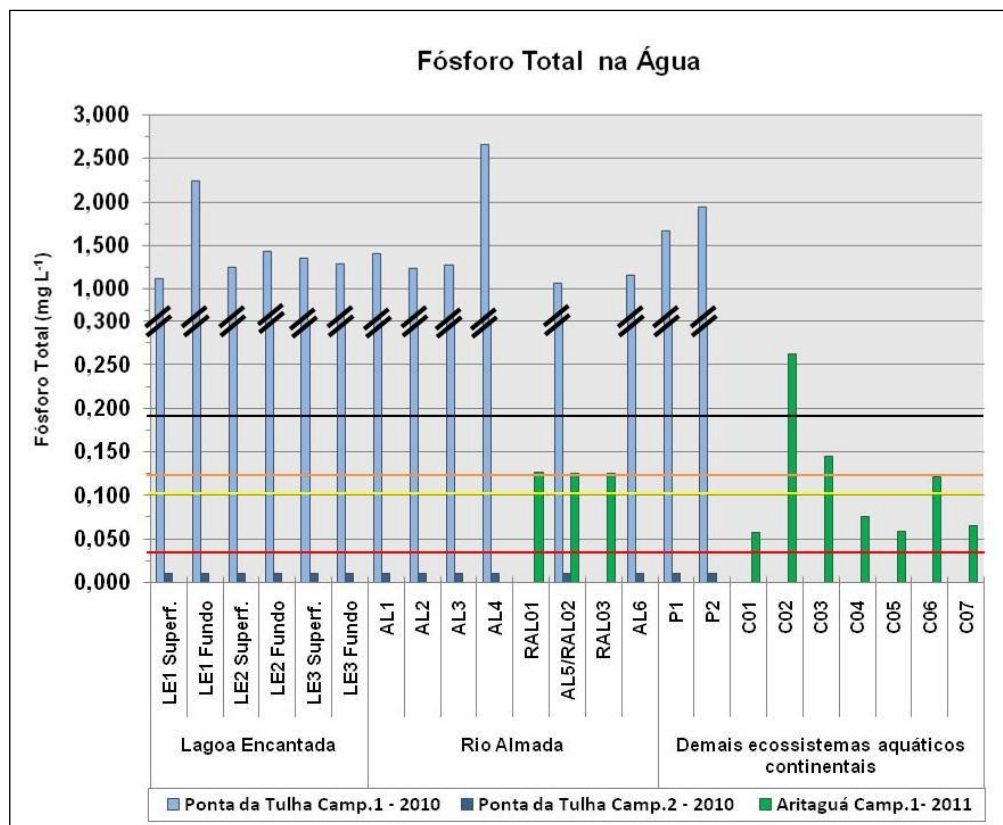
A avaliação do fósforo em Estudos de Impacto Ambiental é importante para verificar a existência de processo eutrofização, o qual consiste em um enriquecimento da concentração de nutrientes na água, especialmente de fósforo e nitrogênio, que tem como consequência o aumento da produtividade (ESTEVEZ, 1988). A eutrofização pode ser natural ou artificial:

- A eutrofização natural resulta de um processo lento de aporte de nutrientes levados ao reservatório pelas águas superficiais, podendo ser considerada um envelhecimento natural;
- A eutrofização artificial é um processo mais dinâmico, no qual ocorrem profundas mudanças na comunidade biótica e nas condições físicas e químicas do lago, ocasionadas por aportes de nutrientes de origem antrópica, podendo ser considerada uma forma de poluição.

As concentrações de Fósforo Total (Ortofosfatos e demais espécies químicas do Fósforo) nas águas amostradas das Estações do Estudo de Impacto Ambiental do Empreendimento Porto Sul estão apresentadas na **Figura 8.1.5.3.62** e os resultados para Ortofosfatos apenas estão mostradas na **Figura 8.1.5.3.63**. Segundo a Resolução Conama 357/05, as concentrações limites do parâmetro de qualidade de água fósforo total aplicados às águas doces de Classe 2 são de até $0,030 \text{ mg/L}^{-1}$ em ambientes lênticos e de $0,1 \text{ mg/L}^{-1}$ em ambientes lóticos.

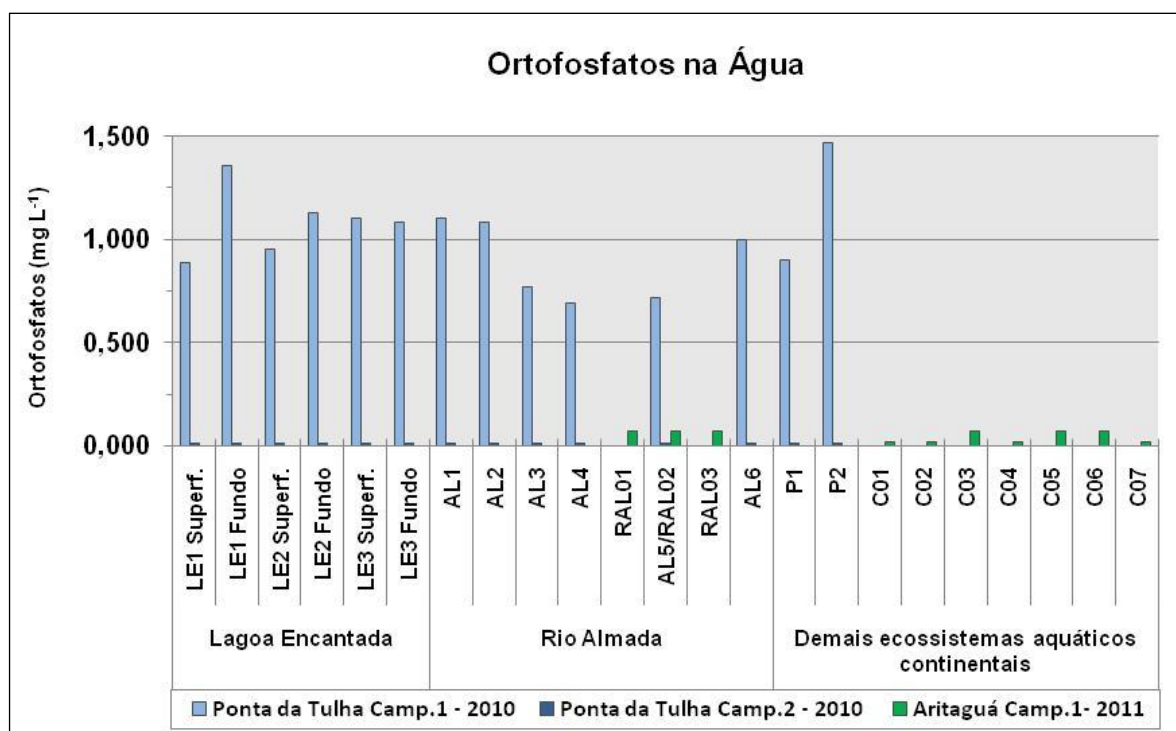
Em relação às águas salobras de Classe 1 é determinado limite de $0,124 \text{ mg/L}^{-1}$ e de Classe 1: $0,186 \text{ mg/L}^{-1}$. Todos os resultados tidos de fósforo total no período chuvoso de 2010 foram superiores aos valores impostos pela já citada resolução. As concentrações de fósforo total para a Campanha 2 (período seco) de 2010 estiveram abaixo do Limite de Detecção do Método, conseqüentemente, abaixo dos limites estabelecidos. Na **Figura 8.1.5.3.62** estão representados através de linhas no gráfico, todos os limites estabelecidos pela RESOLUÇÃO CONAMA 357/05 utilizados para comparação no presente estudo.

Deve ser advertido que a Resolução Conama 357/05 estabelece que para corpos de águas salobras continentais, onde a salinidade não se dê por influência direta marinha, os valores dos grupos químicos tanto para nitrogênio e fósforo serão os estabelecidos nas classes correspondentes de água doce. Portanto, apenas as Estações C01, C05 e C06 serão comparadas as águas salobras de Classe 2.



Obs. Resolução Conama 357/05: A linha preta indica o limite máximo de Fósforo Total para águas salobras, Classe 2; A linha laranja representa máximo para águas salobras, Classe 1; a linha amarela indica máximo estabelecido para águas doces, ambiente lótico, Classe 2; e a linha vermelha representa limite para ambiente lêntico de água doce, Classe 2. Todos os valores apresentados para a Campanha 2 (2010) foram abaixo do LDM $<0,010 \text{ mg/L}^{-1}$.

Figura 8.1.5.3.62 - Fósforo Total (Ortofosfatos e Demais Espécies Químicas do Fósforo) nas Águas - Qualidade das Águas - Porto Sul -Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2010 e Período Chuvoso (1) 2011



Obs. Na Campanha 1 (2011) todas as estações apresentaram resultados abaixo do LQM=0,07 mg/L⁻¹ e LQM=0,02 mg/L⁻¹

Figura 8.1.5.3.63 - Fósforo Total (Ortofosfatos e Demais Espécies Químicas do Fósforo) nas Águas - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2010 e Período Chuvoso (1) 2011

A seguir serão apresentadas as interpretações sobre ortofosfatos e fósforo total na lagoa Encantada, rio Almada e ecossistemas aquáticos continentais. Contudo, como apresentado na **Figura 8.1.5.3.62** foi notado que os valores dos períodos chuvoso e seco de 2010 foram demasiadamente discrepantes. Deste modo, sendo verificados valores elevados no período chuvoso e abaixo do limite de detecção no período seco.

As comparações realizadas nos subitens a seguir com os resultados do programa Monitora (SEMA/INGÁ, 2008 e 2009) e os de fósforo total obtidos para o rio Almada e lagoa Encantada no presente estudo fazem crer em possível erro analítico nas Campanhas 1 e 2 de 2010 por parte do laboratório responsável. Estes resultados conduziram ao pedido de uma melhor avaliação junto ao laboratório responsável, porém não houve comprovação de erro analítico. Entretanto, ainda sim com dúvida permanecendo, os resultados obtidos foram interpretados no presente estudo conforme as possibilidades ambientais e do comportamento teórico do elemento fósforo no meio aquático. As dúvidas geradas poderão ser elucidadas com as amostragens da Campanha 2 de 2011, no período seco.

Pela inconsistência gerada pela discrepância dos dados, o Índice de Estado Trófico não foi calculado para as Campanhas 1 e 2 de 2010 e as interpretações que foram feitas para fósforo total e ortofosfatos devem ser sempre observadas com ressalva. Apesar disso, os resultados da campanha 1 de 2011, período chuvoso, estão coerentes.

– *Lagoa Encantada (Campanhas 1 e 2 - 2010)*

A Campanha 2 de 2010, realizada no período seco, apresentou todos os resultados inferiores ao limite estabelecido pelo método para detecção de fósforo total. Desde modo, os resultados apresentados em seguida são referentes à Campanha 1 (período chuvoso) de 2010.

Os valores mais baixo ($1,11 \text{ mg/L}^{-1}$) e mais elevado ($2,24 \text{ mg/L}^{-1}$) de fósforo total na lagoa Encantada foram observados na Estação LE1, nas amostras de superfície e fundo, respectivamente, durante a Campanha 1 (período chuvoso). As demais Estações variaram apenas entre $1,25 \text{ mg/L}^{-1}$ (LE2 Superfície) a $1,43 \text{ mg/L}^{-1}$ (LE2 Fundo).

Na lagoa Encantada (LES-LEN-500), o programa Monitora (SEMA/INGÁ, 2008 e 2009), apresentou concentrações de fósforo total que oscilaram entre $0,025$ e $0,092 \text{ mg/L}^{-1}$. Como os resultados obtidos no presente estudo para o período chuvoso foram muito elevados quando comparados ao programa Monitora cabe à ressalva de que pode ter havido aqui algum erro analítico para fósforo total e também ortofosfatos.

A fração existente de ortofosfato, no período chuvoso, apresentou também as menores e maiores concentrações na Estação LE1, onde $0,22 \text{ mg/L}^{-1}$ (superfície) e $0,89 \text{ mg/L}^{-1}$ (Fundo).

A não detecção do fósforo total nas águas da lagoa Encantada durante a Campanha 2, diferentemente do ocorrido durante a Campanha 1, pode ter como causa as menores precipitações ocasionando no menor aporte de material alóctone, e uma determinada elevação da assimilação pelos organismos autótrofos.

Os dados aqui apresentados podem estar comprometidos pela interpretação e comparação das diferenças obtidas entre o presente estudo e o programa Monitora no rio Almada e lagoa Encantada, indicando possível erro analítico como já explicitado.

– *Rio Almada (Campanhas 1 e 2 - 2010)*

Os resultados do rio Almada obtidos durante a Campanha 2 de 2010, período seco, apresentaram todos os resultados inferiores ao limite estabelecido pelo método para detecção de fósforo total. Desde modo, os resultados apresentados em seguida são, principalmente, referentes à Campanha 1 (período chuvoso) de 2010.

Ao longo do rio Almada, o pico de fósforo total observado foi apresentado pela Estação AL4 ($2,66 \text{ mg/L}^{-1}$). Já a Estação AL5 mostrou a menor concentração ($1,07 \text{ mg/L}^{-1}$). Cabe ressaltar que o aumento na concentração de fosfato pode gerar efeitos diretos sobre a densidade do fitoplâncton gerando alterações nas comunidades zooplânctônicas, bentônicas e nectônicas.

Foram observados as variações dos valores de fósforo total ($0,055$ a $0,176 \text{ mg/L}^{-1}$) no rio Almada obtidos pelo programa Monitorada RPGA do Leste, na Estação LES-ALM-300, durante os anos de 2008 e 2009. Como os valores obtidos no presente estudo são muito elevados quando comparados ao programa Monitora, não pode ser descartado aqui a possibilidade de ter havido erro analítico.

Mesmo as menores concentrações de ortofosfatos são consideradas muito elevadas nas Estações AL3 ($0,77 \text{ mg/L}^{-1}$), AL4 ($0,69 \text{ mg/L}^{-1}$) e AL5 ($0,72 \text{ mg/L}^{-1}$). As Estações com valores iguais ou superiores a $1,0 \text{ mg/L}^{-1}$, foram: AL1 ($1,10 \text{ mg/L}^{-1}$); AL2 ($1,08 \text{ mg/L}^{-1}$) e AL6 ($1,00 \text{ mg/L}^{-1}$).

Conforme Esteves (1988), o ortofosfato é uma importante forma de fosfato do ponto de vista limnológico, sendo a principal forma assimilada pelos vegetais aquáticos. A presença na água depende fortemente do pH (que influencia no tipo iônico do ortofosfato) e da densidade e atividade de organismos. Os menores valores de ortofosfatos podem representar maior assimilação pelos organismos.

A não detecção do fósforo total nas águas do rio Almada durante a Campanha 2 pode ter como origem no menor aporte de material alóctone das margens (menor precipitação), e um determinado aumento na assimilação pelos organismos autótrofos.

Os dados aqui apresentados podem estar comprometidos pela interpretação e comparação das diferenças obtidas entre o presente estudo e o programa Monitora no rio Almada e lagoa Encantada, indicando possível erro analítico como já explicitado.

– *Rio Almada (Campanha 1 - 2011)*

Os resultados das amostras de água das Estações do rio Almada na Campanha 1 de 2011 foram constantes e semelhantes sendo elas: $0,127 \text{ mg/L}^{-1}$ (Estação RAL01) e $0,125 \text{ mg/L}^{-1}$ (Estações RAL02 e RAL03). Assim como visto as abundâncias relativas para Cloreto, Sódio, Magnésio, Cálcio e Potássio a quase constância nos valores de fósforo total representa uma homogeneidade das águas amostradas nas três Estações neste período chuvoso.

Na Campanha 1 (2011) todas as estações apresentaram resultados abaixo do LQM= $0,07 \text{ mg/L}^{-1}$ para ortofosfatos.

– *Demais Ecossistemas Aquáticos Continentais (Campanhas 1 e 2 – 2010)*

Os resultados de fósforo total para os ambientes inseridos na AII durante a Campanha 2 de 2010, período seco, também apresentaram todos os resultados abaixo do limite estabelecido pelo método. Desde modo, os resultados apresentados abaixo são relativos à Campanha 1 (período chuvoso) de 2010.

O valor de fósforo total da Estação P1 analisado foi de $1,67 \text{ mg/L}^{-1}$ e da P2 foi de $1,94 \text{ mg/L}^{-1}$. Os dados aqui apresentados podem estar comprometidos pela interpretação e comparação das diferenças obtidas entre o presente estudo e o programa Monitora no rio Almada e lagoa Encantada, indicando possível erro analítico.

– *Demais Ecossistemas Aquáticos Continentais (Campanha 1 - 2011)*

O valor mínimo obtido para fósforo total nas Estações da ADA foi de $0,058 \text{ mg/L}^{-1}$ (Estação C01) e o máximo foi de $0,262 \text{ mg/L}^{-1}$ (C02). A Estação C02 e a Estação C03 ($0,145 \text{ mg/L}^{-1}$) que representam o rio Tiriri em sua porção mais a montante e a jusante apresentaram os valores mais altos. O riacho Valeta, em sua Estação C05, apresentou valor de fósforo total na água ($0,059 \text{ mg/L}^{-1}$) semelhante de ao do rio do Porto (Estação C01).

Devido às análises laboratoriais houveram diferentes Limites de Quantificação do Método de acordo com o laboratório responsável pela Campanha 1 de 2011. No entanto, todas as estações apresentaram resultados abaixo dos diferentes LQM utilizados ($0,02$ e $0,07 \text{ mg/L}^{-1}$).

- **Nitrogênio (N-Nitrito, N-Nitrato, Namoniacoal e Ntotal)**

O nitrogênio está presente nos ambientes aquáticos sob várias formas como, por exemplo, na forma molecular (N_2), íon nitrito (NO_2^-), íon nitrato (NO_3^-), e nas formas mais reduzidas: amônia NH_3 e o íon amônio (NH_4^+). A forma mais oxidada é íon nitrato (NO_3^-), que existe em sais, soluções aquosas e no ácido nítrico, HNO_3 (PINTO-COELHO, 2000).

O nitrogênio é muito importante devido sua participação na formação de proteínas. Nos processos de nitrificação catalisados por microorganismos, a amônia é oxidada para nitrato, enquanto nos processos de desnitrificação correspondentes, nitrito e nitrato são reduzidos para nitrogênio molecular.

Estes processos são importantes tanto para sedimentos e águas naturais (BAIRD, 2002). A maior parte das plantas pode absorver o nitrogênio na forma de nitrato, de modo que amônio e amônia usados como fertilizante deve ser oxidado através de microorganismos para que sejam úteis aos vegetais.

A variável Nitrogênio Total corresponde à concentração total de nitrogênio em todas as espécies químicas.

Para águas doces de Classe 2, a Resolução Conama 357/05 determina o limite do parâmetro inorgânico nitrito de $1,0 \text{ mg/L}^{-1} \text{ N}$ e em águas salobras, Classe 1, de $0,07 \text{ mg/L}^{-1} \text{ N}$. Já em relação ao nitrato, é estabelecido o valor de até $0,40 \text{ mg/L}^{-1} \text{ N}$ para águas salobras (Classe 1), e águas doces (Classe 2): $10 \text{ mg/L}^{-1} \text{ N}$.

As concentrações de nitrogênio amoniacoal total estabelecidas pela Resolução Conama 357/05 para água salobra, Classe 1, é de $0,40 \text{ mg/L}^{-1}$ e para Classe 2 é $0,70 \text{ mg/L}^{-1}$. Todavia, para as águas doces Classe 2, os teores máximos considerados pela resolução para o nitrogênio amoniacoal são dependentes de intervalos definidos de pH para água amostrada. Assim, os intervalos delimitados são: $\text{pH} \leq 7,5$ ($3,7 \text{ mg/L}^{-1} \text{ N}$); $7,5 < \text{pH} \leq 8,0$ ($2,0 \text{ mg/L}^{-1} \text{ N}$); $8,0 < \text{pH} \leq 8,5$ ($1,0 \text{ mg/L}^{-1} \text{ N}$); e $\text{pH} > 8,5$ ($0,5 \text{ mg/L}^{-1} \text{ N}$).

Quando se considera a presença de peixes nos estágios preliminares de vida, a EPA (2004) adota critério de cronicidade para as concentrações de N amoniacoal em águas doces. Como para a Resolução Conama 357/05, o teor do N-amoniacoal é dependente do pH para a EPA. No entanto, a EPA também considera a temperatura como fator condicionante, conforme se verifica no **Quadro 8.1.5.3.4** a seguir:

Quadro 8.1.5.3.4 - Critérios de Concentrações de Namoniacoal (mg/L^{-1}) na Água de Acordo com Temperatura e pH

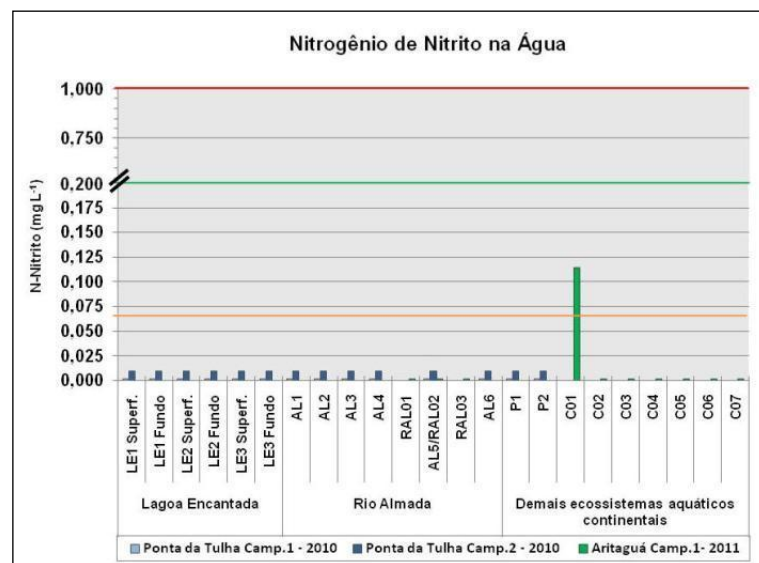
pH	Concentrações de Namoniacoal (mg/L^{-1})									
	Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)									
	0	14	16	18	20	22	24	26	28	30
6,5	6,67	6,67	6,06	5,33	4,68	4,12	3,62	3,18	2,80	2,46
7,0	5,91	5,91	5,37	4,72	4,15	3,65	3,21	2,82	2,48	2,18
7,5	4,36	4,36	3,97	3,49	3,06	2,69	2,37	2,08	1,83	1,61
8,0	2,43	2,43	2,21	1,94	1,71	1,50	1,32	1,16	1,02	0,897
8,5	1,09	1,09	0,990	0,870	0,765	0,672	0,591	0,520	0,457	0,401
9,0	0,486	0,486	0,442	0,389	0,342	0,300	0,264	0,232	0,204	0,179

Fonte: EPA (2004)

As condições e padrões de teores de nitrogênio total não são indicados pela Resolução Conama 357/05.

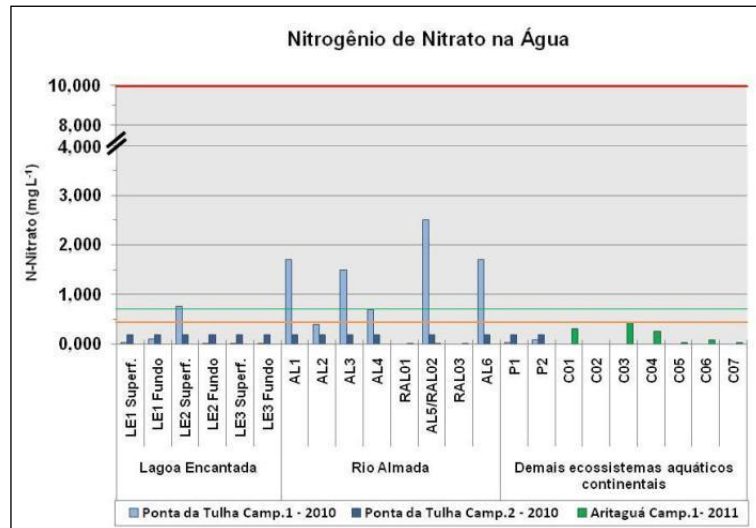
As concentrações de Nitrito (N-NO₂ ou N-nitrito) e Nitrato (N-NO₃ ou N-nitrato) quantificadas para o Estudo de Impacto Ambiental do Empreendimento Porto Sul estão representadas na **Figuras 8.1.5.3.64 e 8.1.5.3.65**, respectivamente. Para as análises dos analitos nas amostras de água realizadas ano de 2010, se deve deixar evidente que devido aos ajustes de curva de calibração do método para N-Nitrito realizado pelo laboratório responsável, o LDM para Campanha 1 (período chuvoso) foi de 0,002 mg/L⁻¹ e para a Campanha 2 (período seco) foi de 0,01 mg/L⁻¹. Para a Campanha 1 de 2011 foi usado o LQM que foi de 0,002 mg/L⁻¹, análises realizadas por outro laboratório como descrito na metodologia. Esta diferença não influenciou negativamente nas interpretações dos resultados de N-Nitrito no presente estudo.

A **Figura 8.1.5.3.66** representa gráfico que, através de colunas de barras, demonstra os valores de Nitrogênio Amoniacal obtidos em ambas as Campanhas de Amostragens. A fim de comparação com os padrões da Resolução Conama 357/05, a **Figura 8.1.5.3.67** apresenta a dispersão de Namoniacal em relação ao pH das Estações de Amostragem Seleccionados. Já as variações de Nitrogênio Total estão expostas na **Figura 8.1.5.3.68**.



Obs. Todas as Estações obtiveram valores inferiores ao Limites de Quantificação do Método (< LQM), exceto a Estação C01. As linhas vermelhas e laranja indicam os Limites Mínimos de Nitrato para Águas Doces (Classe 2) e Salobras (Classe 1), respectivamente (Conama 357/05). A linha verde representa o limite para Águas Salobras, Classe 2

Figura 8.1.5.3.64 - Concentração de N-Nitrito nas Águas - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2010 e Período Chuvoso (1) 2011



Obs. As amostras do Período Chuvoso de 2010 obtiveram valores inferiores ao Limites de Quantificação do Método (< 0,20 mg/L) As Linhas Vermelhas e Laranja Indicam os Limites Mínimos de Nitrato para Águas Doces (Classe 2) e Salobras (Classe 1), respectivamente (Conama 357/05). A Linha Verde indica o limite estabelecido para Nitrato para águas Salobras Classe 2.

Figura 8.1.5.3.65 - Valores de N-Nitrato nas Águas - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2010 e Período Chuvoso (1) 2011

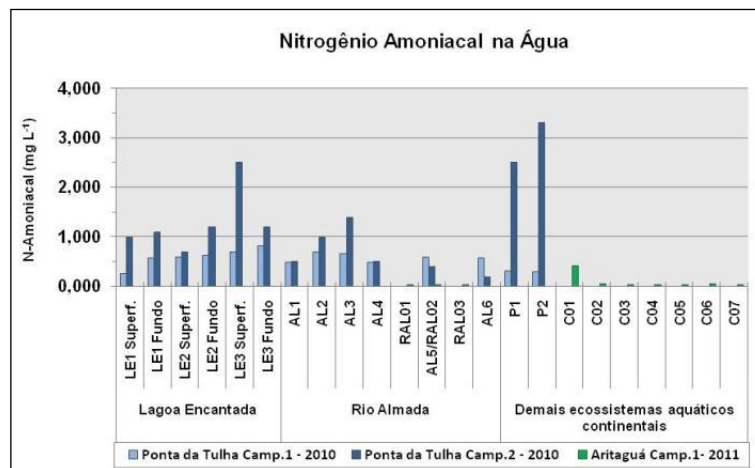
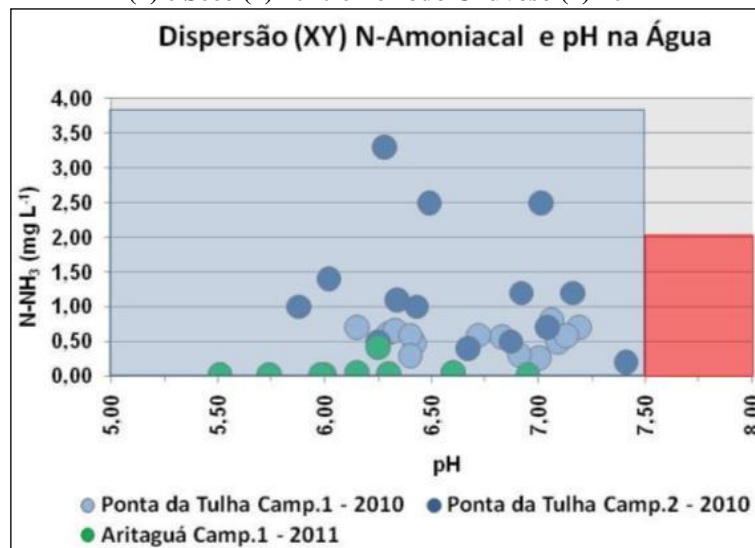


Figura 8.1.5.3.66 - Nitrogênio Amoniacal nas Águas - Qualidade das Águas- Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2010 e Período Chuvoso (1) 2011



Obs. Área em Azul compreende o intervalo delimitado por $\text{pH} \leq 7,5$ ($3,7 \text{ mg/L}^{-1} \text{ N}$) e área em vermelho o intervalo determinado para $7,5 < \text{pH} \leq 8,0$ ($2,0 \text{ mg/L}^{-1} \text{ N}$).

Figura 8.1.5.3.67 - Representação Gráfica da Dispersão (XY) entre Nitrogênio Amoniacal e pH nas Águas - Qualidade das Águas- Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2010 e Período Chuvoso (1) 2011

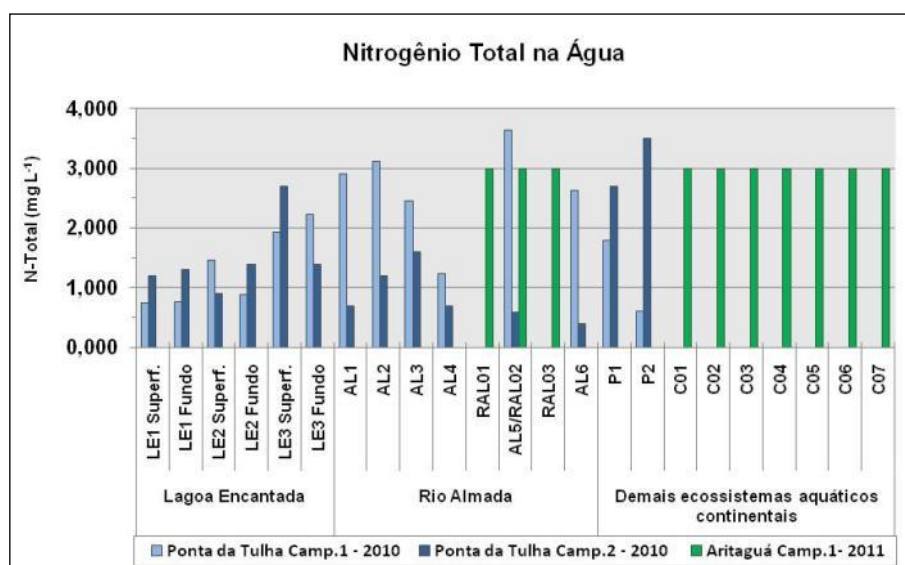


Figura 8.1.5.3.68 - Nitrogênio Total nas Águas - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2010 e Período Chuvoso (1) 2011

– Lagoa Encantada (Campanhas 1 e 2 - 2010)

Como apresentado anteriormente na **Figura 8.1.5.3.64**, todos os valores de N-Nitrito na lagoa Encantada foram inferiores ao Limite de Detecção do Método ($<0,002 \text{ mg/L}^{-1} \text{ N}$ no período chuvoso e $<0,01 \text{ mg/L}^{-1} \text{ N}$ no período seco), portanto, não foram verificadas violações à Resolução Conama 357/05.

Para N-Nitrato, os resultados para o período seco de 2010 apresentaram em todas as Estações de Amostragem valores inferiores ao LDM. Contudo no período chuvoso (Campanha 1) um pico de concentração ($0,76 \text{ mg/L}^{-1} \text{ N}$) foi observado na Estação LE2 Superfície, enquanto que na LE2 Fundo e LE3 Fundo não foram detectáveis pelo método ($< 0,01 \text{ mg/L}^{-1} \text{ N}$). Além da Estação LE2 Superfície, LE1 foi a outra Estação que as amostras foram quantificadas acima do LDM, onde para superfície se deu $0,04 \text{ mg/L}^{-1} \text{ N}$ e para fundo $0,10 \text{ mg/L}^{-1} \text{ N}$. Deve-se enfatizar que o valor quantificado para a Estação LE3 Superfície ($0,01$) apresentou-se próximo ao LDM.

A forma mais oxidada do nitrogênio é o íon nitrato (NO_3^-), sendo esta a mais assimilada pelos organismos fotossintetizantes. Através deste fato é possível conjecturar que os mais baixos valores de N-Nitrato observados podem estar relacionados com rápida e maior assimilação pelos organismos. Chegando a valores de quase depleção no meio, o N-nitrato pode estar atuando como fator limitante de produção primária nas Estações de Amostragem, principalmente no período seco. Cabe ressaltar que os resultados obtidos para N-nitrato no período chuvoso podem ter relação direta com uma parcela alóctone, de origem terrestre através de lixiviação e carreamento superficial promovido pelo período de maiores precipitações. Os recursos de nitratos podem também ter sido oriundos de esgotos domésticos não tratados ou águas servidas, fertilizantes usados em plantações, fazendas de gado ou naturalmente da matéria orgânica autóctone da lagoa Encantada.

Os valores analisados de N-Nitrato para todas as Estações na lagoa Encantada não ultrapassaram os padrões limites estabelecidos pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente.

Os teores de N-Amoniacal apresentados nas camadas mais profundas da coluna d'água nas Estações amostradas da lagoa Encantada se mostraram mais elevados quando comparados com as amostras de água das respectivas superfícies, principalmente no período chuvoso. Apenas a Estação LE3, no período seco, apresentou valores mais elevados na superfície ($2,5 \text{ mg/L}^{-1}$ N-Amoniacal) em relação a amostra de fundo ($1,20 \text{ mg/L}^{-1}$ N-Amoniacal). O nitrogênio amoniacal pode influenciar fortemente a dinâmica do oxigênio dissolvido no meio, uma vez que para oxidar 1 mg de N amoniacal, são necessários cerca de $4,3 \text{ mg}$ de oxigênio (Esteves, 1988). Deste modo, podemos considerar que uma maior concentração de Namoniacal pode ter a capacidade de diminuir a concentração de oxigênio no meio.

No período chuvoso (2010), o valor mais elevado de N-Amoniacal foi de $0,81 \text{ mg L}^{-1}$ N (LE3 Fundo) e o mais baixo foi de $0,26 \text{ mg/L}^{-1}$ N (LE1 Superfície). A maior variação entre hipolímnio e epilímnio foi notada nesta estação LE1, onde a amostra de fundo apresentou $0,57 \text{ mg/L}^{-1}$ Namoniacal. Todavia, no período seco (2010), os valores variaram entre $0,70$ (LE2 Superf.) e $2,5$ (LE3 Superf.). Nenhum destes resultados apresentados viola o limite máximo estabelecido pela Resolução Conama 357/05 para Águas Doces, Classe 2, que foi submetido à comparação ($3,7 \text{ mg/L}^{-1}$ N).

O nitrogênio total define todas as formas e especiações químicas do elemento nitrogênio, agregando também os valores de N-nitrito, N-nitrato e N-amoniacal. No período chuvoso, a Estação LE3 apresentou valores mais elevados de nitrogênio total (NT), sendo para água superficial ($1,94 \text{ mg/L}^{-1}$ NT) e para água de fundo ($2,22 \text{ mg/L}^{-1}$ N). No período seco, a referida Estação também obteve o valor mais extremo, porém agora em água superficial: $2,70 \text{ mg/L}^{-1}$ NT.

Uma fonte importante de nitrogênio são os fertilizantes, como a Estação LE3 está próxima a fazendas, se pode sugerir que alguma atividade agrícola executada pode estar incrementando a quantidade de nitrogênio nesta porção da lagoa Encantada. Entretanto, este maior aporte pode ter influência do escoamento superficial ou drenagem a partir do rio Caldeiras que tem suas águas diretamente escoadas para a lagoa, nesta Estação de Amostragem.

O programa Monitora verificou valores entre 2008 e 2009 de $0,40 \text{ mg/L}^{-1}$; $1,2 \text{ mg/L}^{-1}$; 7 mg/L^{-1} ; $24,2 \text{ mg/L}^{-1}$ N, em amostras de água coletadas próximo ao píer na lagoa Encantada, na comunidade de Areias.

– *Rio Almada (Campanhas 1 e 2 - 2010)*

Assim como apresentado para os resultados tidos na lagoa Encantada, o N-Nitrito no rio Almada foram abaixo do Limite de Quantificação do Método em ambas as campanhas de 2010, não infringindo a Resolução Conama 357/05 em relação ao enquadramento para águas doces

(Classe 2) e salobras (Classe 1).

De acordo com a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente nº357/05 (águas de Classe 1), a Estação AL6 caracterizada por amostras de água salobra apresentou violação para N-nitrato ($2,63 \text{ mg/L}^{-1}$) apenas no período chuvoso (Campanha 1 - 2010). Além de prováveis fontes de esgotos não tratados oriundas da ocupação da APP do rio Almada neste trecho, o nitrato também pode origem natural devido ao manguezal presente. O montante pode ter sido elevado devido à contribuição das águas das chuvas na bacia, pois no período seco todos os resultados foram abaixo do LDM. Nitratos podem causar hipóxia (baixos níveis de oxigênio dissolvido) e serem tóxicos aos animais endotérmicos em altas concentrações (10 mg/L^{-1} ou mais) em certas condições (EPA, 2010).

As concentrações de N-Amoniacal quantificadas ao longo do rio Almada não transgridem os limites definidos pela Resolução Conama 357/05 e pela EPA (2004). O mais elevado valor, $0,70 \text{ mg/L}^{-1} \text{ N-NH}_3$, foi verificado nas amostras de água da Estação AL2 e o mais baixo na AL1 ($0,49 \text{ mg/L}^{-1} \text{ N-NH}_3$) durante a Campanha 1 (período chuvoso). Dentre todas as campanhas e estações amostradas em 2010, foi observado um pico no AL3 ($1,40 \text{ mg/L}^{-1} \text{ N-NH}_3$) no período seco.

No presente estudo, foi notada uma tendência de elevação de Ntotal no período chuvoso no rio Almada (valor médio $2,66 \text{ mg/L}^{-1} \text{ NT}$) e de diminuição no período seco (valor médio: $0,87 \text{ mg/L}^{-1} \text{ NT}$). Como já discutido, os componentes físicos e químicos que geram informações sobre qualidade de água no rio Almada dão indícios sobre a qualidade do próprio ecossistema terrestre da sua bacia hidrográfica. As respostas geradas pelos períodos de estiagem e chuvas podem registrar pulsos e padrões de comportamento (mínimas e máximas) que os parâmetros de qualidade de água podem apresentar. Intrínseco a isto, a variação dos dados também dependem do comportamento (preferências, habitat, nicho, etc.) de toda uma biota ao longo de gradientes do rio. De tal modo, o incremento do Nitrogênio total para o rio Almada apresentou padrão que preferencialmente depende do período de chuvas.

De acordo com os dados aqui referenciados, o padrão do comportamento das espécies químicas de nitrogênio apontou quase depleção de N-nitrito (este convertido logo em N-nitrato, provavelmente), com o predomínio de N-nitrato e Namoniacoal no período chuvoso. Já no período seco, houve quase depleção de N-nitrito e N-nitrato.

– *Rio Almada (Campanha 1 - 2011)*

No período chuvoso amostrado de 2011, os valores para N-nitrito na água para as três Estações foram abaixo do LQM, assim como verificado para Namoniacoal e Ntotal. Contudo, valores foram quantificados para N-Nitrato, sendo de forma semelhante: $0,012 \text{ mg/L}^{-1}$ (Estação RAL01 e RAL02) e $0,011 \text{ mg/L}^{-1}$ (RAL03).

– *Demais Ecossistemas Aquáticos Continentais (Campanhas 1 e 2 - 2010)*

Os valores de N-nitrito (abaixo do LQM) das duas Estações (P1 e P2) não contravêm com os valores estabelecidos pelas legislações discutidas. No que diz respeito ao N-nitrato, a Estação P1 obteve $0,04 \text{ mg/L}^{-1} \text{ N-NO}_3$ e a P2 $0,09 \text{ mg/L}^{-1} \text{ N-NO}_3$ no período chuvoso. No Período tido como de seca os valores foram $< \text{LQM}$.

Os ecossistemas aquáticos que estão situados na Área Influenciada Indiretamente (AII), no período chuvoso (Campanha 2), apresentaram concentrações de Namoniacoal inferiores aos delimitados tanto pela Resolução Conama 357/05 e pela EPA (2004), sendo quantificado $0,30 \text{ mg/L}^{-1} \text{ N}$ para P1 e $0,31 \text{ mg/L}^{-1} \text{ N}$ para P2.

De acordo EPA (2010), o nível natural de amônia e nitrato em águas superficiais é tipicamente abaixo de 1 mg/L^{-1} e em ecossistemas aquáticos que sofrem influência de esgotos tratados pode chegar em concentrações superiores à 30 mg/L^{-1} . O N-amoniacoal avaliado para a P2, durante o período seco, foi de $3,30 \text{ mg/L}^{-1}$. Este foi o valor mais alto analisado, entretanto, não viola o limite estabelecido pela Resolução Conama 357/05, Classe 2, água doce.

– *Demais Ecossistemas Aquáticos Continentais (Campanha 1 - 2011)*

A Estação C01 foi o único local amostrado que a água apresentou valor de N-nitrito superior ao LQM dentre as Campanhas realizadas em 2010 e 2011. O valor quantificado foi de $0,114 \text{ mg/L}^{-1}$ N-nitrito, superior ao limite estabelecido para águas salobras, Classe 1, porém inferior à Classe 2 (no qual foi classificada no presente estudo).

Com relação aos mais elevados valores de N-nitrato, estes foram obtidos na Estação C03 ($0,433 \text{ mg/L}^{-1}$) e Estação C01 ($0,322 \text{ mg/L}^{-1}$). O valor mínimo de N-nitrato esteve presente nas amostras de água da Estação C07 ($0,03 \text{ mg/L}^{-1}$).

Além dos elevados resultados para N-nitrito, N-nitrato na Estação C01, esta também apresentou alto valor de N-amoniaco ($0,42 \text{ mg/L}^{-1}$), 14 vezes mais elevado do que o valor mais baixo verificado ($0,03 \text{ mg/L}^{-1}$, Estação C07) e o 7 vezes mais elevado do que o segundo valor mais alto ($0,06 \text{ mg/L}^{-1}$, Estações C02 e C06). O valor para N-amoniaco da Estação C01 está abaixo do estabelecido para água salobra, Classe 2 ($0,70 \text{ mg/L}^{-1}$) e superior à Classe 1 ($0,40 \text{ mg/L}^{-1}$).

Apesar de ter sido considerado um valor alto de N-amoniaco na Estação C01 quando comparado às águas amostradas nos demais ecossistemas lóticos da ADA, isto não acontece quando confrontada aos valores dos demais ecossistemas aquáticos situados na AID e AII. Contudo, no caso das Estações situadas na ADA, o resultado para N-amoniaco para Estação C01 pode ser um indicativo de influência dos efluentes provenientes do “lixão” sobre a acentuação da decomposição da matéria orgânica nas águas do rio do Porto (Estação C01).

Corroborando a linha de raciocínio exposta anteriormente está o mais alto valor de N-nitrito encontrado entre os anos de 2010 e 2011. Isto pode significar um grande aporte contínuo de compostos nitrogenados, onde a quantidade de nitritos presentes na Estação C01 não é totalmente convertida nitrato pelas bactérias nitrificantes.

- **Ferro Dissolvido**

Os metais avaliados nas águas das áreas de influência direta e indireta relacionadas ao empreendimento Porto Sul foram: alumínio dissolvido, cobre dissolvido, manganês total, zinco total, cromo total, mercúrio total, cádmio total e níquel total. Estes parâmetros de qualidade de água são apresentados a seguir, sendo o presente item destinado à apresentação de resultados e discussão sobre ferro dissolvido.

As concentrações encontradas nas amostras coletadas para os parâmetros citados são comparadas, quando estabelecida, com os critérios da Resolução Conama 357/05 e com os critérios da *National Oceanic and Atmospheric Administration - NOAA - Screening Quick Reference Tables* (BUCHMAN, 2006).

O ferro existe sob forma particulada e dissolvida, e pode estar sob forma reduzida Fe^{2+} ou oxidada Fe^{3+} . Comumente, em ambientes aquáticos, prevalece Fe^{2+} , que, por meio do consumo do oxigênio dissolvido no meio, oxida-se a Fe^{3+} . Com a oxigenação da coluna d'água há a precipitação de fosfato férrico e a redissolução de fosfato ferroso durante períodos de redução (TUNDISI & TUNDISI, 2008).

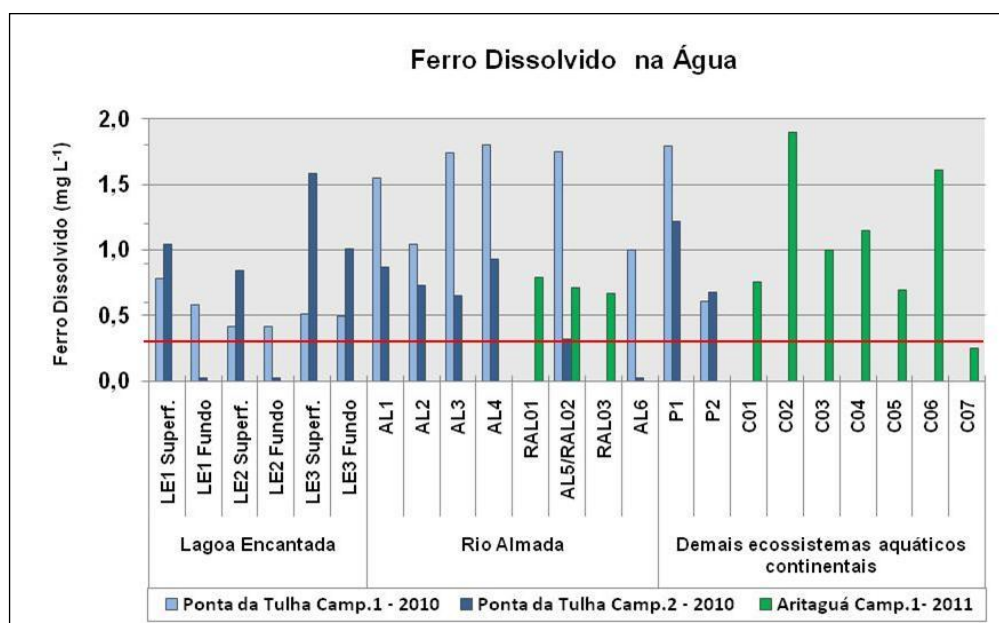
O ferro é um elemento importante e essencial nos processos de oxidorredução, como cadeias de transporte de elétrons (respiração e fotossíntese), além de ser necessário nas hemoglobinas

e síntese de clorofila (PINTO-COELHO, 2002). Assim, o elemento ferro pode interferir no metabolismo de diversas formas de vida, no fitoplâncton, por exemplo, é capaz de inibir a absorção e os processos fisiológicos do fósforo (ALLOWAY & AYRES, 1994).

O ferro pode ser considerado como elemento limitante do crescimento do fitoplâncton em áreas do oceano com baixos níveis de nutrientes. A adição de ferro em ecossistemas aquáticos marinhos com estas características e consequentemente com baixa produtividade primária pode elevar as condições favoráveis ao aumento das taxas de produtividade do fitoplâncton e da sua biomassa (MARTIN *et al.*, 1994).

O consumo em excesso de ferro nos seres humanos pode ocasionar aumento na produção de radicais livres de oxigênio no organismo, responsáveis por doenças degenerativas e pelo processo de envelhecimento (SHIMMA, 1995).

A **Figura 8.1.5.3.69** apresenta a distribuição dos valores absolutos de Ferro Dissolvido presentes nas águas das Estações de Amostragem do Estudo de Impacto Ambiental do empreendimento Porto Sul. Para a comparação com os critérios da Resolução Conama 357/05 (água doce - Classe 2 e água salobra - Classe 1), foi representado em linha vermelha o valor limite de $0,3 \text{ mg/L}^{-1}$.



Obs. Linha Vermelha indica limite estabelecido pela Res. Conaman^o 357/05 para água doce (Classe 2) e salobra (Classe 1 e 2).

Figura 8.1.5.3.69 - Ferro Dissolvido nas Águas - Qualidade das Águas - Porto Sul -Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2010 e Período Chuvoso (1) 2011

– *Lagoa Encantada (Campanhas 1 e 2 - 2010)*

Os valores obtidos de ferro dissolvido nas águas amostradas durante a Campanha 1 de 2010 (Período Chuvoso) na lagoa Encantada oscilaram entre $0,42 \text{ mg/L}^{-1}$ Fe (LE2 Superfície e Fundo) e $0,78 \text{ mg/L}^{-1}$ Fe (LE1 Superfície). Estes teores violam a Resolução Conama 357/05 para águas doces de Classe 2, que estabelece até o limite de $0,30 \text{ mg/L}^{-1}$. Entretanto, as concentrações de ferro dissolvido em ecossistema aquático têm origem alóctone a partir de rochas tais como, por exemplo: hematita, magnetita e siderita. Na Campanha 2 (período seco)

os resultados variaram entre 0,84 mg/L⁻¹ Fe (LE2 Superf.) e 1,58 mg/L⁻¹ Fe (LE3 Superf.). LE1 Fundo e LE2 Fundo apresentaram valores menores que o LDM (<0,03 mg/L⁻¹).

A presença do elemento ferro no ambiente lêntico, naturalmente, está condicionado às concentrações e transporte proveniente do seu entorno e tributários, além dos ciclos biogeoquímicos autóctones no qual, por exemplo, o Fe⁺⁺ (forma reduzida) libera precipitado como fosfato férrico em potencial redox mais elevado (Tundisi & Tundisi, 2008).

O ferro dissolvido na água da lagoa Encantada (LES-LEN-500) apresentado pelo programa Monitora variou entre 0,40 e 0,54 mg/L⁻¹ Fe. Estes valores também ultrapassaram o limite da Resolução Conama 357/05.

– *Rio Almada (Campanhas 1 e 2 - 2010)*

Verificou-se a variação da concentração de ferro dissolvido no rio Almada de 1,00 mg/L⁻¹ (AL6) a 1,80 mg/L⁻¹ (AL4) durante o período chuvoso de 2010 (Campanha 1). Valores de 0,32 mg/L⁻¹ Fe (AL5) e 0,93 mg/L⁻¹ Fe (AL4) foram obtidos durante o período seco, sendo que a AL6 apresentou valor < 0,03 (LDM).

Durante a Campanha 1 de 2010, o valor médio de ferro dissolvido obtido entre as Estações de Amostragem no rio Almada foi de 1,48 mg/L⁻¹ Fe, sendo superior ao observado para o calculado entre as Estações da lagoa Encantada (0,53 mg/L⁻¹ Fe). Entretanto, na Campanha 2 o valor médio do ferro dissolvido avaliado nas águas do rio Almada foi de 0,59 mg/L⁻¹ Fe, inferior ao observado para a lagoa Encantada (0,75 mg/L⁻¹ Fe).

Como o Ferro é considerado um indicador natural de entrada de material terrígeno em ambientes aquáticos, os elevados valores tidos na Campanha 1, podem ter sido originados a partir das ações da precipitação na bacia do rio Almada, durante o período tido como chuvoso. A diminuição das concentrações de ferro dissolvido durante a Campanha 2 se deve, provavelmente, à redução de precipitação.

Com base na Resolução Conama 357/05 há violação para este parâmetro exceto para a Estação AL6, amostrada no período seco.

Em estação de amostragem (LES-ALM-200) localizada a montante da AL1, de acordo com o programa Monitora, foi obtido concentrações de 0,64 até 0,92 mg/L⁻¹ para ferro dissolvido. A estação LES-ALM-300 (a jusante de AL1) do referido programa de monitoramento apresentou amostras de água com valores de 0,38 a 0,83 mg/L⁻¹ Fe.

– *Rio Almada (Campanha 1 - 2011)*

As concentrações de Ferro Dissolvido nas águas amostradas nas Estações RAL01 (0,79mg/L⁻¹), RAL02 (0,71 mg/L⁻¹) e RAL03(0,67 mg/L⁻¹) da Campanha 1 de 2011 estão entre a amplitude mínima 0,32 mg/L⁻¹ (Estação AL5, período seco) e máxima (1,8 mg/L⁻¹ AL4, período chuvoso) das campanhas realizadas 2010. Contudo, no período seco de 2010 todos os valores analisados foram inferiores a 0,93 mg/L⁻¹ e no período chuvoso superiores a 1,00 mg/L⁻¹.

Valor médio (N=3) de Ferro Dissolvido na água no período chuvoso de 2011 foi de 0,72 mg/L⁻¹ e do período chuvoso de 2010 foi de 1,48 mg/L⁻¹ (N=6).

– *Demais Ecossistemas Aquáticos Continentais (Campanhas 1 e 2 – 2010)*

No período chuvoso (2010) de amostragem de água, na Estação P1 foi obtido o valor de $1,79 \text{ mg/L}^{-1}$ Fe, enquanto que na P2 foi quantificado $0,61 \text{ mg/L}^{-1}$ Fe. O Estudo de Impacto Ambiental do Empreendimento Portuário da Ponta da Tulha realizado pela BAMIN (2009), apresentou concentração de $1,49 \text{ mg/L}^{-1}$ Fe (período chuvoso) em Estação denominada LM5, localizada na mesma área escolhida para a Estação P1, do presente estudo.

No período seco (2010), a Estação P1 apresentou $1,22 \text{ mg/L}^{-1}$ Fe e a Estação P2 apresentou $0,68 \text{ mg/L}^{-1}$ Fe.

– *Demais Ecossistemas Aquáticos Continentais (Campanha 1 - 2011)*

Dos ecossistemas aquáticos continentais caracterizados como de água salobra situados na ADA, a Estação C07 ($0,25 \text{ mg/L}^{-1}$) foi a única que não ultrapassou o limite estabelecido pela Resolução Conama357/05. O valor absoluto de Ferro Dissolvido da Estação C02 foi o mais elevado

($1,90 \text{ mg/L}^{-1}$) quando comparado aos demais resultados apresentados em todas as campanhas (2010 e 2011) realizadas no presente estudo. Este fato pode estar relacionado à influência das áreas úmidas no rio Tiriri, neste trecho a montante (Estação C02).

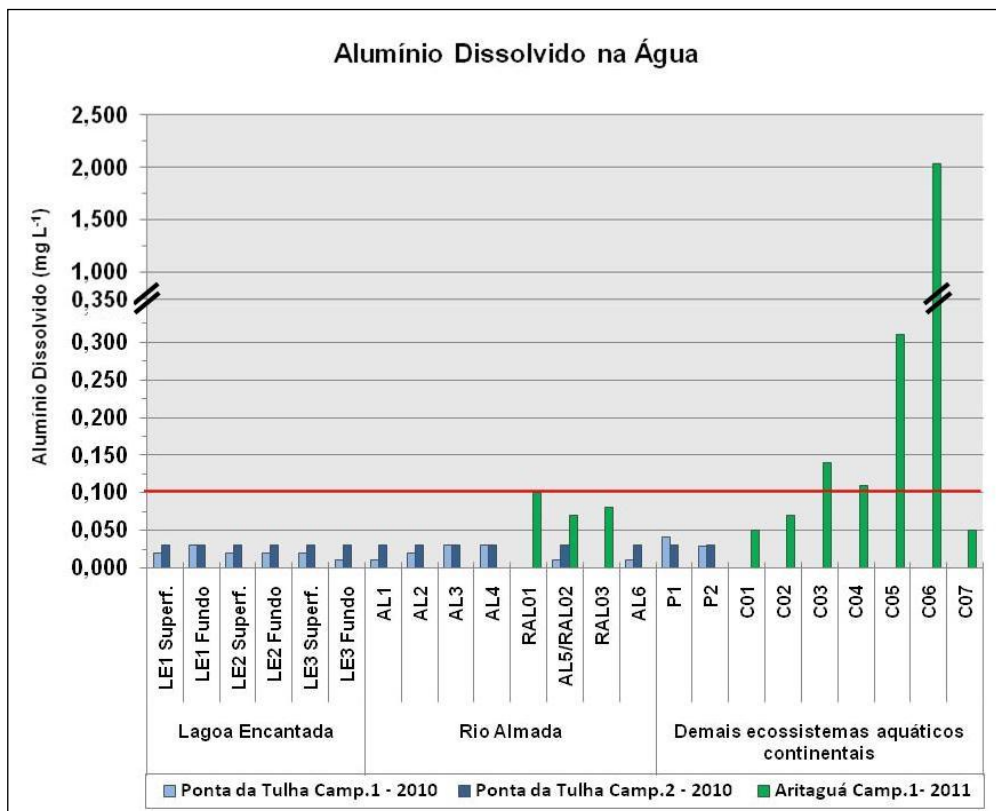
- **Alumínio Dissolvido**

O Alumínio, embora seja o terceiro elemento mais abundante da crosta terrestre, possui reduzida função biológica. Em águas naturais com pH entre 6 e 9, por exemplo, a solubilidade do alumínio contido em rochas e solos é muito pequena e isto se deve pela insolubilidade do $\text{Al}(\text{OH})_3$. Entretanto, o alumínio é mais solúvel em rios e lagos de pH ligeiramente ácidos, sendo de fato o Al^{3+} , o cátion principal em águas cujo pH é menor que 4,5 (BAIRD, 2002).

Nos peixes, o excesso de alumínio no meio aquático torna-se um causa potencial de problemas respiratórios. No ser humano, elevadas concentrações desse metal podem acarretar, entre outros distúrbios, perda de memória e surgimento de demências como as provocadas pela doença de Alzheimer (ALLOWAY & AYRES, 1994).

A Resolução Conama 357/05 estabelece para alumínio dissolvido o limite de $0,1 \text{ mg/L}^{-1}$ Al tanto para águas doces de Classe 2 e salobras de Classe 1 e 2. Este limite é indicado na **Figura 8.1.5.3.70** através da representação em linha vermelha. A referida figura apresenta os valores obtidos de Alumínio Dissolvido presentes nas águas das Estações de Amostragem do Estudo de Impacto Ambiental do empreendimento Porto Sul em ambas as campanhas.

Devido a mudança de curva de calibração na análise de alumínio dissolvido, de acordo com o laboratório responsável das Campanhas de 2010, houve diferença no limite de detecção do método aplicado na Campanha 1 ($0,01 \text{ mg/L}^{-1}$) e na Campanha 2 ($0,03 \text{ mg/L}^{-1}$). Como todos os resultados da Campanha 2 foram abaixo do LDM, coube aos subitens a seguir a apresentação das variações das concentrações de alumínio dissolvido apenas da Campanha 1. Deve ser observado na **Figura 8.1.5.3.70** que no período chuvoso (Campanha 1) de 2010 quatro Estações (LE1 Fundo, AL1, AL5 e AL6) apresentaram concentrações inferiores ao LDM. Ressalva-se que na Campanha 1 de 2011 foi usado LQM ($0,05 \text{ mg/L}^{-1}$).



Obs. Linha Vermelha indica limite determinado pela Resolução Conama 357/05. Na Campanha 1 de 2010 foram abaixo do LDM (<0,01 mg/L⁻¹): A LE1 Fundo, AL1, AL5 e AL6. Na Campanha 2 de 2010 todos os valores das Estações foram abaixo do LDM (<0,03 mg/L⁻¹). Na Campanha 1 de 2011, as Estações C01 e C07 apresentaram resultados abaixo do LQM (<0,05mg/L⁻¹)

Figura 8.1.5.3.70 - Alumínio Dissolvido nas Águas - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2010 e Período Chuvoso (1) 2011

Todos os resultados para alumínio dissolvido analisados na Campanha 1 e 2 de 2010 não violaram os limites estabelecidos, tanto para a Resolução Conama 357/05, quanto para a EPA (2004) e o NOAA (BUCHMAN, 2006).

– *Lagoa Encantada (Campanhas 1 e 2 - 2010)*

Conforme a CETESB (2005), o alumínio na água é complexado e influenciado pelo pH, temperatura e a presença de fluoretos, sulfatos, matéria orgânica e outros ligantes. O aumento da concentração de alumínio está associado com o período de chuvas e, portanto, com a alta turbidez. A presença de condições redutoras no hipolímnio promove a liberação, para a água, de metais dos sedimentos, como ferro solúvel, manganês e alumínio.

No período chuvoso (Campanha 2 - 2010), se verificou que a maior concentração de alumínio dissolvido na água foi obtida no hipolímnio da Estação LE1 (0,03 mg/L⁻¹ Al), onde o potencial de oxidação foi o mais baixo (0,40 mV). As demais amostras referentes às Estações da lagoa Encantada apresentaram alumínio dissolvido de 0,02 mg/L⁻¹ Al, com exceção da Estação LE3 Fundo no qual a concentração foi inferior ao Limite de Detecção do Método (LDM).

– *Rio Almada (Campanhas 1 e 2 - 2010)*

Período chuvoso de 2010: não foram encontradas concentrações detectáveis pelo método em três Estações no rio Almada, sendo elas a AL1, AL5 e AL6. O valor mais elevado foi de 0,03 mg/L⁻¹ nas Estações AL3 e AL4.

– *Rio Almada (Campanha 1 - 2011)*

Os resultados para Alumínio Dissolvido nas Estações de Amostragem do rio Almada foram: 0,07 mg/L⁻¹ (Estação RAL02); 0,08 mg/L⁻¹ (RAL03) e 0,1 mg/L⁻¹ (RAL01). Este último valor, sendo igual ao limite determinado pela Resolução Conama 357/05.

– *Demais Ecossistemas Aquáticos Continentais (Campanhas 1 e 2 - 2010)*

Período chuvoso de 2010: Comparando com todos os ambientes estudados, o pico mais elevado de alumínio dissolvido obtido em 2010 foi na Estação P1 com 0,04 mg/L⁻¹ Al. A Estação P2 apresentou teores de 0,029 mg/L⁻¹ Al.

– *Demais Ecossistemas Aquáticos Continentais (Campanha 1 - 2011)*

O Alumínio dissolvido pode estar relacionado com águas com elevada turbidez. Isto foi observado para as Estações C05 (2,03 mg/L⁻¹) e C06 (0,31 mg/L⁻¹) que apresentaram os maiores resultados para Alumínio dissolvido e turbidez (72,3 mg/L⁻¹ e 18,2 mg/L⁻¹, respectivamente). Acima do estabelecido para a Resolução Conama 357/05 estão as Estações C03, C04, C05 e C06.

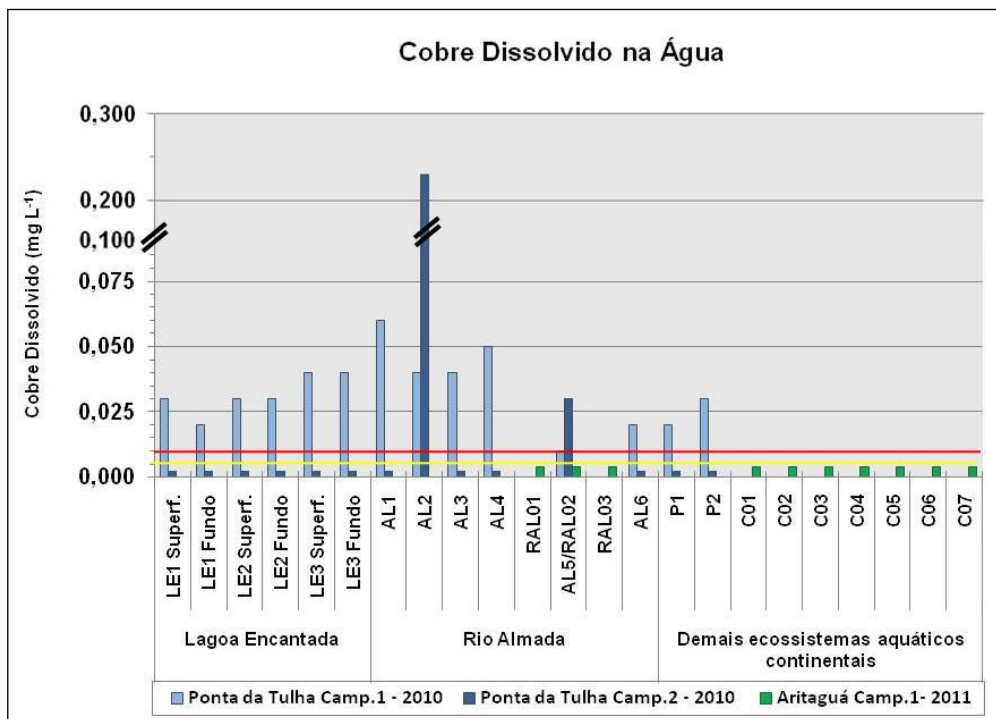
- **Cobre Dissolvido**

O cobre é um elemento químico essencial, indispensável em processos bioquímicos relacionados à manutenção e ao equilíbrio de diversos organismos vivos, por exemplo, está presente na plastocianina (fotossíntese) (PINTO-COELHO, 2000). Ainda segundo o referido autor, a presença de concentrações elevadas deste metal em sistemas aquáticos pode eliminar ou inibir o crescimento de espécies sensíveis.

De acordo com a CETESB (2010), as fontes de cobre para o meio ambiente incluem minas de cobre ou de outros metais, efluentes de estações de tratamento de esgotos, uso de compostos de cobre como algicidas aquáticos, escoamento superficial e contaminação da água subterrânea a partir do uso agrícola do cobre e precipitação atmosférica de fontes industriais.

A Resolução Conama 357/05 determina a concentração máxima de 0,009 mg/L⁻¹ Cu para águas doces de Classe 2 e de 0,005 mg/L⁻¹ Cu para águas salobras de Classe 1. São apresentados na **Figura 8.1.5.3.71** os resultados para cobre dissolvido, destacando que a linha vermelha representa o limite para água doce e a linha laranja o limite para água salobra segundo a Resolução Conama 357/05.

Todos os resultados violam as concentrações limite da referida resolução na Campanha 1 (período chuvoso) de 2010. No programa Monitora (SEMA/INGA 2008 e 2009) para o rio Almada e para a lagoa Encantada, os resultados para cobre dissolvido não foram detectáveis pelo método estabelecidos (entre 0,002 e 0,005 mg/L⁻¹) No período seco de 2010, todos os resultados foram abaixo do LDM (<0,002 mg/L⁻¹ Cu), com exceção da Estação AL2. Todos os resultados para cobre dissolvido da Campanha 1 foram abaixo do LQM (< 0,004 mg/L⁻¹).



Obs. No período Chuvoso, todos os resultados foram abaixo do LDM (<0,002mg L⁻¹ Cu), exceto na Estação AL2, destacando que a linha vermelha representa o limite para água doce e a linha laranja o limite para água salobra segundo a Res. Conama 357/05.

Figura 8.1.5.3.71 - Cobre Dissolvido nas Águas - Qualidade das Águas - Porto Sul -Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2010 e Período Chuvoso (1) 2011

– *Lagoa Encantada (Campanhas 1 e 2 - 2010)*

No período chuvoso (Campanha 1) de 2010, o resultado que apresentou menor concentração foi na Estação LE1, onde em amostra do hipólímnio foi obtido 0,02 mg/L⁻¹ Cu. A Estação LE2 obteve iguais valores de cobre dissolvido (0,03 mg/L⁻¹ Cu) em água superficial e de fundo, assim como foi o comportamento caracterizado para LE3 porém com teores mais elevados: 0,04 mg/L⁻¹ Cu.

No período seco (Campanha 2) de 2010, todas as Estações de Amostragem apresentaram como resultados < 0,002 mg/L⁻¹ Cu.

– *Rio Almada (Campanhas 1 e 2 - 2010)*

A Estação mais a montante do selecionada no rio Almada, a AL1, expôs a mais elevada concentração de alumínio dissolvido dentre todos ambientes aqui estudados na Campanha 1 (período chuvoso) de 2010 com 0,06 mg/L⁻¹ Cu. A AL2 e AL3 obtiveram o mesmo resultado: 0,04 mg/L⁻¹ Cu; e bem como as Estações AL4 e AL5: 0,05 mg/L⁻¹.

Dentre todas as Estações de Amostragem avaliadas no rio Almada durante o período seco, apenas a AL2 apresentou valor acima do limite de detecção do método. Este valor foi considerado muito elevado (0,23 mg/L⁻¹ Cu) e não é descartada a possibilidade de erro analítico devido à tendência encontrada em todas as outras amostras.

– *Rio Almada (Campanha 1 - 2011)*

Todos os resultados para cobre dissolvido na água das Estações do rio Almada da Campanha 1 foram abaixo do LQM ($< 0,004 \text{ mg/L}^{-1}$).

– *Demais Ecossistemas Aquáticos Continentais (Campanhas 1 e 2 - 2010)*

A Estação P1, em relação ao parâmetro cobre dissolvido analisado no período chuvoso, foi obtido $0,02 \text{ mg/L}^{-1} \text{ Cu}$ e a Estação P2: $0,03 \text{ mg/L}^{-1} \text{ Cu}$.

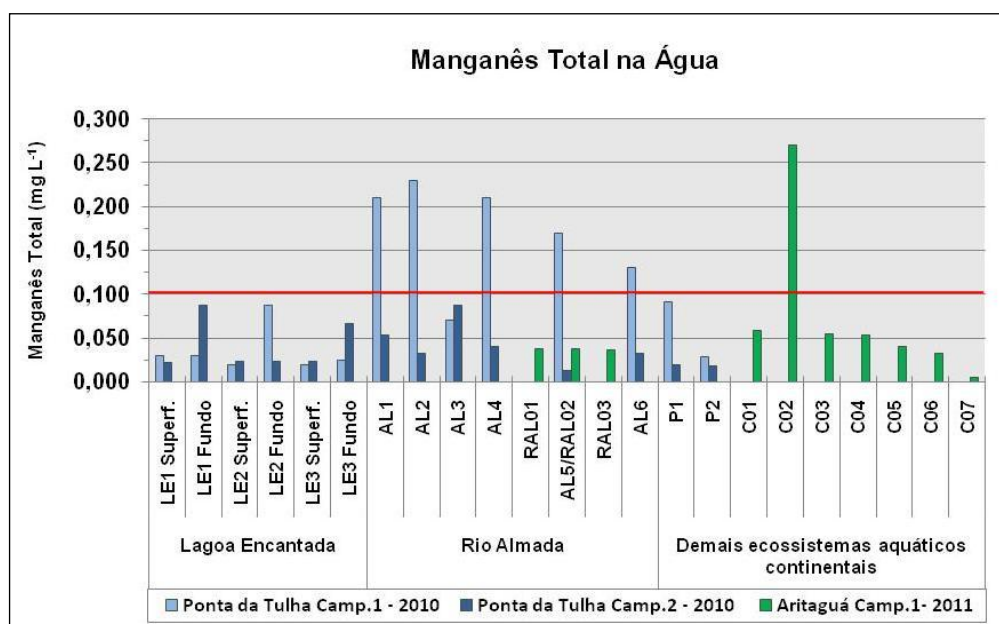
No período seco, todas as Estações de Amostragem apresentaram como resultados $< 0,002 \text{ mg/L}^{-1} \text{ Cu}$.

– *Demais Ecossistemas Aquáticos Continentais (Campanha 1 - 2011)*

Todos os resultados para cobre dissolvido na água da Campanha 1 para as Estações da ADA foram abaixo do LQM ($< 0,004 \text{ mg/L}^{-1}$).

- **Manganês Total**

A **Figura 8.1.5.3.72** apresenta os teores quantificados de Manganês Total ($\text{mg/L}^{-1} \text{ Mn}$) para as Estações de Amostragem do Estudo de Impacto Ambiental do Empreendimento Porto Sul durante a primeira campanha de amostragem. Os teores obtidos são confrontados com a Resolução Conama 357/05, onde na **Figura 8.1.5.3.71** a linha vermelha representa o limite máximo estabelecido, que é de $0,1 \text{ mg/L}^{-1} \text{ Mn}$, tanto para águas doce de Classe 2 e salobras de Classe 1.



Obs. Linha vermelha representa o limite máximo estabelecido ($0,1 \text{ mg/L}^{-1} \text{ Mn}$), tanto para Águas Doce (Classe 2) e Salobra (Classe 1) de acordo com a Resolução Conama nº 357/05.

Figura 8.1.5.3.72 - Manganês Total nas Águas - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2010 e Período Chuvoso (1) 2011

– *Lagoa Encantada (Campanhas 1 e 2 - 2010)*

Em ambas as campanhas de amostragem realizadas em 2010, todos os valores para manganês total tidos na lagoa Encantada foram inferiores ao limite da Resolução Conama 357/05. No período chuvoso, os valores oscilaram entre 0,02 mg/L⁻¹ Mn (LE2 Superfície, LE3 Superfície) e 0,03 mg/L⁻¹ Mn (LE1 Superfície e Fundo), com exceção do pico de 0,087 mg/L⁻¹ Mn da Estação LE2 Fundo. Pico com mesmo valor foi verificado na Estação LE1 Fundo, porém no período seco. O menor valor encontrado foi de 0,022 mg/L⁻¹ Mn (LE1).

O programa Monitora (SEMA/INGÁ, 2008 e 2009), ao monitorar a lagoa Encantada (LES-LEN-500) verificou concentrações de manganês como, por exemplo: 0,028 mg/L⁻¹ 0,033 mg/L⁻¹ e 0,049 mg/L⁻¹.

– *Rio Almada (Campanhas 1 e 2 - 2010)*

No período chuvoso (Campanha 1) de 2010, apenas a Estação AL3 não ultrapassou o limite estabelecido pela Resolução Conama 357/05 com valor de 0,07 mg/L⁻¹ Mn. A AL1 e AL2 apresentaram uma ténue crescente em relação às concentrações: 0,21 e 0,23 mg/L⁻¹, respectivamente. As Estações AL4, AL5 e AL6, apresentaram decréscimo dos teores em seqüência: 0,21; 0,17; e 0,13 mg/L⁻¹ Mn. O valor médio das amostras de água do período chuvoso foi de 0,17 mg/L⁻¹ Mn, em contrapartida, no período foi de 0,04 mg/L⁻¹ Mn. O manganês é um dos metais mais abundantes na crosta terrestre, após o ferro e alumínio, e seu carreamento para o sistema aquático pode ser efetivado tanto pela lixiviação, através das chuvas, de minerais quanto dos solos.

No período seco (Campanha 2) de 2010 as concentrações de manganês total oscilaram entre 0,013 (AL5) a 0,087 mg/L⁻¹ (AL3).

O já referido programa Monitora para as águas do rio Almada apresentou valores para LES-ALM-200 de: 0,039 mg/L⁻¹; 0,133 mg/L⁻¹ e 0,325 mg/L⁻¹. A Estação denominada pelo Monitora de LES-ALM- 300 verificou valores de: 0,04 mg/L⁻¹; 0,042 mg/L⁻¹; e 0,048 mg/L⁻¹.

– *Rio Almada (Campanha 1 - 2011)*

Constância nos resultados de manganês total foi apresentada nas Estações RAL01 (0,038 mg/L⁻¹), RAL02 (0,038 mg/L⁻¹) e RAL03 (0,036 mg/L⁻¹).

– *Demais Ecossistemas Aquáticos Continentais (Campanhas 1 e 2 - 2010)*

A amostra da Estação P1 no período chuvoso indicou valor de 0,092 mg/L⁻¹ Mn e a amostra de P2 teve como resultado 0,029 mg/L⁻¹ para manganês total. Já no período Seco, os valores foram de 0,019 mg/L⁻¹ Mn e de 0,018 mg/L⁻¹ Mn para P1 e P2, respectivamente.

– *Demais Ecossistemas Aquáticos Continentais (Campanha 1 - 2011)*

Os valores absolutos variaram entre 0,005 mg/L⁻¹ Mn (Estação C07) e 0,27 mg/L⁻¹ Mn (Estação C02). Este último resultado ultrapassou o limite estabelecido pela Resolução Conama 357/05.

As Estações C01, C03 e C04, apesar de ambientes lóticos diferentes apresentaram resultados semelhantes, respectivamente: 0,059 mg/L⁻¹ Mn, 0,055 mg/L⁻¹ Mn e 0,053 mg/L⁻¹ Mn.

- **Zinco Total**

De acordo com a CETESB (2005), o zinco constituindo-se em um elemento essencial para o crescimento e sua presença é comum em águas naturais conferindo sabor à água quando concentrações estão acima de 5,0 mg/L. Os efeitos tóxicos do zinco sobre os peixes são muito conhecidos, de mesmo modo sobre as algas. Conforme o referido autor, em águas superficiais, normalmente as concentrações estão na faixa de $<0,001$ a $0,10$ mg/L⁻¹.

De acordo com a RESOLUÇÃO CONAMA 357/05, os valores permitidos de zinco total em água doce de Classe 1 são de até $0,18$ mg/L⁻¹ e para água salobra até $0,12$ mg/L⁻¹ Zn. Todas as amostras de águas das Estações selecionadas para o Estudo de Impacto Ambiental e coletadas durante as duas campanhas de amostragem em 2010 (Área Ponta da Tulha) mostraram resultados que não foram quantificáveis pelo método realizado (LQM=0,01). Resultados não detectáveis também ocorreram na Campanha 1 de 2011 (Área de Aritaguá), porém com o LQM igual a 0,05. Isto permite concluir que o parâmetro de qualidade de água zinco total nas Estações estudadas não violam a referida resolução tanto para a lagoa Encantada, rio Almada e demais ecossistemas aquáticos continentais estudados.

- **Cromo Total**

O cromo é um elemento traço essencial, porém pode ser tóxico para o ser humano. Este elemento químico se encontra naturalmente no solo, na poeira e gases de vulcões. No meio ambiente são três os números de oxidação do metal: cromo (0), cromo (III) e cromo (VI). Cromo (III) tem ocorrência natural no meio ambiente, enquanto cromo (VI) e cromo (0) são geralmente produzidos por processos industriais como em aços inoxidáveis e outras ligas metálicas.

Os resíduos possuem alto poder de contaminação, quando não são convenientemente tratados e simplesmente abandonados em corpos d'água, aterros industriais ou mesmo lixões. Com facilidade, o cromo atinge o lençol freático ou mesmo reservatórios ou rios que são as fontes de abastecimento de água das cidades. Se o resíduo é degradado no solo, o cromo permanece e pode ser absorvido por plantas que posteriormente servirão de alimento diretamente ao homem ou a animais, podendo por este caminho também atingir o ser humano.

– *Campanhas 1 e 2 - 2010*

As concentrações de cromo em água doce são muito baixas, normalmente inferiores a $0,001$ mg/L conforme referência a CETESB (2005). Todos os valores obtidos nas amostragens do período chuvoso neste estudo foram inferiores ao limite de detecção do método ($< 0,010$ mg/L⁻¹-LE1 ao LE3; AL1 ao AL6; P1 e P2) e aos critérios da legislação brasileira (inclusive inferior a $0,05$ mg/L⁻¹, VMP da Portaria 518/04 do MS). Contudo, no período seco de 2010 (Campanha 2), o laboratório responsável ajustou as curvas de calibração e o limite de detecção do método passou a ser $<0,0009$ mg/L⁻¹. Deste modo, todos os resultados para o referido período de amostragem foram inferiores ao LDM, com exceção da Estação de Amostragem P2 que obteve $0,033$ mg/L⁻¹.

A Estação P2 consiste em um ambiente aquático peculiar, onde os processos biogeoquímicos parecem ser mais acentuados devido a alguns fatores observados em campo, tais como: Lâmina d'água muito baixa (intima aproximação da interface sedimento-água); muita matéria orgânica visível (resíduos de organismos, folhas e macrófitas). Deste modo, o alto valor de Cobre encontrado na água no período seco pode estar associado a fatores naturais. Influência

antropogênica associada a este elevado valor de Cromo na Estação P2 não foi levado em consideração na presente discussão pela a falta de evidências e alguma associação direta.

- *Campanha 1 - 2011*

As Estações C06 e C02, únicas situadas na Área Diretamente Afetada que apresentaram valores superiores ao LQM para Cromo. Na primeira Estação citada foi obtida na água 0,008 mg/L⁻¹ Cr e na segunda 0,024 mg/L⁻¹Cr. A indicação da origem do Cromo, nestes dois casos, é muito complexa, pois ambas podem ter origem natural ou não.

A origem natural pode se dar através da disponibilidade através da lixiviação dos minerais contendo cromo (cromita principalmente). Já as fontes não naturais de cromo podem ocorrer oriundas de lixões, incineradores, aterros sanitários, aterros industriais, bem como em disposições de resíduos como lodo de curtumes (CETESB, 2010). A origem no ambiente pode ser dada através da aplicação de fertilizantes que em sua composição contenham cromo como os nitrogenados, os fosfatados e os superfosfatados.

Os ambientes lóticos das Estações C06 e C02 possuem em seu entorno plantações de cacau-cabruca, o que pode conotar uma possível influência de fertilizantes e/ou fungicidas (a base de cromo). Descartando esta possibilidade, em ambas as Estações pode ser considerada a origem natural se a prática do uso de fertilizantes e fungicidas não é realizada. Contudo, a montante da Estação C02 localiza-se o lixão de Ilhéus, esta disposição de lixo sólido pode ter uma influência indireta no corpo d'água da Estação C02. A influência direta do lixão provavelmente se dá no rio do Porto, onde está situada a Estação C01, entretanto, nesta estação não foi quantificado o cromo na água (< 0,003 mg/L⁻¹Cr).

- **Mercurio Total**

O mercúrio é o mais volátil de todos os metais, e seu vapor é altamente tóxico. O mercúrio difunde-se nos pulmões para a corrente sanguínea, tendo com resultado o sistema nervoso central, que se manifesta por dificuldades na coordenação, na visão e no sentido do tato. O mercúrio elementar é usado em centenas de aplicações, muitas delas se aplicam o uso da propriedade de conduzir bem a eletricidade.

De acordo com a CETESB (2010), entre as fontes antropogênicas de mercúrio no meio aquático destacam-se, por exemplo, as indústrias cloro-álcali de células de mercúrio, vários processos de mineração e fundição, efluentes de estações de tratamento de esgotos, indústrias de tintas.

Segundo BAIRD (2002), o metilmercúrio é, de fato, a forma mais perigosa do mercúrio (mais potente do que os sais de Hg²⁺), pois é solúvel em tecido biológico e pode transpor a barreira placentária humana sendo seguida pelo vapor do elemento. São chamados de metilmercúrio os compostos “mistos” menos voláteis CH₃HgCl e CH₃HgOH (representados em conjunto como CH₃HgX) que são formados pela mesma via do dimetilmercúrio - Hg (CH₃)₂ (quando bactérias e microrganismos anaeróbios do sedimento de lagos e rios convertem o Hg²⁺ do meio). O próprio íon mercúrio, Hg²⁺, não é prontamente transportado através das membranas biológicas e o outro íon inorgânico do mercúrio Hg₂²⁺, não é muito tóxico em razão de combinar-se no estômago com íons cloreto para produzir Hg₂Cl₂ insolúvel. O próprio mercúrio líquido não é altamente tóxico, sendo excretada a maior parte da quantidade ingerida (BAIRD, 2002).

O mercúrio total dado como resultado no presente Subitem expressa a concentração total de mercúrio de todas as espécies químicas presentes na água.

- *Campanhas 1 e 2 - 2010*

Apesar do limite de detecção do método (LDM) realizado para mercúrio total neste estudo ter sido de $0,0002 \text{ mg/L}^{-1}$, durante a Campanha 1 (período chuvoso) não foi possível durante as análises químicas laboratoriais a detecção de concentrações entre o LDM e limite de quantificação do método (LQM) que é $0,001 \text{ mg/L}^{-1} \text{ Hg}$. Contudo, na Campanha 2 as concentrações foram avaliadas até o LDM e, deste modo, todas as Estações de Amostragem tiveram como resultado $< 0,0002 \text{ mg/L}^{-1} \text{ Hg}$.

Como todos os resultados foram abaixo do limite de quantificação no período chuvoso, isto significa que houve incerteza em relação aos valores absolutos para o mercúrio total quando comparado com os limites estabelecidos pela Resolução Conama 357/05 para água doce de Classe 2: $0,0002 \text{ mg/L}^{-1} \text{ Hg}$. Ainda sobre a Campanha 1, como para águas salobras o limite estabelecido pela já citada resolução é de $0,0018 \text{ mg/L}^{-1} \text{ Hg}$ avaliou-se seguro afirmar que as Estações P1 e AL6 não apresentaram tal violação.

Na Campanha 2 (período seco) foi avaliado que os valores para mercúrio total permaneceram abaixo do limite estabelecido pela RESOLUÇÃO CONAMA 357/05.

- *Campanha 1 - 2011*

Sobre as Estações situadas na ADA, a C07 e C04 tiveram como resultado $0,0002$ e $0,0008 \text{ mg/L}^{-1} \text{ Hg}$, respectivamente. Com o valor apresentado pela Estação C04 foi observada a transgressão à Resolução Conama 357/05. Todas as demais Estações amostradas na ADA e no rio Almada (AII) obtiveram valores abaixo dos limites da referida resolução.

- **Cádmio Total**

Para DREVER (1997), citado por ALVES (2002), o cobre, o zinco, chumbo e cádmio são exemplos de metais complexados pela matéria orgânica presente no ambiente aquático. Em geral, o cobre é o elemento que complexa mais fortemente. As complexações do zinco e do cádmio são importantes somente em ambientes que possuem concentrações altas de carbono orgânico relativamente.

Poluição ambiental por cádmio ocorre freqüentemente adjacente às áreas destinadas ao processamento e fundições de chumbo, zinco e cobre. A combustão de carvão também introduz cádmio no ambiente, além da incineração de materiais residuais que contém o elemento (plásticos que contém pigmento - tons amarelos de cádmio - ou estabilizante) e quando o aço laminado é reciclado. Outra fonte de poluição é através de baterias recarregáveis (níquel-cádmio) usadas em calculadoras e outros aparelhos (BAIRD, 2002).

O cádmio iônico está presente também em fertilizantes de fosfatos e rejeitos indústrias de fundição e minas. O Cd^{2+} é bastante solúvel em água, porém quando íons sulfeto estão presentes pode precipitar o metal como CdS . A exposição ao cádmio para o ser humano vem principalmente através da dieta alimentar e uma pequena parcela é através de ingestão de água ou inalação do ar (BAIRD, 2002). Ainda de acordo com o citado autor, o cádmio apresenta toxicidade aguda: a dose letal é de aproximadamente um grama.

– Campanhas 1 e 2 - 2010

Para águas salobras como o caso das amostras da AL6 e P1, o cádmio total deve apresentar de acordo com a Resolução Conama 357/05 para Classe 1 valores de até 0,005 mg/L⁻¹ Cd. Em relação às águas doces de Classe 1 a resolução limita ao máximo de 0,001 mg/L⁻¹. Como todos os resultados foram abaixo do Limite de Quantificação do Método (<0,001) tanto no período chuvoso (Campanha 1) quanto no período seco (Campanha 2) de 2010, as águas das Estações de Amostragem não violam a resolução.

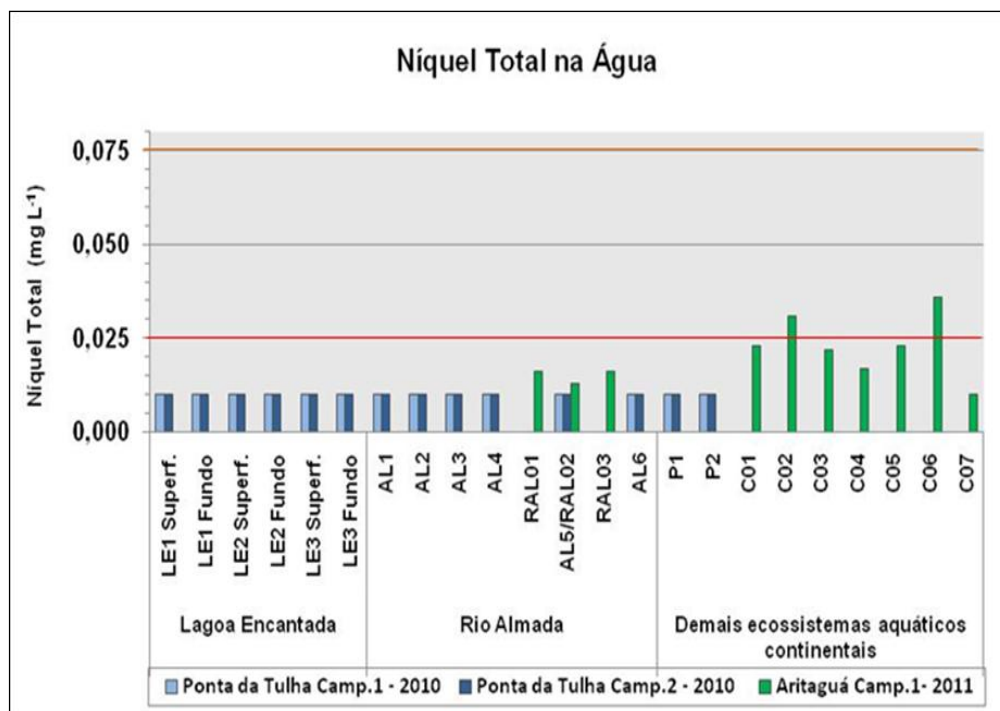
– Campanha 1 - 2011

Assim como ocorreu para as Estações de Amostragem das Campanhas 1 e 2 de 2010, os resultados das Estações de Amostragem da Campanha 1 de 2011 foram abaixo do limite de quantificação (<0,001mg/L⁻¹).

• **Níquel Total**

O níquel e seus compostos são utilizados em galvanoplastia, na fabricação de aço inoxidável, manufatura de baterias Ni-Cd, moedas, pigmentos, entre outros usos. A maior contribuição antropogênica para o meio ambiente é a queima de combustíveis, além da mineração e fundição do metal, fusão e modelagem de ligas, indústrias de eletrodeposição, fabricação de alimentos, artigos de panificadoras, refrigerantes e sorvetes aromatizados. A ingestão de elevadas doses de sais causa irritação gástrica. O efeito adverso mais comum no ser humano da exposição ao níquel é uma reação alérgica (CETESB, 2010).

A **Figura 8.1.5.3.73** apresenta as concentrações de Níquel em todas as Campanhas de Amostragem realizadas no presente estudo.



Obs. Alinha vermelha representa o limite máximo estabelecido, tanto para Águas Doce (Classe 2) e Salobra (Classe 1) de acordo com a Resolução Conama 357/05. Para Água Salobra (Classe 2), o limite é representado pela linha laranja.

Figura 8.1.5.3.73 - Níquel Total nas Águas - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2010 e Período Chuvoso (1) 2011

– *Campanhas 1 e 2 - 2010*

Os resultados obtidos para níquel total foram inferiores ao LQM ($0,01 \text{ mg/L}^{-1}$) nas Campanhas 1 e 2 de 2010. Este fato permite destacar que para este parâmetro de qualidade de água não houve transgressão da Resolução Conama 357/05, pois o máximo de $0,025 \text{ mg/L}^{-1}$ Ni é constituído para águas doces (Classe 2) e água salobras (Classe 1). Para águas salobras, Classe 2, o estabelecido é $0,074 \text{ mg/L}^{-1}$ Ni.

– *Rio Almada (Campanha 1 - 2011)*

O LQM determinado para Níquel ($0,008 \text{ mg/L}^{-1}$) foi mais baixo na Campanha 1 de 2011 do que o usado para as análises das Campanhas 1 e 2 de 2010. Para as Estações amostradas no rio Almada na Campanha 1 de 2011 valores semelhantes foram verificados: $0,013 \text{ mg/L}^{-1}$ Ni (RAL01 e RAL03) e $0,016 \text{ mg/L}^{-1}$ Ni (Estação RAL02).

– *Demais Ecossistemas Aquáticos Continentais (Campanha 1 – 2011)*

Os valores de Níquel para as amostras de águas superficiais das Estações situadas na ADA oscilaram entre $0,01 \text{ mg L}^{-1}$ (C07) e $0,036 \text{ mg/L}^{-1}$ (C06). De todos os sistemas lóticos estudados na ADA, apenas as Estações C07, C04 e C03 não possuem em sua margem cultivo de cacau cabruca. Estas Estações foram quantificadas os menores valores para níquel, na ordem citada: $0,01 \text{ mg/L}^{-1}$; $0,017 \text{ mg/L}^{-1}$ e $0,022 \text{ mg/L}^{-1}$.

As Estações C06 e C02 ($0,031 \text{ mg/L}^{-1}$) foram as únicas que os resultados para Níquel ultrapassaram os limites estabelecidos pela Resolução Conama 357/05. Deve-se salientar que estas duas Estações de Amostragem também foram as únicas que estão situadas na Área Diretamente Afetada e que apresentaram valores superiores ao LQM para Cromo.

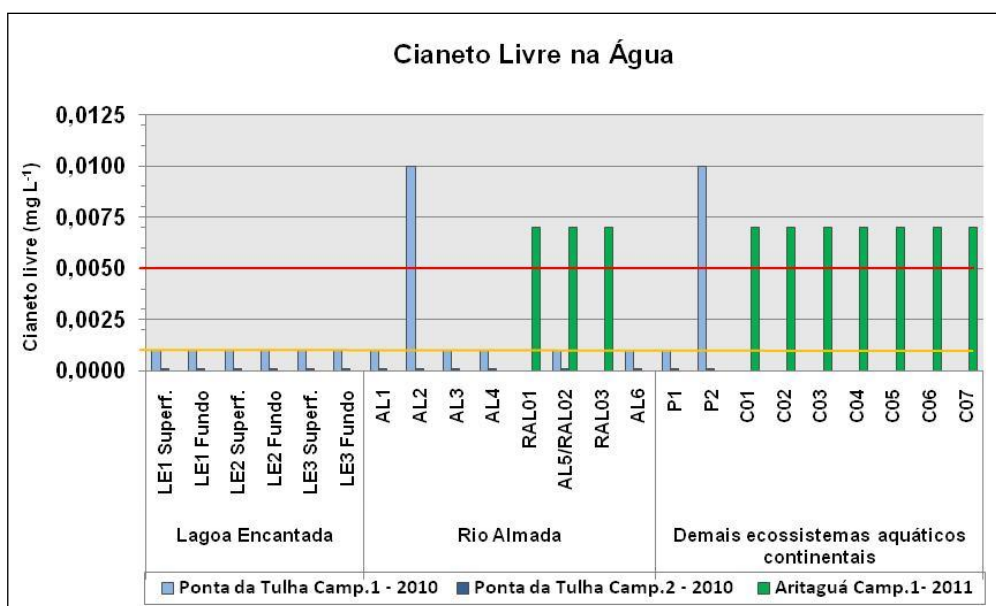
- **Cianeto Livre**

O cianeto é amplamente utilizado na mineração, no refino e na eletrodeposição (galvanoplastia) de metais, como ouro, cádmio e níquel. Efluentes oriundos de locais que elaboram manufaturados a base de mandioca (casas de farinha) também são responsáveis por poluição por cianeto (MARIN *et.al.*, 2000; BAIRD, 2002).

O íon cianeto é muito tóxico para a vida animal, pois se liga fortemente aos íons metálicos na matéria viva, como por exemplo, ao ferro das proteínas que são necessárias para o oxigênio molecular utilizado pelas células. O cianeto é uma espécie muito estável e não se decompõe por si mesmo ou no meio ambiente, sendo considerado é um poluente importante da água (BAIRD, 2002).

As características ácido-base e redox da solução são muito importantes para o cianeto. O íon cianeto, CN^- , é a base conjugada do ácido fraco HCN, ácido cianídrico, que tem solubilidade limitada em água. Porém, a acidificação de soluções de cianeto resultará na emissão de gás venenoso HCN (cianeto de hidrogênio). Deste modo, a forma mais tóxica do cianeto é o cianeto livre, que inclui o ânion cianeto e o cianeto de hidrogênio, HCN, quer no estado gasoso ou aquoso.

A **Figura 8.1.5.3.74** mostra a representação gráfica das concentrações de cianeto livre (mg/L^{-1} CN) para as Estações de Amostragem do Estudo de Impacto Ambiental do Empreendimento Porto Sul durante as Campanhas de Amostragem de 2010 e 2011.



Obs. Colunas com cores claras representam Período Chuvoso e com cores escuras o Período Seco. O Limite Máximo Estabelecido para água doce, Classe 2 (0,005 mg/L⁻¹ CN) e para água Salobra, Classe 1 (0,001 mg/L⁻¹ CN), de acordo com a Res. Conama 357/05, estão representados com linha vermelha e laranja, respectivamente. Todas as Estações da Campanha 1 e 2 de 2010 tiveram resultados abaixo do LDM, com exceção da AL2 e P2 na Campanha 1. Valores superiores de Cianeto Livre para a Campanha 1 de 2011 se devem ao elevado LQM (0,007 mg/L⁻¹)

Figura 8.1.5.3.74 - Cianeto Livre nas Águas - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2010 e Período Chuvoso (1) 2011

– *Campanhas 1 e 2 - 2010*

No período chuvoso (Campanha 1) de 2010, o LDM utilizado pelo laboratório responsável foi < 0,001 mg/L⁻¹ CN e após ajustes nas curvas de calibração do método para a Campanha 2 de 2010, período seco, o LDM empregado foi < 0,0001 mg/L⁻¹ CN.

Deve ser notada na **Figura 8.1.5.3.74** que as únicas Estações de Amostragem que ultrapassam o limite (0,001 mg/L⁻¹ CN) estabelecido pela Resolução Conama 357/05 foram a AL2 e P2 (ambas com 0,01 mg/L⁻¹ CN) no período chuvoso. Os demais resultados expressos são referentes ao LDM de cada período de amostragem estudado.

Ao analisar cianeto livre, tanto na lagoa Encantada quanto no rio Almada foram verificados valores de 0,01 mg/L⁻¹ CN na segunda campanha de 2009 realizado pelo programa Monitora (SEMA/INGÁ, 2009).

– *Demais Ecossistemas Aquáticos Continentais (Campanha 1 - 2011)*

Todas as águas amostradas na Campanha 1 de 2011 obtiveram valores abaixo do LQM dado pelo laboratório responsável: < 0,007 mg/L⁻¹. Valores superiores de Cianeto Livre para a Campanha 1 de 2011 se devem a este elevado LQM.

- **Coliformes Termotolerantes**

As bactérias do grupo coliforme são consideradas os principais indicadores de contaminação fecal. De acordo com a Resolução Conama 274/00, as bactérias pertencentes ao grupo dos coliformes totais caracterizadas pela presença da enzima β-galactosidade e pela capacidade de

fermentar a lactose com produção de gás em 24 horas à temperatura de 44-45°C em meios contendo sais biliares ou outros agentes tenso-ativos com propriedades inibidoras semelhantes.

Além de presentes em fezes humanas e de animais, os coliformes termotolerantes podem também ser encontradas em solos, plantas ou quaisquer efluentes contendo matéria orgânica; O grupo coliforme é formado por um número de bactérias que inclui os gêneros *Klebsiella*, *Escherichia*, *Serratia*, *Erwenia* e *Enterobacteria*. Todas as bactérias coliformes são gram-negativas manchadas, de hastes não esporuladas que estão associadas com as fezes de animais de homeotérmico e com o solo (CETESB, 2010).

O uso das bactérias coliformes termotolerantes para indicar poluição sanitária recente mostrou-se mais significativo que o uso da bactéria coliforme “total”, porque as bactérias fecais estão restritas ao trato intestinal de animais homeotérmicos (CETESB, 2010).

De acordo com a Resolução Conama 274/00, quando o valor obtido na amostragem for superior a 2500 coliformes termotolerantes por 100 mililitros as águas são consideradas impróprias. Deste modo, como apresentado na **Figura 8.1.5.3.75**, as águas doces e salobras destinadas à balneabilidade das Estações de Amostragem estudadas têm suas condições avaliadas na categoria própria. É necessário destacar que os valores apresentados estão descritos com a unidade UFC/100mL (Unidade Formadora de Colônia por 100 mililitros).

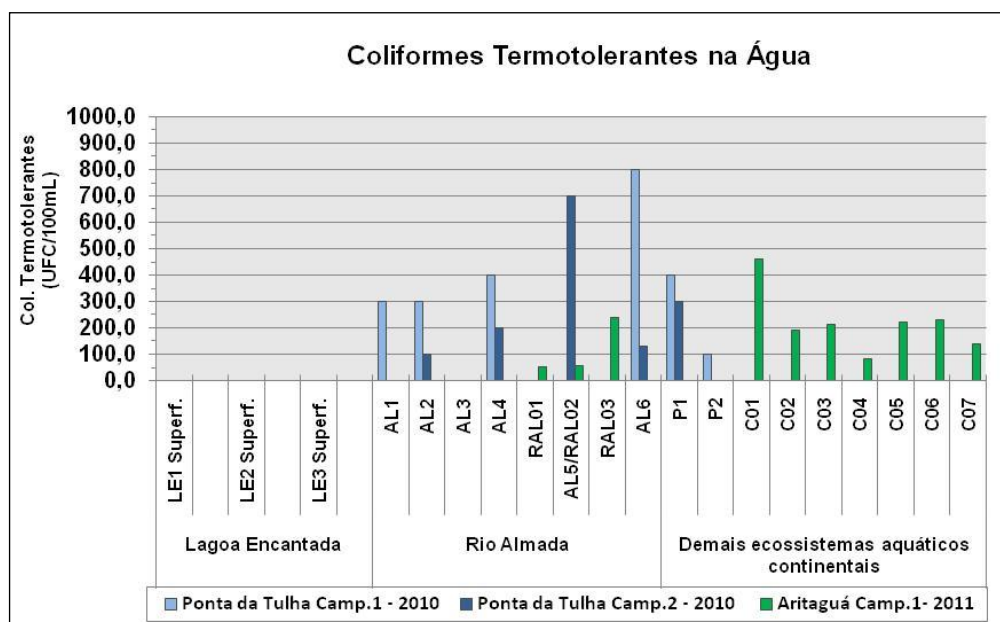


Figura 8.1.5.3.75 - Coliformes Termotolerantes nas Águas - Qualidade das Águas - Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2010 e Período Chuvoso (1) 2011

- *Lagoa Encantada (Campanhas 1 e 2 - 2010)*

As amostras de água da lagoa Encantada tiveram como resultado a ausência de coliformes termotolerantes em ambas as Campanhas de Amostragens. Entretanto, resultados obtidos por REGO *et al.* (2010) para coliformes termotolerantes na lagoa Encantada, indicaram que em uma estação de amostragem (denominada Ponto 1) foi apresentada condição insatisfatória, enquanto que as demais estações variaram de excelentes (P6, P4 e P2) até muito boa (P3 e P5).

– *Rio Almada (Campanhas 1 e 2 - 2010)*

No período chuvoso (Campanha 1) de 2010, o valor mais elevado de coliformes termotolerantes foi observado na Estação AL6 (800 UFC/100mL), de água salobra. Isto significa maior aporte de efluentes não tratados de origem fecal recente nesta Estação, provavelmente devido à ocupação urbana desordenada na APP do rio Almada. A Resolução Conama 274/00 aplica para águas salobras, em relação ao uso de recreação de contato primário, que não deve ser excedido o limite de 2500 UFC/100mL. A única amostra de água salobra coletada durante a primeira campanha de amostragem de 2010 foi na Estação AL6 e como verificado não excede ao limite estabelecido. Entretanto, o valor encontrado de coliformes termotolerantes na AL6 permite a classificação para água própria satisfatória. No período seco (Campanha 2) foi obtido valor de 130 UFC/100mL (categoria própria-excelente).

Durante a Campanha 1, período chuvoso, a Estação AL1 e AL2 obtiveram 300 UFC/100mL cada e a AL4 400 UFC/100mL, apesar de amostradas apenas uma única vez durante a primeira campanha de amostragem, se pode classificá-las de categoria própria (muito boa) de acordo com a Resolução Conama 274/00. Os coliformes termotolerantes nas Estações AL3 e AL5 foram tidos como ausentes. Durante a Campanha 2, a Estação AL5 foi a que obteve maior número de Unidades Formadoras de Colônia por 100 mL (700 UFC/100mL). Apesar de não ser avaliada como imprópria, a água desta Estação pode estar tendo influência da localidade de Aritaguá através de seus esgotos domésticos.

De todas as estações amostradas apenas a AL3 foi detectada a ausência de coliformes termotolerantes.

– *Rio Almada (Campanha 1 - 2011)*

A concentração de unidades formadoras de colônia presentes nas águas superficiais do rio Almada elevaram aproximadamente 4 vezes entre a Estação RAL02 (56 UFC/100mL), a montante, e RAL03 (240 UFC/100 mL), a jusante da Vila de Aritaguá. Isto significa maior aporte de efluentes não tratados de origem fecal recente na Estação RAL02, provavelmente oriundas da Vila de Aritaguá, esta que não possui esgotamento sanitário. A Estação RAL01 apresentou 51 UFC/100mL. Contudo, estes valores estão em conformidade com a Resolução pertinente.

– *Demais Ecossistemas Aquáticos Continentais (Campanhas 1 e 2 - 2010)*

A amostra de água da Estação P1 apresentou 400 UFC/100 mL (categoria própria- muito boa) no período chuvoso e 300 UFC/100mL (categoria própria - muito boa) no período seco. Deve-se associar a presença de coliformes termotolerantes nesta Estação de Amostragem devido à presença de domicílios em seu entorno.

A Estação apresentou P2 100 UFC/100mL (categoria própria- excelente) no período chuvoso e Ausência de Coliformes Termotolerantes no período seco.

As classificações indicadas foram feitas com base na Resolução Conama 274/00, sem levar em consideração conjunto de amostras.

– *Demais Ecossistemas Aquáticos Continentais (Campanha 1 - 2011)*

A Estação C01, que possui provavelmente uma influência direta do lixão de Ilhéus, apresentou o maior valor registrado para coliformes termotolerantes (460 UFC/100mL) dentre todas as Estações da Campanha 1 de 2011. As demais Estações de Amostragem obtiveram valores oscilando entre 83 UFC/100mL (C04) e 230UFC/100mL (C06). A Estação C07, onde foi observado presença de lixo (sacos plásticos, garrafas) apresentou apenas 140 UFC/100mL e a Estação C03, a montante da Vila de Urucutuca, 210 UFC/100mL.

- **Enterococos**

Enterococos são bactérias gram-positivas, do grupo dos estreptococos fecais, pertencentes ao gênero *Enterococcus* (previamente considerado estreptococos do grupo D), o qual se caracteriza pela alta tolerância às condições adversas de crescimento, tais como: capacidade de crescer na presença de 6,5% de cloreto de sódio, a pH 9,6 e nas temperaturas de 10° e 45°C. A maioria das espécies dos *Enterococcus* é de origem fecal humana, embora possam ser isolados de fezes de animais (Resolução Conama 274/00).

A transmissão de infecções causadas por essas bactérias pode ser de origem endógena, alimentar ou através da água. Algumas patologias são: endocardite; infecção pélvica, intra-abdominal e urinária.

A **Figura 8.1.5.3.76** apresenta a quantidade de unidades formadoras de colônia de enterococos por 1000 mililitros nas Estações de Amostragem AL6 e P1 que foram caracterizadas como de água salobra. Cabe salientar que este parâmetro de qualidade de água não foi aplicado às amostras da Campanha 1 de 2011.

– *Campanhas 1 e 2 - 2010*

A partir dos resultados para enterococos (AL6:1 UFC/100mL; e P1:17 UFC/100mL) na Campanha 1 de 2010, estas estações podem ser classificadas como própria para balneabilidade (recreação de contato primário), pois de acordo com a Resolução Conama 357/05 estão enquadradas na categoria Excelente (máximo de 25 Enterococos por 100 mililitros). Enterococos são parâmetros de qualidade de água utilizados apenas para águas salobras e salgadas de acordo com a Resolução Conama 274/00. O resultado apresentado pela Estação P1 indica a possível influência de esgoto não tratado nas águas amostradas.

Enterococos na Água

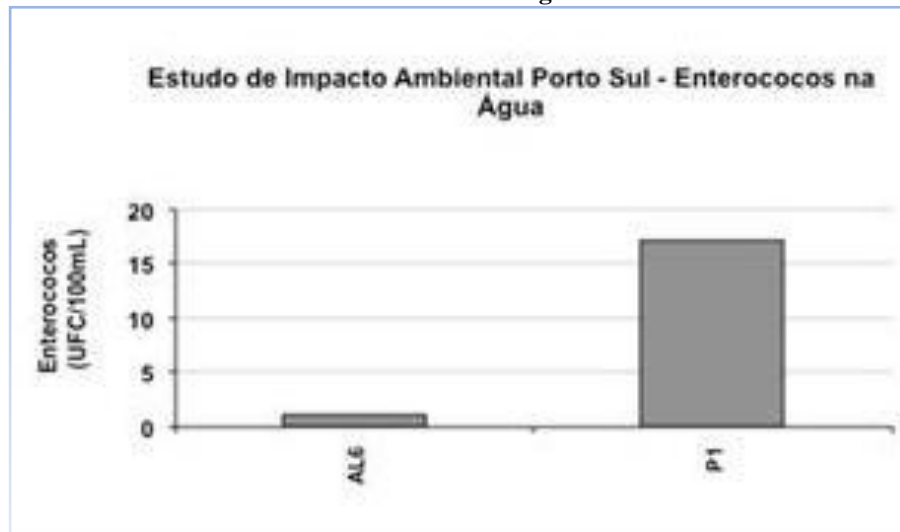


Figura 8.1.5.3.76 - Enterococos nas Águas Período Seco - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2010 e Período Chuvoso (1) 2011

- Análises Estatísticas

Foram realizados dois procedimentos estatísticos para avaliar os resultados encontrados nas Estações de Amostragem relacionados ao Empreendimento Porto Sul, de forma a subsidiar a compreensão do funcionamento dos ecossistemas aquáticos estudados da ADA, AII e AID: Análise dos componentes principais (*Principal Component Analysis - PCA*) para a análise de agrupamentos (clusters). Os resultados das Campanhas de 2010 e 2011 foram analisados separadamente, primeiramente apresentando apenas os resultados das Campanhas 1 e 2 de 2010 e em seguida unindo-os às informações da Campanha 1 de 2011.

– Campanhas 1 e 2 - 2010

1. Análise de Componentes Principais

A Análise de Componentes Principais corresponde a uma análise fatorial, que compreende em uma técnica que identifica ordenamento de casos através de variáveis correlacionadas entre si.

Com isso pode-se calcular um conjunto de fatores latentes, que são coeficientes representativos de cada grupo. A partir do conhecimento do objetivo do estudo, pode também ser realizada a interpretação destes coeficientes, observando o que as variáveis de cada ordenação representada possam ter em comum. A análise de componentes principais reduz o número de variáveis representando cada eixo (*bi-plot* ou *tri-plot*) uma porcentagem de todas as variáveis originais usadas.

A **Figura 8.1.5.3.77** mostra a representação gráfica de Análise de Componentes Principais (PCA), no qual foram utilizados 31 parâmetros de qualidade de água das Estações de Amostragem (exceto AL6) do Estudo de Impacto Ambiental do Empreendimento Porto Sul durante as duas campanhas de amostragem do ano de 2010.

Zinco total, mercúrio total e cádmio total foram removidos da PCA porque apresentaram em todas as Estações de Amostragem valores inferiores ao Limite de Quantificação do Método (LQM) ou do Limite de Detecção (LDM).

Salinidade e concentração de oxigênio dissolvido também não foram incluídas na análise visto que têm resultados equivalentes e expressam comportamento semelhante à condutividade e saturação de oxigênio, respectivamente. Por não ter sido feita a análise laboratorial em todas as Estações de Amostragem (apenas realizada em P1 e AL6) para o parâmetro de qualidade de água Enterococos, bem como os demais explicitados anteriormente, não foi utilizado para a PCA.

A Estação AL6 apresenta características muito distintas em relação aos resultados de qualidade de água, principalmente aos íons como exemplo cloreto e condutividade. Este fato foi percebido através de testes preliminares com o PCA, no qual na ordenação (não apresentada no presente texto) isolou a AL6 e aproximou as demais Estações.

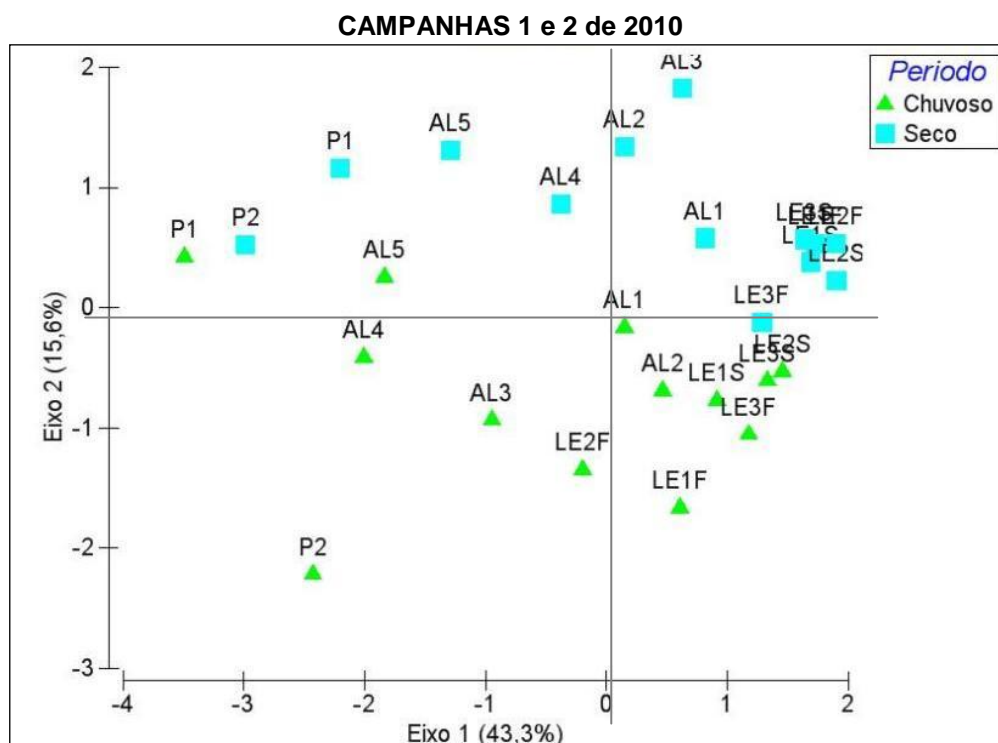


Figura 8.1.5.3.77 - Representação Gráfica de Análise de Componentes Principais - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2010

A partir destas observações e a fim de haver maior clareza nos padrões apresentados no PCA, se decidiu retirar a Estação AL6 da referida análise. Ao executar esta ação, os gradientes de ordenação das Estações de Amostragem tornaram-se evidentes, como apresentado na **Figura 8.1.5.3.77**. Para a PCA, todos os dados foram transformados através de Log (X+1) durante a análise a fim de evitar que os valores mais elevados de alguns parâmetros ditam a ordenação das Estações em detrimento dos demais. Apesar disto, a inclusão do parâmetro de qualidade de água Coliformes Termotolerantes em teste preliminar (não apresentada no presente texto) na análise de componentes principais tendenciou a formação do ordenamento por apresentarem justamente valores elevados. Por este motivo, o referido parâmetro foi retirado para o PCA exposto.

Os dois componentes principais (dois eixos do gráfico) formados representam 58,9% de todas as variáveis de Qualidade de Água Analisadas para as Campanhas 1 e 2 de 2010. Dentre estas,

DBO e magnésio são a que mais representam o Eixo 1 e Eixo 2, respectivamente. O Eixo 2 representou apenas 15,6%.

Ao analisar a saída gráfica do PCA para ambas as campanhas de amostragem um padrão claro e distinto foi notado entre as características das águas coletadas dos dois períodos (Chuvoso e Seco) onde se destacam na **Figura 8.1.5.3.77** o gradiente ao longo do Eixo 2.

Ao longo do Eixo 1, os valores de DBO, Sólidos Dissolvidos e condutividade principalmente aumentam nas Estações ordenadas em gradientes negativos e a saturação de oxigênio em gradiente positivo. Deste modo, as Estações P1 e P2 em ambas as campanhas apresentaram os maiores valores de DBO, o que justifica características parecidas entre P1 (período chuvoso) e P2 (Seco).

Nesta análise, as Estações da lagoa Encantada possuíram características semelhantes em cada período, onde para o Período Seco só a LE3 Fundo não faz parte do mesmo quadrante (Quadrante 2) das demais. Igualmente para as semelhanças no Período Chuvoso, apenas a LE2 Fundo ordenou-se em no quadrante 3, enquanto as demais permaneceram no quadrante 4.

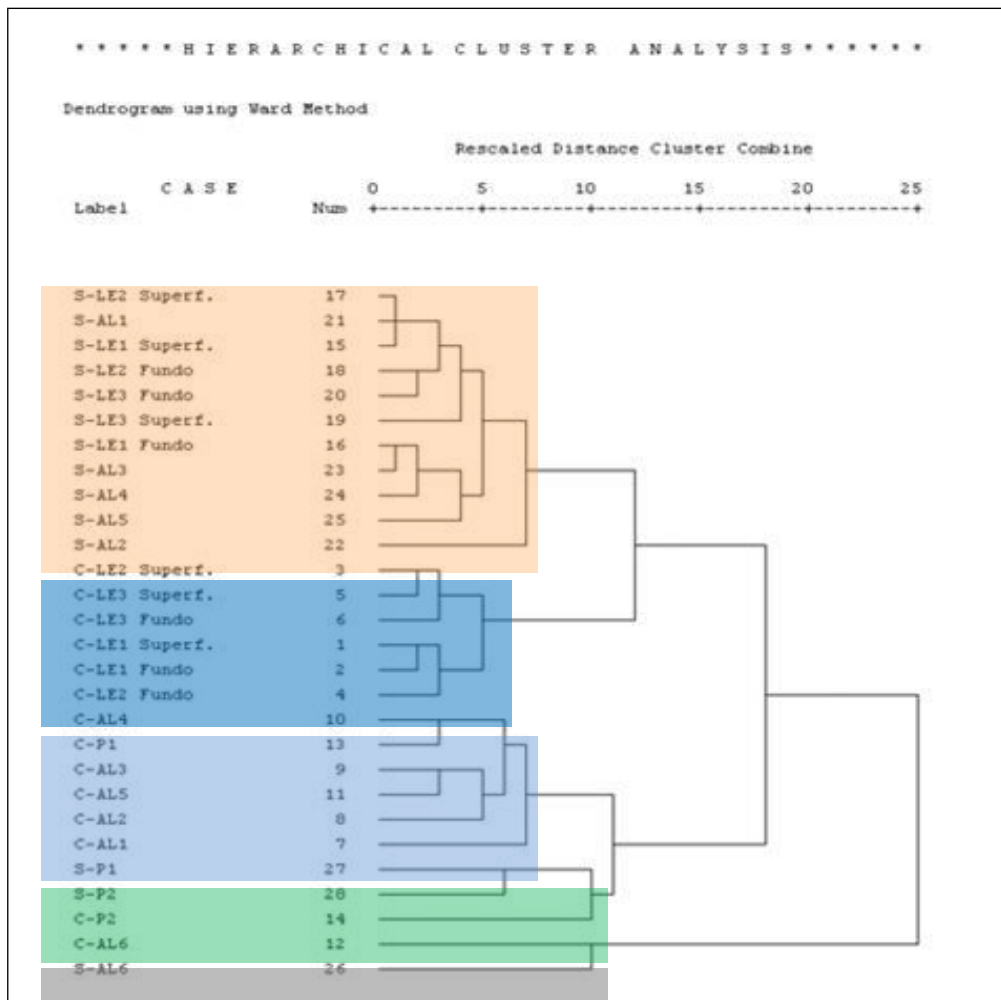
O **Quadro 8.1.5.3.5** abaixo apresenta as correlações existentes de cada variável de qualidade de água analisada para cada eixo (componente principal). Os valores detalhados em amarelo permitem informar as principais correlações.

Quadro 8.1.5.3.5 - Correlação das Variáveis de Qualidade Água - Qualidade das Águas- Porto Sul - Período Chuvoso e Seco de 2010

Variáveis de Qualidade de Água	Código	Eixo 1	Eixo 2
Temperatura	TEMP	0,02	-0,004
Oxidation Reductio Potential (ORP)	ORP	0,165	0,215
pH	PH	0,011	-0,012
Condutividade	COND	-0,331	0,058
Carbono Orgânico Dissolvido	COD	-0,178	0,128
Carbono Orgânico Particulado	COP	-0,134	-0,279
Carbono Orgânico Total	COT	-0,182	-0,021
Saturação de Oxigênio	OD	0,338	-0,016
Turbidez	TURB	-0,178	-0,263
Sólidos Totais em Suspensão	STS	-0,06	0,409
Sólidos Dissolvidos	SDS	-0,331	0,112
Demanda Bioquímica de Oxigênio	DBO	-0,448	-0,113
Clorofila <i>a</i>	CHLA	0	0
Feofitina <i>a</i>	FEOA	-0,001	0
Cloreto	CL	-0,231	0,208
Cálcio	CA	-0,432	0,021
Magnésio	MG	-0,086	0,496
Potássio	K	-0,136	-0,149
Sódio	NA	-0,192	0,151
Ferro	FE	-0,074	0,005
Manganês	MN	-0,008	-0,006
Alumínio	AL	-0,001	0,003
Cobre	Cu	-0,002	-0,001
Cromo	Cr	-0,002	-0,003
Cianeto	CN	0	-0,001
Fósforo total	PT	-0,085	-0,381
Ortofosfato	ORTOP	-0,041	-0,305
Nitrogênio total	NT	-0,042	0,04
Nitrato	NNO3	-0,037	-0,003
Amônia	NNH3	0,005	0,14

- Análise de Agrupamento

A análise hierárquica de agrupamento (ou *cluster*) através do dendrograma formado (Figura 8.1.5.3.78) apresentou grupos de Estações de Amostragem já esperados. Diferentemente do PCA, foi incluída a Estação AL6 para o *cluster*.



Obs. A letra "C" apresentado no início do código das Estações de amostragem significa Período Chuvoso e a letra "S", Período Seco.

Figura 8.1.5.3.78 - Dendrograma Representando Análise de Agrupamento - Qualidade das Águas - Porto Sul -Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2010

No dendrograma (cor cinza), a Estação AL6 logo se separa das demais Estações, provavelmente devido às condições mais estuarinas deste trecho do rio Almada. A Estação P2 (Chuvoso e Seco) agrupou-se com a Estação P1 (cor verde). A cor azul e laranja no dendrograma apresentam o grupamento de Estações no período chuvoso e Seco, respectivamente. O grupo azul está subdividido em dois, onde claramente as características da lagoa Encantada (cor azul escuro) possuem similaridades distintas das Estações do rio Almada e da estação P1 (cor azul claro).

- Campanhas 1 e 2 - 2010 e Campanha 1 - 2011

a) Análise de Componentes Principais

Com a finalidade de verificar algum padrão sazonal dos resultados de qualidade de água entre os anos de 2010 e 2011 foi realizado um ordenamento PCA. A **Figura 8.1.5.3.79** apresenta a Representação Gráfica de Análise de Componentes Principais (PCA), no qual foram utilizados 25 parâmetros de qualidade de água das Estações de Amostragem (exceto AL6 e C07) do Estudo de Impacto Ambiental do Empreendimento Porto Sul durante as três campanhas de amostragem já realizadas (Campanha 1 e 2 de 2010 e Campanha 1 de 2011).

Os parâmetros de qualidade de água tais como Enterococos, COP e COD foram removidos do PCA porque estas análises só foram realizadas no ano de 2010. Já a Clorofila *a*, Feofitina *a*, Cianeto Livre, Ortofosfatos não foram inseridos devido à diferença dos Limites de Quantificação e Detecção nas Campanhas de 2010 e 2011. Já os parâmetros de qualidade de água Zinco total e Cádmio total foram removidos da PCA porque apresentaram em todas as Estações de Amostragem valores inferiores ao Limite de Quantificação do Método (LQM) ou do Limite de Detecção (LDM).

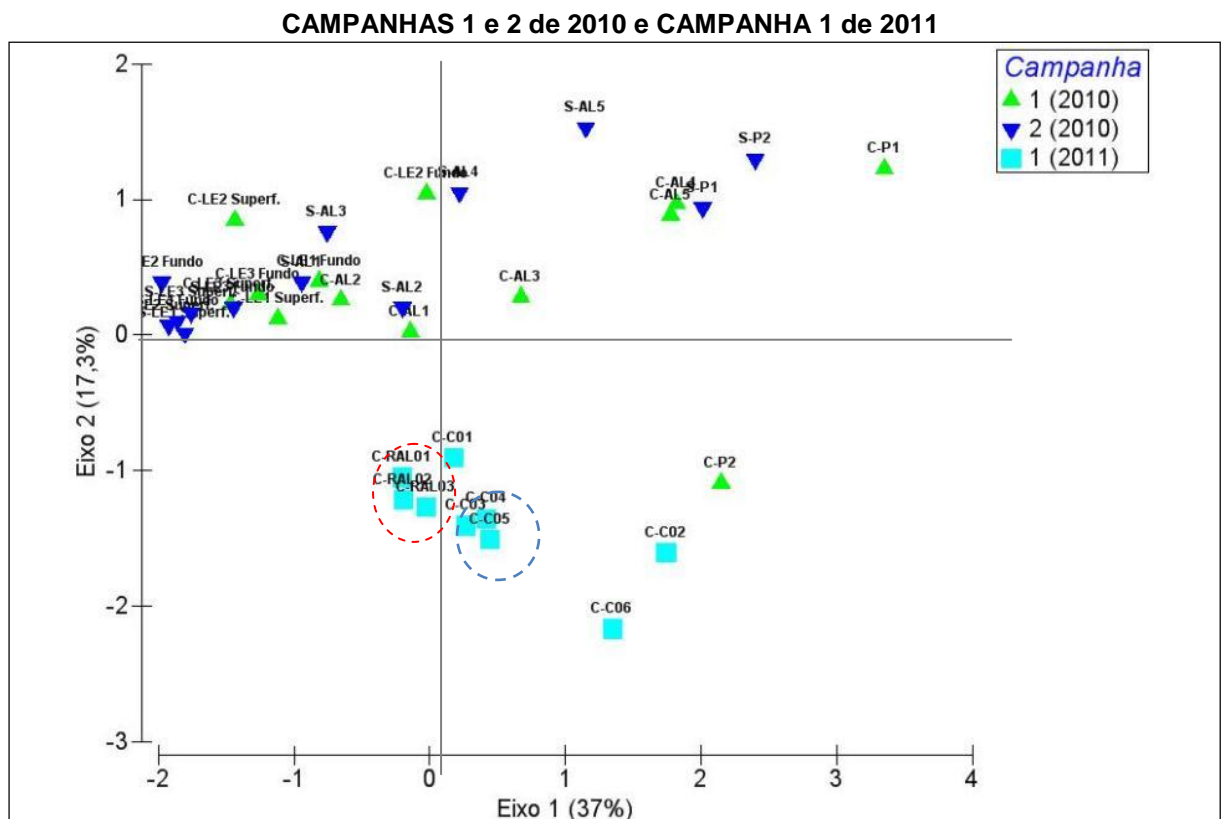


Figura 8.1.5.3.79 - Representação Gráfica de Análise de Componentes Principais - Qualidade das Águas - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2010 e Período Chuvoso (1) de 2011

O **Quadro 8.1.5.3.6** abaixo apresenta as correlações existentes de cada variável de qualidade de água analisada para cada eixo (componente principal). Os valores detalhados em amarelo permitem informar as principais correlações.

Quadro 8.1.5.3.6 - Correlação das Variáveis de Qualidade Água - Qualidade das Águas- Porto Sul - Período Chuvoso

Variáveis de Qualidade de Água	Código	Eixo 1	Eixo 2
Temperatura	TEMP	-0,030	0,055
Oxidation Reductio Potential (ORP)	ORP	-0,146	-0,124
pH	PH	-0,012	0,027
Condutividade	COND	0,327	0,112
Carbono Orgânico Total	COT	0,224	-0,410
Saturação de Oxigênio	OD	-0,287	-0,303
Turbidez	TURB	0,262	-0,520
Sólidos Totais em Suspensão	STS	0,065	0,086
Sólidos Dissolvidos	SDS	0,378	-0,197
Demanda Bioquímica de Oxigênio	DBO	0,403	0,359
Cloreto	CL	0,216	0,283
Cálcio	CA	0,442	-0,033
Magnésio	MG	0,097	0,138
Potássio	K	0,196	-0,225
Sódio	NA	0,224	0,057
Ferro	FE	0,093	-0,038
Manganês	MN	0,012	0,000
Alumínio	AL	0,025	-0,101
Cobre	Cu	0,001	0,006
Cromo	Cr	0,002	0,001
Fósforo total	PT	0,065	0,111
Nitrogênio total	NT	0,066	-0,158
Nitrato	NNO3	0,028	0,074
Amônia	NNH3	-0,041	0,233
Mercurio	Hg	0,000	0,000

Os dois componentes principais (dois eixos do gráfico) formados representam 54,2% de toda a variabilidade dos resultados de Qualidade de Água analisadas para as Campanhas 1 e 2 de 2010. O Eixo 1 representou 37% e o Eixo 2: 17,3%. Para o Eixo 1 a representação (positiva) se deu principalmente pelos Sólidos Dissolvidos, DBO e Cálcio. Já correlacionado negativamente ao Eixo 2 estão o COT, saturação de OD e a Turbidez.

De acordo com interpretação da análise de componentes principais, as Estações representantes da Campanha 1 de 2011 se ordenaram isoladamente (quadrantes 3 e 4) das demais da Campanha 1 e 2 de 2010 (Quadrantes 1 e 2). Assim, as Estações da Campanha 1 de 2011 foram principalmente caracterizadas com águas com maior turbidez, carbono orgânico total em relação as Estações da Campanha 1 e 2 de 2010. Apesar disto, ainda foi percebido que as Estações RAL01, RAL02 e RAL03 se agrupam no quadrante 3 e as Estações C03, C04 e C05 no quadrante 4 (indicadas na **Figura 8.1.5.3.79** por círculos achurados). As águas das Estações C06 e C02 foram as mais túrbidas, separando das demais no eixo 2.

De todas as Estações de Amostragem da Campanha 1 e 2 de 2010, apenas a P2 (AII) coletada no período chuvoso possuiu características semelhantes às Estações da Campanha 1 de 2011, período igualmente chuvoso.

b) Aplicações de Índices de Qualidade de Água

Neste item está apresentado o Índice de Qualidade de Água (IQA) das Estações de Amostragem do Estudo de Impacto Ambiental para o empreendimento Porto Sul - Campanhas 1 e 2 de 2010 e Campanha 1 de 2011.

Índices de Qualidade de Água (IQA)

O Índice de Qualidade da Água - IQA é calculado pelo produto ponderado das notas atribuídas a cada parâmetro de qualidade de água:

- 1) Temperatura da amostra;
- 2) pH;
- 3) Oxigênio dissolvido;
- 4) Demanda bioquímica de oxigênio (5 dias, 20°C);
- 5) Coliformes termotolerantes;
- 6) Nitrogênio total;
- 7) Fósforo total;
- 8) Sólidos totais; e,
- 9) Turbidez.

A metodologia do cálculo do IQA conforme utilização pela CETESB (2010) é apresentada no **Anexo 8.1.6.5.3**, sendo a classificação da qualidade de água determinada pelas categorias descritas a seguir:

Categoria	Ponderação
Ótima	$79 < IQA \leq 100$
Boa	$51 < IQA \leq 79$
Regular	$36 < IQA \leq 51$
Ruim	$19 < IQA \leq 36$
Péssima	$IQA \leq 19$

O **Quadro 8.1.5.3.7** apresenta os resultados do IQA obtidos para o rio Almada, lagoa Encantada e demais ecossistemas aquáticos de todas as Campanhas de Amostragem realizadas. O IQA foi calculado apenas para as amostras superficiais de água e mostrados na **Figura 8.1.5.3.80**.

Faz-se a seguinte ressalva: para os resultados abaixo do limite de detecção do método foram considerados os próprios limites como o teor encontrado, logo o IQA pode estar subestimado. Essa opção se fez a partir da adoção de critérios conservativos.

Quadro 8.1.5.3.7 - Valor de IQA Encontrado Classificação da Qualidade da Água - Porto Sul -Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2010 e Período Chuvoso (1) 2011

Estações de Amostragens	Período Chuvoso (Campanha 1 - 2010)	Período Seco (Campanha 2 - 2010)	Período Chuvoso (Campanha 1 - 2011)
LE1 Superf.	85	90	-
LE1 Fundo	79*	90	-
LE2 Superf.	80	91	-
LE2 Fundo	76*	92	-
LE3 Superf.	83	86	-
LE3 Fundo	82*	92	-
AL1	60	94	-
AL2	58	66	-
AL3	74	81	-
AL4	42	62	-
RAL01	-	-	68
AL5/RAL02	70	56	65
RAL03	-	-	62
AL6	49	50	-
P1	50	58	-
P2	49	58	-
C01	-	-	63
C02	-	-	62
C03	-	-	65
C04	-	-	63
C05	-	-	62
C06	-	-	62
C07	-	-	64

* Coliformes Termotolerantes não avaliado, porém para cálculo do IQA apresentado foram considerados ausentes com base no resultado das águas superficiais das respectivas Estações.

LEGENDA:

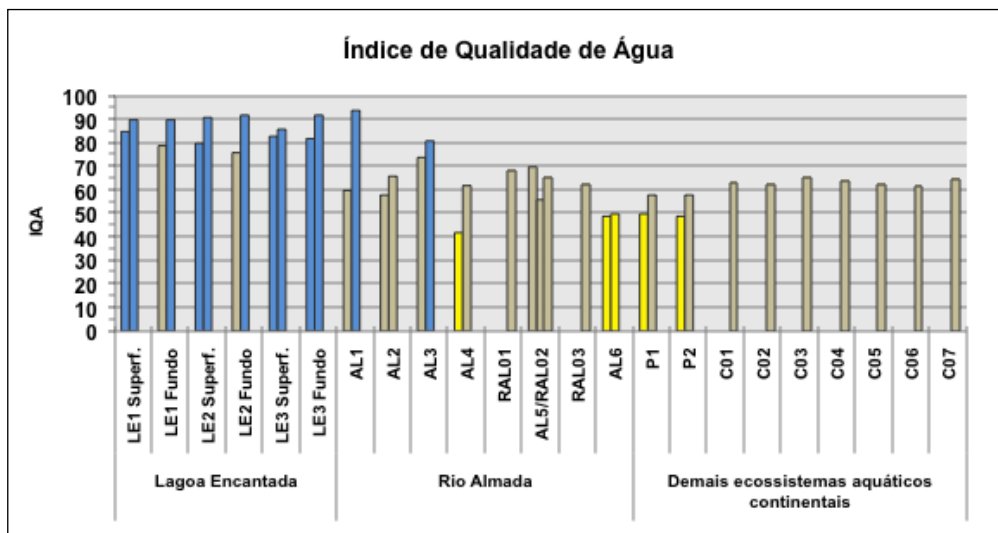
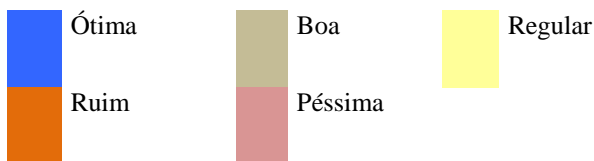
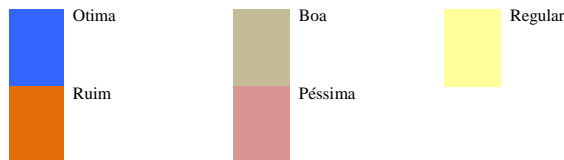


Figura 8.1.5.3.80 -Representação Gráfica do Índice de Qualidade de Água Conforme Metodologia CETESB (2010) - Qualidade das Águas- Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2010 e Período Chuvoso (1) de 2011

LEGENDA:



De acordo com o índice calculado sobre a Campanha 1 de 2010, apenas a Estação AL6 mostrou-se com a qualidade regular em ambas as Campanhas de Amostragem. Este resultado pode corroborar com a teoria sobre a influência antrópica neste trecho do rio Almada devido o adensamento urbano da periferia de Ilhéus em suas margens. Contudo, a Estação AL4, apenas no período chuvoso apresentou IQA na categoria Regular. Esta depreciação da qualidade de água pode ter sido influenciada pela localização a montante de Sambaituba.

Os Índices de Qualidade de Água calculados para a lagoa Encantada foram tidos como Ótimo, com exceção da Estação LE1 Fundo e LE2 Fundo, no período chuvoso (Campanha 1 de 2010). Com relação ao obtido nos demais ecossistemas aquáticos continentais, ambas as Estações entraram na categoria Regular, no período chuvoso e na categoria Boa, no período seco.

- Considerações finais sobre qualidade das águas continentais

O presente estudo contemplou a estratégia de amostragens nos ecossistemas aquáticos continentais na área sobre influência direta e indireta do empreendimento Porto Sul durante dois períodos distintos do ano de 2010, na Campanha 1 tida como período chuvoso e na Campanha 2 como período seco. O esforço amostral que foi realizado principalmente na Área Diretamente Afetada (próxima à Vila de Aritaguá) foi executado na Campanha 1 de 2011.

Os fatores fundamentais que norteiam considerações a seguir são baseados na necessidade de gerar informações sobre a área que o empreendimento abrangerá. Assim foi gerado conhecimento do nível de base (ou *background*) dos parâmetros selecionados de qualidade de água e sedimento para subsidiar o processo de licenciamento do Empreendimento Porto Sul. Através disto, sendo possível analisar os parâmetros de qualidade de água e sedimento necessários para a compreensão da dinâmica dos diferentes ecossistemas aquáticos estudados em questão.

O conhecimento dos níveis atuais de metais nos ecossistemas aquáticos continentais é importante devido aos prováveis impactos que decorrerão da atividade do empreendimento denominado Porto Sul, como transporte, armazenamento e escoamento de minérios de ferro e outros produtos com demandas de exportação. Como expostas ao longo deste estudo, as considerações finais serão discorridas a seguir de acordo com os ecossistemas aquáticos estudados e áreas de influência.

– Lagoa Encantada

Em relação à dinâmica dos ecossistemas estudados pode-se concluir que a lagoa Encantada possui diferentes comportamentos de movimentação vertical das massas d'águas no mesmo período em locais distintos da própria lagoa. A polimixia apresentada pode estar ligada a fatores ligados à sazonalidade, estratificação por convecção e circulação devido à influência dos ventos. Associado a isto, ainda foi observado as interações lagoa Encantada-rio Almada e pequenos tributários da lagoa.

O índice de qualidade de água (IQA) denotou condição “Ótima” para as águas da lagoa em ambas os períodos de amostragem, com exceção das amostras de águas profundas da LE1 e LE2 no período chuvoso. As oscilações dos parâmetros de qualidade de água como apresentado indicam que os fatores ambientais que estão associados aos processos de disponibilização de nutrientes para a coluna d'água e de produtividade primária estão intimamente ligados à fonte alóctone carregada pela precipitação pluviométrica. Deste modo,

torna-se importante salientar que o uso do solo da bacia do rio Almada (exemplo retirada da cobertura vegetal) pode influenciar na dinâmica e processos biogeoquímicos dos corpos d'água existentes.

Apesar do uso intenso da lagoa pela população da Vila de Areias, com atividades de lavagem de roupa, recreação de contato primário e até consumo, dentre todos os corpos d'água estudados, a lagoa Encantada apresentou maior integridade no que diz respeito à qualidade de suas águas.

– *Rio Almada*

No presente estudo observou-se a influência das contribuições da bacia hidrográfica no próprio rio Almada. Esta influência foi acentuada durante o período chuvoso. Neste período foram obtidos os valores mais elevados de nutrientes na água como fósforo total, além de aumento da turbidez, por exemplo. O escoamento e carreamento de solos, sedimentos e outros materiais alóctones da bacia para o rio teoricamente deve ter ocorrido com uma maior precipitação e elevada turbulência ocasionada pelo fluxo laminar, dentre outros fatores.

Durante o período chuvoso de 2010 foi observado que os valores de fósforo total apresentaram-se elevados (superiores ao limite da Resolução Conama 357/05). Pode-se deduzir além da influência provável dos esgotos domésticos não tratados ou águas servidas provenientes das ilhas Urucutuca, Sambaituba, Aritaguá e periferia de Ilhéus, uma influência natural intensa do carreamento do fósforo presente nos solos da bacia através das chuvas, ou da própria ressuspensão do sedimento e solubilização na coluna d'água. Entretanto, durante o período seco, a trofia do rio Almada foi considerada ultraoligotrófica e oligotrófica (apenas para AL5) indicando baixa influência de fatores alóctones no rio Almada quando precipitação é diminuta.

Diferença marcante entre os períodos de 2010 também foram anotados para o índice de qualidade de água, onde para algumas Estações (AL1 e AL3) houve mudança da condição “Boa” para “Ótima” e pra AL4 de “Regular” para “Boa”.

Deve-se evidenciar nesta consideração final que a origem de alguns parâmetros de qualidade de água, como o fósforo total, não pôde ser precisada, pois as fontes ao longo do rio são difusas. Além disto, há a ressalva já constatada sobre este parâmetro. Contudo, a condição da qualidade da água depreciada tem padrão notório quando analisado o parâmetro oxigênio dissolvido, onde principalmente as Estações AL3 e AL4 mantêm concentrações muito baixas e o quanto a DBO aumenta a partir da Estação AL3 até AL6.

Ao longo do seu curso longitudinal puderam ser notados gradientes crescentes de salinidade e condutividade, influência da entrada da cunha salina. Como o rio Almada sofre influência da sua foz, manguezal e adensamento urbano em sua porção mais a jusante, a Estação AL6 apresenta valores discrepantes em muitos parâmetros de qualidade água (exemplo: condutividade, sólidos totais em suspensão, carbono orgânico total) em relação às demais Estações do rio Almada.

Foram identificadas concentrações acima do limite de detecção do método aplicado para cianeto livre em duas Estações no período seco. Dentre os metais avaliados no rio Almada, o ferro dissolvido apresentou-se acima do estabelecido pela Resolução Conama 357/05 em todos os períodos, com exceção da AL6, período seco. Já o cobre dissolvido apenas mostrou-se acima da citada resolução em todas as amostras do período chuvoso. Abaixo do limites dos

métodos aplicados estiveram os parâmetros: Níquel total, Cádmio total, Mercúrio total, Zinco total.

As águas coletadas das Estações RAL01 (ADA), RAL02 (AID) e RAL03 (AID) apresentaram uniformidade e semelhantes resultados principalmente quanto as variáveis Ptotal, N-nitrato, níquel total, alumínio dissolvido, manganês total, sódio, potássio, magnésio. Este fato observado e corroborado pela Análise de Componentes Principais conotou um padrão quase que uniforme da água neste trecho do rio Almada no período chuvoso de 2011. Padrão este muito provavelmente provocado pelo aumento do fluxo laminar do rio, com origem das águas das chuvas e da bacia hidrográfica e de drenagem. O IQA destas três Estações foi indicado na categoria “Boa”.

Este padrão quase uniforme das águas em três locais distintos espacialmente e temporalmente na amostragem do rio Almada (RAL01, RAL02 e RAL03) poderá auxiliar na interpretação de possíveis mudanças da dinâmica do trecho em questão sejam estas mudanças influenciadas de forma antropogênica ou natural.

– *Demais Ecossistemas Aquáticos Continentais*

Os ecossistemas considerados da Área de Influência Indireta - AII possuem Estações de Amostragens em estratégica localização, sendo a P1 um estuário e a P2 um córrego que potencialmente sofrerão influência das ações propositadas do empreendimento Porto Sul.

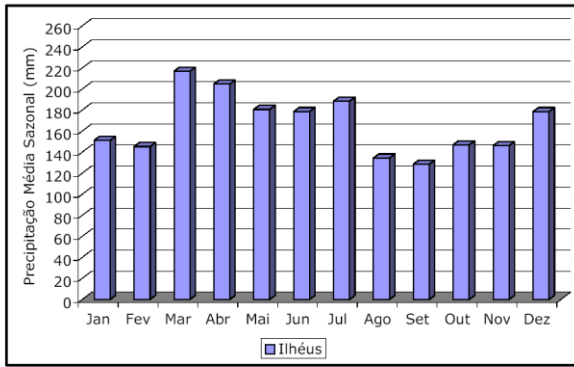
Para os ecossistemas estudados, padrão de melhora da qualidade de água para o período seco foram definidas através dos índices aplicados. Para os dois sistemas aquáticos situados na AII esta tendência não foi diferente com IQA modificando de “Regular” para “Boa”. Apesar deste padrão identificado, as habitações presentes próximas à Estação P1 podem indicar despejo contínuo de águas servidas e esgotos não tratadas para o rio.

Para os ecossistemas aquáticos continentais situados na ADA do Empreendimento Porto Sul (Área Ariritaguá), atenção deve ser dada aos resultados da Estação C01, que provavelmente sofre influência do lixão de Ilhéus. Índícios sobre esta influência foram observados através dos valores apresentados mais elevados de N-amoniaco e N-nitrito. Contudo, o IQA apresentado para todas as Estações situadas nos demais ecossistemas aquáticos continentais da ADA foi qualidade “Boa”.

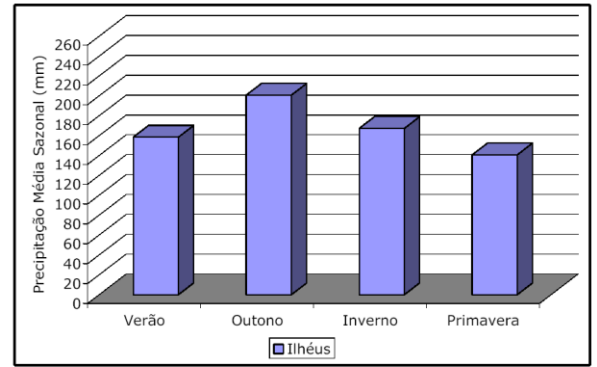
8.1.5.4 Qualidade da Água Marinha

Os resultados da campanha de amostragem para avaliação da qualidade das águas do trecho marítimo sob influência do Porto Sul-Ilhéus, campanha de maio de 2011, são apresentados no **Quadro 8.1.5.4.1**. A apresentação e discussão dos dados será feita para cada indicador considerado no presente estudo.

De acordo com o EIA Ponta da Tulha, a precipitação mensal em Ilhéus é elevada ao longo de todo o ano, não apresentando variabilidade sazonal elevada. A estação mais chuvosa é o outono e a mais seca é a primavera, conforme indicado nas **Figuras 8.1.5.4.1 e 8.1.5.4.2** abaixo. E termos de número de dias com chuva, porém, o mês de maio, quando foi realizada a coleta na nova locação do Porto Sul (Ariritaguá) em 2011, é menos expressivo que o mês de fevereiro, quando foi realizada a coleta na Ponta da Tulha. Isto indica que em maio as chuvas são mais torrenciais que em fevereiro.



(a) média mensal



(b) média sazonal

Figura 8.1.5.4.1 - Normal Climatológica Pluviométrica (mm) na Estação Meteorológica de Ilhéus. Período de 1961-2007 (Fonte: INMET, 2008)

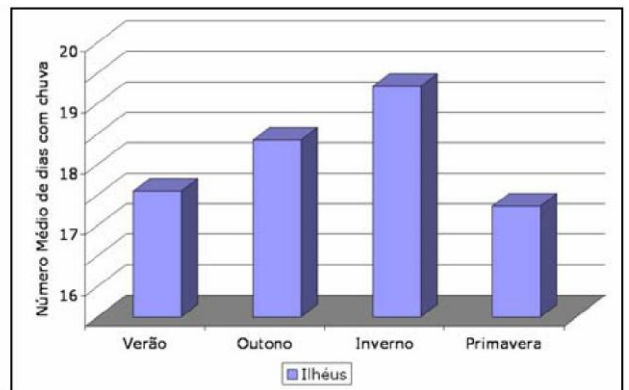
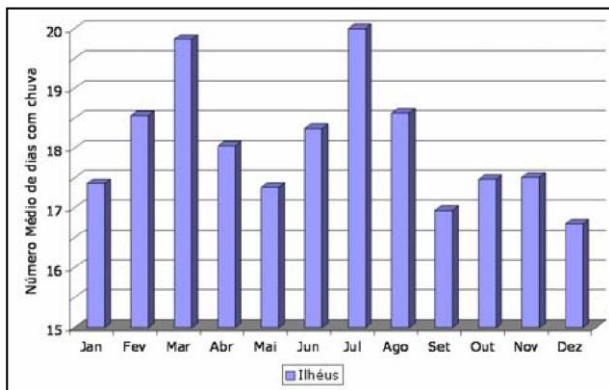


Figura 8.1.5.4.2 - Distribuição climatológica do número de dias com chuva na estação meteorológica de Ilhéus. Período de 1961-2007 (Fonte: INMET, 2008)

Quadro 8.1.5.4.1 - Sinopse dos Resultados Obtidos na Avaliação da Qualidade das Águas do Trecho Marítimo sob Influência do Porto Sul - Ilhéus, Campanha de Maio de 2011

Parâmetros	Unidade	LQ	LIMITE Conama 357/05 Classe 1 Águas Salinas e Conama 274/00 (*)	P1			P2			P3			P4			P5			P6			P7			P8			P9			P10	
				superfície	secchi	fundo	superfície	secchi	fundo	superfície	secchi	fundo	superfície	secchi	fundo	superfície	secchi	fundo	superfície	secchi	fundo	superfície	secchi	fundo	superfície	secchi	fundo	superfície	secchi	fundo	superfície	secchi
Profundidade	m	-	-	7,5			10,0			10,0			13,0			14,0			7,5			21,5			25,0			30,0			24,0	
Transparência	m	-	-	1,4			1,4			1,3			1,4			1,4			1,2			1,6			2,4			2,8			2,6	
Temperatura	°C	-	-	25,76	25,76	25,71	26,02	25,95	25,85	25,61	25,62	25,72	25,75	25,63	25,78	25,78	25,79	25,87	25,76	25,70	25,72	25,71	25,77	26,01	26,04	25,50	26,24	25,90	25,89	26,37	25,83	25,77
Salinidade	-	-	-	35,94	35,94	36,09	35,96	35,96	36,17	36,00	35,93	36,01	35,87	35,70	36,32	35,87	35,80	36,10	35,94	35,94	35,87	35,87	36,48	36,11	36,18	36,87	36,03	36,10	37,03	36,20	36,02	
pH	-	-	-	7,94	7,95	7,89	8,00	8,00	8,05	7,86	7,92	7,92	8,02	7,97	8,02	7,95	7,96	7,99	7,97	7,98	7,99	8,04	8,03	8,02	7,95	7,88	7,95	7,99	8,03	8,00	7,98	8,01
Oxigênio Dissolvido	mg/L	0,1	6	6,08	6,04	6,16	6,00	6,20	6,13	6,23	6,14	6,07	6,24	6,26	6,21	6,14	6,25	6,36	6,16	6,21	6,30	6,09	6,46	6,05	6,20	6,04	6,14	6,25	6,31	6,24	6,48	6,53
Saturação de oxigênio	%	-	-	98,02	101,10	102,90	90,50	103,50	100,10	100,60	99,50	100,70	100,70	103,40	101,60	101,20	102,50	104,60	101,80	102,80	105,10	99,70	105,70	100,50	101,20	100,10	100,20	101,20	103,40	102,20	106,20	106,20
Clorofila A	µg/L	3	-	ND	ND	na	ND	ND	na	ND	ND	na	ND	ND	na	ND	ND	na	ND	na	ND	ND	na	ND	ND	na	ND	ND	na	ND	ND	
Óleos e Graxas	mg/L	1	Ausentes	ND	na	na	ND	na	na	ND	na	na	ND	na	na	ND	na	na	ND	na	na	ND	na	na	ND	na	na	ND	na	na	ND	na
Coliformes Termotolerantes (E. coli)	NMP/100mL	1	2.500*	1	na	na	ND	na	na	1	na	na	1	na	na	ND	na	na	4	na	na	ND	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na
Enterococos	UFC/100 mL	1	400*	4	na	na	ND	na	na	6	na	na	ND	na	na	ND	na	na	2	na	na	ND	na	na	na	na	na	na	na	na	na	
Nitrogênio Total Kjeldahl	mg/L	0,2	-	7,8	5,7	4,6	8,3	2,1	0,7	6,6	10	5,2	0,8	5,8	10,6	1,2	2,4	6,6	4,2	5,9	6,800	0,740	2,600	5,000	2,100	1,400	4,700	8,200	2,100	3,000	3,200	1,300
Nitrito (como N)	mg/L	0,006	0,07	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Nitrato (como N)	mg/L	0,1	0,4	0,200	2,7	ND	ND	ND	ND	ND	0,2	ND	ND	0,600	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Nitrogênio Amoniacal	mg/L	0,1	0,4	ND	ND	ND	0,510	ND	ND	ND	0,32	ND	0,370	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Fósforo Total	mg/L	0,01	0,062	ND	ND	ND	0,010	0,010	0,010	ND	ND	ND	0,010	ND	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,010
Fosfato (como PO4)	mg/L	0,03	-	ND	ND	0,060	0,070	0,050	0,090	0,050	0,12	0,050	0,040	0,060	0,070	0,050	0,070	0,050	0,060	0,040	0,070	0,050	0,040	0,060	0,040	0,040	0,170	0,040	0,040	0,100	0,060	0,070
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	2	-	47.000	43.600	48.300	49.800	46.800	46.600	42.000	47.600	48.500	48.200	45.200	48.000	47.600	45.600	50.200	47.200	46.600	48.700	52.800	47.200	51.400	48.400	49.800	50.200	46.800	48.400	47.400	49.800	52.600
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	2	-	12,0	27,0	10,0	12,0	11,0	24,0	13,0	9,0	16,0	6,0	5,0	12,0	16,0	15,0	7,0	8,0	14,0	15,0	18,0	5,0	32,0	4,0	5,0	42,0	8,0	8,0	23,0	9,0	8,0
Turbidez	NTU	0,1	-	1,200	1,200	2,000	3,300	2,700	8,500	1,100	1,2	2,600	1,600	2,700	2,300	3,300	2,400	2,800	1,300	1,100	1,100	2,900	1,500	4,100	1,100	1,100	3,500	1,100	1,100	2,300	1,100	1,100
Carbono Orgânico Total	mg/L	2,5	3	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Ferro Dissolvido	mg/L	0,0001	0,3	0,104	ND	ND	ND	ND	0,144	0,075	ND	ND	0,134	0,015	ND	ND	0,474	0,023	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,260	0,060	ND	0,351	0,059	0,147	
Cobre Dissolvido	mg/L	0,0001	0,005	0,196	0,163	0,198	0,155	0,156	0,186	0,167	0,162	0,169	0,195	0,207	0,180	0,160	0,164	0,293	0,284	0,164	0,165	0,182	0,181	0,163	0,165	0,166	0,215	0,236	0,158	0,237	0,181	0,193
Arsênio Total	mg/L	0,0001	0,01	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Cádmio Total	mg/L	0,0001	0,005	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Chumbo Total	mg/L	0,0005	0,01	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,110	0,004	0,021	ND	ND
Cromo Total	mg/L	0,0001	0,05	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Mercúrio Total	mg/L	0,00001	0,0002	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Níquel Total	mg/L	0,0001	0,025	0,054	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Zinco Total	mg/L	0,0001	0,09	ND	0,183	ND	ND	0,005	0,010	0,013	0,0452	0,014	0,034	0,075	0,000	0,701	0,075	ND	ND	0,000	2,550	0,034	ND	0,324	0,072	0,166	0,028	0,066	0,157	0,115	ND	0,016
Mangânês Total	mg/L	0,0001	0,1	0,027	0,023	0,032	0,027	0,021	0,044	0,032	0,0274	0,031	0,020	0,039	0,033	0,058	0,024	0,026	0,022	0,026	0,025	0,021	0,021	0,048	0,026	0,026	0,038	0,019	0,023	0,046	0,019	0,015
Sulfeto	mg/L	0,05	-	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Índice de Fenóis	mg/L	0,001	0,06	0,003	ND	ND	ND	ND	ND	0,001	0,002	ND	ND	ND	0,001	0,001	0,001	ND	ND	ND	0,002	ND	ND	0,001	0,110	0,011	0,003	0,047	0,020	ND	ND	0,002
DBO	mg/L	3	-	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	< 3	ND	3,7	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

Legenda:
 ND – Não Detectado (< Limite de Quantificação do Método)
 na – Não analisado

Obs: Em vermelho, valores que ultrapassaram os limites da Resolução Conama 357/05.

Transparência

A transparência na água variou entre 1,3m na estação P3 e 2,8m na estação P10. A **Figura 8.1.5.4.3** ilustra que este indicador foi maior nas estações mais profundas: P7 (21,5m), P8 (25,0m), P9 (30,0m) e P10 (24,0m). De todo modo a transparência da água encontrada na presente campanha em toda a rede é considerada baixa, menor do que a observada no trecho marítimo da Ponta da Tulha (EIA/RIMA BAHIA MINERAÇÃO, 2009), que oscilou entre 3,0 e 7,0m. Considerando que os valores de turbidez em todas as amostras de água também foram reduzidos, um dos fatores que podem explicar a reduzida transparência em maio de 2011 é a luminosidade, que foi prejudicada pela alta nebulosidade e chuvas verificadas durante as coletas, dificultando a visualização do disco de Secchi pelo observador.

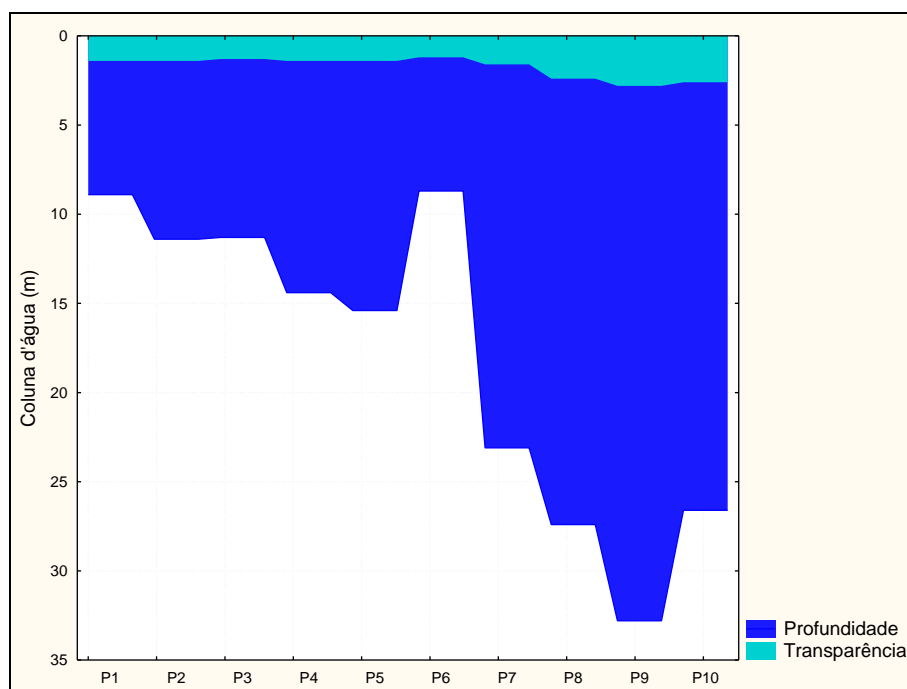


Figura 8.1.5.4.3 - Comparação da Transparência da Água ao Longo das 10 Estações de Monitoramento Avaliadas na Área de Influência do Porto Sul -Ilhéus, em Maio de 2011

Temperatura da água

A temperatura da água oscilou entre 25,50 °C, amostra de Secchi da estação P8, e 26,37°C na P9-fundo. É possível notar, inclusive, que nas estações mais profundas (P7, P8, P9 e P10), houve maior amplitude térmica **Figura 8.1.5.4.4**, determinada por uma leve tendência de aumento da temperatura em direção ao fundo (< 1°C) (**Figura 8.1.5.4.5**). O teste de Kruskal-Wallis aplicado indicou que essa variação espacial foi estatisticamente significativa.

Analisando a **Figura 8.1.5.4.5** nota-se que não foram encontradas evidências de estratificação térmica em nenhuma das 10 estações avaliadas. Estes resultados indicam boas condições de mistura da massa d'água avaliada, situação que já havia sido notada em campo durante os serviços de coleta das amostras.

Nos oceanos, a temperatura varia horizontalmente em função da latitude e verticalmente com a profundidade, e é um fator de grande importância nos processos que regem a distribuição

dos organismos, os quais sobrevivem em uma faixa geralmente entre 0 e 40°C. A temperatura na superfície das águas das regiões tropicais varia entre 20-30°C (NYBAKKEN, 1993), intervalo no qual estiveram contidos os dados de temperatura apurados da presente campanha de maio de 2011. Em comparação com os dados do estudo realizado na Ponta da Tulha em fevereiro de 2009 (estação de verão), os valores de temperatura apontados no mesmo - 26,8 a 31,6°C - foram maiores que os do presente diagnóstico realizado em maio de 2011 (estação de outono). Tal situação é esperada, tendo em vista a coleta em condições ambientais distintas.

De modo geral, todas as temperaturas mensuradas na presente campanha são compatíveis com valores comumente observados em ambientes costeiros marinhos do litoral baiano.

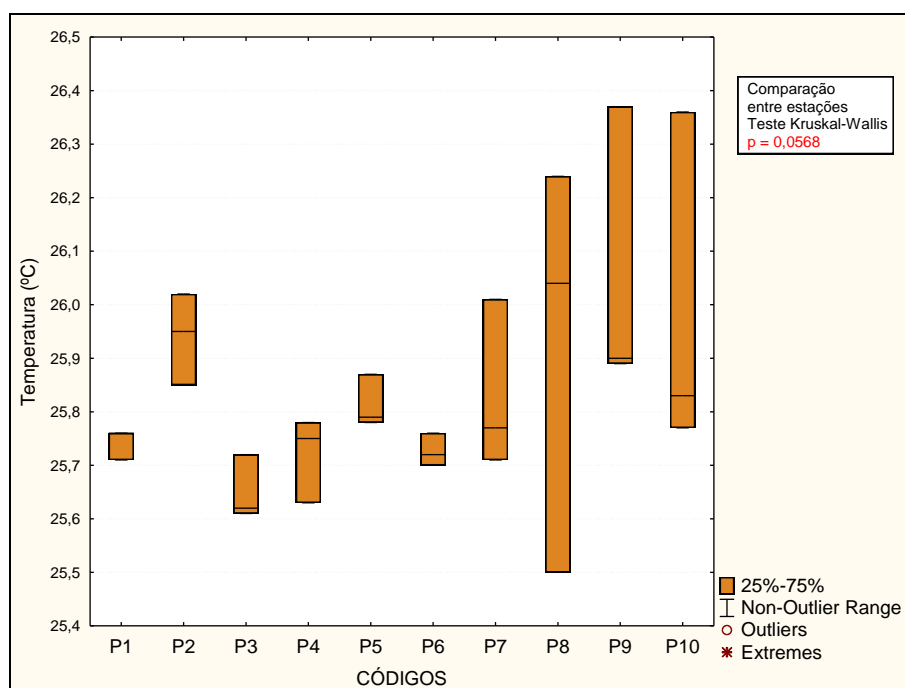


Figura 8.1.5.4.4 - Comparação da Temperatura da Água ao Longo das 10 Estações de Monitoramento Avaliadas na Área de Influência do Porto Sul-Ilhéus, em Maio de 2011

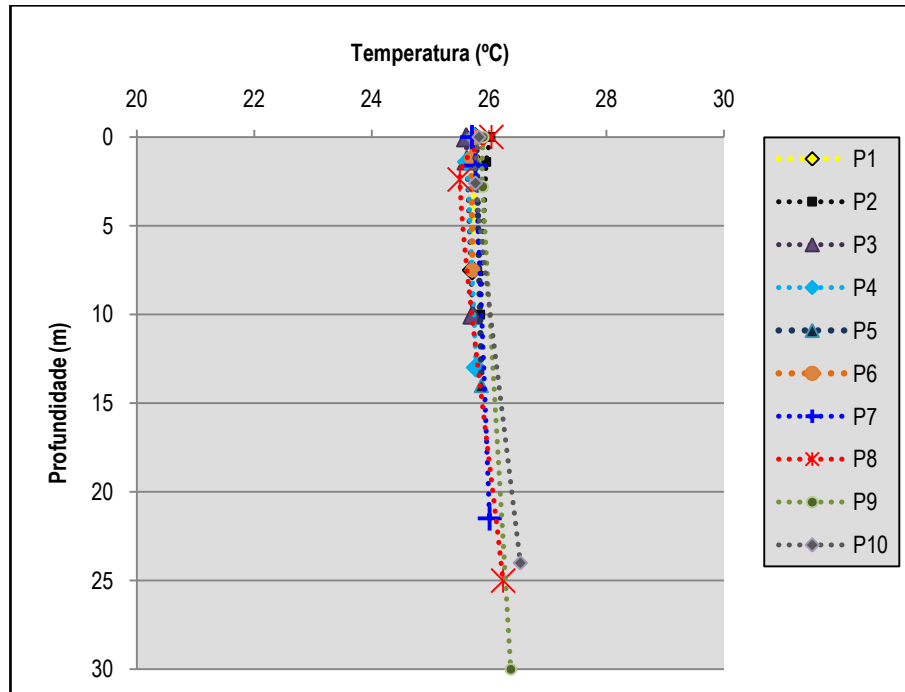


Figura 8.1.5.4.5 - Perfil da Temperatura ao Longo da Coluna d'água das 10 Estações de Monitoramento Avaliadas na Área de Influência do Porto Sul - Ilhéus, em maio de 2011

Oxigênio dissolvido

Todos os resultados apurados quanto ao oxigênio dissolvido na água estiveram em conformidade com o limite mínimo de 6 mg/L previsto na Classe 1 de águas salinas da Resolução Conama 357/05. A oscilação observada ficou entre 6,0 mg/L (P2-sup) e 6,53 mg/L (P10-sec). A variação espacial observada (**Figura 8.1.5.4.6**) foi considerada estatisticamente significativa ($p < 0,05$), onde os teores mais elevados de oxigênio foram observados nas estações P5, P6, P7, P9 e P10, especialmente nos estratos superfície e secchi. A análise dos percentuais de saturação de oxigênio, que leva em conta a influência da temperatura e da salinidade, indicou a variação espacial idêntica aos valores absolutos de OD, com percentuais oscilando entre 90,50 % (P2-sup) a 98,72 % (P10-sec). Estes resultados indicam produtividade primária adequada para o ambiente avaliado, sem indício da presença de florações de microalgas no meio.

A análise da **Figura 8.1.5.4.7** demonstra que os teores de oxigênio variaram pouco ao longo da coluna d'água, indicando, tal qual a temperatura, ausência de estratificação. Esta é mais uma evidência da boa condição de mistura da massa d'água no momento da coleta.

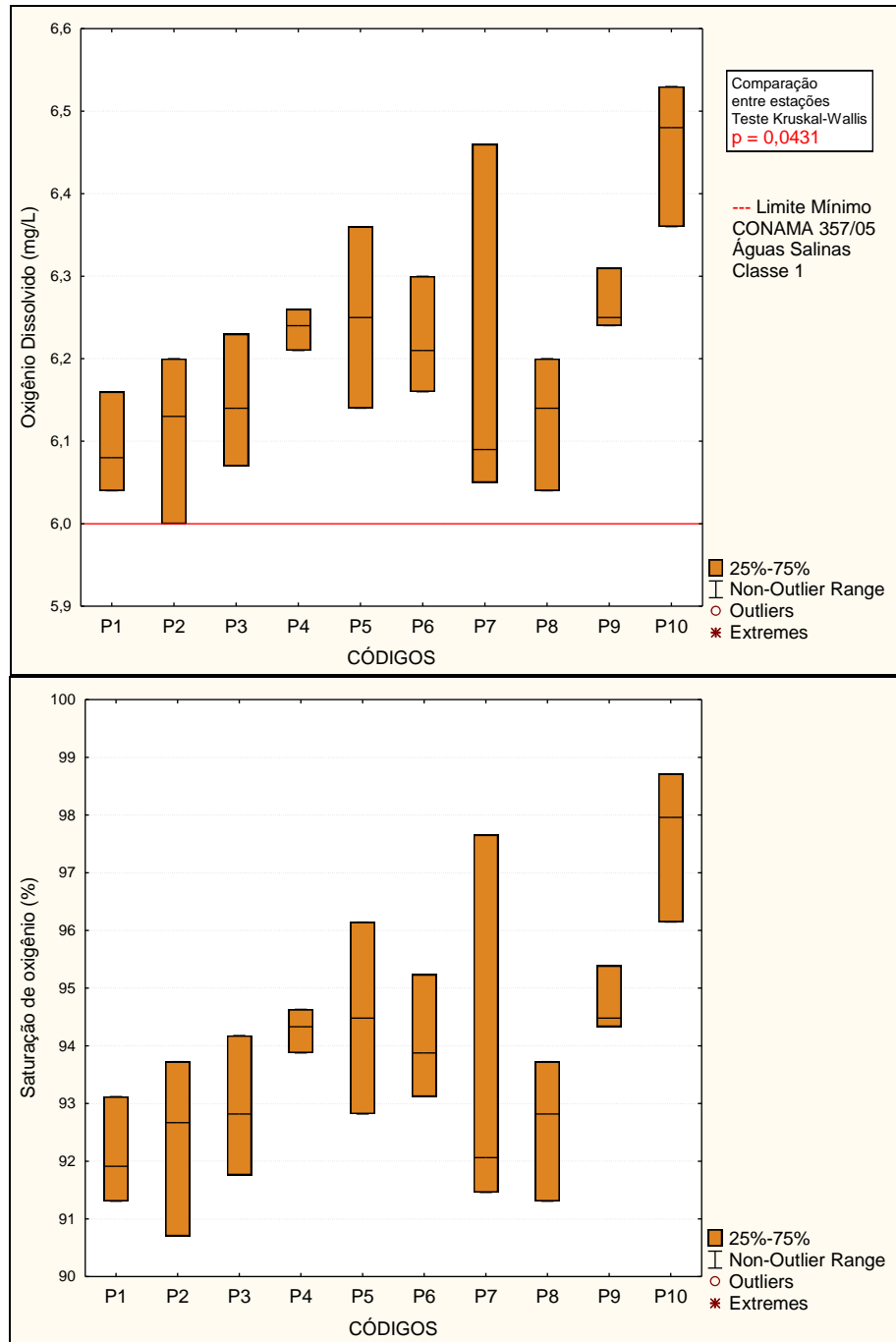


Figura 8.1.5.4.6 - Comparação dos Teores de Oxigênio Dissolvido (acima) e Saturação de Oxigênio (abaixo), ao Longo das 10 estações de Monitoramento Avaliadas na Área de Influência do Porto Sul - Ilhéus, em Maio de 2011

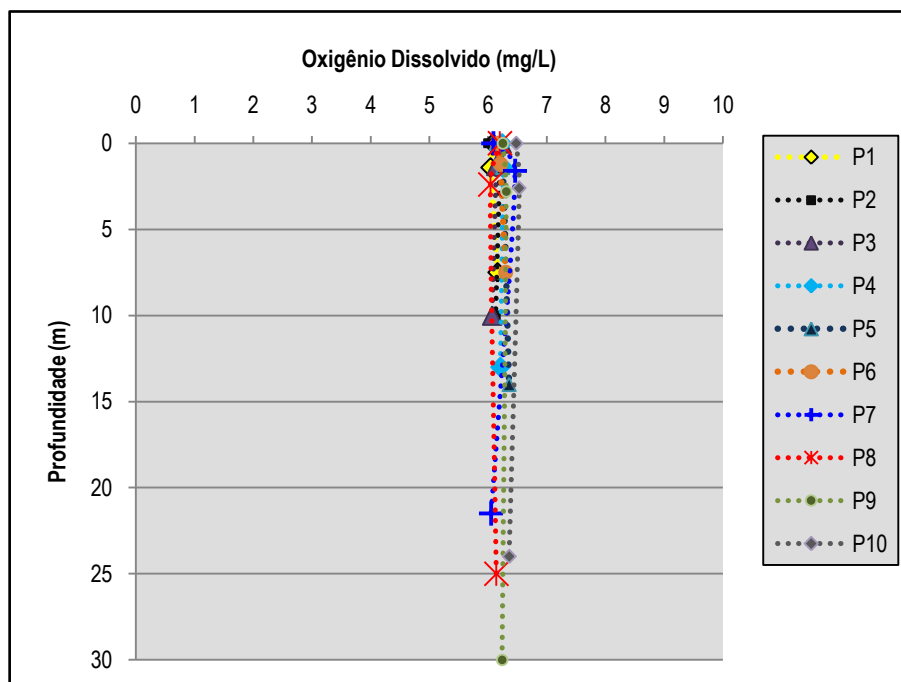


Figura 8.1.5.4.7 - Perfil do Oxigênio Dissolvido ao Longo da Coluna d'água das 10 Estações de Monitoramento Avaliadas na Área de Influência do Porto Sul - Ilhéus, em Maio de 2011

Salinidade

A salinidade medida em maio de 2011 oscilou entre 35,87 (P4-sup) e 37,10 (P10-fun), conforme indicado na **Figura 8.1.5.4.8**. Nota-se que nas estações mais profundas (P7 a P10) a amplitude de variação da salinidade foi maior que na área mais rasa (P1 a P6). De fato a **Figura 8.1.5.4.9** ilustra que na área mais profunda a tendência foi de elevação da salinidade em direção ao fundo, mas sem que isso representasse evidência de estratificação química. As chuvas ocorridas durante as coletas certamente contribuíram para a redução da salinidade na superfície. Todos os valores medidos em maio de 2011 são compatíveis com ambientes oceânicos, pois a salinidade dessas áreas varia dentro de uma faixa restrita, entre 34 e 37, e apresenta um valor médio de 35 (NYBAKKEN, 1993).

No estudo da Ponta da Tulha em 2009 a salinidade medida apresentou variação menor (entre 31,5 e 33,8) que a observada no novo trecho marítimo avaliado em maio de 2011. Entretanto, no capítulo de oceanografia, os perfis de salinidade apresentados apontaram variação entre 36,9 e 37 considerando os dois períodos sazonais (inverno e verão) na região da Ponta da Tulha, faixa similar à observada no estudo realizado recentemente no trecho marítimo da localidade Aritaguá.

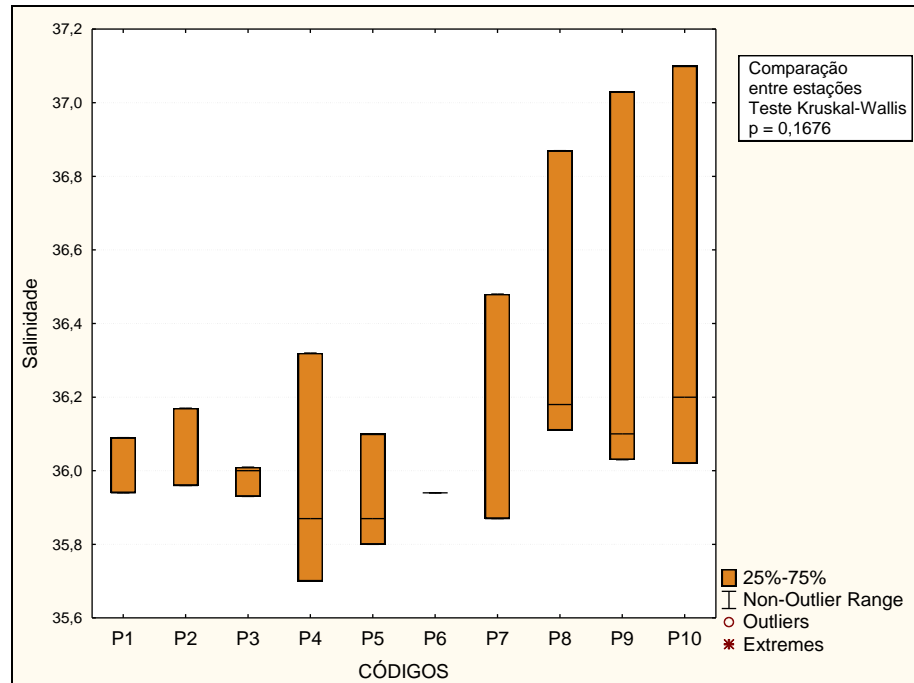


Figura 8.1.5.4.8 - Comparação da Salinidade da Água ao Longo das 10 Estações de Monitoramento Avaliadas na Área de Influência do Porto Sul -Ilhéus, em Maio de 2011

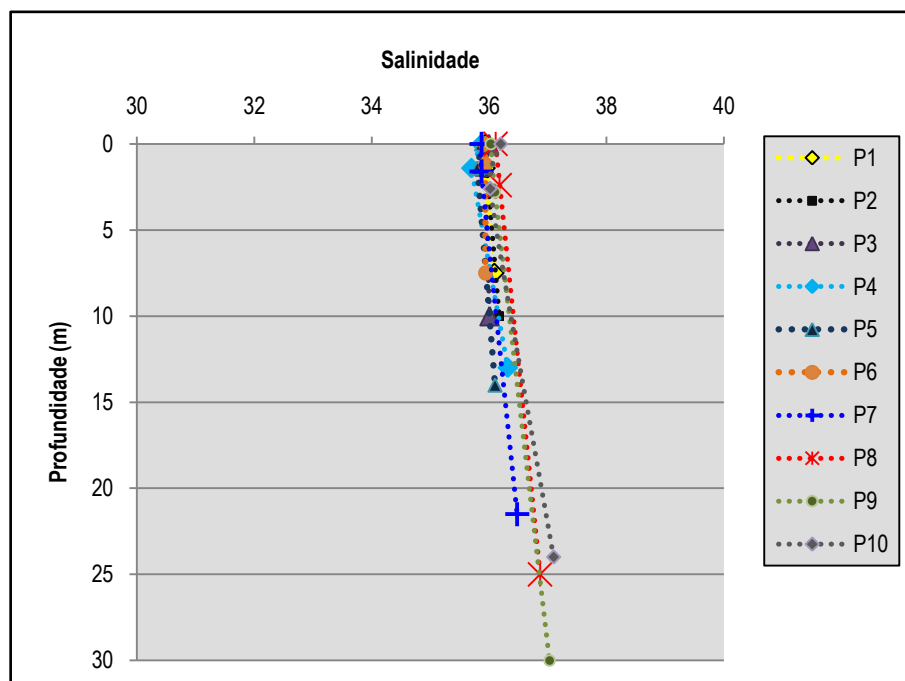


Figura 8.1.5.4.9 - Perfil da Salinidade ao Longo da Coluna d'água das 10 Estações de Monitoramento Avaliadas na Área de Influência do Porto Sul -Ilhéus, em Maio de 2011

pH

Os valores de pH apresentaram valores dentro da faixa de 6,5-8,5 estabelecida para águas salinas da Classe 1 da Resolução Conama 357/05. A oscilação dos resultados ficou entre 7,86 (P3-sup) e 8,05 (P2-fun), sendo que a variação espacial observada foi considerada estatisticamente significativa ($p < 0,05$) (**Figura 8.1.5.4.10**), especialmente pelos menores valores de pH encontrados nas estações P1, P3 e P8. No entanto, todos os resultados obtidos são considerados adequados a ambientes costeiros marinhos.

A análise da **Figura 8.1.5.4.11** evidencia o que já foi mencionado para a temperatura, salinidade e OD, pois o pH pouco variou ao longo da coluna d'água (superfície → fundo) nas 10 estações avaliadas, confirmando ausência de estratificação química no meio.

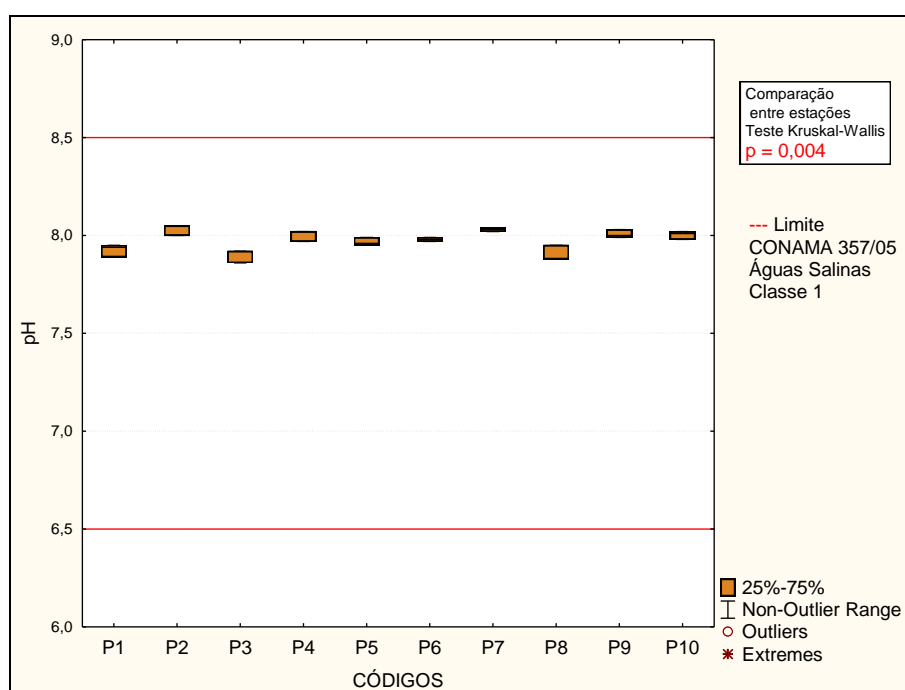


Figura 8.1.5.4.10 - Comparação do pH da Água ao Longo das 10 Estações de Monitoramento Avaliadas na Área de Influência do Porto Sul - Ilhéus, em Maio de 2011

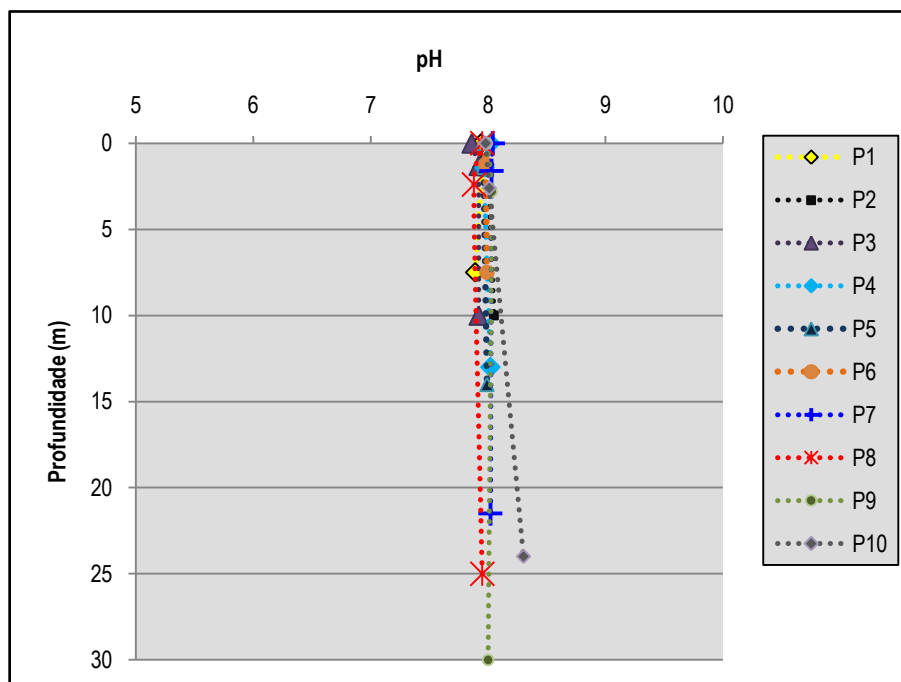


Figura 8.1.5.4.11 - Perfil do pH ao Longo da Coluna d'água das 10 Estações de Monitoramento Avaliadas na Área de Influência do Porto Sul - Ilhéus, em Maio de 2011

Óleos e Graxas

As amostras de óleos graxas foram obtidas somente na superfície, e em nenhuma das 10 estações avaliadas foi detectada a presença deste resíduo, tampouco foram observados indícios visuais (iridescência da água) durante os serviços de coleta.

Coliformes termotolerantes e Enterococos

Os resultados das análises microbiológicas, realizadas nas amostras de superfície das 10 estações, indicaram ausência de comprometimento da qualidade da água por esgotos domésticos no momento da coleta. A maioria dos resultados foi inferior ao limite de quantificação do método (LQM = 1 UFC/100mL) e quando detectados, a concentração de bactérias não foi superior a 10 UFC/100mL. Desta forma, conclui-se que em maio de 2011 as condições de balneabilidade da água estiveram em conformidade com os termos da Resolução Conama 274/00.

Clorofila a

A concentração de clorofila a nas 20 amostras analisadas (superfície e secchi das 10 estações) foi inferior ao LQM, de 3,0 µg/L. Estes resultados estão coerentes com os teores de oxigênio dissolvido, que já havia indicado ausência de produtividade primária excessiva (floração) na água.

Nitrogênio Kjeldahl

Esse indicador é resultante da combinação do nitrogênio orgânico com o n. amoniacal (LABCONCQ, 2005). Este composto foi detectado em todas as 30 amostras analisadas, oscilando entre 0,7 mg/L na estação P2-fun e 10,6 mg/L na P4-fun. Como será descrito a seguir, os teores de n. amoniacal foram reduzidos na maioria das amostras, portanto, acredita-se que os valores de n. kjeldahl sejam decorrentes da maior presença de nitrogênio orgânico no meio. Neste caso, a principal fonte de adição dessa substância na água seria o sedimento do fundo, tendo em vista boas condições de mistura evidenciadas em toda a área avaliada.

De acordo com Eça (2009), no sul da Bahia (Caravelas) o histórico do monitoramento aponta para valores de nitrogênio kjeldahl na faixa de 0,15 mg/L, numa área com aporte de águas de um sistema estuarino com grande cobertura de manguezais. Com base neste estudo, os valores máximos observados na presente campanha em maio de 2001 parecem ser anômalos.

A análise da **Figura 8.1.5.4.12** mostra que houve grande variabilidade dos teores de n. kjeldahl nas estações de amostragem, e isso foi determinante para a ausência de variação espacial significativa ($p > 0,05$). Analisando os resultados em perfil, a variabilidade permanece, sem que se possa estabelecer uma regra para a dinâmica dos teores deste indicador ao longo da coluna d'água, ou seja, ora é mais elevado na superfície (P1, P2, P3), ora no fundo (P4, P5, P6, P7, P8).

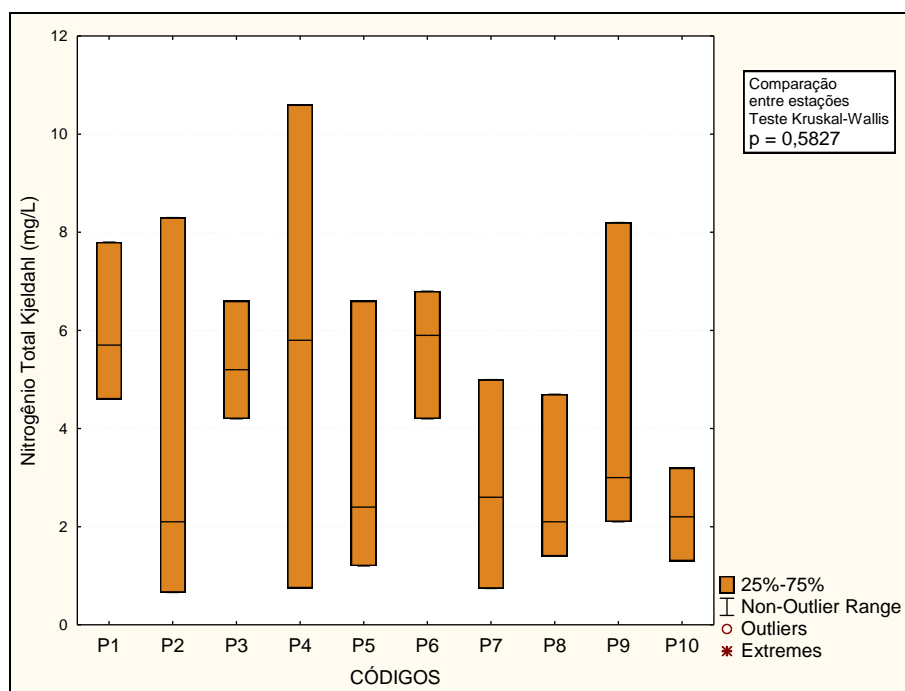


Figura 8.1.5.4.12 - Comparação do N. Total Kjeldahl da Água ao Longo das 10 Estações de Monitoramento Avaliadas na Área de Influência do Porto Sul - Ilhéus, em Maio de 2011

Nitritos

Nitrito é um estado intermediário do nitrogênio, tanto pela oxidação da amônia a nitrato como pela redução do nitrato. Pode ser encontrado na água como produto da decomposição biológica, devido à ação de bactérias ou outros microorganismos sobre o nitrogênio amoniacal, ou ser provenientes de ativos inibidores de corrosão em instalações industriais. Sua presença em excesso é um indicativo de contaminação recente, procedente de material orgânico vegetal ou animal (GADELHA, *et.al.*, 2005).

Os nitritos não foram detectados em nenhuma das amostras analisadas (< 0,006 mg/L), indicando conformidade com o limite máximo de 0,07 mg/L da Classe 1 de águas salinas da Resolução Conama 357/05.

Nitrato

O nitrato é naturalmente mais abundante no ambiente marinho, resultante da oxidação do nitrogênio amoniacal, e por isso tende a ser a forma de nitrogênio mais utilizada pelo fitoplâncton, que utiliza a enzima “nitrato redutase” para transformar o nitrato em amônio (NH_4^+)

Na maioria das 30 amostras analisadas em maio de 2011, os teores de nitratos foram reduzidos ou inferiores ao LQM (0,1 mg/L), porém, em 03 delas os resultados estiveram acima do limite máximo de 0,4 mg/L previsto na Resolução Conama 357/05, a saber: P1-secchi (2,7 mg/L), P4-secchi (0,6 mg/L) e P6-fun (2,9 mg/L). Novamente, os valores esporádicos encontrados podem ter sofrido influência da dissolução de matéria orgânica oriunda do fundo marinho.

No EIA/RIMA da Ponta da Tulha (2009) os valores de nitrato nas amostras de água oscilaram entre 0,5 e 1,3 mg/L, variação acima da observada na maioria das estações do presente estudo em maio de 2011 (< 0,1 mg/L), excetuando as três amostras citadas no parágrafo anterior.

Nitrogênio Amoniacal

O nitrogênio amoniacal é o resultado da degradação de proteínas e outras substâncias nitrogenadas. É a fração mais reduzida do nitrogênio no meio aquático, e na presença de oxigênio, tende a ser rapidamente oxidada para a forma mais estável, o nitrato (NO_3). Segundo BONEY (1975), o nitrogênio amoniacal é a forma de nitrogênio mais facilmente assimilada pelo fitoplâncton e por isso é um nutriente essencial para essas comunidades, e costuma não ser detectado em amostras de água para análise laboratorial.

Assim como observado acima na análise dos nitratos, os teores de n. amoniacal também foram reduzidos na maioria das amostras. Em três delas houve detecção deste indicador – P2 sup, P4-fun e P10-fun - sendo que na P2-sup o valor encontrado, 0,5 mg/L, foi superior ao limite máximo previsto na Classe 1 de águas salinas da Resolução Conama 357/05.

Fósforo e Fosfato

Os compostos fosfatados são importantes indicadores do estado trófico da água. O fósforo é principalmente transportado nas águas naturais nas frações de fósforo dissolvido e particulado, com formas orgânicas e inorgânicas (predominantemente íons ortofosfatos,

FeHPO₄⁺, CaH₂PO₄⁺, adsorvidos a agregados inorgânicos e aos minerais, como apatita) (CHESTER, 1990).

Os valores de fósforo total encontrados no trecho marinho do Porto Sul-Ilhéus oscilaram entre inferior ao LQM (< 0,01 mg/L) e 0,02 mg/L, portanto, indicando baixa concentração deste nutriente na água, em conformidade com o limite máximo de 0,062 mg/L para águas salinas da Classe 1 da Resolução Conama 357/05.

Já em relação aos teores de fosfato, que não apresentam valores de referência legal, estes foram detectados na maioria das amostras, variando entre < 0,03 mg/L e 0,17 mg/L na amostra de fundo da estação P8. A **Figura 8.1.5.4.13** ilustra que houve certa homogeneidade nas concentrações entre estações de amostragem, evidenciada pela ausência de diferenças estatisticamente significativas nos resultados. A maior variabilidade foi observada na estação P8, por conta do resultado mais elevado obtido no fundo.

De modo geral, os teores de fósforo e fosfato obtidos, juntamente com o conjunto de resultados dos compostos nitrogenados, caracterizam a massa d'água avaliada como predominantemente oligotrófica, apesar de alguns resultados esporádicos contrariarem essa hipótese.

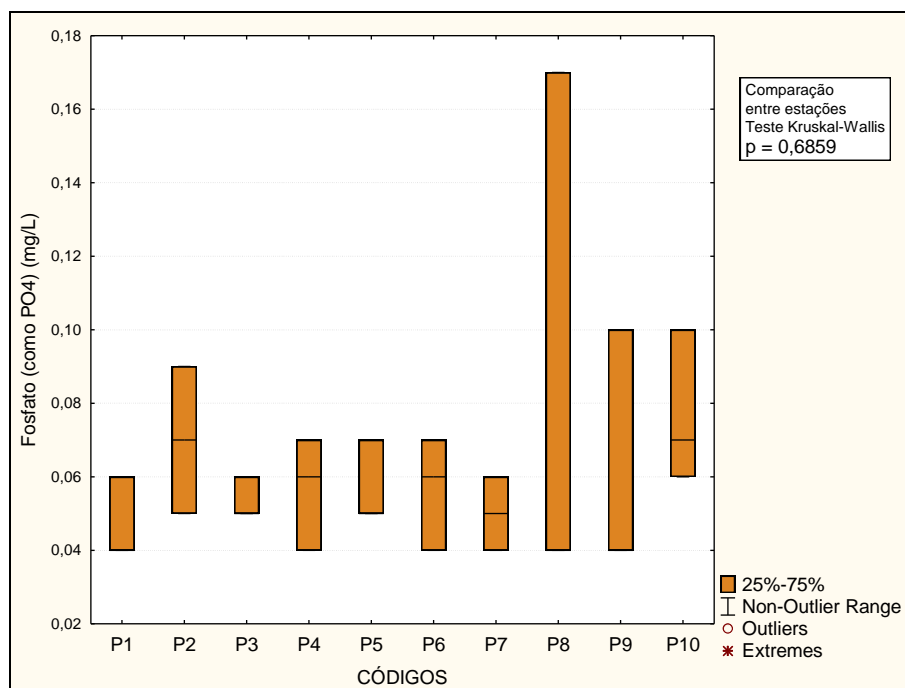


Figura 8.1.5.4.13 - Comparação do Fosfato da Água ao Longo das 10 Estações de Monitoramento Avaliadas na Área de Influência do Porto Sul - Ilhéus, em Maio de 2011

Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO

A DBO é um indicador que reflete a intensidade do metabolismo do sistema, por meio dos processos de degradação da matéria orgânica por via aeróbica. Os valores encontrados nas 30 amostras analisadas foram inferiores a 3,0 mg/L, indicando ausência de comprometimento da qualidade da água quanto à presença excessiva de matéria orgânica dissolvida.

Carbono Orgânico Total - COT

O COT é um indicador direto da concentração de matéria orgânica dissolvida e particulada na água. Os teores registrados nesta campanha de maio de 2011 corroboraram os demais indicadores de estado trófico da água (nutrientes e DBO), pois em todos os casos os valores foram inferiores ao LQM (3,0 mg/L). Estes resultados também indicam conformidade com os termos da Resolução Conama 357/05, na qual a Classe 1 de águas salinas estabelece o limite máximo de 3,0 mg/L para o COT.

Sólidos Totais (dissolvidos e suspensos)

O teor de sólidos dissolvidos representa a quantidade de substâncias dissolvidas na água, que alteram suas propriedades físicas e químicas da água. Em ambientes marinhos, o teor de sólidos totais dissolvidos é naturalmente elevado, por conta da alta concentração de íons cloretos, carbonatos, cálcio e sódio. Já os sólidos em suspensão são compostos pelas frações sedimentáveis e não sedimentáveis de uma amostra. Os sólidos sedimentáveis são aqueles que se depositam quando se deixa a amostra da água em repouso por uma hora (APHA/AWWA/WEF, 1998).

Os sólidos totais dissolvidos oscilaram entre 42.000,0 mg/L (P3-sup) e 52.800,0 mg/L (P7-sup), sendo que a variação espacial indicada na **Figura 8.1.5.4.14** não foi considerada estatisticamente significativa. A mesma interpretação se aplica aos sólidos suspensos (**Figura 8.1.5.4.15**), cuja oscilação observada ficou entre 4,0 mg/L (P8-SUP) a 42,0 mg/L (P8-fun). Os valores mais elevados de sólidos suspensos foram observados nas amostras de fundo (**Quadro 8.1.5.4.1** acima). Na campanha de fevereiro de 2009 realizada no EIA Ponta da Tulha, os sólidos suspensos variaram entre 170 e 549 mg/L, muito acima do patamar observado em maio de 2011 no novo trecho marítimo avaliado.

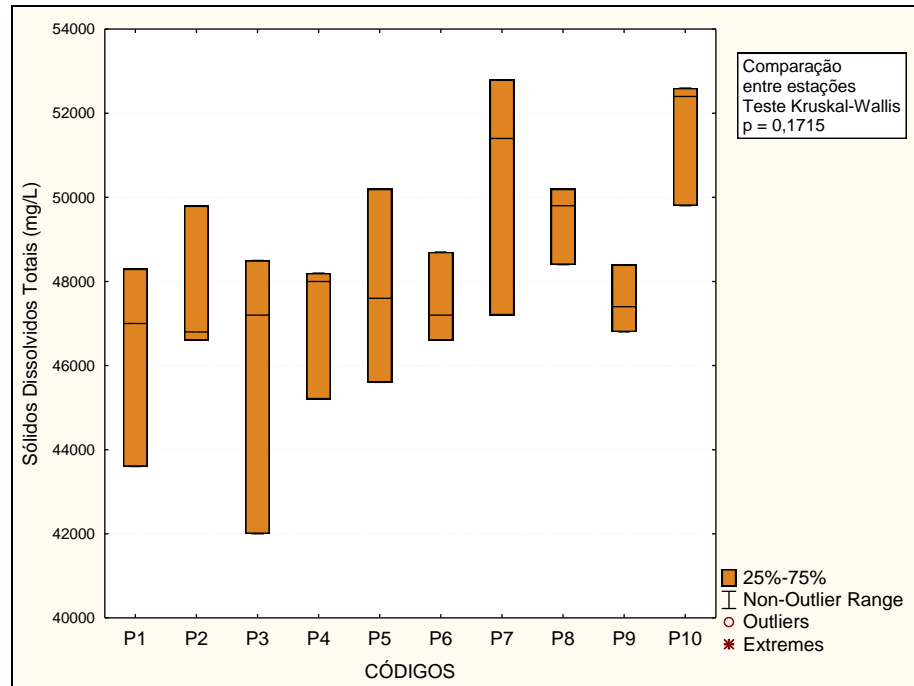


Figura 8.1.5.4.14 - Compara o dos Sólidos Totais Dissolvidos da água ao Longo das 10 Esta es de Monitoramento Avaliadas na área de Influência do Porto Sul - Ilhéus, em Maio de 2011

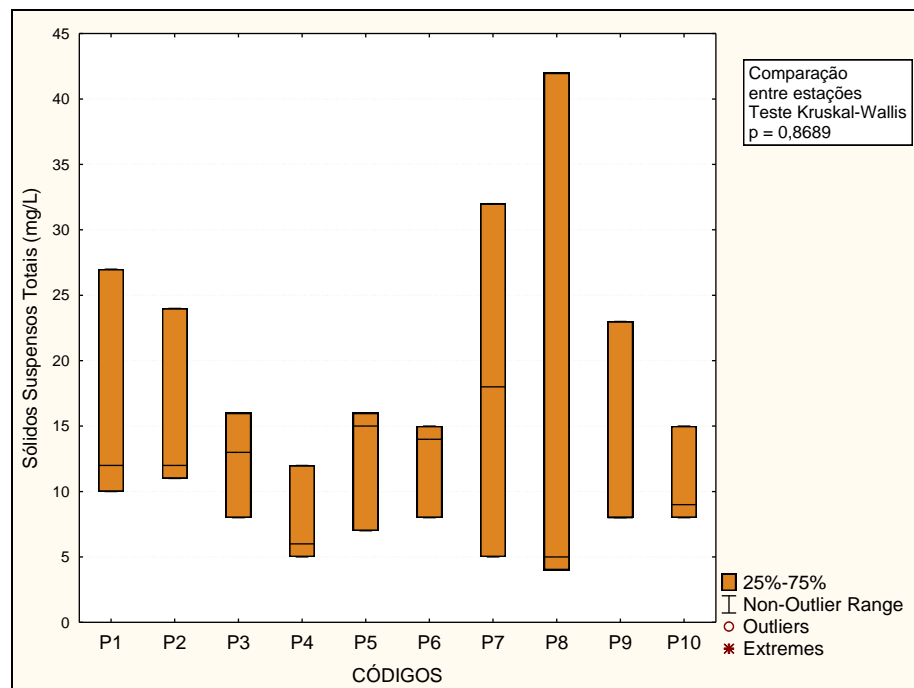


Figura 8.1.5.4.15 - Compara o dos Teores de Sólidos Suspensos Totais da água ao Longo das 10 Esta es de Monitoramento Avaliadas na área de Influência do Porto Sul-Ilhéus, em Maio de 2011

Turbidez

Os valores de turbidez apurados em maio de 2011 no trecho marítimo do Porto Sul Ilhéus foram reduzidos, oscilando entre 1,1 e 8,5 UNT, sendo que os maiores valores foram observados nas três amostras da estação P2 (**Figura 8.1.5.4.16**). Mesmo assim, a variação espacial observada não foi considerada estatisticamente significativa. A turbidez medida em fevereiro de 2009 no trecho marítimo do EIA Ponta da Tulha foi inferior, oscilando entre 0,23 e 0,92 UNT.

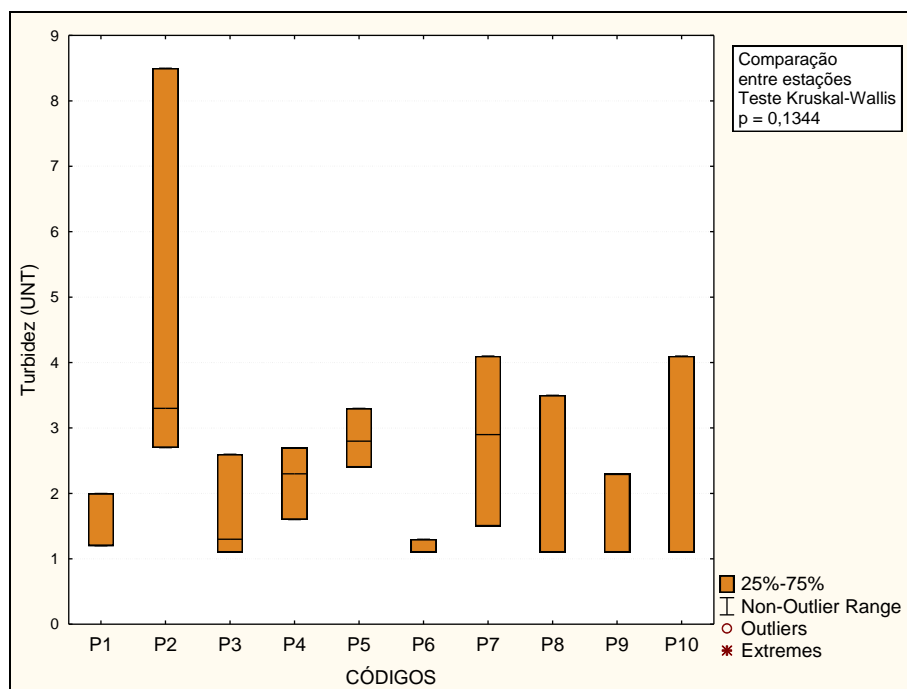


Figura 8.1.5.4.16 - Comparação da Turbidez da Água ao Longo das 10 Estações de Monitoramento Avaliadas na Área de Influência do Porto Sul -Ilhéus, em Maio de 2011

Arsênio Total (AS)

Em oito das dez estações o arsênio apresentou valores inferiores ao LQM utilizado, 0,0001 mg/L. As exceções foram as três amostras da estação P7 – superfície (0,077 mg/L), secchi (0,441 mg/L) e fundo (0,266 mg/L) - e uma amostra de secchi da estação P2 (0,039 mg/L), que inclusive apresentaram concentrações superiores ao limite de máximo de 0,01 mg/L da Classe 1 de águas salinas da Resolução Conama 357/05. No estudo realizado na Ponta da Tulha em 2009 este parâmetro não foi analisado.

Na análise dos sedimentos, que foram realizadas coletas apenas nas estações P4, P5 e P6 em maio de 2011, foram detectados teores de arsênio elevados, indicando que este elemento pode estar presente nos sedimentos de toda a rede e esta, portanto, ser a principal fonte de adição de arsênio para a água eventualmente.

Metais Dissolvidos (Fe, Cu)

As concentrações de ferro dissolvido variaram entre $< 0,0001$ mg/L e 0,474 mg/L, este último obtido na amostra de fundo da estação P5. Tal concentração, juntamente com a registrada na amostra de fundo da estação P9, foram superiores ao patamar de 0,3 mg/L previsto na Classe 1 de águas salinas da Resolução Conama 357/05, conforme indicado na **Figura 8.1.5.4.17**. A variabilidade elevada dos teores de ferro dissolvido entre as estações de amostragem determinou a ausência de variação espacial significativa na malha de amostragem. A estação P7 foi a única em que este indicador esteve abaixo do LQM em todos os estratos (sup, sec e fun).

O ferro é um elemento bastante abundante nas bacias geológicas brasileiras, e no caso da área de estudo, entre as fontes potenciais de despejo de ferro na água estariam as descargas do rio Almada .

Já em relação ao cobre dissolvido, os resultados foram ainda mais conspícuos, pois todas as amostras de água apresentaram teores elevados deste metal, oscilando entre 0,155 mg/L e 0,293 mg/L. Tal como ilustrado na **Figura 8.1.5.4.18**, essa variação foi superior ao patamar de 0,002 mg/L estabelecido pela Resolução Conama 357/05 para águas salinas da Classe 1.

O cobre dissolvido pode ser inserido no ambiente através da corrosão de tubulações, despejos de efluentes agrícolas ricos em pesticidas, precipitação atmosférica de fontes industriais e uso de algicidas que tem este elemento como princípio ativo na limpeza de cascos de embarcações. É sabido que a área de estudo sofre influência das descargas do rio Almada, além de ser uma zona de tráfego intenso de embarcações. Um efeito atenuante da toxicidade do cobre sobre organismos marinhos é a alta concentração de íons na água (salinidade), que atuam como agentes complexadores e competidores do cobre dissolvido (WURTS & PERCHBACHER. 1994).

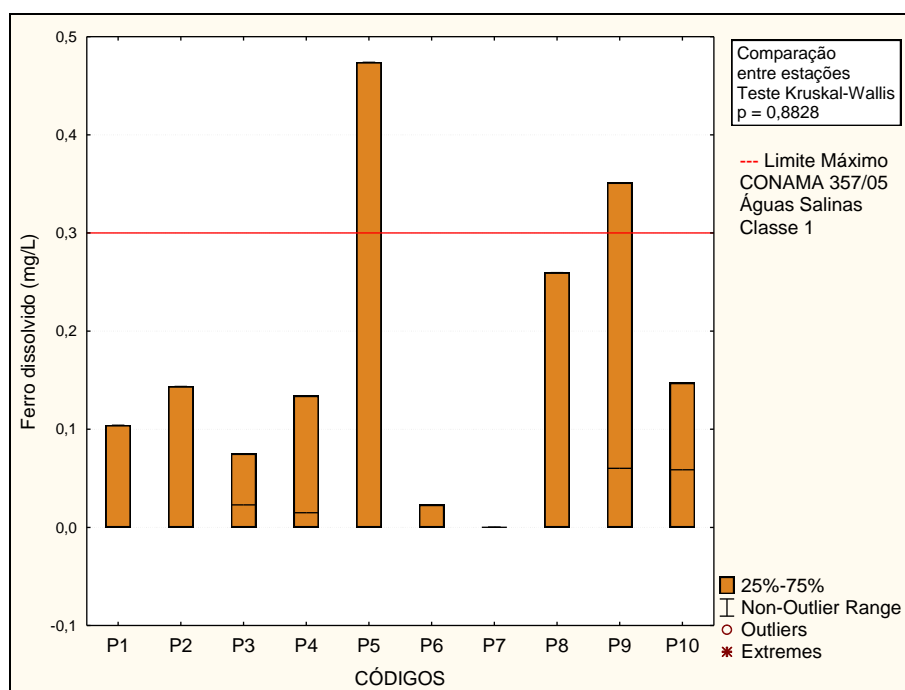


Figura 8.1.5.4.17 - Comparação do Ferro Dissolvido na Água ao Longo das 10 Estações de Monitoramento Avaliadas na Área de Influência do Porto Sul-Ilhéus, em Maio de 2011

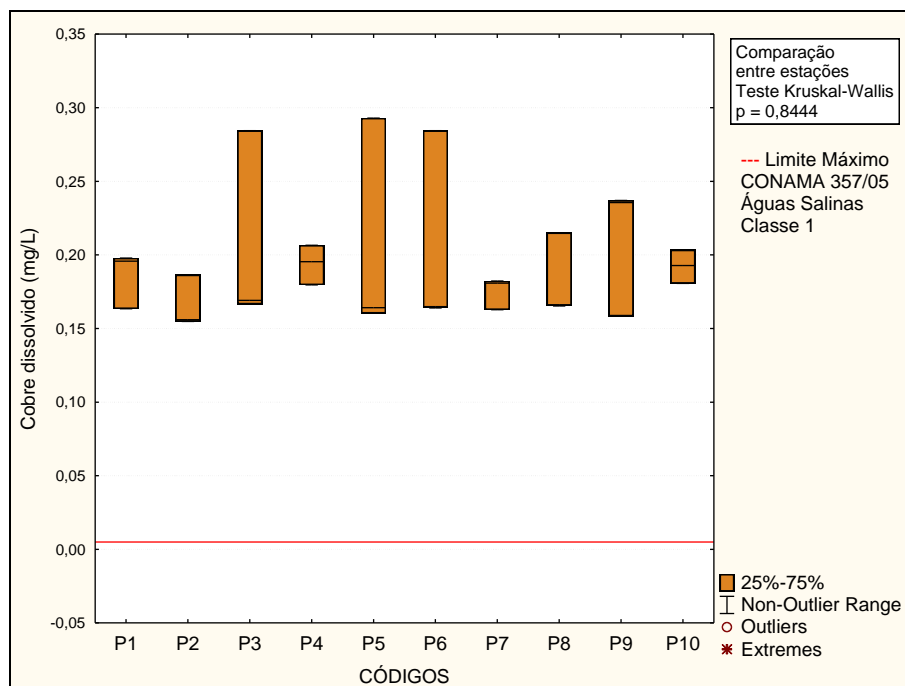


Figura 8.1.5.4.18 - Comparação do Cobre Dissolvido na Água ao Longo das 10 Estações de Monitoramento Avaliadas na Área de Influência do Porto Sul-Ilhéus, em Maio de 2011

Metais Totais (Cd, Pb, Cr, Hg, Ni, Zn, Mn)

Dentre os metais totais avaliados nas 30 amostras de água coletadas no trecho marítimo do Porto Sul-Ilhéus, os seguintes indicadores não foram detectados em nenhuma das amostras: Cádmio, cromo e mercúrio.

O chumbo total foi detectado apenas 03 das 30 amostras: P7-sec (0,109 mg/L), P9-sup (0,110 mg/L) e P9-fun (0,021 mg/L). Em todos os três casos, as concentrações foram superiores ao limite de 0,01 mg/L previsto na Classe 1 de águas salinas da Resolução Conama 357/05.

O níquel total foi registrado acima do LQM em apenas 01 das 30 amostras, P1-sup, porém a concentração de 0,054 mg/L foi superior ao limite de 0,025 mg/L da Classe 1 de águas salinas da Resolução Conama 357/05.

Em relação ao zinco total, este metal registrou o maior número de concentrações detectáveis, inferior ao LQM em apenas 07 amostras. A oscilação observada ficou entre < 0,0001 e 2,55 mg/L (P6-fun). A **Figura 8.1.5.4.19** ilustra que apenas as estações P1, P2 e P10 não apresentaram teores de zinco na água inferiores a 0,09 mg/L, limite máximo permitido na Classe 1 de águas salinas da Resolução Conama 357/05. No entanto, a variação espacial observada não foi considerada estatisticamente significativa.

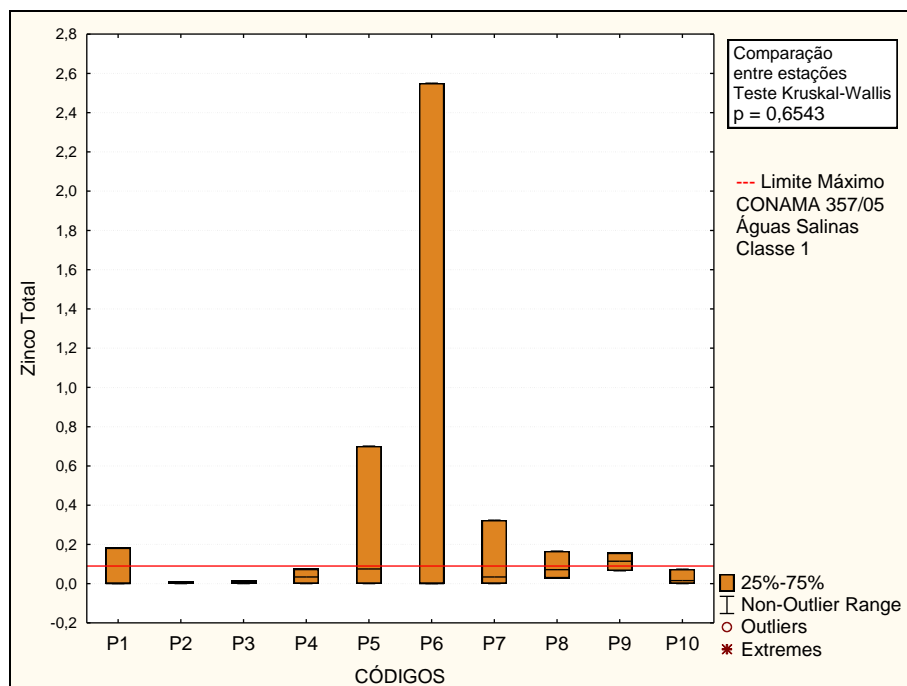


Figura 8.1.5.4.19 - Comparação dos Teores de Zinco Total da Água ao Longo das 10 Estações de Monitoramento Avaliadas na Área de Influência do Porto Sul - Ilhéus, em Maio de 2011

Quanto ao manganês total, este foi detectado em todas as 30 amostras de água analisadas, mas em nenhum momento, as concentrações apuradas se aproximaram do patamar máximo de 0,1 mg/L previsto na Classe 1 de águas salinas da Resolução Conama 357/05, conforme indicado na **Figura 8.1.5.4.20**. A oscilação dos resultados ficou entre 0,015 mg/L (P10-sec) a 0,58 mg/L (P5-sup). A variação espacial observada não foi considerada estatisticamente significativa.

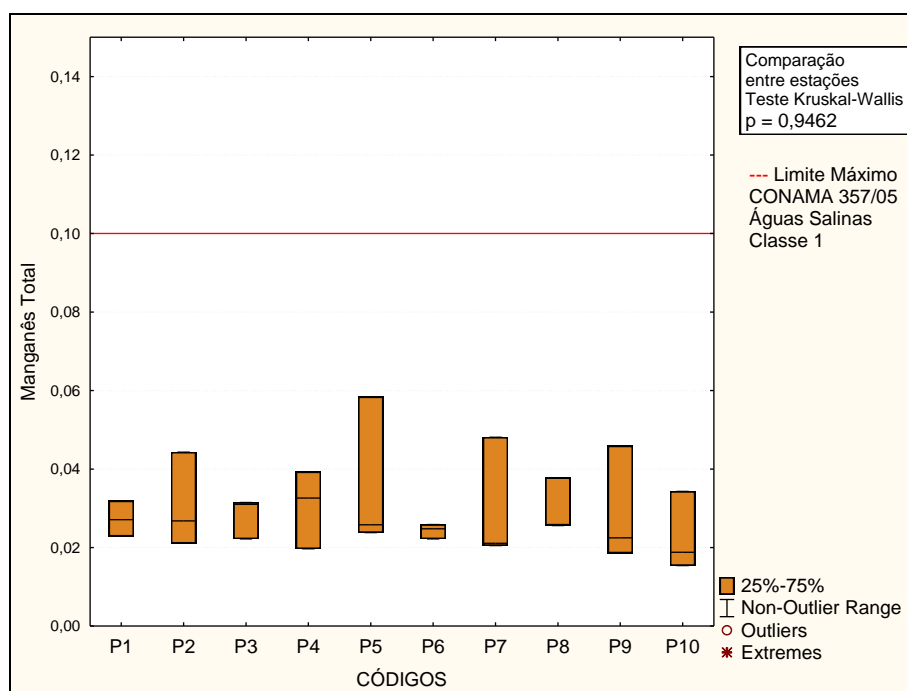


Figura 8.1.5.4.20 - Comparação dos Teores de Manganês Total da Água ao Longo das 10 Estações de Monitoramento Avaliadas na Área de Influência do Porto Sul - Ilhéus, em Maio de 2011

Sulfetos

Este indicador é encontrado no meio aquático sob três formas: H_2S (forma não ionizada) e duas outras ionizadas, SH^- e S_2^{2-} . A expressividade de cada uma dessas formas de sulfetos depende de reações ácido-base determinadas pelas condições de pH e salinidade do meio. Em águas salinas e de pH alcalino (6-9) os sulfetos dificilmente ocorrem na forma de H_2S , mas sim como HS^- (CARMOUZE, 1994). Nas amostras coletadas em maio de 2011, os sulfetos totais foram inferiores ao LQM (0,05 mg/L) em todos os casos. A Resolução Conama 357/05 estabelece o valor máximo de 0,002 mg/L de H_2S para águas salinas da Classe 1. As condições de pH e salinidade observadas em maio de 2011 indicam que a quantidade reativa de H_2S nos sulfetos totais é de 3%. Desta forma, em todas as 30 amostras analisadas os teores de H_2S foram inferiores a 0,0015 mg/L, portanto, em conformidade com o limite legal supracitado.

Índice de Fenóis

Este indicador apresentou resultados inferiores ao LQM (0,001 mg/L) em 16 das 30 amostras analisadas. Nas 14 onde foi detectado, a variação observada foi de 0,001 a 0,110 mg/L, este último resultado obtido na amostra de secchi da estação P8, e que inclusive foi superior ao limite de 0,06 da Classe 1 de águas salinas da Resolução Conama 357/05. Não há razão aparente para explicar tal resultado.

- **Análise Multivariada**

Para verificar a existência de padrões espaciais dentro da rede de amostragem avaliadas em maio de 2011, foram elaboradas três matrizes de similaridade entre as estações: a primeira considerou apenas os parâmetros de suporte biológico (temperatura, salinidade, oxigênio e pH); a segunda com todos os indicadores e; a terceira apenas os teores de metais detectados na presente campanha (ferro dissolvido, cobre dissolvido, zinco total, níquel total e manganês total). Para atenuar o efeito de unidades e escalas diferentes para cada parâmetro, os dados foram logtransformados (Log_{x+1}).

A análise de ordenamento tipo Cluster realizada com os indicadores de suporte revelou a formação de 02 subgrupos (**Figura 8.1.5.4.21**), a saber: subgrupo 1 - formado pelas estações mais rasas (P1 → P7) e; subgrupo 2 - formado pelas estações mais profundas (P8 → P10). É possível observar que a distância entre as estações é inferior a 0,1, indicando elevada similaridade entre os subgrupos quanto aos indicadores de suporte à vida. Na mesma **Figura 8.1.5.4.21** o dendrograma apresentado na parte inferior ilustra que, quando são incluídas outras variáveis ambientais (nutrientes, sólidos e metais) não fica clara a existência de variação espacial em função da profundidade.

Estes resultados, em conjunto, indicam que a massa d'água avaliada é bastante homogênea, situação esperada levando-se em conta a inexistência de grandes drenagens continentais próximas. O estuário do rio Almada está situado 10km ao sul da área de influência marinha do Porto Sul Ilhéus.

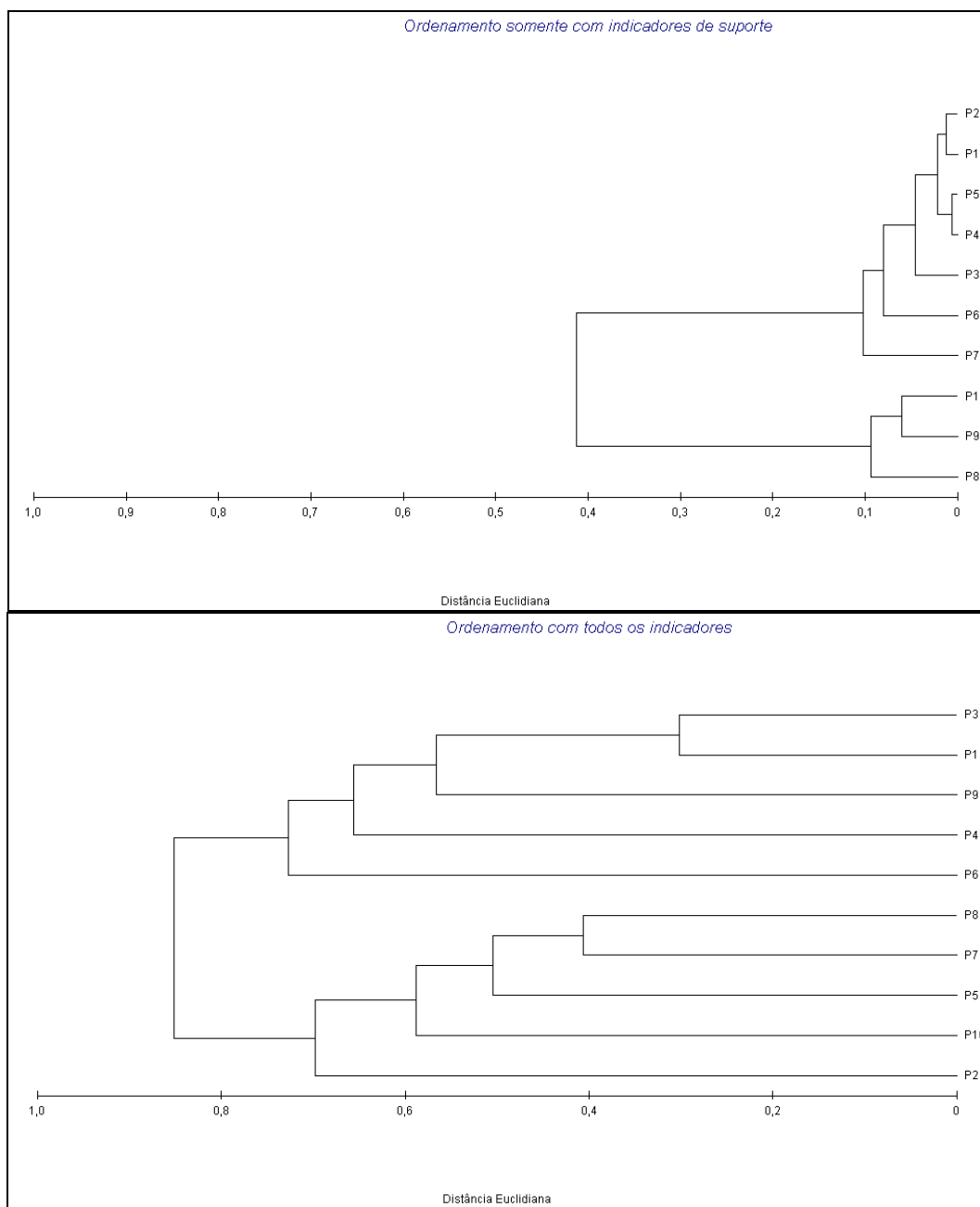


Figura 8.1.5.4.21 - Dendrograma de Ordenamento Tipo CLUSTER Somente com os Indicadores de Suporte à Vida (acima) e com todos os Resultados Físico-químicos Detectados (abaixo) nas Amostras de Água das 10 Estações de Monitoramento Avaliadas na Área de Influência do Porto Sul - Ilhéus, em Maio de 2011

A análise de similaridade entre as estações realizada somente com as concentrações de metais nas amostras de água revelou grande homogeneidade em toda a massa d'água avaliada (**Figura 8.1.5.4.22**), pois a distância euclidiana entre as estações foi inferior a 1 em todos os cruzamentos. A única exceção foi a estação P6, que se distanciou das demais por conta da concentração de zinco total encontrado na amostra de fundo (2,5 mg/L).

De modo geral, tal como observado na análise isolada dos indicadores, a análise de similaridade não detectou nenhum padrão espacial significativo no trecho marítimo sob influência do Porto Sul-Ilhéus, avaliado em maio de 2011.

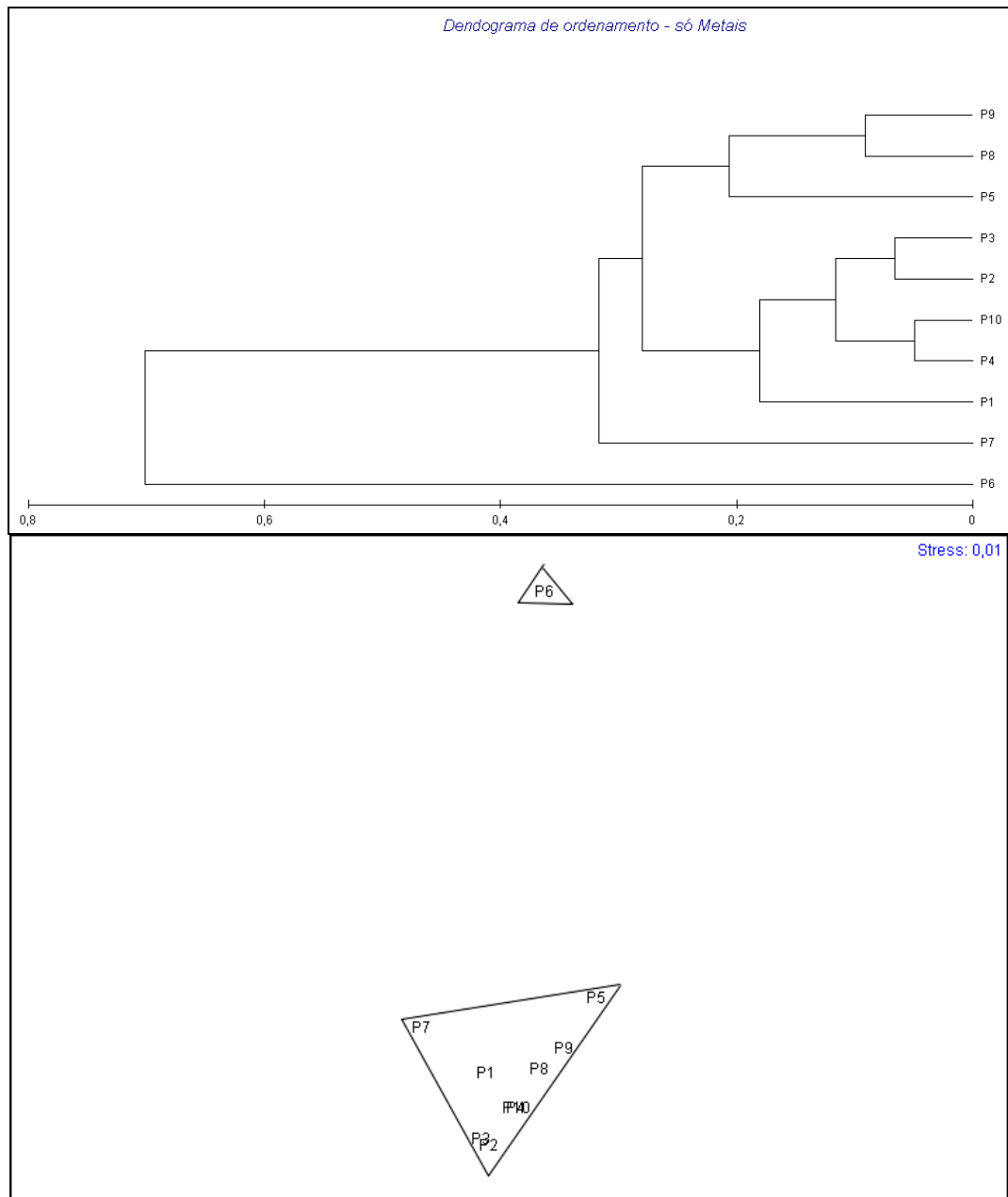


Figura 8.1.5.4.22 - Dendograma de Ordenamento tipo CLUSTER (acima) e Gráfico nMDS (abaixo) Elaborados a Partir dos Teores de Metais Obtidos nas Amostras de Água das 10 Estações de Monitoramento Avaliadas na Área de Influência do Porto Sul-Ilhéus, em Maio de 2011

A **Figura 8.1.5.4.23** apresenta o ordenamento das estações de amostragem a partir da análise de componentes principais elaborada com os dados físico-químicos detectados (exceto profundidade) nas amostras de água da campanha de maio de 2011. O **Quadro 8.1.5.4.2** ilustra os coeficientes de correlação obtidos para os dois principais eixos da análise, que responderam por 57% das variáveis analisadas. Em amarelo são destacados os principais resultados. Todos os índices de correlação apurados são considerados baixos, pois em nenhum dos casos os coeficientes foram superiores a 0,5 ou inferiores a -0,5 (escala de -1 a 1).

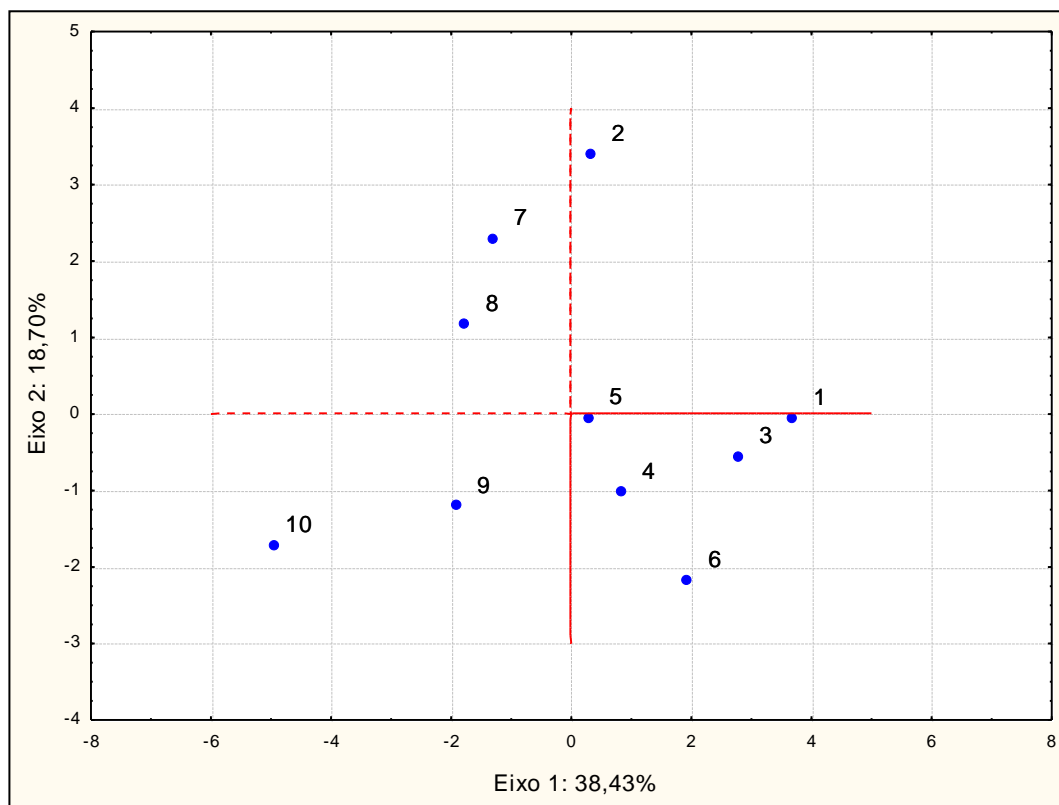


Figura 8.1.5.4.23 - Análise de Componentes Principais (PCA) a Partir dos Resultados Físico-químicos Detectados nas Amostras de Água das 10 Estações de Monitoramento Avaliadas na Área de Influência do Porto Sul-Ilhéus, em Maio de 2011

Quadro 8.1.5.4.2 - Correlação das Variáveis Físico-químicas Detectadas nas Amostras de Águas Marinhas Coletadas em Maio de 2011

Parâmetro	Eixo 1	Eixo 2
Transparência	-0,351	-0,056
Temperatura	-0,354	0,128
Salinidade	-0,355	-0,009
pH	-0,199	0,068
Oxigênio Dissolvido	-0,295	-0,322
Saturação de Oxigênio	-0,295	-0,322
Nitrogênio Kjeldahl	0,337	-0,221
Fosfato	-0,301	0,114
Sólidos Totais Dissolvidos	-0,342	0,092
Sólidos Suspensos	0,026	0,414
Turbidez	-0,061	0,413
Ferro Dissolvido	-0,172	-0,071
Cobre Dissolvido	0,035	-0,484
Níquel	0,202	0,055
Zinco	0,092	-0,245
Manganês	0,077	0,077

As variáveis que mais representaram o eixo 1 (principal) foram: negativamente - transparência, temperatura, salinidade, fosfato e sólidos totais dissolvidos e; positivamente - nitrogênio kjeldahl. Estes indicadores foram responsáveis pelo ordenamento em um mesmo quadrante as estações de menor (P1, P3, P4, P5 e P6) e maior profundidade (P9 e P10). A

estação P2, que também é mais rasa, ficou isolada em outro quadrante por conta da turbidez mais elevada (amostra de fundo).

Já estações 7 e 8 foram ordenadas em um mesmo quadrante por conta, principalmente, dos valores de sólidos suspensos, indicador relevante para formação do eixo 2 do gráfico PCA. Além deste, o cobre dissolvido também foi importante para o ordenamento das estações no mesmo eixo.

- Considerações Finais Sobre Qualidade das Águas Marinhas

Os indicadores avaliados nas amostras de água em maio de 2011, permitem concluir que:

- Em relação aos indicadores de suporte à vida aquática (pH, temperatura, oxigênio e salinidade), todos os resultados foram considerados típicos de ambientes costeiros marinhos, sem indícios de estratificação térmica ou química, pH alcalino e boas condições de oxigenação. Em relação à variação espacial dos resultados, esta foi considerada estatisticamente significativa para temperatura e oxigênio dissolvido, separando as estações mais rasas (P1 a P6) das mais profundas (P7 a P10). O pH também apresentou variação espacial significativa, porém devido aos menores resultados registrados nas estações P1, P3 e P8.
- Quanto aos indicadores de estado trófico da água (compostos nitrogenados e fosfatados), estes apresentaram resultados diversos. Os teores de nitritos e fósforo total foram reduzidos em todas as 10 estações, porém, os valores de nitrogênio kjeldahl indicaram a presença importante de formas nitrogenadas orgânicas dissolvidas na água. Os teores de nitratos e n. amoniacal apresentaram teores reduzidos na maioria das estações, porém, em algumas amostras os valores apurados foram superiores aos limites previstos na Classe 1 da Resolução Conama 357/05. Embora tenham sido registradas esporadicamente algumas concentrações elevadas de n.kjeldahl e n. amoniacal, o conjunto dos nutrientes avaliados caracterizam a massa d'água avaliada em maio de 2011 como oligotrófica.
- Indicadores de teor de matéria orgânica (COT e DBO) - os valores destes dois indicadores estiveram abaixo do LQM em todas as amostras, indicando baixas quantidades de matéria orgânica dissolvida na água.
- Indicadores de produtividade primária (sulfetos e clorofila a) - ambos os indicadores apresentaram teores reduzidos nas amostras, indicando, produtividade primária baixa em toda a massa d'água avaliada. Estes resultados reforçam a hipótese de que o ambiente avaliado possui característica oligotrófica.
- Indicadores de teor de material particulado (sólidos suspensos e turbidez) - os valores encontrados indicaram baixa concentração de material particulado na água, corroborando a hipótese de baixa produtividade primária e estado oligotrófico da massa d'água.
- Em relação aos metais dissolvidos (ferro e cobre) os principais resultados dizem respeito ao cobre, que apresentou teores elevados deste metal em todas as 30 amostras de água analisadas em maio de 2011. Estes resultados indicam a presença de fontes de contaminação recentes atuando sobre a massa d'água avaliada.

- Os teores de arsênio foram reduzidos em quase todas as amostras, exceto na estação P7, onde as três amostras apresentaram teores acima do limite legal.
- Em relação aos metais totais, não foram detectadas concentrações de cromo, cádmio e mercúrio em nenhuma das amostras. Os teores de chumbo foram elevados em três amostras (P7-sec, P9-sup e fun) e os de níquel em apenas uma (P1-sec). Já em relação aos teores de zinco, sete amostras apresentaram teores superiores aos limites da Classe 1 da Resolução Conama 357/05 (P1-sec, P5-sup, P6-fun, P7-fun, P8-sec, P9-sec e P9-fun). O manganês foi detectado em toda a malha de amostragem, porém, dentro dos limites legais.
- Os fenóis foram detectados em pouco mais da metade das amostras, porém em apenas uma delas (P8-sup) o resultado foi superior ao limite legal.
- As análises multivariadas de similaridade e componentes principais não revelaram a existência de gradientes espaciais significativos na malha de amostragem considerada para o ambiente marinho.

8.1.5.5 Caracterização dos Sedimentos Continentais

Este item trata da caracterização físico-química dos sedimentos continentais da área de influência Direta do Porto Sul-Ilhéus. Embora não tenha sido solicitado no Termo de Referência emitido pelo IBAMA, a inclusão deste item foi considerada importante para compreensão dos processos físico-químicos, em particular indícios de contaminação, verificados no diagnóstico da qualidade das águas continentais. A caracterização dos sedimentos marinhos será apresentada dentro do **Item 8.1.7 - Assoreamento, necessidade de dragagem de aprofundamento e previsão de dragagens de manutenção**, deste EIA.

Os sedimentos são de grande importância ambiental porque são os locais onde se depositam metais pesados e compostos orgânicos, como por exemplo, HPA. Estes podem ser transferidos para os organismos que habitam tanto o sedimento quanto a coluna d'água.

Como já explicitado, houve a inclusão de mais uma Estação de Amostragem para sedimento na Campanha 2 (Período Seco) de 2010. Esta foi a AL5 com sedimento amostrado no mesmo local destinado para coleta de água. Para a Campanha 1 de 2011 foi repetida amostragem na Estação AL5, entretanto, esta foi renomeada para RAL02. Mais duas Estações foram coletas, estas inseridas na ADA: As Estações C04 e C07.

Os **Quadros 8.1.5.5.1 e 8.1.5.5.2** apresentam os resultados obtidos em valores absolutos de todas as variáveis de qualidade dos sedimentos, analisadas para as Estações de Amostragem do Estudo de Impacto Ambiental do Empreendimento Porto Sul nas campanhas de período chuvoso e seco de 2010. Já o **Quadro 8.1.5.5.3** detalha os resultados da Campanha 1, período chuvoso de 2011.

O **Anexo 8.1.5.5.1** apresenta os laudos analíticos emitidos pelos laboratórios.

Quadro 8.1.5.5.1 - Resultados das Variáveis Físicas e Químicas da Matriz Sedimento - Qualidade dos Sedimentos - Porto Sul - Período Chuvoso (1) de 2010

Parâmetros	Código Amostra Sedimento - Período Chuvoso de 2010			
	LE1	AL2	AL3	AL4
pH	6,6	6,6	6,13	7,32
Eh	-160	-155	-123	-107
Areia Grossa (%)	3	13	28	53
Areia Fina (%)	23	78	46	36
Silte (%)	24	6	4	9
Argila (%)	50	3	22	2
Classificação Textural	Argila	Areia	Franco-Argilo Arenosa	Areia
Matéria Orgânica (g/kg)	14,45	10,32	14,45	3,3
Nitrogênio total (mg/kg)	720	520	720	170
Fósforo total (mg/kg)	3000	2000	3000	1000
Carbono Orgânico Total (%)	7,8	3,2	8,4	1,5
Naftaleno (mg/kg)	<0,013	<0,018	<0,054	<0,014
Acenafteno (mg/kg)	<0,013	<0,018	<0,054	<0,014
Acenaftileno (mg/kg)	<0,013	<0,018	<0,054	<0,014
Fluoreno (mg/kg)	<0,013	<0,018	<0,054	<0,014
Fenantreno (mg/kg)	<0,013	<0,018	<0,054	<0,014
Antraceno (mg/kg)	<0,013	<0,018	<0,054	<0,014
Fluoranteno (mg/kg)	<0,013	<0,018	<0,054	<0,014
Pireno (mg/kg)	<0,013	<0,018	<0,054	<0,014
Benzo(a) Antraceno (mg/kg)	<0,013	<0,018	<0,054	<0,014
Criseno (mg/kg)	<0,013	<0,018	<0,054	<0,014
Benzo(b) Fluoranteno (mg/kg)	<0,013	<0,018	<0,054	<0,014
Benzo(k) Fluoranteno (mg/kg)	<0,013	<0,018	<0,054	<0,014
Benzo(a)pireno (mg/kg)	<0,013	<0,018	<0,054	<0,014
Indeno [1,2,3-cd] Pireno (mg/kg)	<0,013	<0,018	<0,054	<0,014
Dibenzo (a,h) Antraceno (mg/kg)	<0,013	<0,018	<0,054	<0,014
Benzo (g,h,i) Perileno (mg/kg)	<0,013	<0,018	<0,054	<0,014
Alumínio total (mg/kg)	10647	4451	20099	1417
Mercurio total (mg/kg)	<0,044	<0,061	<0,18	<0,12
Cromo total (mg/kg)	15	9,7	33	2,7
Zinco total (mg/kg)	18	18	45	4,7
Arsênio total (mg/kg)	<0,31	<0,44	<1,4	<0,34
Cádmio total (mg/kg)	<0,063	<0,089	<0,27	<0,067
Chumbo total (mg/kg)	1,6	4,4	11	2
Níquel total (mg/kg)	7	3,1	12	<0,67
Ferro total (mg/kg)	5604	5722	12108	3572
Manganês total (mg/kg)	31	64	69	44
Cobre total (mg/kg)	4,5	4	12	0,93

Quadro 8.1.5.5.2 - Resultados das Variáveis Físicas e Químicas da Matriz Sedimento - Qualidade dos Sedimentos - Porto Sul - Período Seco (2) 2010

Parâmetros	Código Amostra Sedimento- Período Seco de 2010				
	LE1	AL2	AL3	AL4	AL5
pH	6,51	6,51	6,60	6,62	7,18
Eh	-124	-80	-125	158	-149
Areia Grossa (%)	28,2	0	0	9,4	11,5
Areia Media (%)	9,5	4,5	2,4	33	13,2
Areia Fina (%)	4,9	78,3	83,8	48	51
Silte (%)	23,3	6,3	3,7	2,4	12,8
Argila (%)	34,1	10,9	10,1	7,2	11,5
Classificação Textural	Franco Argiloso	Areia Franca	Areia Franca	Areia	Franco Arenoso
Nitrogênio total (mg/kg)	14324	1283	2265	731	1636
Fósforo total (mg/kg)	2194	469	759	299	594
Carbono Orgânico Total (%)	5,05	1,88	1,92	0,844	2,74
Naftaleno (mg/kg)	< 0,11	<0,018	<0,021	<0,016	0,095
Acenafteno (mg/kg)	< 0,11	<0,018	<0,021	<0,016	<0,020
Acenaftileno (mg/kg)	< 0,11	<0,018	<0,021	<0,016	<0,020

Continua.

Quadro 8.1.5.5.2 - Resultados das Variáveis Físicas e Químicas da Matriz Sedimento - Qualidade dos Sedimentos - Porto Sul - Período Seco (2) 2010 (continuação)

Parâmetros	Código Amostra Sedimento- Período Seco de 2010				
	LE1	AL2	AL3	AL4	AL5
Fluoreno (mg/kg)	< 0,11	<0,018	<0,021	<0,016	<0,020
Fenantreno (mg/kg)	< 0,11	<0,018	<0,021	<0,016	<0,020
Antraceno (mg/kg)	< 0,11	<0,018	<0,021	<0,016	<0,020
Fluoranteno (mg/kg)	< 0,11	<0,018	0,027	<0,016	<0,020
Pireno (mg/kg)	< 0,11	<0,018	0,021	<0,016	<0,020
Benzo(a) Antraceno (mg/kg)	< 0,11	<0,018	<0,021	<0,016	0,02
Criseno (mg/kg)	< 0,11	<0,018	<0,021	<0,016	<0,020
Benzo(b) Fluoranteno (mg/kg)	< 0,11	<0,018	<0,021	<0,016	<0,020
Benzo(k) Fluoranteno (mg/kg)	< 0,11	<0,018	<0,021	<0,016	<0,020
Benzo(a)pireno (mg/kg)	< 0,11	<0,018	0,113	<0,016	<0,020
Indeno [1,2,3-cd] Pireno (mg/kg)	< 0,11	<0,018	<0,021	<0,016	<0,020
Dibenzo (a,h) Antraceno (mg/kg)	< 0,11	<0,018	<0,021	<0,016	<0,020
Benzo (g,h,i) Perileno (mg/kg)	< 0,11	<0,018	<0,021	<0,016	<0,020
Alumínio total (mg/kg)	62641	7551	14283	4432	6272
Mercúrio total (mg/kg)	< 0,38	0,063	< 0,071	< 0,052	< 0,068
Cromo total (mg/kg)	130	12	18	6,5	16
Zinco total (mg/kg)	137	22	29	7,9	25
Arsênio total (mg/kg)	< 2,8	< 0,46	1,8	< 0,39	3,9
Cádmio total (mg/kg)	< 0,55	< 0,093	< 0,10	< 0,078	< 0,10
Chumbo total (mg/kg)	13,0	4,0	5,2	1,6	5,5
Níquel total (mg/kg)	63	< 4,6	6,4	< 3,9	6,1
Ferro total (mg/kg)	49048	6041	15419	2423	17373
Manganês total (mg/kg)	224	47	334	31	84
Cobre total (mg/kg)	37,0	4,0	6,3	2,40	6,0

Quadro 8.1.5.5.3 - Resultados das Variáveis Físicas e Químicas da Matriz Sedimento - Qualidade dos Sedimentos - Porto Sul - Período Chuvoso (1) de 2011

Parâmetros	Código Amostra Sedimento - Período Chuvoso de 2011		
	RAL02	C04	C07
pH	7,06	5,93	7,14
Eh	-287	-107	-330
Areia Grossa (%)	3,159	53,5	0,24
Areia Média (%)	26,6	20,3	1,48
Areia Fina (%)	53,14	15,12	93,29
Silte (%)	6,2	3,08	1,01
Argila (%)	11	8,02	3,99
Classificação Textural	Areia Franca	Areia	Franco Arenoso
Matéria Orgânica (g/kg)	3,75	4,64	0,28
Nitrogênio total (mg/kg)	6770	3730	1350
Fósforo total (mg/kg)	218	126	<19
Carbono Orgânico Total (%)	2,18	2,69	0,16
Naftaleno (mg/kg)	<0,005	0,111	<0,005
Acenafteno (mg/kg)	<0,005	<0,005	<0,005
Acenaftileno (mg/kg)	<0,005	<0,005	<0,005
Fluoreno (mg/kg)	<0,005	<0,005	<0,005
Fenantreno (mg/kg)	<0,005	<0,005	<0,005
Antraceno (mg/kg)	<0,005	<0,005	<0,005
Fluoranteno (mg/kg)	<0,005	<0,005	<0,005
Pireno (mg/kg)	<0,005	<0,005	<0,005
Benzo(a) Antraceno (mg/kg)	<0,005	<0,005	<0,005
Criseno (mg/kg)	<0,005	<0,005	<0,005
Benzo(b) Fluoranteno (mg/kg)	0,30	0,135	0,27
Benzo(k) Fluoranteno (mg/kg)	0,522	0,148	0,371
Benzo(a)pireno (mg/kg)	0,315	0,365	0,661
Indeno [1,2,3-cd] Pireno (mg/kg)	0,444	<0,005	0,263
Dibenzo (a,h) Antraceno (mg/kg)	0,177	<0,005	0,073
Benzo (g,h,i) Perileno (mg/kg)	0,159	<0,005	0,225
Alumínio total (mg/kg)	4465	3370	890

Continua.

Quadro 8.1.5.5.3 - Resultados das Variáveis Físicas e Químicas da Matriz Sedimento - Qualidade dos Sedimentos - Porto Sul - Período Chuvoso (1) de 2011 (continuação)

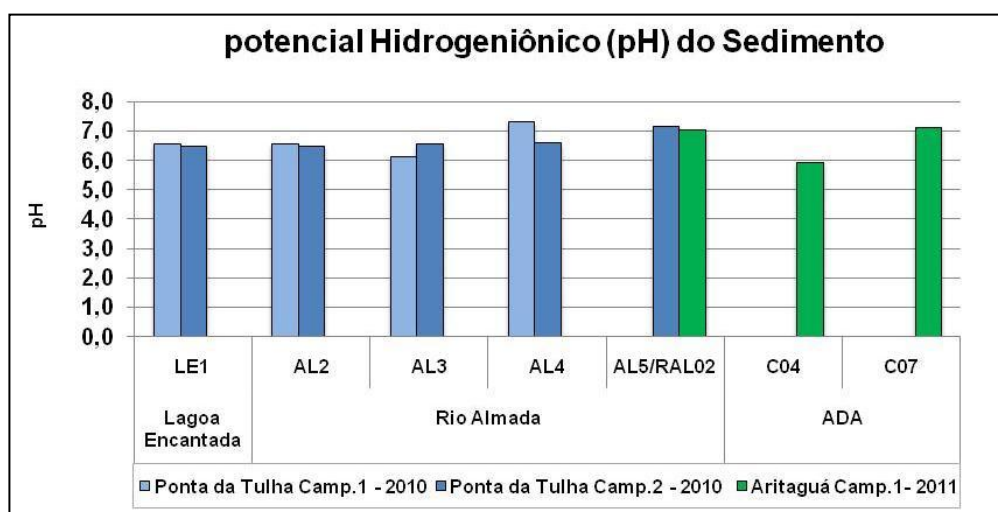
Parâmetros	Código Amostra Sedimento - Período Chuvoso de 2011		
	RAL02	C04	C07
Mercúrio total (mg/kg)	1,01	0,75	<0,14
Cromo total (mg/kg)	11,5	<6,6	<6,5
Zinco total (mg/kg)	18,2	19,5	<7,5
Arsênio total (mg/kg)	<2	<3	<2
Cádmio total (mg/kg)	<0,49	<0,50	<0,49
Chumbo total (mg/kg)	<4,5	<4,6	<4,5
Níquel total (mg/kg)	<11	<12	<11
Ferro total (mg/kg)	13750	4900	2315
Manganês total (mg/kg)	67,4	16,2	8,9
Cobre total (mg/kg)	<10	17	<10

- Potencial Hidrogeniônico (pH) no Sedimento

O pH da água presente no sedimento é uma importante variável pois a sedimento tem uma reserva ácida devido ao grande número de íons hidrogênio presentes nos grupos -COOH e -OH da fração orgânica e nos sítios de troca catiônica presentes na superfície dos minerais ocupados por íons H^+ . Assim, os sedimentos podem se comportar como ácidos fracos, mantendo seus íons ligados até serem influenciados por bases. Valores de pH podem influenciar o comportamento de metais pesados como cádmio, no qual precipita como sulfeto, carbonato ou fosfato com pH acima de 7, por exemplo.

A **Figura 8.1.5.5.1** demonstra o pH das amostras de sedimento do Estudo de Impacto Ambiental do empreendimento Porto Sul durante as Campanhas 1 e 2 de 2010 e Campanha 1 de 2011. No período chuvoso (Campanha 1) de 2010, o resultado para pH variou de 6,3 (AL4) a 7,0 (LE1) e no período seco (Campanha 2) oscilou entre pH 6,51 (LE1 e AL1) a 7,18 (AL5).

Em relação à Campanha 1 de 2011, no sedimento da Estação RAL02 (mesmo local da AL5) foi mensurado pH 7,06. Na Estação C07, de ambiente característico estuarino, foi tido pH 7,14. O valor de pH mais baixo foi medido na Estação C04 (pH 5,93).



Obs. A Estação AL5 Apenas foi coletada na Campanha 2 de 2010

Figura 8.1.5.5.1 - Potencial Hidrogeniônico do Sedimento - Qualidade dos Sedimentos - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco(2) de 2010 e Período Chuvoso (1) de 2011

- Composição Granulométrica das Amostras

A avaliação da granulometria do sedimento é extremamente importante para o dimensionamento do seu grau de contaminação, já que há uma maior tendência de acumulação de contaminantes associada à presença de partículas finas (especialmente argila). De acordo com BAIRD (2002), a proteção da qualidade dos sedimentos é um componente do gerenciamento global da água.

A granulometria define os tamanhos das partículas minerais existentes nos sedimentos, já que a proporção mineral da matéria orgânica varia substancialmente a depender da energia cinética do ambiente.

As **Figuras 8.1.5.5.2 a 8.1.5.5.6** apresentam os sedimentos coletados nas Estações de Amostragem LE1, AL2, AL3 e AL4, durante o período chuvoso de 2010 e LE1, AL2, AL3, AL4 e AL5 durante o período seco de 2010.



Figura 8.1.5.5.2 - Detalhe do Sedimento Amostrado na Estação LE1 - Período Chuvoso (A) e Seco(B) de 2010

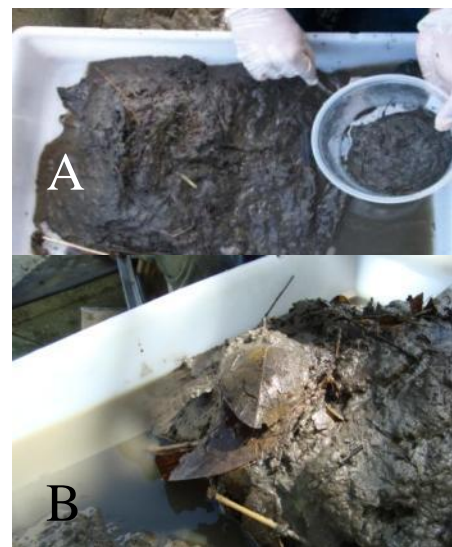


Figura 8.1.5.5.3 - Detalhe do Sedimento Amostrado na Estação AL2 - Período Chuvoso (A) e Seco (B) de 2010

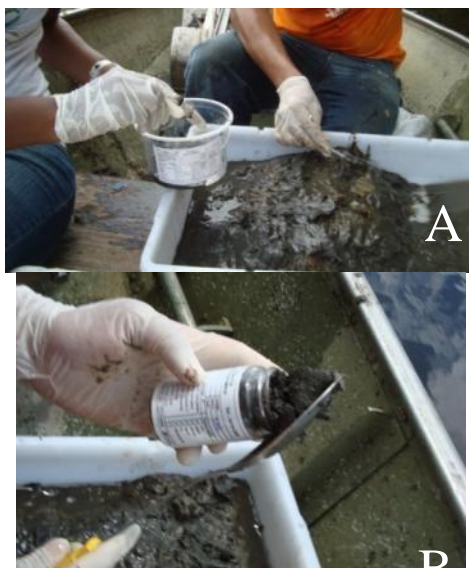


Figura 8.1.5.5.4 - Detalhe do Sedimento Amostrado na Estação AL3 - Período Chuvoso (A) e Seco (B) de 2010



Figura 8.1.5.5.5 - Detalhe do Sedimento Amostrado na Estação AL4 - Período Chuvoso (A) e Seco (B) de 2010



Figura 8.1.5.5.6 - Detalhe do Sedimento Amostrado na Estação AL5 - Período e Seco de 2010

A caracterização granulométrica indica as frações do sedimento como a areia, argila e silte, nos quais informam condições de transporte/deposição de material particulado. Além disso, existe a adsorção da matéria orgânica sobre superfícies minerais de argila, por exemplo, a depender dos equilíbrios de troca iônica. O **Quadro 8.1.5.5.4** apresenta os resultados obtidos para a granulometria nas estações avaliadas durante os anos de 2010 e 2011.

Quadro 8.1.5.5.4 - Resultados da Avaliação Granulométrica do Sedimento - Qualidade dos Sedimentos - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2010 e Período Chuvoso (1) 2011

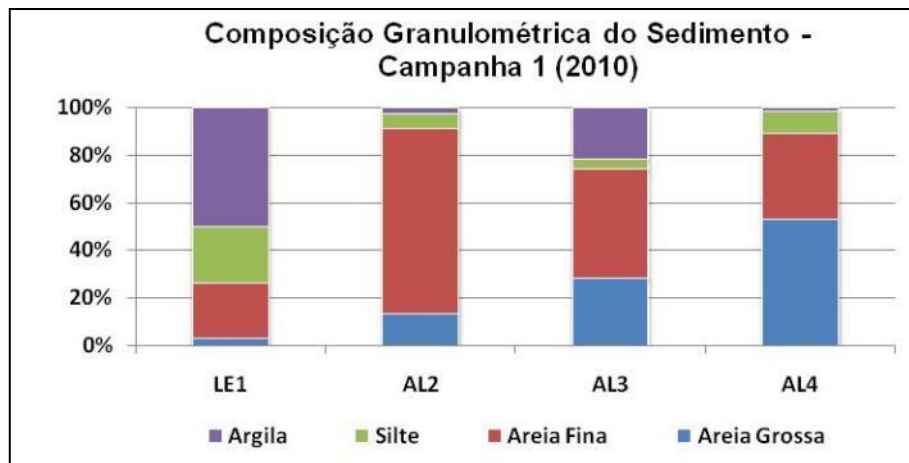
Estação	Composição Granulométrica (%) - Período Chuvoso 2010				Classificação Textural	
	Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila		
LE1	3	13	56	65	Argila	
AL2	13	43	14	4	Areia	
AL3	29	25	9	29	Franco Argiloarenosa	
AL4	55	20	21	3	Areia	
Estação	Composição Granulométrica (%) - Período Seco 2010				Classificação Textural	
	Areia Grossa	Areia Média	Areia Fina	Silte		Argila
LE1	28	10	5	23	34	Franco Argiloso
AL2	0	5	78	6	11	Areia Franca
AL3	0	2	84	4	10	Areia Franca
AL4	9	33	48	3	7	Areia
AL5	12	13	51	13	11	Franco Arenoso
Estação	Composição Granulométrica (%) - Período Chuvoso 2011				Classificação Textural	
	Areia Grossa	Areia Média	Areia Fina	Silte		Argila
C04	53,5	20,3	15,2	3,08	8,02	Areia
C07	3,159	26,6	53,14	6,2	11	Franco Arenoso
RAL 02	0,2799	0,24	93,29	1,01	3,99	Areia Franca

Como característico de ambiente deposicional, a lagoa Encantada teve as amostras de sedimento classificadas como argila no período chuvoso e Franco Argiloso no período seco de 2010. Isto significa que as prováveis correntes existentes na coluna d'água não possuem energia necessária para mover material mais denso até a superfície do assoalho da lagoa. A presença de partículas mais finas sedimentadas apresenta maiores tendências de adsorção e conseqüentemente acumulação de determinados contaminantes.

As composições granulométricas dos sedimentos no rio Almada indicam uma maior capacidade de mover partículas (maior energia cinética), variando entre Areia, Areia Franca e Franco Arenoso, o que era esperado de um sistema lótico. Durante o período chuvoso (Campanha 1) de 2010, apenas a Estação AL3 apresentou maior abundância de argila em

relação as demais Estações, sendo classificada como Franco Argiloarenosa. As abundâncias (%) das frações granulométricas dos sedimentos coletados nas Estações do Estudo de Impacto Ambiental do Empreendimento Porto Sul durante a primeira campanha de amostragem de 2010 são representadas na **Figura 8.1.5.5.7** e na segunda campanha de 2010 na **Figura 8.1.5.5.8**. A **Figura 8.1.5.5.9** representa a composição granulométrica da Campanha 1 de 2011.

Situados no mesmo local do rio Almada, a Estação RAL02 (Campanha 1 de 2011) obteve 53,14% de areia fina, enquanto que a Estação AL5 apresentou 51%. Este domínio de areia fina (0,25 mm) foi observado para o rio Almada ao longo do trecho amostrado, com exceção das amostras da AL3 e AL4, no período chuvoso de 2010. Já a Estação C04, no rio Timbuíba localizado na ADA, apresentou predomínio de Areia Grossa (1,0 mm) indicando maior capacidade de transportar partículas do que os demais ambientes avaliados. Na Estação C07 foi obtido a mais elevada percentagem de Areia Fina (93,29%) justificando um ambiente supralitoral.



Obs. Não houve amostragem de sedimento na AL5 durante a Campanha 1 – Período Chuvoso

Figura 8.1.5.5.7 - Representação Gráfica da Abundância (%) das Frações Granulométricas do Sedimento - Qualidade dos Sedimentos - Porto Sul - Período Chuvoso (1) de 2010

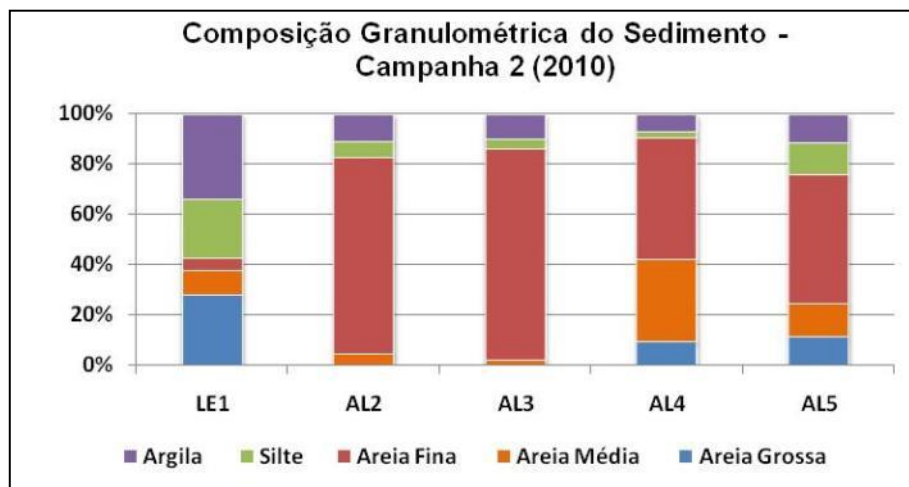


Figura 8.1.5.5.8 - Representação Gráfica da Abundância (%) das Frações Granulométricas do Sedimento - Qualidade dos Sedimentos - Porto Sul - Período Seco (2) de 2010

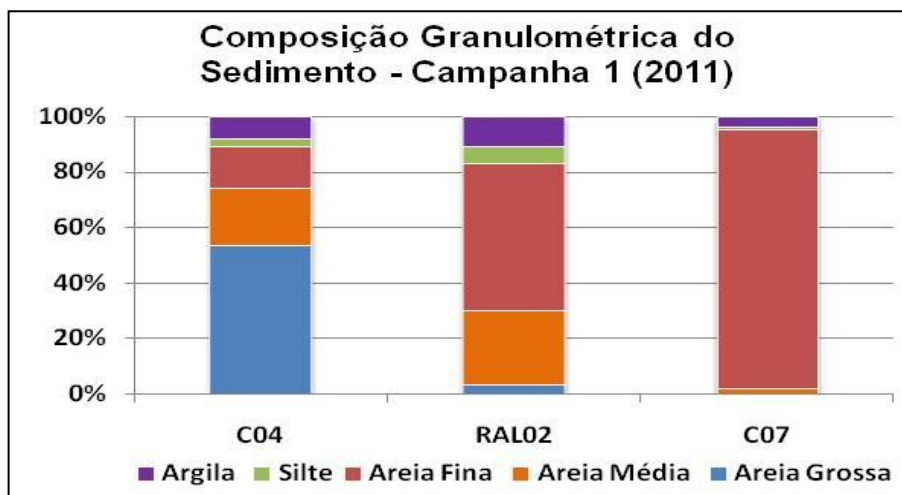


Figura 8.1.5.9 - Representação Gráfica da Abundância (%) das Frações Granulométricas do Sedimento - Qualidade das Águas e Sedimentos - Porto Sul - Período Chuvoso (1) de 2011

- Oxidation Reduction Potential- ORP no Sedimento

O sedimento e a interface sedimento-água têm um papel importante nos ciclos biogeoquímicos. Dependendo das condições de oxidorredução na interface sedimento-água, ocorre precipitação ou redissolução.

Como por exemplo: o potencial oxidorredução na interface sedimento-água determina a taxa de trocas de fosfato entre o hipolímínio e o sedimento (TUNDISI & TUNDISI, 2008).

Com exceção da Estação AL4 que apresentou no sedimento o valor positivo (158 mV) na Campanha 2 (período seco) de 2010, todas as demais Estações com sedimento amostrado nas Campanhas de 2010 e 2011 apresentaram valores negativos.

O potencial oxidorredução nas amostras de sedimento variaram de -160 mV (LE1) a -107 (AL4) no período chuvoso de 2010. No período seco, o potencial oxidorredução oscilou entre -149 mV (AL2) e -80 mV (AL5). **Figura 8.1.5.5.10** mostra a representação gráfica dos potenciais mensurados em cada Estação.

Valores mais baixos foram mensurados no período chuvoso de 2011 em relação às demais Campanhas. A Estação C07 com -330 mV e a RAL02 com -287 mV. Contudo, se deve lembrar que os ambientes amostrados na Campanha 1 de 2011 são distintos ao das outras campanhas de 2010, onde apenas Estação AL5 faz parte do mesmo sistema lótico, no caso rio Almada, ao da RAL02.

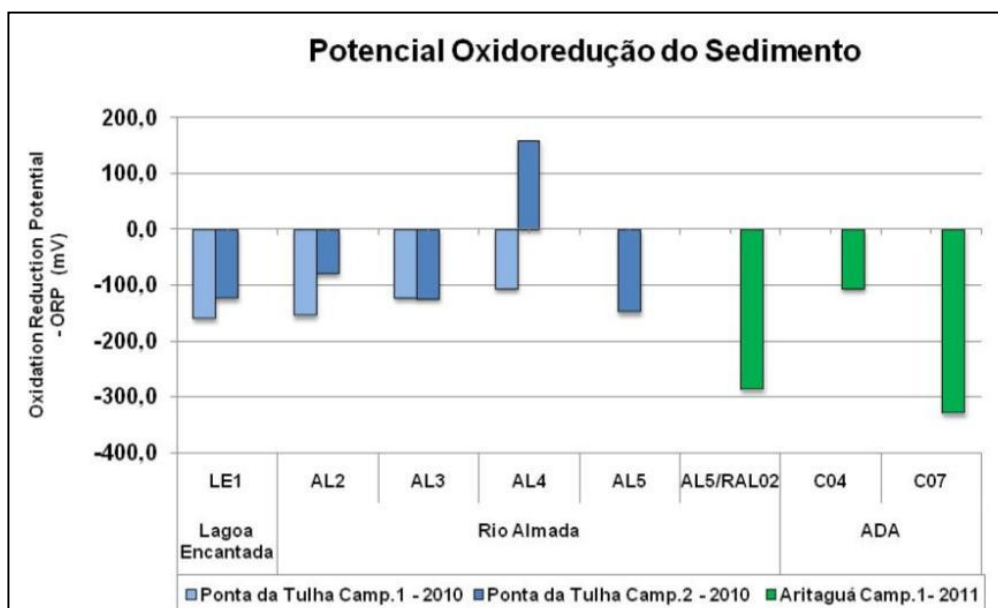


Figura 8.1.5.5.10 – Potencial de Oxidoredução no Sedimento - Qualidade das Águas e Sedimentos - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco(2) de 2010 e Período Chuvoso (1) de 2011

- Carbono Orgânico Total

A matéria orgânica (MO) é constituída principalmente por um material chamado húmus, que dá cor escura ao solo e sedimentos. O húmus deriva de organismos mortos e componentes ou substâncias destes que por sua vez foram decompostos. Este húmus é formado por ácidos húmicos (insolúvel em solução ácida) e fúlvicos (solúvel em solução ácida). Deste modo, os ácidos húmicos e fúlvicos estão adsorvidos com frequência sobre as superfícies minerais de argila, sendo sua extensão dependente da distribuição de carga sobre a superfície da partícula (BAIRD, 2002).

O Carbono Orgânico Total (COT) indica a quantidade de carbono orgânico tanto dissolvido quanto particulado do sedimento. O COT existente no sedimento tem origem a partir de restos de organismos vivos (ex. folhas, caules, lípidios, proteínas) terrestres ou aquáticos. A concentração de COT no sedimento pode variar a depender da produção primária e secundária do ambiente aquático, da capacidade de adsorção das partículas minerais, e da sua taxa de deposição.

A **Figura 8.1.5.5.11** demonstra a abundância de Carbono Orgânico Total nos sedimentos coletados.

Sobre as Campanhas de Amostragem 1 e 2 de 2010

No período chuvoso os valores de COT variaram entre 1,5% (AL4) a 8,40% (AL3). Já no período seco, 0,84% foi o menor resultado mensurado e o mais elevado foi 5,05% (LE1). Notoriamente, as estações que apresentaram características mais argilosas (LE1 e AL3) tiveram as mais elevadas abundâncias. Sedimento mais fino é característico de ambiente deposicional, com menor correnteza das águas, acumulam teoricamente matéria orgânica, nutrientes e contaminantes. O carbono orgânico pode estar mais associado/adsorvido aos siltes e argilas.

Os valores de COT na Estação RAL02 (Campanha 1 de 2011) foi 2,18% e na AL5 (Campanha 2 de 2010) foi de 2,74%. No período chuvoso de 2011 o valor mínimo foi 0,16% de COT (C07) e máximo 2,69% (C04).

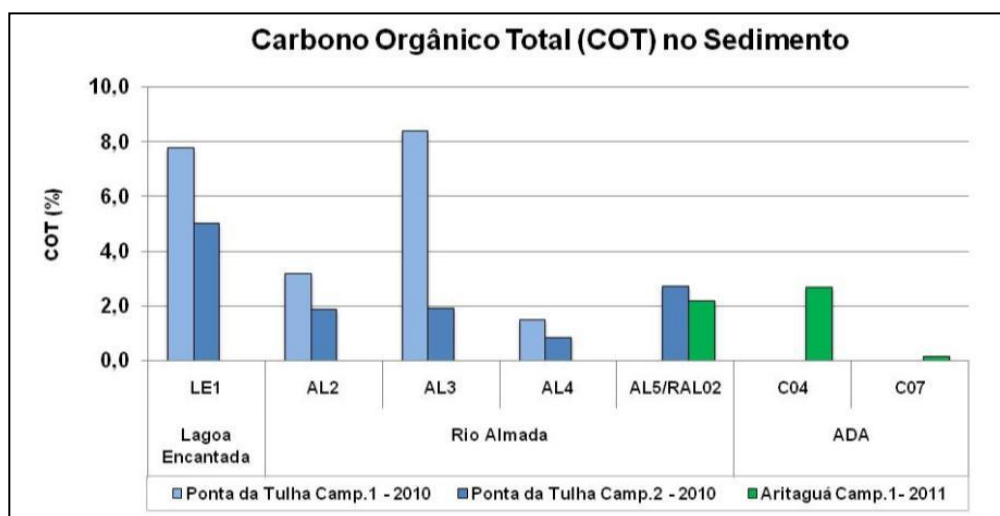


Figura 8.1.5.11 - Carbono Orgânico Total no Sedimento - Qualidade das Águas e Sedimentos - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco(2) de 2010 e Período Chuvoso (1) de 2011

Fósforo Total

O sedimento é um reservatório muito importante de fósforo. Parte do fósforo sofre um processo de complexação durante períodos de intensa oxigenação dos sedimentos, tornando-se não disponível. Isto demonstra que o ciclo do fósforo, do ferro e o potencial oxirredução na água e no sedimento estão estreitamente correlacionados. Como o fósforo não tem componente gasoso, sua disponibilidade depende de rochas fosfatadas, do ciclo interno do ecossistema aquático, onde decomposição e excreção dos organismos são partes importantes (TUNDISI & TUNDISI, 2008).

Dentre as Estações na lagoa Encantada amostradas no período chuvoso de 2010, o sedimento da Estação LE1 apresentou uma das mais elevadas concentrações de Fósforo Total (3.000 mg/kg) no sedimento. Valor elevado ocorreu também para o período seco, entretanto, com 2.194,00 mg/kg.

As condições de oxidação da água da Estação LE1 Fundo na Campanha 2 de 2010 - período seco - (ORP: 109 mV) podem ter levado ao aumento da complexação do fósforo no sedimento e conseqüentemente ter sido o principal motivo da elevação das concentrações de fósforo no sedimento e quase depleção deste elemento na coluna d'água. A influência de uma possível maior oxigenação das águas do hipolímnio da Estação LE1 pode ter provocado a diminuição da condição redutora do sedimento na Campanha 2 (-124 mV) em relação à Campanha 1 (-160 mV). Assim, a liberação de fósforo para a água a partir do sedimento pode ter ocorrido principalmente no período chuvoso, pois os valores de fósforo na coluna d'água (LE1 Fundo) no referido período amostrado foi o mais elevado (2,24 mg/L⁻¹ PT). Deve-se fazer a ressalva que as interpretações sobre o fósforo total na água ainda estão imprecisas devido a reavaliação dos resultados junto ao laboratório responsável como já explicado.

De acordo com a interpretação anteriormente descrita, existe ainda a contribuição da característica granulométrica predominante argilosa do sedimento na Estação LE1, no qual

podem adsorver os compostos de fosfato, preservando-o no mesmo. Nesta Estação, o sedimento na Campanha 1 de 2010 foi caracterizado como argila e na Campanha 2 de 2010 como franco-argiloso.

Sobre o rio Almada os valores de fósforo oscilaram entre 218 mg/kg (RAL02, Campanha 1 de 2011) e 3000 mg/kg (AL3, Campanha 1 de 2010). O sedimento da Estação AL3 amostrado na referida campanha apresentou 22% de argilas, sendo caracterizada como Franco-Argiloarenosa. Esta textura granulométrica apresentada pelo sedimento da AL3 é uma das possibilidades de interpretação para os valores tão elevados de fósforo encontrados.

Nas Estações inseridas na ADA (Campanha 1 de 2011) com sedimentos amostrados estão a C07 que apresentou valores inferiores ao limite de detecção do método (<0,19 mg/kg) e a Estação C04 que apresentou 218 mg/kg de PT.

A **Figura 8.1.5.5.12** demonstra a representação gráfica das concentrações de Fósforo Total nos sedimentos avaliados das Estações de Amostragens nas Campanhas de 2010 e 2011.

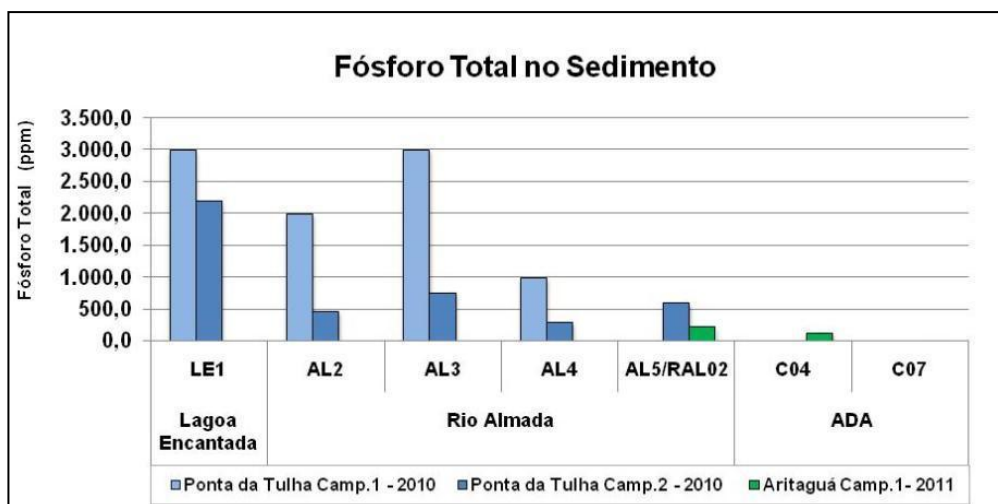


Figura 8.1.5.5.12 - Fósforo Total no Sedimento - Qualidade das Águas e Sedimentos - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2010 e Período Chuvoso (1) 2011

Nitrogênio Total

A **Figura 8.1.5.5.13** apresenta as concentrações de Nitrogênio Total (NT) presentes no sedimento das Estações de Amostragens do Estudo de Impacto Ambiental do Empreendimento Porto Sul durante as Campanhas de Amostragem de 2010 e 2011.

Ao comparar todas as campanhas realizadas, o valor máximo de Nitrogênio Total (14,324 mg/kg) foi obtido na Estação LE1, Campanha 2 de 2010. No rio Almada, a oscilação de NT no sedimento foi mensurado entre os valores de 0,731 mg/kg (AL4, Campanha 2 de 2010) e 6,67 mg/kg (RAL02, Campanha 1 de 2010).

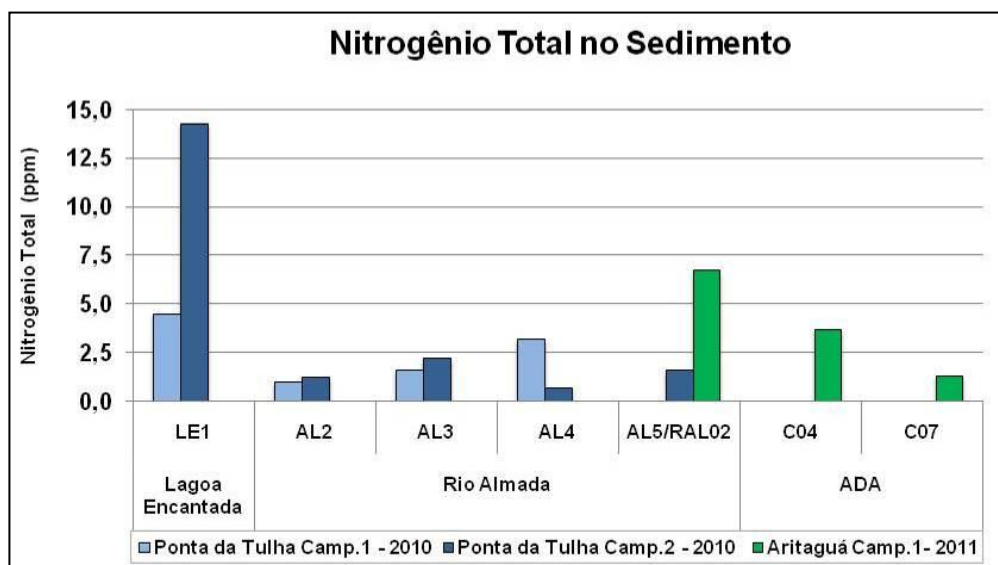


Figura 8.1.5.5.13 - Nitrogênio Total no Sedimento - Qualidade das Águas e Sedimento - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2010 e Período Chuvoso (1) 2011

Metais

Os metais pesados normalmente são encontrados em baixas concentrações, associados a outros elementos químicos formando minerais e rochas. A liberação natural de metais para o ambiente se dá através do intemperismo e erosão das rochas e depósitos minerais associados pode contaminar sedimentos, especialmente os de textura predominantemente fina e com altas concentrações de material orgânico.

A presença dos metais pesados nos sedimentos está associada às seguintes origens (FORSTNER & WITTMAN, 1981):

- Formações litogênicas, como produtos do intemperismo de rochas ou jazidas minerais;
- Produtos de precipitação, substâncias adsorvidas e o material particulado formado por mudanças nas condições físico-químicas na água;
- Formações biogênicas, resíduos biológicos, produtos de decomposição de substâncias orgânicas;
- Contribuições atmosféricas;
- Contribuições antropogênicas.

O intemperismo geológico, em geral, é a fonte dos níveis de *background* ou concentrações base dos metais nos sedimentos aquáticos, os quais estão relacionados à natureza das rochas e solos numa determinada área. O **Quadro 8.1.5.5.5** mostra as concentrações médias de metais pesados nos principais tipos de rochas e em solos.

Quadro 8.1.5.5.5 - Concentrações Médias de Metais Pesados (em ppm) nos Principais Tipos de Rochas e em Solos

Elemento	Crosta Terrestre	Faixa nos Solos	Rochas Ígneas			Rochas Sedimentares		
			Ultra Máfica	Máfica	Granitos	Calcários	Arenitos	Folhelhos/ Argilitos
As	1,5	5-10	1	1,5	1,5	1	1	13 (<900)
Cd	0,1	0,1-1	0,12	0,13	0,09	0,028	0,05	0,22 (<240)
Cr	100	2 - 60	2980	200	4	11	35	39
Cu	50	2-100	42	90	13	5,5	30	39
Hg	0,005	0,01-0,06	0,004	0,01	0,08	0,16	0,29	0,18
Mn	950	10-4000	1040	1500	400	620	460	850
Ni	80	10-1000	2000	150	05	7	9	68
Pb	14	2-200	14	3	24	5,7	10	23
Zn	75	10-300	58	100	52	20	30	120

(Adaptada de ALLOWAY, 1990)

A disponibilidade dos metais vai depender da sua associação com os argilominerais, carbonatos, matéria orgânica e da posição para troca iônica.

Os metais pesados (metais traço) são retidos no sedimento por três vias:

- Por adsorção sobre as superfícies das partículas minerais;
- Por complexação pelas substâncias húmicas das partículas;
- Por reações de precipitação.

Os metais tóxicos, como mercúrio, o cádmio e o chumbo, formam sulfetos muito insolúveis HgS, CdS e PbS; sais insolúveis similares são formados por níquel e muitos outros metais. A quantidade de metais estará biologicamente disponível a depender das concentrações menores existentes de sulfetos.

O **Quadro 8.1.5.5.6** reúne informações importantes sobre a ocorrência dos metais e sua provável associação geoquímica na maioria dos sistemas aquáticos segundo CRA (2001).

Quadro 8.1.5.5.6 - Formas Naturais de Ocorrência e Associação Geoquímica dos Metais Pesados

Substância	Ocorrência / Associação Geoquímica
Al	O alumínio é abundante na natureza, principalmente em forma de silicatos. Esse metal faz parte da composição de grande número de rochas, por exemplo, os feldspatos, as micas, a turmalina, a bauxita e a criolita. Entretanto, o seu interesse mineralógico ou metalúrgico é muito alto, pois possui altos índices de condutividade elétrica e, além disso, atende indústrias químicas, farmacêuticas e alimentícias.
Cd	É associado aos argilitos e folhelhos. Concentrações elevadas estão associadas às rochas vulcânicas. A sorção é expressiva nas argilas, mas é maior com a matéria orgânica e aumenta com o pH. Níveis mais altos aparecem em solos orgânicos derivados de folhelhos betuminosos. O potencial de redox tem pouco efeito na especiação.
Cr	Está associado às rochas ultramáficas como cromita, um óxido resistente ao intemperismo sendo o composto de cromo mais abundante. O cromo é encontrado naturalmente em rochas, animais, plantas, solo, poeiras e névoas vulcânicas. Apresenta-se em baixa concentração nos solos e águas. Níveis altos são encontrados em sedimentos derivados de rochas ricas em cromo.

Continua.

Quadro 8.1.5.5.6 - Formas Naturais de Ocorrência e Associação Geoquímica dos Metais Pesados (continuação)

Substância	Ocorrência / Associação Geoquímica
Cu	Ocorre em rochas máficas e solos derivados. Os minerais comuns são: calcopirita (CuFeS_2); malaquita (carbonato); óxidos e Cu nativo. Tem forte afinidade com as argilas, óxidos de ferro e manganês e com carbonatos. O fator de concentração sedimento/água excede 100. Em pH neutro, a maioria do cobre em solução é complexada com carbonatos, nitratos, sulfatos e cloretos. Pode estar fortemente associado aos ácidos húmicos.
Fe	O ferro é o quarto elemento químico em abundância na crosta terrestre, compondo 30% da massa total do planeta. As fontes naturais de ferro são através do desgaste natural das rochas contendo minérios de ferro e os meteoritos. Encontra-se nos silicatos ferromagnesianos (piroxênios, anfibólios e biotita), nos óxidos hidratados (hematita, magnetita e goetita) e nos carbonatos. Está quase sempre associado ao manganês e torna-se solúvel em condições redutoras na presença de bactérias.
Pb	Está associado às rochas ígneas ácidas e aos sedimentos argilosos. Tem ampla ocorrência na crosta e ocorre associado a grande parte dos minérios. Em ambientes oxidantes aparece como óxidos, sulfatos, arsenatos e carbonatos. Pode formar composto orgânico estável nos solos orgânicos. A sorção pelos óxidos de Fe/Mn é alta, mais decresce com a concentração de cloro. Pode ocorrer associado com fosfatos e o ferro.
Mn	Não forma sulfetos estáveis e assim é facilmente liberado para a água em condições redutoras, tornando-se mais biodisponível que outros metais nestas condições.
Hg	Pouco abundante nas rochas, onde aparece como sulfeto (cinábrio). Pode ser originado de atividades termais em áreas mineralizadas. Está associado à presença de sulfetos e aos solos orgânicos, formando complexos orgânico e inorgânico estáveis. A desorção é facilitada em menor pH, e maior teor de cloretos e bicarbonatos. Como espécie metilada pode ser facilmente adsorvida e bioacumulada.
Zn	Aparecem como sulfetos (esfarelita), carbonatos e silicatos; tem boa afinidade pelos óxidos de Fe e Mn. Em condições aeróbicas e ácidas predomina como íon aquoso, mas facilmente forma sulfetos em condições anaeróbicas.

Modificado de Hydros (2008)

Além de formas de contaminação natural, a origem dos metais no sedimento pode estar relacionada com agentes antropogênicos, principalmente quando o uso do solo de uma bacia hidrográfica mantém atividades agrícolas (ex. uso de fertilizantes, herbicidas, fungicidas) e ocupações urbanas (ex. despejo de efluentes domésticos não tratados, águas servidas e atividades industriais de armazenamento e transporte de minérios).

O **Quadro 8.1.5.5.7** apresenta informações sobre as possíveis fontes antrópicas de contaminação dos metais na maioria dos sistemas aquáticos. As informações são baseadas por Pedrozo & Silva (2001).

Quadro 8.1.5.5.7 - Fontes Antropogênicas de Ocorrência dos Metais Pesados no Sedimento (continuação)

Substância	Fontes Antropogênicas
Al	De acordo com dos Santos (2010), emissão de poeiras provenientes da armazenagem e operações de manuseio a partir de mineração, faz parte da poluição difusa. O enclausuramento inadequado de correias transportadoras, por exemplo, permitem a liberação, pela ação dos ventos, de particulados finos para atmosfera.
Cd	Relativas às atividades envolvendo: mineração, produção e disposição de produtos que utilizam cádmio (baterias Ni0Cd, pigmentos, PVC, recobrimento de produtos ferrosos e não ferrosos, ligas de cádmio e componentes eletrônicos); emissões de indústrias de ferro e aço, combustíveis fósseis (carvão, óleo, gás, turfa e madeira), cimento e fertilizantes fosfatados. O cádmio faz parte do chorume, líquido gerado no lixo.
Cr	Fontes de ligas metálicas, usadas em estruturas da construção civil o cobre e seus compostos são liberados para o meio ambiente através principalmente de: emissões decorrentes da fabricação de cimento e do seu resíduo, soldagem de ligas, fundições, manufatura de aço e ligas, indústria de galvanoplastia, lâmpadas, minas, lixos urbano e industrial, incineração de lixo, cinzas de carvão, curtumes, preservantes para madeira, fertilizantes, turfa de agricultura e uso de combustíveis, esterco e lixo provenientes de pecuária (Silva & Pedrozo, 2001)

Continua

Quadro 8.1.5.5.7 - Fontes Antropogênicas de Ocorrência dos Metais Pesados no Sedimento (continuação)

Substância	Fontes Antropogênicas
Cu	<p>As fontes antropogênicas de cobre incluem a utilização em ligas, manufatura de fios e condutores, galvanoplastia, utensílios de cozinha, tubulações residenciais e para linhas de serviço, manufatura e moedas, inseticidas, fungicidas, algicidas, desinfetantes, tintas anti-incrustantes, baterias, eletrodos e pigmentos. Todos os usos citados são fontes em potencial de contaminação.</p> <p>O controle de doenças do cacaueteiro como a vassoura-de-bruxa, tem como controle a pulverização de óxido cuproso. (Martins Neto, 2005)</p> <p>O sulfato de cobre é mundialmente utilizado para inibir crescimento de algas em reservatórios, em equipamentos de irrigação, em sistemas de refrigeração industrial e em piscinas. Além destes usos, o sulfato de cobre é empregado no tratamento de água, na produção de cromoarseniato de cobre (preservante de madeira-vigas de estacarias e docas) e manufatura de corantes.</p> <p>Incluem ainda as fontes oriundas de emissão pelas atividades de mineração e fundição, pela queima de carvão e incineradores de resíduos, além de excretas humanas (esgotos). O cobre também é usado em cobertura de telhados, favorecendo a contaminação através de sua lixiviação</p>
Fe	<p>As fontes antropogênicas podem ser de origem industrial, de origem urbana e agrícola uso de fertilizantes (Consórcio Hydros CH2M Hill, 2005). Também têm origem nas emissões pelas atividades de mineração, fundição, soldagem, polimento de metais e o uso de compostos de ferro na gasolina. Efluentes de esgotos urbanos e escoamento superficial urbano. Uso de fertilizantes agrícolas.</p> <p>De acordo com a Agência Ambiental do Reino Unido (Environment Agency U.K., 2004), em geral as atividades que podem acarretar origem de poluição por ferro são Lixiviação a partir de matérias primas e áreas de armazenamento de produtos e spray secundário através de vazamento durante o transporte ou armazenamento de ferro.</p>
Pb	<p>Combustão do carvão (utensílios elétricos, doméstica e industrial); Combustão do Petróleo; produção de metais não ferrosos (mineração, produção do chumbo, Cu-Ni e Zn-Cd); fabricação de ferro e aço; incineração; fertilizantes de fosfato; combustão de madeira. As operações de produção e processamento do metal são, dentre outras, as atividades mais importantes para contaminação. de recursos hídricos.</p>
Mn	<p>As atividades humanas são fontes significativas de emissões de manganês para o meio ambiente, tais como: produção de esmalte porcelanizado e fósforo de segurança; pilhas secas, onde o minério é utilizado como despolarizador; cerâmica, suplementos alimentares, fertilizantes, fungicidas, rações e produtos farmacêuticos; eletrodos para solda, ligas de níquel e cobre; produtos desinfetantes, de limpeza de peças metálicas, clareadores e conservantes de flores e frutas e medicamentos.</p>

Neste estudo, foram utilizados principalmente os critérios adotados pela NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*), os quais são voltados à toxicidade que o sedimento ou a água a partir de certa concentração, podem causar à biota associada.

Os níveis são baseados em compilações de dados semelhantes, porém usando diferentes tipos de cálculos. A avaliação da concentração dos metais citados é de suma importância neste Estudo de Impacto Ambiental, pois o empreendimento Porto Sul, dentre outras atividades, tem previsão de trabalhar com mercadorias referentes a diferentes minérios.

O **Quadro 8.1.5.5.8** apresenta a matriz do coeficiente de correlação de *Pearson* (teste de significância bicaudal) para os parâmetros avaliados no sedimento das Estações LE1, AL2, AL3 e AL4 (N amostral = 4) do período chuvoso, através de SPSS for Windows.

Através da correlação de *Pearson*, nas Estações de Amostragens foram observadas correlações fortes entre os metais: principalmente o ferro em relação ao cromo, zinco e

chumbo; o cobre em relação ao alumínio, cromo, zinco, níquel e ferro. Estas correlações sugerem mesma origem indicando ser provavelmente natural.

Quadro 8.1.5.5.8 - Matriz de Correlação de Pearson das Variáveis do Sedimento - Qualidade das Águas e Sedimentos - Porto Sul - Período Chuvoso

	Al	Cr	Zn	Pb	Ni	Fe	Mn	Cu	A.grossa	Afina	Silte	Argila	PT	NT	COT	pH	ORP
Al	1																
Cr	0,990*	1															
Zn	0,952*	0,986*	1														
Pb	0,806	0,877	0,931	1													
Ni	0,997**	0,983*	0,994	0,775	1												
Fe	0,942	0,979*	0,994**	0,956*	0,926	1											
Mn	0,366	0,496	0,630	0,825	0,338	0,653	1										
Cu	0,964*	0,992**	0,998**	0,928	0,953*	0,996**	0,602	1									
A.grossa	-0,298	-0,268	-0,255	0,054	-0,370	-0,146	-0,225	1									
Afina	-0,185	-0,051	0,114	0,290	-0,180	0,097	0,761	-0,104	1								
Silte	-0,081	-0,212	-0,345	-0,655	-0,031	-0,406	-0,906	-0,328	-0,513	-0,688	1						
Argila	0,514	0,398	0,266	-0,091	0,559	0,204	-0,550	0,285	-0,652	-0,667	0,812	1					
PT	0,256	0,131	-0,002	-0,360	0,309	-0,072	-0,725	0,013	-0,668	-0,663	0,938	0,960*	1				
NT	-0,133	-0,274	-0,430	-0,647	-0,113	-0,443	-0,964*	-0,392	-0,095	-0,902	0,897	0,672	0,781	1			
COT	0,915	0,860	0,784	0,512	0,938	0,740	0,030	0,795	-0,573	-0,362	0,312	0,807	0,617	0,171	1		
pH	-0,882	-0,909	-0,927	-0,768	-0,903	-0,881	-0,528	-0,911	0,591	-0,206	0,143	-0,414	-0,199	0,385	-0,833	1	
ORP	-0,045	-0,022	-0,022	0,252	-0,121	0,087	0,196	0,012	0,967*	-0,193	-0,528	-0,520	-0,603	-0,099	-0,347	0,395	1

* Correlações significantes no nível de 0,01 (Bi-caudal)

** Correlações significantes no nível de 0,05 (Bi-caudal)

Marcação em amarelo = Correlações elevadas

O **Quadro 8.1.5.5.9** apresenta a matriz do coeficiente de correlação de *Pearson* (teste de significância bicaudal) para os parâmetros avaliados no sedimento das Estações LE1, AL2, AL3, AL4 e AL5 (N amostral = 5) através de *SPSS for Windows*. Todos os metais que foram utilizados na análise, com exceção do manganês, apresentaram correlações significantes principalmente com argila e silte. Esta é uma forte indicação que permite inferir maiores associações (como complexação) dos metais no sedimento mais fino. O período seco (Campanha 2) de 2010 apresentou condições para armazenamento dos referidos elementos para análise no sedimento. As correlações entre os metais sugerem mesma origem, de forma natural.

Quadro 8.1.5.5.9 - Matriz de Correlação de Pearson das Variáveis do Sedimento - Qualidade das Águas e Sedimentos - Porto Sul - Período Seco de 2010

	Al	Cr	Zn	Pb	Ni	Fe	Mn	Cu	A.grossa	A.média	Afina	Silte	Argila	PT	NT	COT	pH	ORP
Al	1																	
Cr	0,995**	1																
Zn	0,994**	0,997**	1															
Pb	0,955*	0,959**	0,975**	1														
Ni	0,992	1**	1*	0,999*	1													
Fe	0,957*	0,964**	0,973**	0,991**	0,998*	1												
Mn	0,475	0,400	0,435	0,505	0,074	0,514	1											
Cu	0,994*	1**	0,998**	0,966**	1**	0,971**	0,413	1										
A.grossa	0,830	0,874	0,848	0,795	0,912	0,845	0,083	0,875	1									
A.média	-0,249	-0,206	-0,275	-0,419	0,174	-0,324	-0,587	-0,217	0,204	1								
Afina	-0,788	-0,836	-0,801	-0,725	-0,908	-0,778	0,014	-0,833	-0,992**	-0,309	1							
Silte	-0,858	-0,899**	0,906*	0,934*	0,884	0,932*	0,204	0,909*	0,883*	-0,240	-0,830	1						
Argila	0,984**	0,995**	0,996**	0,971**	0,998*	0,966**	0,365	0,995**	0,864	-0,257	-0,822	0,929*	1					
PT	0,993**	0,990**	0,996**	0,981**	0,996	0,983**	0,514	0,993**	0,827	-0,310	-0,772	0,890*	0,985**	1				
NT	0,997**	1**	-0,997**	0,959**	0,999*	0,964**	0,421	0,999**	0,866	-0,214	-0,826	0,890*	0,993**	0,992**	1			
COT	0,911*	0,931*	0,947*	0,986**	0,966	0,975**	0,395	0,939*	0,817	-0,396	-0,748	0,976**	0,955**	0,946*	0,927*	1		
pH	-0,381	-0,316	-0,308	-0,160	-0,607	-0,117	-0,241	-0,241	0,015	0,131	0,020	0,076	-0,279	-0,293	-0,329	-0,035	1	
ORP	-0,344	-0,339	-0,403	-0,588	0,534	-0,528	-0,526	-0,526	-0,100	0,876	-0,021	-0,524	-0,400	-0,439	-0,340	-0,619	-0,266	1

* Correlações significantes no nível de 0,01 (Bi-caudal)

** Correlações significantes no nível de 0,05 (Bi-caudal)

Marcação em amarelo = Correlações elevadas

Através da correlação de *Pearson*, nas Estações de Amostragens foram observadas correlações fortes entre os metais: principalmente o ferro em relação ao cromo, zinco e chumbo; o cobre em relação ao alumínio, cromo, zinco, níquel e ferro. Estas correlações sugerem mesma origem indicando ser provavelmente natural.

O **Quadro 8.1.5.5.10** apresenta a matriz do coeficiente de correlação de *Pearson* (teste de significância bicaudal) para os parâmetros avaliados no sedimento das Estações RAL02, C04 e C07 (N amostral = 3) através de *SPSS for Windows*. Todos os metais que foram utilizados na análise, com exceção do chumbo e níquel. Os metais apresentaram correlações significantes principalmente com argila e silte, exceto o Cobre que manteve correlação significativa com a areia grossa. Esta é uma forte indicação que permite inferir maiores associações (como complexação) dos metais no sedimento mais fino.

Quadro 8.1.5.5.10 - Matriz de Correlação de Pearson das Variáveis do Sedimento - Qualidade das Águas e Sedimentos - Porto Sul - Período Chuvoso de 2010

	Al	Cr	Zn	Fe	Mn	Cu	A grossa	A.média	Afina	Silte	Argila	PT	NT	COT	pH	ORP	
Al	1																
Cr	0,739	1															
Zn	0,947	0,479	1														
Fe	0,965	0,976	0,657	1													
Mn	0,809	0,993	0,576	0,995	1												
Cu	0,218	-0,500	0,521	-0,302	-0,398	1											
A grossa	0,266	-0,457	0,562	-0,255	-0,352	0,999*	1										
A.média	0,998*	0,694	0,964	0,833	0,772	0,277	0,323	1									
Afina	-0,688	-0,016	-0,885	-0,231	-0,130	-0,858	-0,882	-0,731	1								
Silte	0,984	0,918	0,788	0,982	0,958	-0,116	-0,067	0,922	-0,411	1							
Argila	0,991	0,820	0,895	0,924	0,880	0,086	0,135	0,981	-0,586	0,980	1						
PT	0,984	0,843	0,876	0,939	0,899	0,043	0,092	0,972	-0,550	0,987	0,999*	1					
NT	0,958	0,899	0,815	0,972	0,943	-0,070	-0,021	0,939	-0,452	0,999*	0,988	0,994	1				
COT	0,880	0,326	0,986	0,522	0,432	0,656	0,692	0,907	-0,950	0,674	0,809	0,783	0,707	1			
pH	0,273	0,448	-0,570	0,245	0,343	-0,998*	-1,0**	-0,333	0,887	0,057	-0,145	-0,102	0,011	-	0,699	1	
ORP	0,392	-0,334	0,667	-0,123	-0,224	0,983	0,991	0,447	-0,937	0,066	0,266	0,224	0,112	0,782	-	0,992	1

* Correlações significantes no nível de 0,01 (Bi-caudal)

** Correlações significantes no nível de 0,05 (Bi-caudal)

Marcação em amarelo = Correlações elevadas

Análise hierárquica de agrupamento (*Hierarchical Cluster Analysis*) para as Estações de Amostragens de sedimento na Campanha 1 (período chuvoso) de 2010 foi realizada com os resultados obtidos para os metais, frações granulométricas além de outros parâmetros como pH, ORP (*Oxidation-Reduction Potential*), Carbono Orgânico Total (COT), Fósforo Total (PT) e Nitrogênio Total (NT). Estes resultados são mostrados através de dendrograma na **Figura 8.1.5.5.14**. Observa-se a formação de um grupo entre AL2 e AL4 (característica arenosa), destacado em azul.

Para a Campanha 2 (período seco) de 2010, a análise de agrupamento representada na **Figura 8.1.5.5.15** indica o isolamento da Estação LE 1 e a formação de um único grupo com as Estações do rio Almada (cor verde). Isto apenas indica a similaridade entre as Estações do rio Almada, ambiente lótico e expressa a diferença dinâmica da lagoa Encantada.

O dendrograma apresentado na **Figura 8.1.5.5.16** demonstrou que as Estações de amostragem se assemelham entre si, independente do Período coleta, se Chuvoso ou Seco (2010). Isto ocorreu principalmente em AL4 e AL2 (grupo cor cinza) e AL3 (grupo cor laranja). A Estação LE1 se difere (cor violeta) dos demais grupos formados.

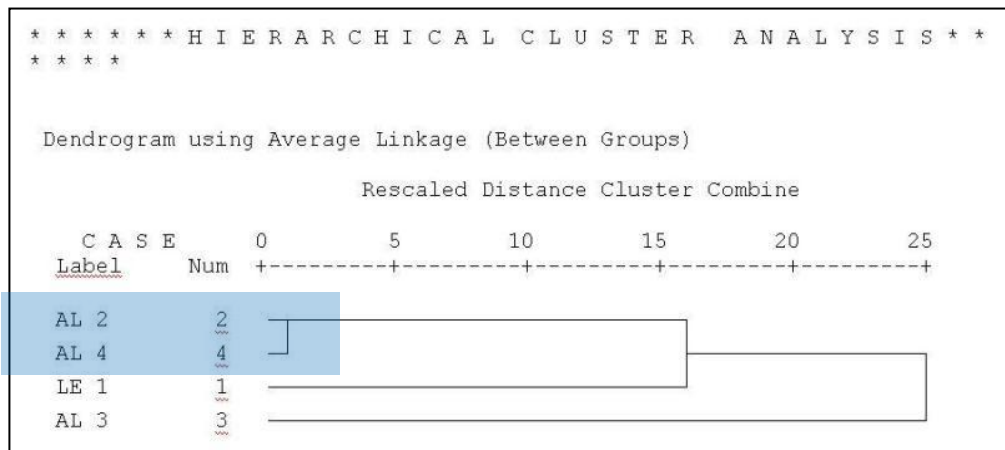


Figura 8.1.5.14 - Dendrograma Representando a Análise de Agrupamento das Estações de Amostragem de Sedimento - Qualidade dos Sedimentos - Porto Sul - Período Chuvoso (1) de 2010

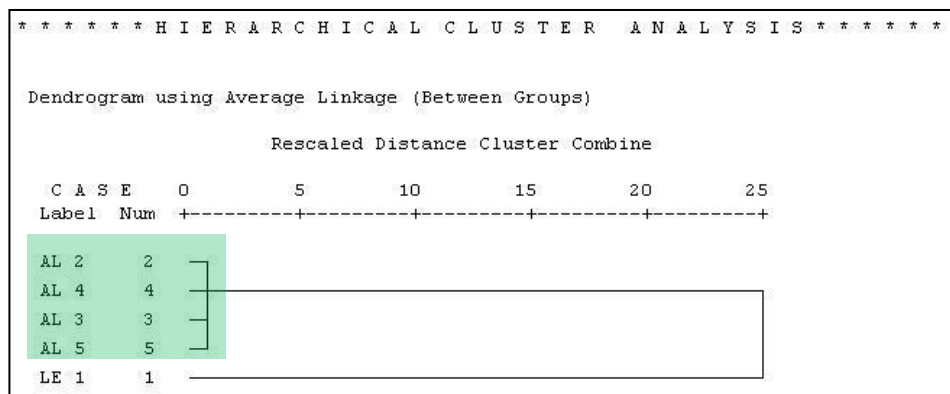


Figura 8.1.5.15 - Dendrograma Representando a Análise de Agrupamento das Estações de Amostragem de Sedimento - Qualidade das Águas e Sedimentos - Porto Sul - Período Seco (2) de 2010

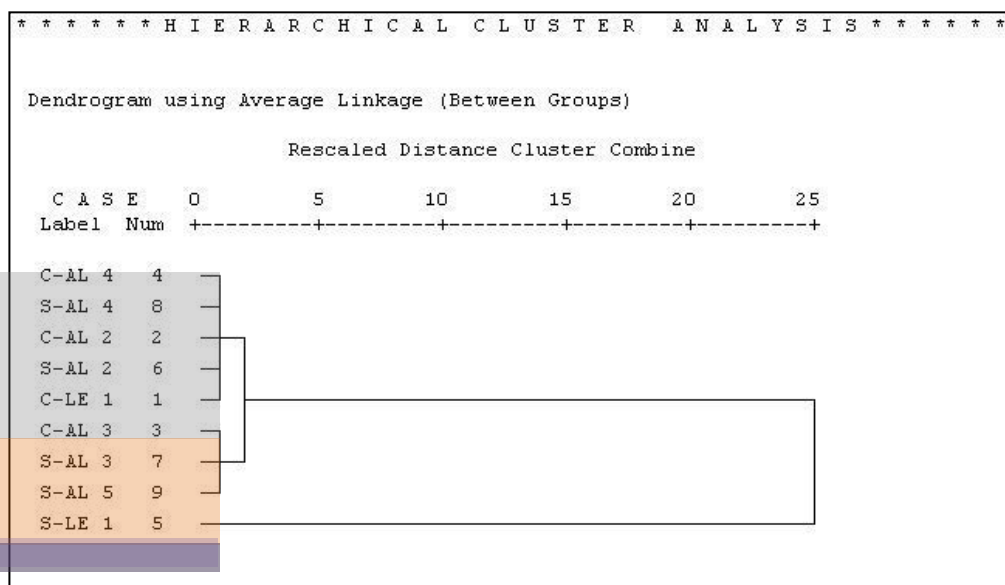


Figura 8.1.5.16 – Dendrograma Representando a Análise de Agrupamento das Estações de Amostragem de Sedimento - Qualidade das Águas e Sedimentos - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) de 2010

A partir da **Figura 8.1.5.5.17**, elaborada através de Análise de Componentes Principais ou PCA (Programa Estatístico *Primer* versão $6 \beta R3$) podemos destacar que os dois eixos reduzidos representam 87,6% de todas as variáveis ambientais selecionadas (pH, ORP, Areia grossa, Areia fina, Silte, Argila, NT, PT, COT, Al, Cr, Zn, Pb, Ni, Fe, Mn e Cu).

Os dois Eixos da PCA explicam 69,6% da variabilidade dos dados, sendo o Eixo 1 apresentando 54,7% e o Eixo 2 14,9%. A LE1, período seco, está ordenada isoladamente no PCA (ilustrado em coloração verde escuro), pois diferentemente das demais Estações é caracterizada principalmente pelo elevado valor absoluto de NT (Coeficiente em combinações lineares das variáveis: -0,311), Cromo (-0,325), Zinco (-0,325), Fe (-0,325) e Alumínio (-0,326). As Estações AL2 (ambos os períodos), AL4 (ambos os períodos), AL3 (período seco) e AL5 estão agrupadas (ilustrado em coloração azul), pois possuem características semelhantes associados principalmente com a Areia fina (0,298). Já a Estação LE 1 (período chuvoso), ilustrado na **Figura 8.1.5.5.17** com coloração vermelha, se isola em razão dos parâmetros COT (-0,502), Argila (-0,431) e Silte (-0,355) em relação ao Eixo 2 do componente principal.

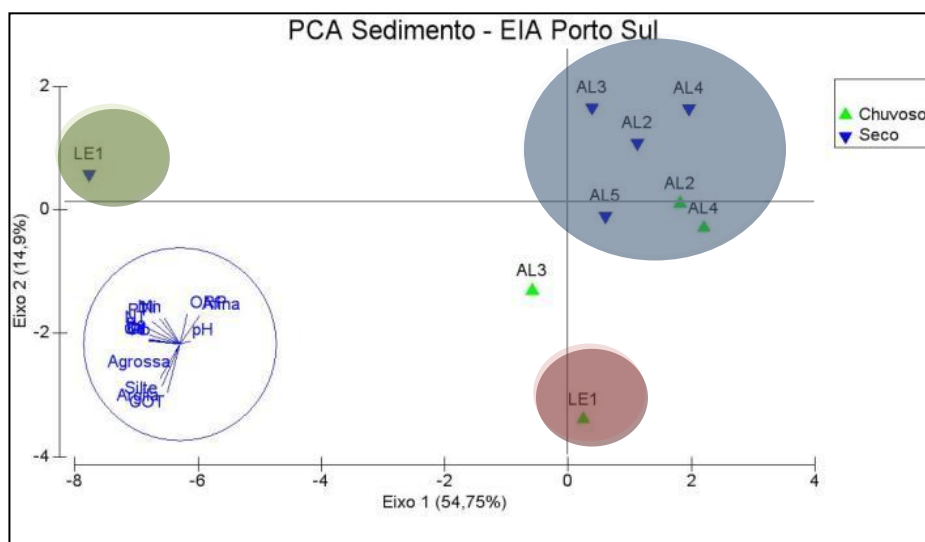


Figura 8.1.5.5.17 - Ordenação Representando a Análise de Canônica de Correspondência das Estações de Amostragem de Sedimento - Qualidade dos Sedimentos - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) de 2010

Os resultados explicitados sobre a análise hierárquica de agrupamento e a análise de componentes principais permitem verificar que foi obtido o mesmo padrão tanto para o agrupamento e a ordenação das Estações de Amostragens, tendo ordenação semelhante e a formação de um grupo pela AL2 e AL4 e isolamento da Estação LE1 (período seco de 2010).

A seguir estão apresentadas as considerações sobre os metais quantificados nos sedimentos. Para o parâmetro Cádmiio valores inferiores ao Limite de Detecção do Método foram obtidos em todas as Estações de Amostragens ao longo das Campanhas 1 e 2 de 2010.

Alumínio Total

A **Figura 8.1.5.5.18** apresenta as concentrações de alumínio no sedimento das Estações de Amostragens do Empreendimento Porto Sul. Durante o período seco de 2010, o valor mais elevado quantificado foi de 20.099 mg/kg Al na Estação AL3 e mais baixo na AL4 (1.417

mg/kg). No período chuvoso de 2010, alumínio oscilou entre 4.432 mg/kg nas amostras de sedimento da Estação AL4 e 62.641 mg/kg na LE1.

Devido sua abundância na crosta terrestre, o alumínio (silicatos de alumínio) é um componente comum em sedimentos, porém as deposições adicionais de alumínio podem ocorrer em ambientes aquáticos devido ao transporte e armazenamento impróprio durante o processo de cadeia produtiva de alumínio. Os valores aqui apresentados provavelmente possuem origem natural.

Elevadas concentrações de sedimentos finos particulados e carbono orgânico total das Estações LE1 e AL3 favorecem a adsorção de metais. Como observado para alumínio no sedimento das Estações de Amostragens no período chuvoso há correlação entre alumínio e os demais metais, exceto com o manganês.

Para a Campanha de 2011, período chuvoso, os valores de alumínio total no sedimento da Estações de Amostragens situadas na ADA foram de 890 mg/kg (C07) e 3.370 mg/kg (C04). Sobre as Estações localizadas no mesmo local do rio Almada, a AL5 (período seco de 2010) mostrou-se com 6.272 mg/kg e a RAL02 com 4.465 mg/kg.

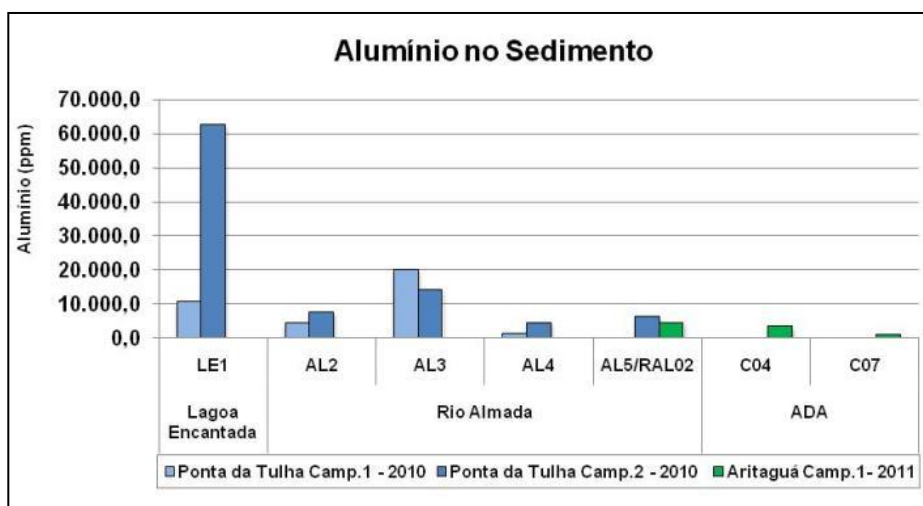


Figura 8.1.5.5.18 - Concentrações de Alumínio (ppm) no Sedimento - Qualidade dos Sedimentos - Porto Sul -Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2010 e Período Chuvoso (1) 2011

Cromo Total

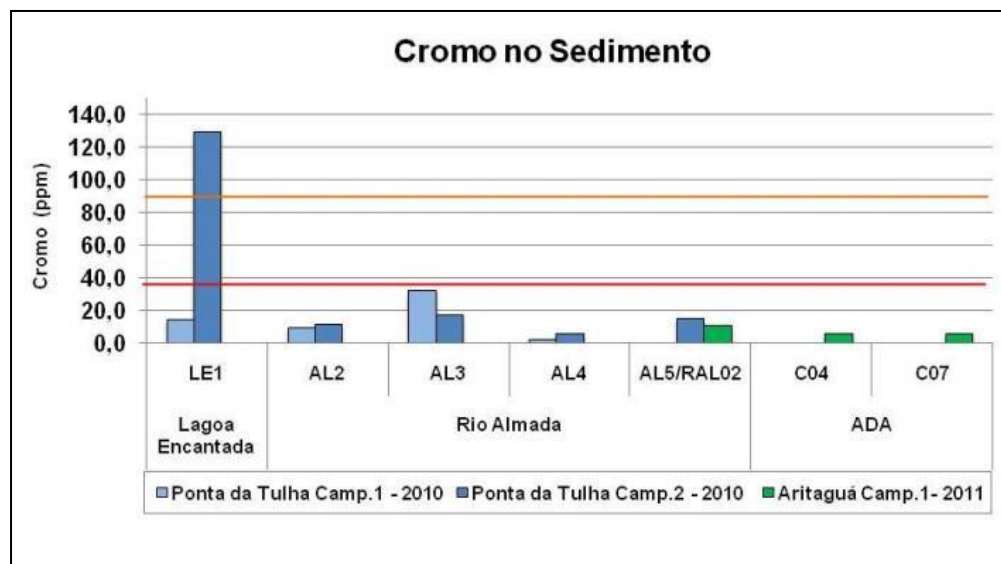
Apesar de o cromo ocorrer nos estados de oxidação -2 a +6, sendo mais comuns o Cr⁰, Cr (II), Cr(III) e Cr (VI), este último é considerado o mais tóxico (SILVA & PEDROZO, 2001). Quase todo o cromo hexavalente existente no meio ambiente é proveniente das atividades humanas, como, por exemplo, o cromato de chumbo que é usado como pigmento. De acordo com WHO (1998), em relação à toxicidade somente as formas tri e hexavalentes são mais importantes. O cromo hexavalente é classificado pela CERCLA -*The Comprehensive Environmental Response, Compensation, and Liability* (2007) em 18º lugar na lista de substâncias perigosas.

A Figura 8.1.5.5.19 apresenta as concentrações de cromo nos sedimentos das Estações de Amostragens do Empreendimento Porto Sul amostrados no período chuvoso e seco de 2010 e chuvoso de 2011. Na primeira campanha de 2010, o menor valor (2,7 mg/kg) obtido foi da Estação AL4, sendo que a AL3 apresentou 33 mg/kg. Na segunda campanha de 2010, período

seco, foi apresentado como resultado máximo 130 mg/kg de Cromo para a Estação LE1. Os valores encontrados não violam os limites de referência do NOAA. Entretanto, o valor obtido em AL3 deve ser analisado como um alerta, pois a concentração de cromo encontra no sedimento é quase limítrofe ao nível de TEL estabelecido pelo NOAA (BUCHMAN, 2008). Os níveis elevados verificados de cromo total na AL3 (período chuvoso de 2010) e LE1 (período seco de 2010) podem ter origem principalmente natural.

As Estações AL5 (período seco de 2010) e RAL02 (período chuvoso de 2011) cujo foram amostradas no mesmo local do rio Almada apresentaram, respectivamente, 16 mg/kg Cr e 11,5 mg/kg Cr. Os valores de Cr presentes no sedimento das Estações inseridas na ADA foram inferiores ao LQM (<6,5 mg/kg).

De acordo com SILVA & PEDROZO (2001), a maior parte do cromo liberado na água deposita-se nos sedimentos predominando forma de baixa solubilidade e reatividade - o Cr (III) - e quando há condições oxidantes, o Cr (VI) pode estar presente na forma de íon cromato ou cromato ácido. O Cr (VI) tem formas relativamente solúveis, móveis e tóxicas para organismos (embrião e larvas de peixes, peixes, ostras, camarão), com conseqüente bioacumulação.



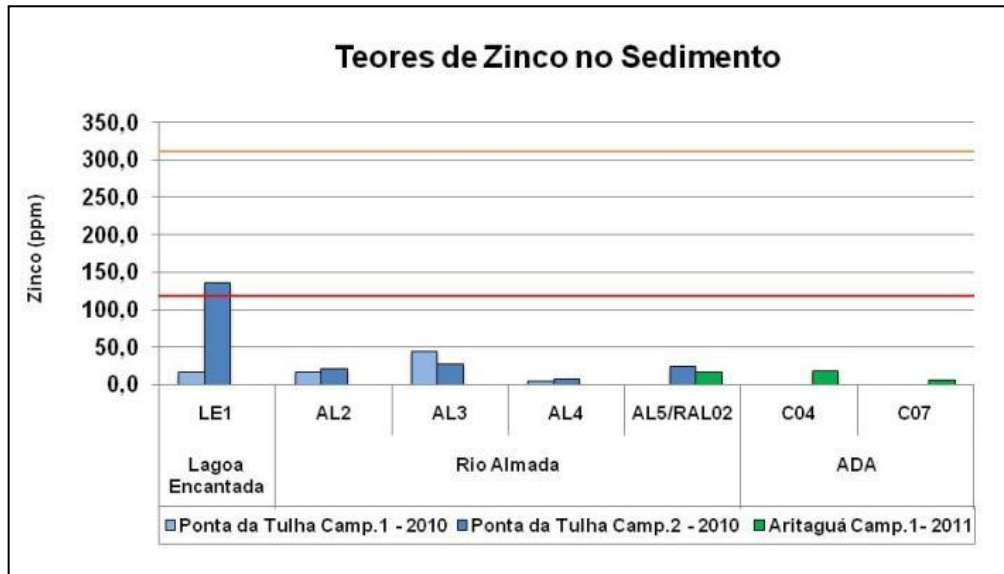
Obs. A Linha Vermelha Representa o Nível de TEL = 37,3 ppm e a Linha Laranja Representa o Nível de PEL = 90,0 ppm

Figura 8.1.5.5.19 - Concentrações de Cromo (ppm) no Sedimento - Qualidade das Águas e Sedimentos - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2010 e Período Chuvoso (1) 2011

Zinco Total

As concentrações para zinco no sedimento das Estações de Amostragens estão expostas na **Figura 8.1.5.5.20**. No período chuvoso de 2010 (Campanha 1), a Estação AL4 apresentou a menor concentração (4,7 mg/kg). A mais elevada foi referente à AL3 (45 mg/kg). LE1 e AL2 apresentaram a mesma concentração (18 mg/kg). Os valores avaliados não ultrapassaram os limites estabelecidos pelo NOAA.

No período seco de 2010, o sedimento da Estação LE1 teve como resultado 137 ppm. Superior ao estabelecido pelo nível de TEL. As demais concentrações avaliadas no sedimento tanto nas Campanhas de 2010, quanto na de 2011 (RAL02, C04 e C07) não ultrapassaram os limites estabelecidos pelo NOAA e ao nível de PEL.

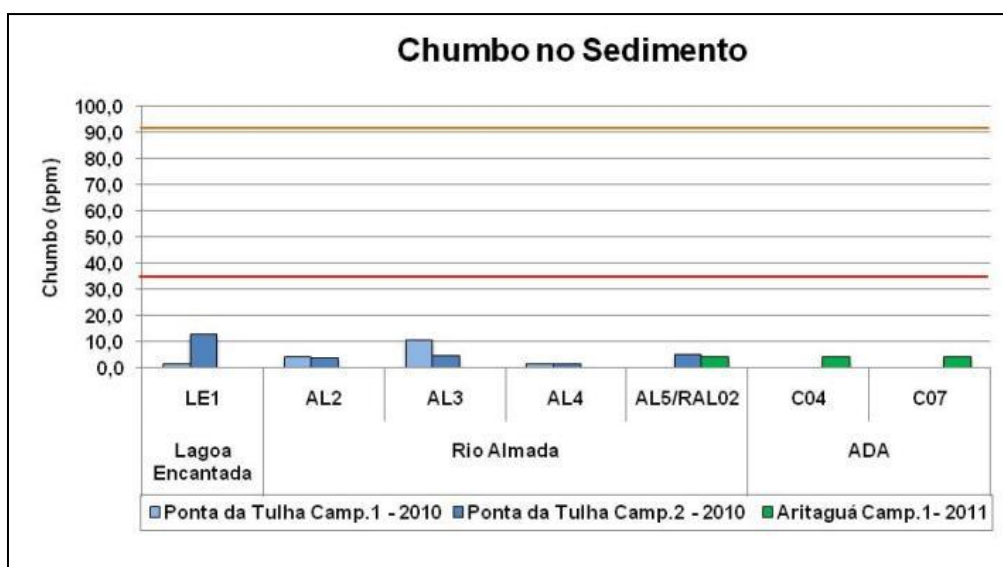


Obs. A Linha Vermelha Representa o Nível de TEL = 123,0 ppm e a Linha Laranja Representa o Nível de PEL = 315,0 ppm.

Figura 8.1.5.5.20 - Concentrações de Zinco (ppm) no Sedimento - Qualidade das Águas e Sedimentos - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2010 e Período Chuvoso (1) 2011

Chumbo Total

A **Figura 8.1.5.5.21** demonstra a representação gráfica das concentrações de chumbo no sedimento das Estações de Amostragens do Empreendimento Porto Sul. Os valores apresentados foram abaixo dos níveis estabelecidos pelo TEL e PEL, tanto no período chuvoso de 2010 (1,6 a 11 mg/kg) quanto no período seco/2010 (1,6 a 13 mg/kg) e o período chuvoso de 2011 (todas as Estações abaixo do LQM: <4,5 mg/kg).



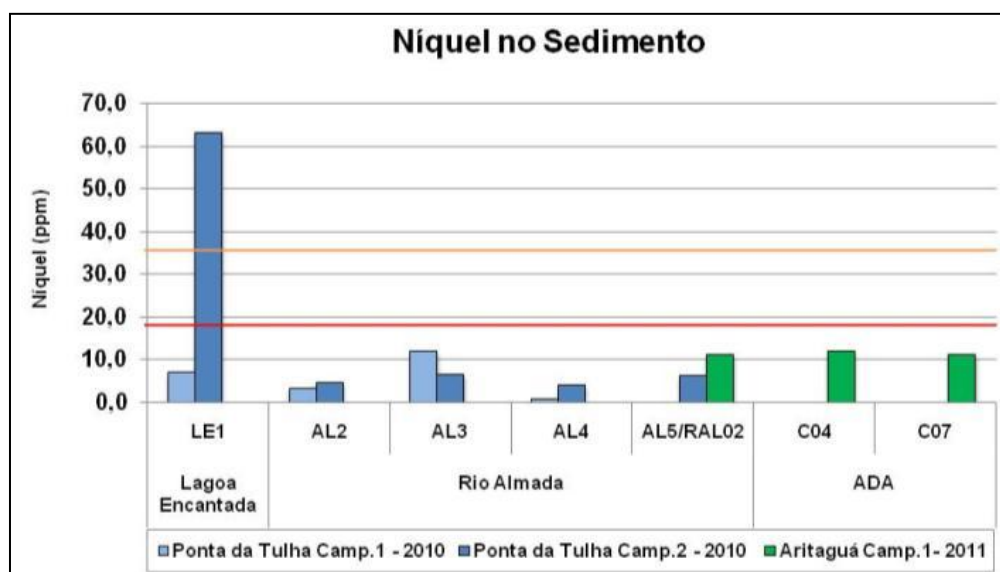
Obs. A Linha Vermelha Representa o Nível de TEL = 35 ppm e a Linha Laranja Representa o Nível de PEL = 91,3 ppm.

Figura 8.1.5.5.21 - Concentrações de Chumbo (ppm) no Sedimento - Qualidade das Águas e Sedimentos - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2010 e Período Chuvoso (1) 2011

Níquel Total

As variações das concentrações de Níquel das Estações de Amostragens estão expostas na **Figura 8.1.5.5.22**. A oscilação que ocorreu no período chuvoso de 2010 (Campanha 1) foi de 3,1 mg/kg em AL2, à 12 mg/kg em AL3. A concentração que se apresentou abaixo do Limite de Quantificação do Método foi para a AL4 (<0,67 mg/kg). Contudo no período seco de 2010 (Campanha 1), as Estações AL2 e AL4 tiveram como resultado < LQM, respectivamente 4,6 ppm e 3,9 ppm. Na lagoa Encantada foi obtido o valor mais elevado 66 ppm, enquanto as demais Estações tiveram níveis mais baixos que o estabelecido pelo TEL.

As Estações amostradas na Campanha 1 de 2011 tiveram como resultados apresentados valores abaixo do LQM (<11 mg/kg).



Obs. A Linha Vermelha Representa o Nível de TEL = 18 ppm e a Linha Laranja Representa o Nível de PEL = 36 ppm. A AL4 (Período Chuvoso de 2010), AL2 e AL4 (Período Seco de 2010) e RAL02, C04 e C07 (Período Chuvoso de 2011) Apresentaram Valores Abaixo do LQM.

Figura 8.1.5.5.22 - Concentrações de Níquel (ppm) no Sedimento - Qualidade das Águas e Sedimentos - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2010 e Período Chuvoso (1) 2011

Ferro Total

A **Figura 8.1.5.5.23** representa as concentrações de ferro no sedimento das Estações de Amostragens relacionadas ao Empreendimento Porto Sul. As concentrações variaram entre 5.603 mg/kg ou ppm (AL4) e a 12.108 mg/kg (AL3), no período chuvoso de 2010. Em trecho do rio Almada amostrado pelo programa Monitora (SEMA/INGÁ, 2009), estação denominada LES-ALM-200 (a montante da Estação Provisão II), o sedimento apresentou concentração de 21.900 mg/kg.

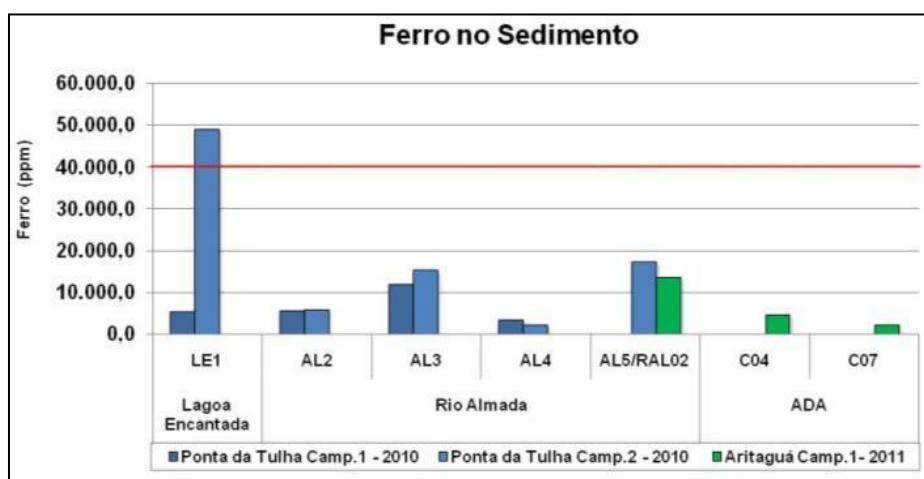
No período seco de 2010 (Campanha 2), a Estação LE1 apresentou valor muito elevado de ferro, 49.048 mg/kg, este superior ao determinados pela UET: (40.000 ppm). Os demais valores do rio Almada foram abaixo de 17.343 mg/kg (AL5 na Campanha 2), inclusive o obtido na Campanha 1 (período chuvoso) de 2011 para o mesmo local: RAL02 (13.750 mg/kg). Com relação as Estações situadas na ADA, a C04 teve como valor de ferro total obtido do sedimento 4.900 mg/kg e a C07: 2.315 mg/kg.

Manganês Total

As concentrações de manganês são apresentadas na **Figura 8.1.5.5.24**. Os valores obtidos oscilaram entre 31 (LE1) e 69 mg/kg (AL3) no período chuvoso de 2010, muito inferiores ao nível de UET (1.100 ppm). Apesar de ainda abaixo da UET, o resultado da Estação AL3 no período seco de 2010 (Campanha 2) elevou-se para 334 mg/kg ou ppm. Neste último período de amostragem referido, a menor concentração avaliada foi de 31 ppm na AL4.

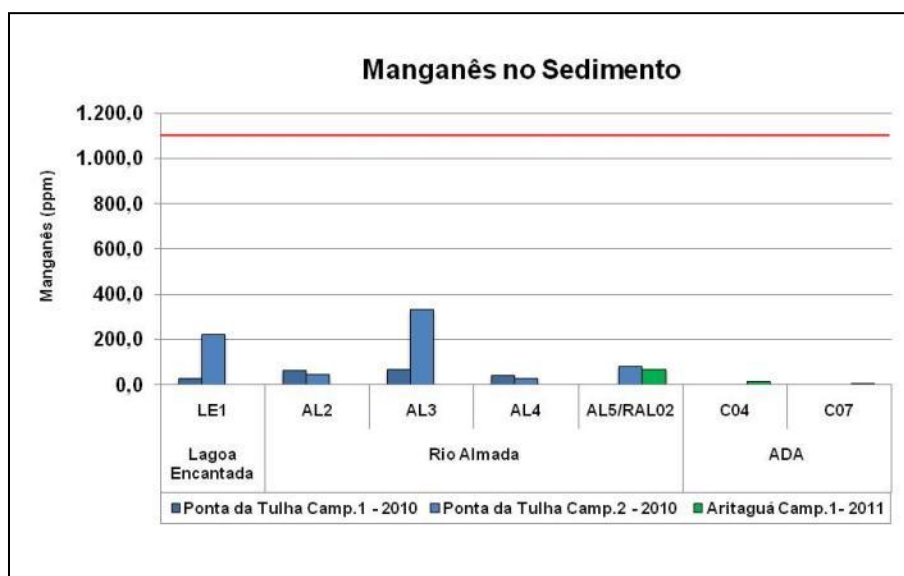
Para o rio Almada, no mesmo local amostrado para o período seco de 2010 (AL5) e chuvoso de 2010 (RAL02) foi obtido para o sedimento concentrações de 84 mg/kg e 67,4 mg/kg, respectivamente.

No que diz respeito à ADA, a Estação C04 mostrou 16,2 mg/kg Mn e a Estação C07 8,9 mg/kg de Manganês total.



Obs. A Linha Vermelha Representa o Nível de UET = 40.000 ppm

Figura 8.1.5.5.23 - Concentrações de Ferro (ppm) no Sedimento - Qualidade das Águas e Sedimentos - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2010 e Período Chuvoso (1) 2011



Obs. A Linha Vermelha Representa o Nível de UET = 1.100 ppm

Figura 8.1.5.5.24 - Concentrações de Manganês (ppm) no Sedimento - Qualidade das Águas e Sedimentos - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2010 e Período Chuvoso (1) 2011

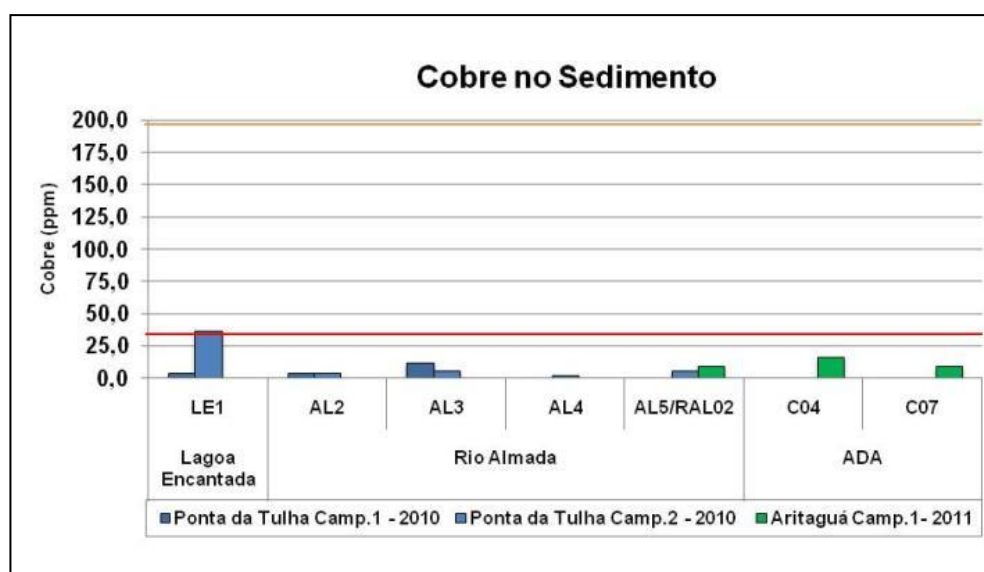
Cobre Total

A disponibilidade do cobre no sistema aquático é influenciada pela complexação a ligantes orgânicos e inorgânicos, adsorção a óxidos metálicos, argilas e material particulado em suspensão, bioacumulação e troca entre sedimento e água (WHO, 1998). Na forma particulada, inclui precipitados, complexos orgânicos insolúveis e cobre adsorvido à argila e outros minerais (PEDROZO & LIMA, 2001).

A **Figura 8.1.5.25** apresenta as concentrações de cobre total obtidas nas Estações LE1 (4,50 mg/kg), AL2 (4,00 mg/kg), AL3 (12,00 mg/kg), e AL4 (0,93 mg/kg) durante o período chuvoso de 2010 (Campanha 1). Já na Campanha 2 de 2010, a Estação LE1 em seu sedimento amostrado foi analisado valor de 37 mg/kg, um pouco mais elevado do que o nível estabelecido pelo TEL (35,7 ppm).

Todas as demais estações localizadas no rio Almada e na ADA apresentaram concentrações inferiores ao TEL. No período chuvoso de 2011 (Campanha 1), da Estação C04 foi obtido nos resultados de sedimento 17 mg/kg Cu e das Estações C07 e RAL02 valores abaixo do LQM (<10 mg/kg).

O programa Monitora (SEMA/INGÁ, 2009), em trecho do rio Almada (Estação LES-ALM-200), apresentou concentração de cobre em sedimento amostrado de 21,6 mg/kg.



Obs. A Linha Vermelha Representa o Nível de TEL = 35,7 ppm e a Linha Laranja Representa o Nível de PEL = 197,0 ppm.

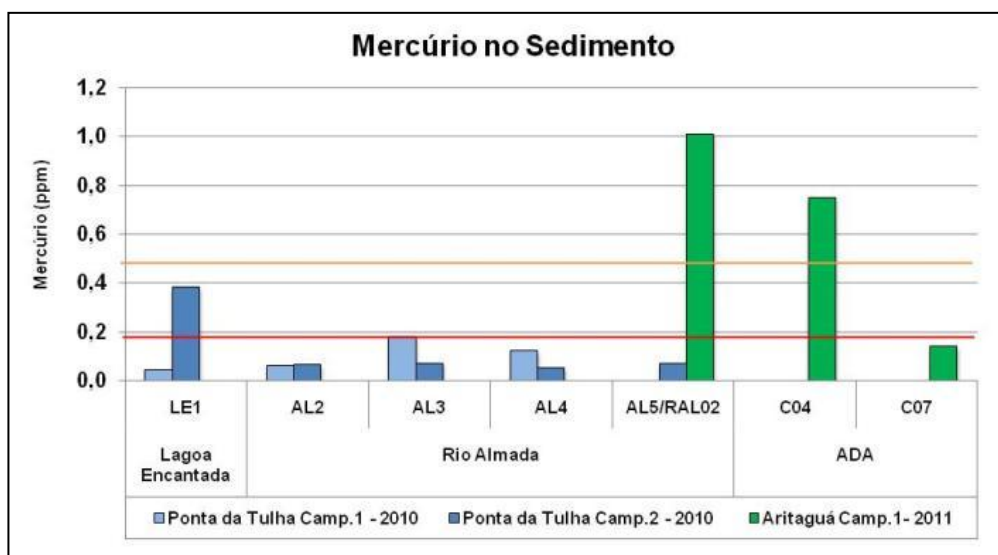
Figura 8.1.5.25 - Concentrações de Manganês (ppm) no Sedimento - Qualidade das Águas e Sedimentos - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2010 e Período Chuvoso (1) 2011

Mercúrio Total

A **Figura 8.1.5.26** apresenta as concentrações de mercúrio total nos sedimentos das Estações de Amostragens. A variação existente dos limites de detecção em cada amostra de sedimento especificamente levam a uma interpretação não conclusiva. Isto ocorreu na Estação LE1 (período chuvoso de 2010) onde o LDM foi de 0,38 ppm e na Estação AL3 (período chuvoso de 2010) o LDM foi de 0,18 ppm. Estes limites dependem do teor de sólidos de cada amostra, entretanto, para o presente estudo estes limites foram considerados muito elevados

para comparação com nível de TEL do NOAA. Todas as demais Estações de Amostragens do ano de 2010 não ultrapassaram o nível de PEL, sendo estes abaixo do LDM utilizado pelo laboratório responsável.

Atenção deve ser voltada ao valores obtidos para o rio Almada e a ADA onde 1,01 mg/kg Hg foi apresentada pelo sedimento na Estação RAL02 e 0,75 mg/kg Hg na Estação C04.

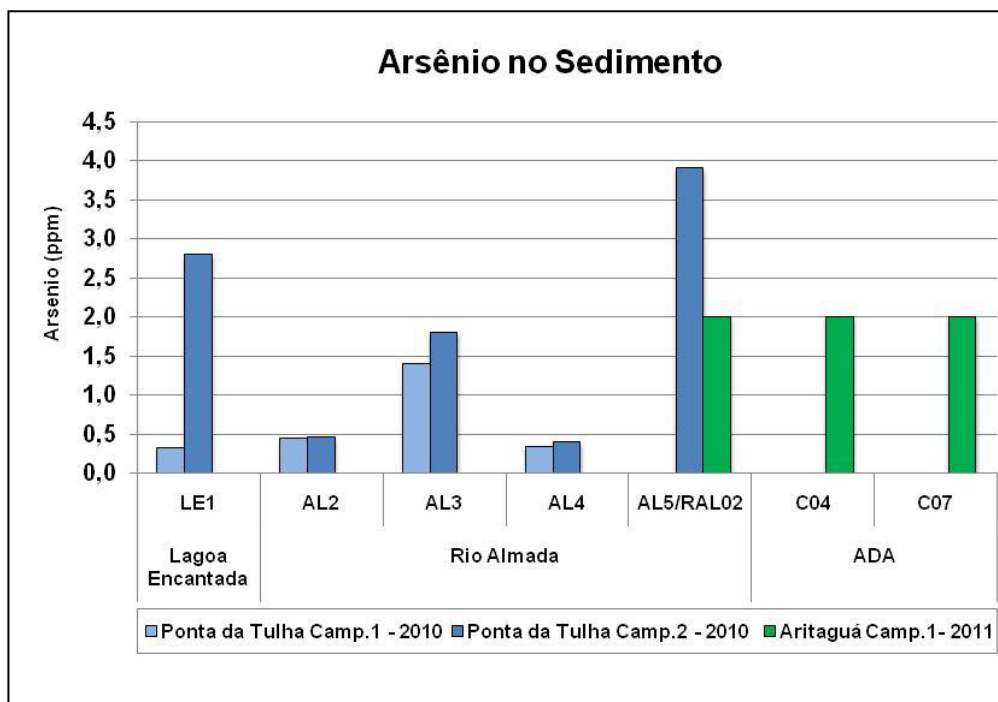


Obs. A Linha Vermelha Representa o Nível de TEL = 0,174 ppm e a Linha Laranja Representa o Nível de PEL = 0,486 ppm. Todos os resultados deste gráfico referem-se ao LDM de cada amostra, com exceção de AL2 (Período Seco de 2010), RAL02 e C04 (Período Chuvoso de 2011)

Figura 8.1.5.26 - Concentrações de Mercúrio (ppm) no Sedimento - Qualidade das Águas e Sedimentos - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2010 e Período Chuvoso (1) 2011

Arsênio Total

Para as concentrações de Arsênio no sedimento, apenas as Estações AL3 e AL5 amostradas no período chuvoso de 2010 mantiveram valores superiores aos limites de detecção e quantificação (caso das amostras de 2011: < 2mg/kg). A Estação AL3 apresentou como valor 1,8 mg/kg ou ppm e a Estação AL5: 3,9 ppm. A **Figura 8.1.5.27** apresenta as concentrações de Arsênio do estudo sobre qualidade dos sedimentos do Empreendimento Porto Sul. Levando em consideração ao nível de TEL e PEL estabelecidos pelo NOAA, ambas as Estações citadas apresentaram concentrações superiores.



Obs. Todos os resultados deste gráfico referem-se ao LDM de cada amostra, com exceção de AL3 e AL5, Período Seco de 2010. Para as Estações Amostradas em 2011, Todos os Resultados Foram <LQM Não estão representados nesta figura o Nível de TEL = 0,0059 ppm e o Nível de PEL = 0,017 ppm.

Figura 8.1.5.5.27 - Concentrações de Arsênio (ppm) no Sedimento - Qualidade das Águas e Sedimentos - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2010 e Período Chuvoso (1) 2011

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos - HPA

Os Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos, HPA, são poluentes atmosféricos comuns e implicam na degradação da saúde humana. Os HPA formam-se quando materiais que contêm carbono são queimados de maneira incompleta. Os HPA ocorrem no meio aquático em consequência de derramamento de óleos, refinarias e locais de perfuração de petróleo. Outras fontes: motores de exaustão à gasolina e diesel, a fumaça de cigarro, a fumaça da queima e madeira ou carvão e outros processos no qual o carbono não é convertido em CO ou CO₂ (CETESB, 2010).

São dezesseis os HPA considerados poluentes prioritários segundo a Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (*United States Environmental Protection Agency- U.S. EPA*), sendo estes: Naftaleno, Acenafteno, Acenaftileno, Fluoreno, Fenantreno, Antraceno, Fluoranteno, Pireno, Benzo(a)Antraceno, Criseno, Benzo(b) Fluoranteno, Benzo(k) Fluoranteno, Benzo(a)pireno, Indeno [1,2,3-cd] Pireno, Dibenzo (a,h) Antraceno, Benzo (g,h,i) Perileno.

A EPA classifica sete compostos como prováveis carcinogênicos humanos: Benzo(a)Antraceno, Benzo(a)pireno, Benzo(b) Fluoranteno, Benzo(k) Fluoranteno, Criseno, Dibenzo (a,h) Antraceno, e Indeno [1,2,3-cd] Pireno. O Benzo(a)pireno é o hidrocarboneto carcinogênico mais conhecido e comum, sendo subproduto da combustão incompleta de combustíveis fósseis, matéria orgânica (incluindo lixo) e madeira (BAIRD, 2002).

Os sedimentos avaliados no presente Estudo de Impacto Ambiental apresentaram em todas as Estações de Amostragens da Campanha 1 (período chuvoso) de 2010 para o Empreendimento Porto Sul valores inferiores ao LQM. Este resultado significa que para os 16 HPA avaliados nenhum ultrapassa o Valor Máximo Permitido (VMP) estabelecido pelo NOAA, e que os sedimentos estão com HPA potencialmente ausentes. Contudo, no período seco de 2010 e chuvoso de 2011 ocorreram a presença e quantificação de alguns desses HPAs que serão apresentados a seguir.

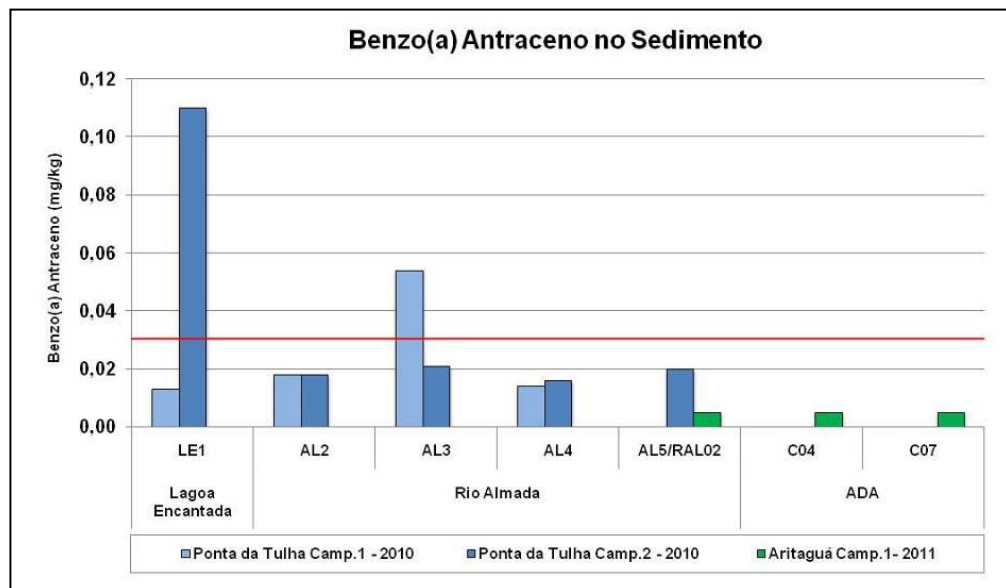
Benzo(a)Antraceno

Dentre todas as Estações e Campanhas de Amostragens realizadas, somente valor para Benzo(a)Antraceno foi obtido no sedimento da Estação AL5, no período seco de 2010. Esta se mostrou com 0,020 mg/kg, abaixo do nível de TEL (0,031 mg/kg). O **Quadro 8.1.5.5.11** apresenta o resultado obtido e os critérios da NOAA para avaliação da presença de Benzo(a)Antraceno no sedimento. A **Figura 8.1.5.5.28** demonstra o resultado citado. Como a Estação LE1, período chuvoso de 2010, apresentou LQM elevado (<0,11 ppm), não é possível concluir se resultado está abaixo ou acima do nível de TEL

Quadro 8.1.5.5.11 - Resultados Obtidos e Critérios da NOAA para Avaliação da Presença de Benzo(a)Antraceno no Sedimento - Qualidade das Águas e Sedimentos - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) de 2010 e Chuvoso (1) de 2011

HPA	AL5 (Período Seco de 2010)	TEL	PEL	UET
Benzo(a) Antraceno (ppm)	0,020	0,031	0,385	0,500 I*

* Impacto na Comunidade da Infauna



Obs. A Linha Vermelha Representa o Nível de TEL (0,031 ppm) para Benzo(a) Antraceno. A Estação LE1, Campanha 2 de 2010, apresentou LQM elevado (0,11 ppm)

Figura 8.1.5.5.28 - Concentrações de Benzo(a)Antraceno (ppm) no Sedimento - Qualidade dos Sedimentos - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2010 e Período Chuvoso (1) 2011

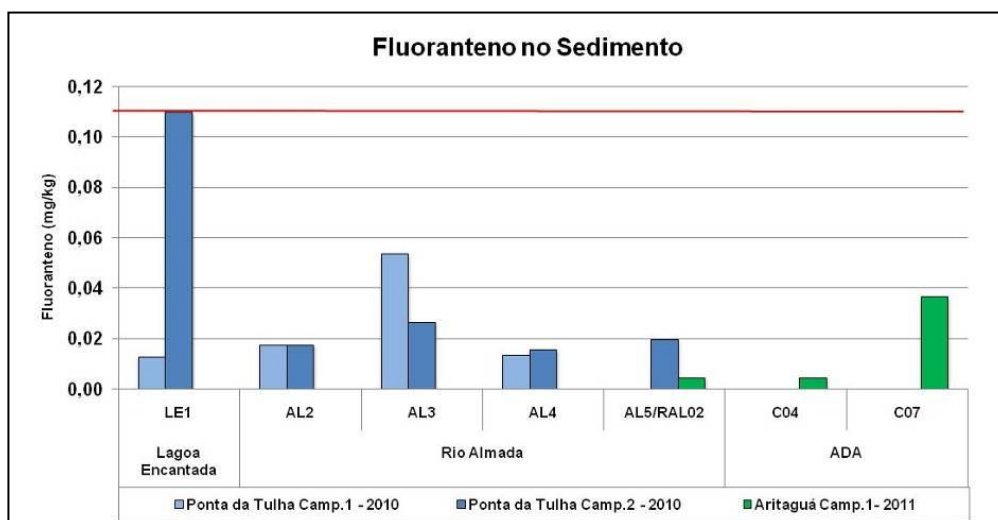
Fluoranteno

A Estação AL3 (período seco de 2010) e C07 (período chuvoso de 2011) foram as únicas Estações que apresentaram valores superiores ao LQM. As amostras de sedimento apresentaram nos resultados obtidos 0,027mg/kg e 0,037 mg/kg de fluoranteno, respectivamente. O **Quadro 8.1.5.5.12** apresenta o resultado obtido e os critérios da *NOAA* para avaliação da presença de Fluoranteno no sedimento. A **Figura 8.1.5.5.29** demonstra os resultados para Fluoranteno do presente estudo.

Quadro 8.1.5.5.12 - Resultados Obtidos e Critérios da NOAA para Avaliação da Presença de Fluoranteno no Sedimento - Qualidade das Águas e Sedimentos - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) de 2010 e Chuvoso (1) de 2011

HPA	AL3 (Período Seco de 2010)	C07 (Período Chuvoso de 2011)	TEL	PEL	UET
Fluoranteno (ppm)	0,027	0,037	0,111	2,355	1,000 EM*

* Ensaio *Microtox*



Obs. A Linha Vermelha Representa o Nível de TEL (0,111 ppm) para Fluoranteno. A Estação LE1, Campanha 2 de 2010, apresentou LQM elevado (0,11 ppm)

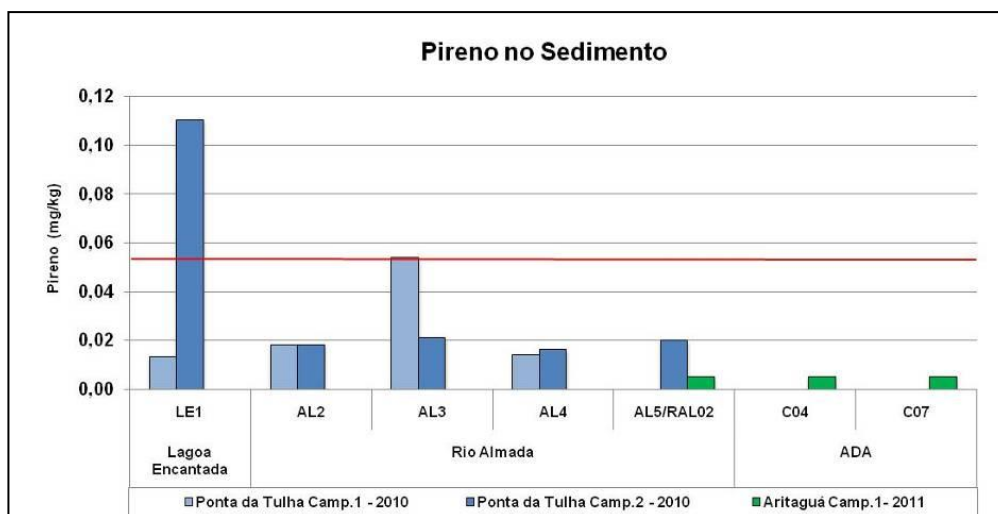
Figura 8.1.5.5.29 - Concentrações de Fluoranteno (ppm) no Sedimento - Qualidade dos Sedimentos - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2010 e Período Chuvoso (1) 2011

Pireno

De todas as amostras de sedimentos coletadas na AII, AID e ADA dos ecossistemas aquáticos continentais apenas na Estação AL3, período seco de 2010 (Campanha 2), foi obtido resultado acima do LQM. Mesmo assim, o valor obtido (0,021 mg/kg) está abaixo do nível de TEL (0,053 mg/kg). O **Quadro 8.1.5.5.13** apresenta o resultado obtido e os critérios da *NOAA* para avaliação da presença de Pireno no sedimento. A **Figura 8.1.5.5.30** representa em gráfico de barras os resultados citados.

Quadro 8.1.5.5.13 - Resultado Obtido e Critérios da NOAA para Avaliação da Presença de Pireno no Sedimento - Qualidade das Águas e Sedimentos - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) de 2010 e Chuvoso (1) de 2011

HPA	AL3 (Período Seco)	TEL	PEL	UET
Pireno (ppm)	0,021	0,053	0,875	0,100



Obs. A Linha Vermelha Representa o Nível de TEL (0,053 ppm) para Pireno. Apenas a Estação AL3 Obteve Resultado Superior ao LQM.

Figura 8.1.5.5.30 - Concentrações de Pireno (ppm) no Sedimento - Qualidade dos Sedimentos - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2010 e Período Chuvoso (1) 2011

Naftaleno

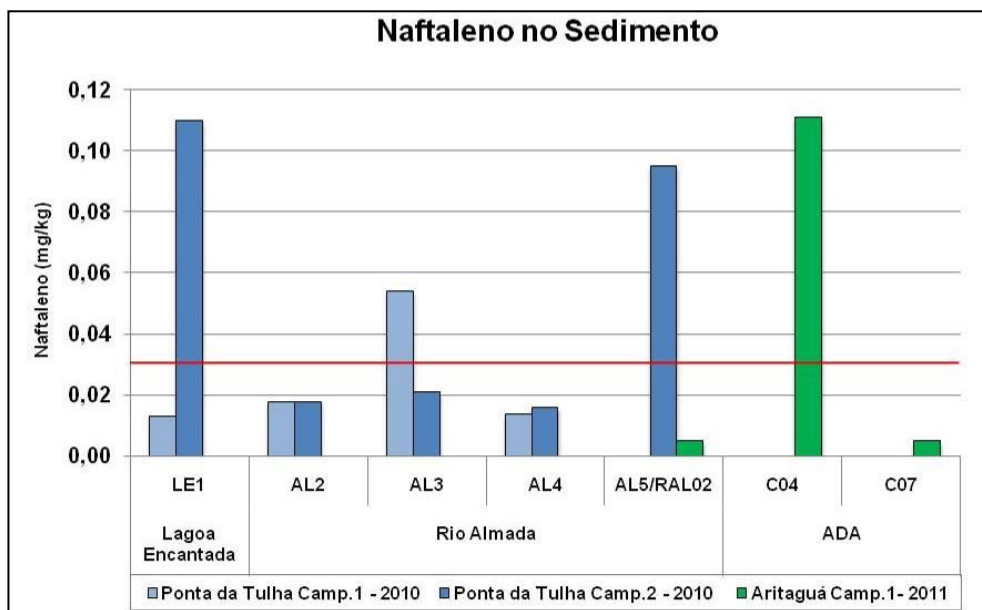
O sedimento da Estação AL5, apenas amostrado na Campanha 2 de 2010, apresentou concentrações de naftaleno acima do limite de detecção do método (0,095 mg/kg). Isto ocorreu também para a Estação C04 na Campanha 1 de 2011 (0,111 mg/kg). Os resultados obtidos e os critérios da *NOAA* para avaliação da presença de Naftaleno no sedimento estão resumidos no **Quadro 8.1.5.5.14**. A **Figura 8.1.5.5.31** representa a concentrações mensuradas nas Estações de Amostragens.

Quadro 8.1.5.5.14 - Resultados Obtidos e Critérios da *NOAA* para Avaliação da Presença de Naftaleno no Sedimento - Qualidade das Águas e Sedimentos - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) de 2010 e Chuvoso (1) de 2011

HPA	AL5 (Período Seco de 2010)	C04 (Período Chuvoso de 2011)	TEL	PEL	UET
Naftaleno (ppm)	0,095	0,111	0,034	0,391	1,000 I*

* Impacto na Comunidade da Infauna

Como apresentado, as concentrações de Naftaleno encontradas na Estação AL5 (período seco de 2010) e na C04 (período chuvoso de 2011) ultrapassaram o nível de TEL. O naftaleno, vulgarmente conhecido como naftalina, possui propriedades semelhantes às do benzeno, sendo um composto de partida para o fabrico de muitos produtos químicos como, por exemplo, corantes, plásticos, solventes (tetralina, decalina) e derivados halogenados do naftaleno (insecticidas, fungicidas e impregnantes para madeira) (PORTO EDITORA, 2003-2010). O naftaleno também é usado em repelente, lubrificantes, resinas sintéticas, explosivos e tratamento de tecidos (CETESB, 2010). Informações ecotoxicológicas e propriedades físicas, químicas e ambientais do naftaleno estão apresentadas no **Quadro 8.1.5.5.15**.



Obs. A Linha Vermelha Representa o Nível de TEL (0,034 ppm) para Naftaleno. Todas as Estações Foram Obtidas Valores Inferiores ao LQM, exceto as Estações AL5 (Campanha 2 de 2010) e C04 (Campanha 1 de 2011).

Figura 8.1.5.5.31 - Concentrações de Naftaleno (ppm) no Sedimento - Qualidade dos Sedimentos - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2010 e Período Chuvoso (1) 2011

Quadro 8.1.5.5.15 - Informações Ecotoxicológicas e Propriedades Físicas, Químicas e Ambientais do Naftaleno- Qualidade das Águas e Sedimentos - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) de 2010 e Chuvoso (1) de 2011

Informações Ecotoxicológicas de acordo com CETESB (2010)
<p>Toxicidade - limites e padrões</p> <p>L.P.O.: DADO NÃO DISPONÍVEL</p> <p>P.P.: NÃO ESTABELECIDO</p> <p>IDLH: 250 ppm</p> <p>LT: Brasil - Valor Médio 48h: DADO NÃO DISPONÍVEL</p> <p>LT: Brasil - Valor Teto: DADO NÃO DISPONÍVEL</p> <p>LT: EUA - TWA: 10 ppm (PELE)</p> <p>LT: EUA - STEL: 15 ppm</p>
<p>Toxicidade ao homem e animais superiores (vertebrados)</p> <p>M.D.T.: CRIANÇA : LDLo = 100 mg/kg (ORAL)</p> <p>M.C.T.: DADO NÃO DISPONÍVEL</p>
<p>Toxicidade: Espécie: RATO</p> <p>Via Oral (DL 50): 1.780 mg/kg</p>
<p>Toxicidade: Espécie: CAMUNDONGO</p> <p>Via Cutânea (DL 50): 150 mg/kg (INTRAP);969 mg/kg (SUBCUT.)</p>
<p>Toxicidade: Espécie: OUTROS</p> <p>Via Oral (DL 50): MAMIFEROS : 1.000 mg/kg; CACHORRO : DL0 = 400 mg/kg</p> <p>Via Cutânea (DL 50): COELHO : IRRITAÇÃO SUAVER A PELE = 495 mg (AR LIVRE);IRRITAÇÃO SUAVER AOS OLHOS = 100 mg</p>
<p>Toxicidade aos organismos aquáticos: PEIXES : Espécie</p> <p>-<i>Gambusia affinis</i> : TLm (24; 96 h) = 220; 150 mg/L - ÁGUA TURVA DE OKLAHOMA;</p> <p>-<i>Oncorhynchus gorbuscha</i>: TLm (96 h) : (4; 8; 12 °C) =;1,37; 1,84; 1,24 ppm - TESTE ESTÁTICO;</p> <p>-<i>Lepomis humilis</i> : TLm (96 h) = 150 mg/L - ÁGUA CONTINENTAL. (OBS. 1)</p>
<p>Toxicidade aos organismos aquáticos: CRUSTÁCEOS : Espécie</p> <p><i>Pandalus ganiurus</i>(Camarão) : TLm (96 h) : (4; 8; 12 °C) = 2,16; 1,02; 0,971 ppm</p>

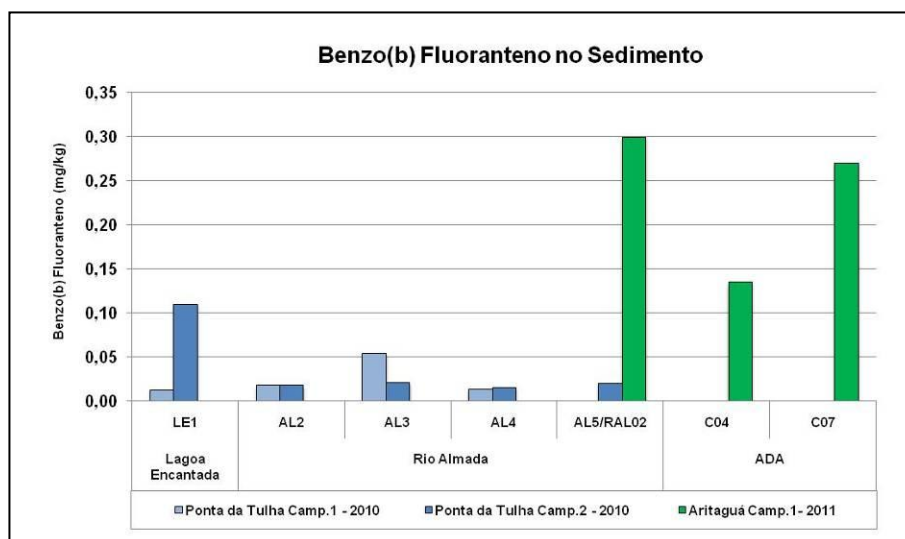
Continua

Quadro 8.1.5.5.16 - Informações Ecotoxicológicas e Propriedades Físicas, Químicas e Ambientais do Naftaleno- Qualidade das Águas e Sedimentos - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) de 2010 e Chuvoso (1) de 2011

Informações Ecotoxicológicas de acordo com CETESB (2010)
PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS E AMBIENTAIS
Degradabilidade BIODEGRADÁVEL (TAXA DE CONVERSÃO A CO ₂ = 4,7 g/L/DIA).
Potencial de concentração na cadeia alimentar NENHUM.

Benzo(b) Fluoranteno

Diferentemente do ocorrido para as Campanhas 1 e 2 de 2010, todas as Estações amostradas em 2011 (período chuvoso) apresentaram resultados quantificáveis. As Estações inseridas na ADA tiveram com resultados 0,135 mg/kg (C04) e 0,27 mg/kg (C07). O mais elevado valor foi mensurado para a Estação do rio Almada (RAL02) com 0,30 mg/kg. A **Figura 8.1.5.5.32** representa os resultados obtidos para as Estações de Amostragens de sedimento em ecossistemas aquáticos continentais para o Empreendimento Porto Sul.



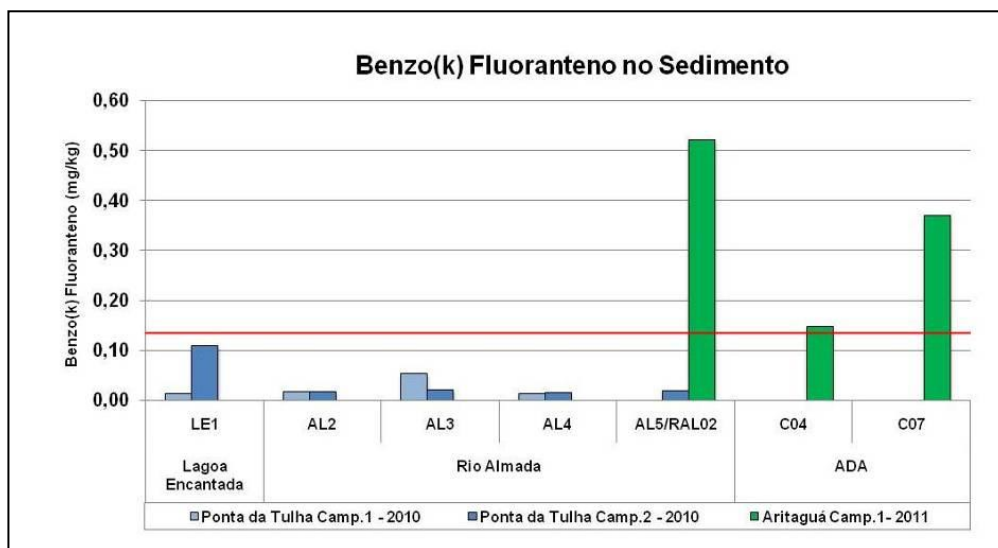
Obs. Todos os Valores das Estações da Campanha 1 e 2 de 2010 Foram Abaixo do Limite de Detecção do Método

Figura 8.1.5.5.32 - Concentrações de Benzo(b) Fluoranteno (ppm) no Sedimento - Qualidade dos Sedimentos - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2010 e Período Chuvoso (1) 2011

Benzo(k) Fluoranteno

Para os resultados de Benzo(k) Fluoranteno, apenas foram obtidos valores acima do LQM nas amostragens do período chuvoso de 2011. Assim, para as Estações situadas na ADA, C04 apresentou 0,148 mg/kg e C07: 0,371 mg/kg. No rio Almada, a Estação RAL02 teve o pico de 0,522 mg/kg. O UET de 0,013 mg/kg para bivalves.

A **Figura 8.1.5.5.33** apresenta as concentrações de Benzo(k) Fluoranteno (ppm) no sedimento das Estações de Amostragens.



Obs. Apenas as Estações da Campanha 1 de 2011 Foram Quantificáveis. O UET de 0,013 mg/kg para Bivalves Está Representado Pela Linha Vermelha

Figura 8.1.5.5.33 - Concentrações de Benzo(k) Fluoranteno (ppm) no Sedimento - Qualidade dos Sedimentos - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2010 e Período Chuvoso (1) 2011

Benzo(a)pireno

Como já citado, o Benzo(a) pireno é considerado o composto mais carcinogênico dentre os HPA, além de ser o mais resistente à fotoxidação. De acordo com Miranda (2008), em estudos de toxicidade em ratos, mostrou-se embriotóxico, teratogênico e causou diminuição de fertilidade.

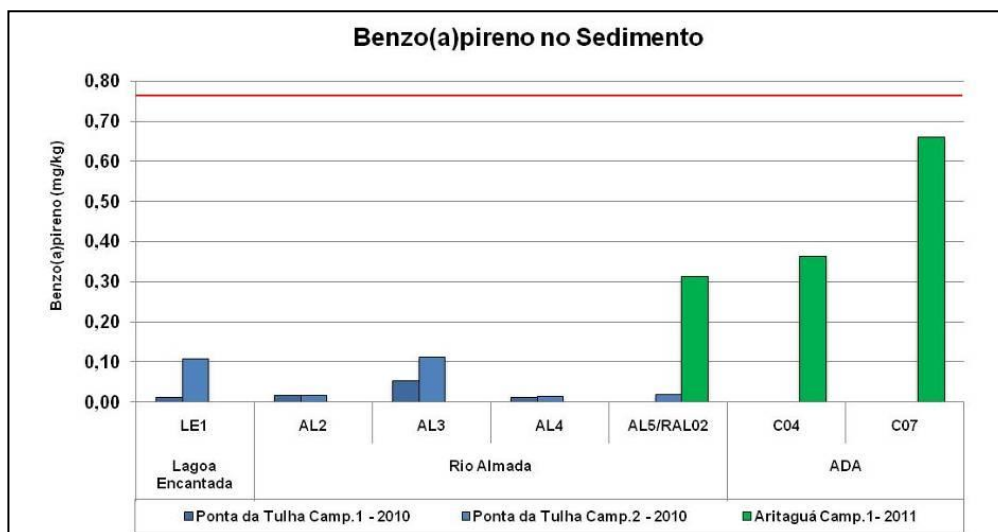
Dentre as Estações amostradas em 2010, apenas a AL3 (rio Almada) apresentou valores superiores ao LQM, com 0,113 mg/kg. Foram mensurados nos sedimentos amostrados no período chuvoso de 2011: 0,315 mg/kg (RAL02); 0,365 mg/kg (C04) e 0,661 mg/kg (C07).

O **Quadro 8.1.5.5.16** rerepresenta estes resultados, porém também expõe os critérios da *NOAA* para avaliação da presença de Benzo(a) Fluoranteno no sedimento. A **Figura 8.1.5.5.34** demonstra representação gráfica dos resultados para Benzo(a) pireno no presente estudo.

Quadro 8.1.5.5.17 - Resultados Obtidos e Critérios da NOAA para Avaliação da Presença de Benzo(a)pireno no Sedimento - Qualidade das Águas e Sedimentos - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) de 2010 e Chuvoso (1) de 2011

HPA	AL3 (Período Seco de 2010)	C04 (Período Chuvoso de 2011)	C07 (Período Chuvoso de 2011)	RAL02 (Período Chuvoso de 2011)	TEL	PEL	UET
Benzo(a)pireno (ppm)	0,113	0,365	0,661	0,315	0,0319	0,782	0,700 I*

* Impacto na comunidade de Infauna

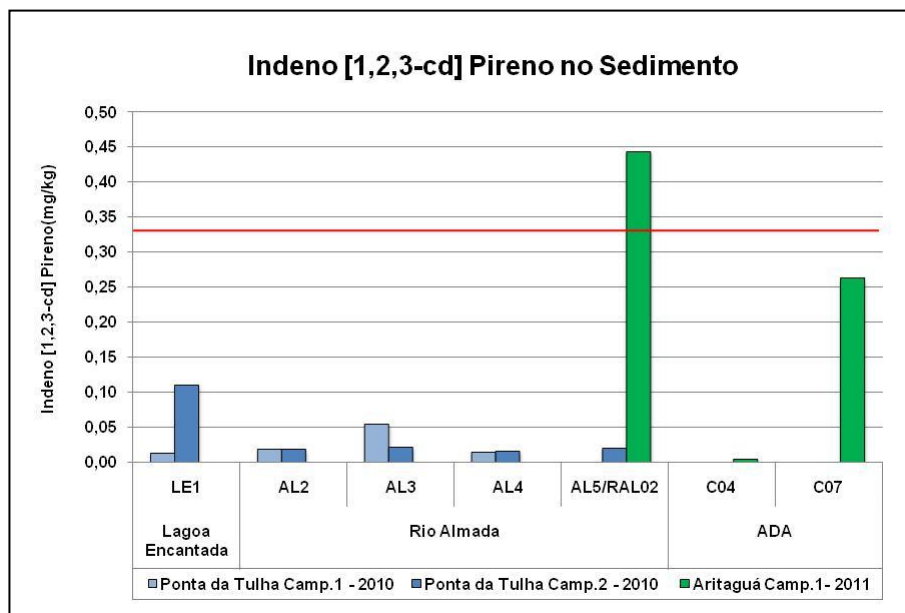


Obs. A linha Vermelha Representa o Nível de PEL (0,782 mg/kg). Somente as Estações AL3 (Camp.1 de 2010), C04, C07 e RAL02 (Camp.1 de 2011) foram quantificáveis. As demais apresentaram valores < LDM.

Figura 8.1.5.5.34 - Concentrações de Benzo(a) Fluoranteno (ppm) no Sedimento - Qualidade dos Sedimentos - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2010 e Período Chuvoso (1) 2011

Indeno [1,2,3-cd] Pireno

Valores para Indeno [1,2,3-cd] Pireno apenas foram obtidos na Campanha 1 de 2011. A amostra da Estação RAL02 apresentou 0,444 mg/kg e na C07 foi mensurado 0,263 mg/kg. Ressalva-se que o sedimento amostrado da Estação C04 teve como resultado < LQM (<0,005 mg/kg). A **Figura 8.1.5.5.35** apresenta estes valores. O valor de UET determinado pela NOAA para Ensaio *Microtox* é 0,330 mg/kg.



Obs. Valores para Indeno [1,2,3-cd] Pireno Apenas Foram Quantificáveis na Campanha 1 de 2011. A Linha Vermelha Representa o Valor de UET Determinado pela NOAA para Ensaio *Microtox* (0,330 mg/kg)

Figura 8.1.5.5.35 - Concentrações de Indeno [1,2,3-cd] Pireno(ppm) no Sedimento - Qualidade dos Sedimentos - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2010 e Período Chuvoso (1) 2011

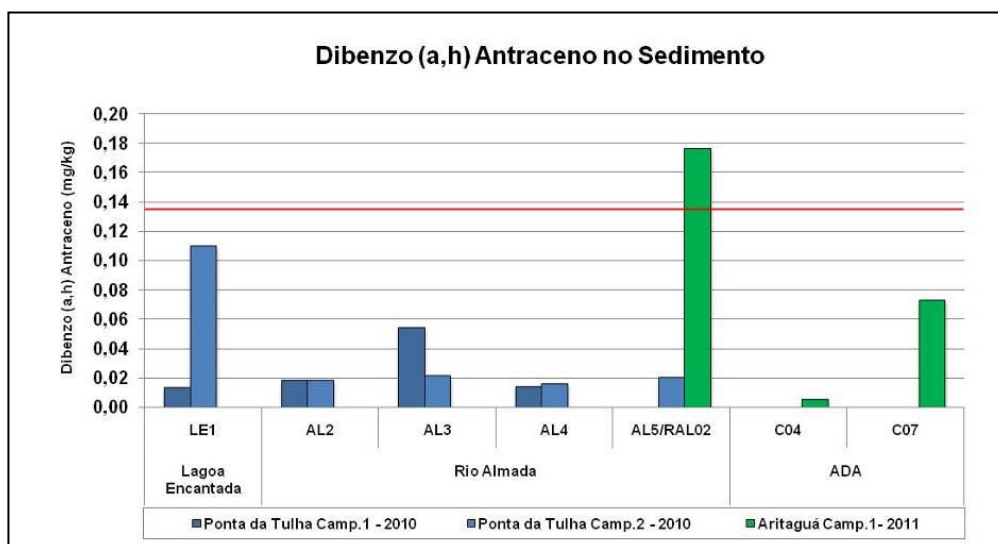
Dibenzo (a,h) Antraceno

Valores de Dibenzo (a,h) Antraceno apenas foram quantificados no período chuvoso de 2011 (Campanha 1). O valor absoluto de 0,177 mg/kg Dibenzo (a,h) Antraceno foi mensurado para a Estação RAL02 e 0,073 mg/kg para a C07. A Estação C04 apresentou valores abaixo do LQM (<0,005 mg/kg). Os valores mensurados e critérios da NOAA para avaliação da presença de Dibenzo(a) Antraceno no sedimento estão expostos no **Quadro 8.1.5.5.17**. Os resultados estão representados através de gráficos de colunas na **Figura 8.1.5.5.36**.

Quadro 8.1.5.5.18 - Resultados Obtidos e Critérios da NOAA para Avaliação da Presença de Dibenzo(a) Antraceno no Sedimento - Qualidade das Águas e Sedimentos - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) de 2010 e Chuvoso (1) de 2011

HPA	C07 (Período Chuvoso de 2011)	RAL02 (Período Chuvoso de 2011)	TEL	PEL	UET
Dibenzo(a,h) Antraceno (ppm)	0,073	0,177	0,006	0,135	0,100 EM*

* Ensaio *Microtox*



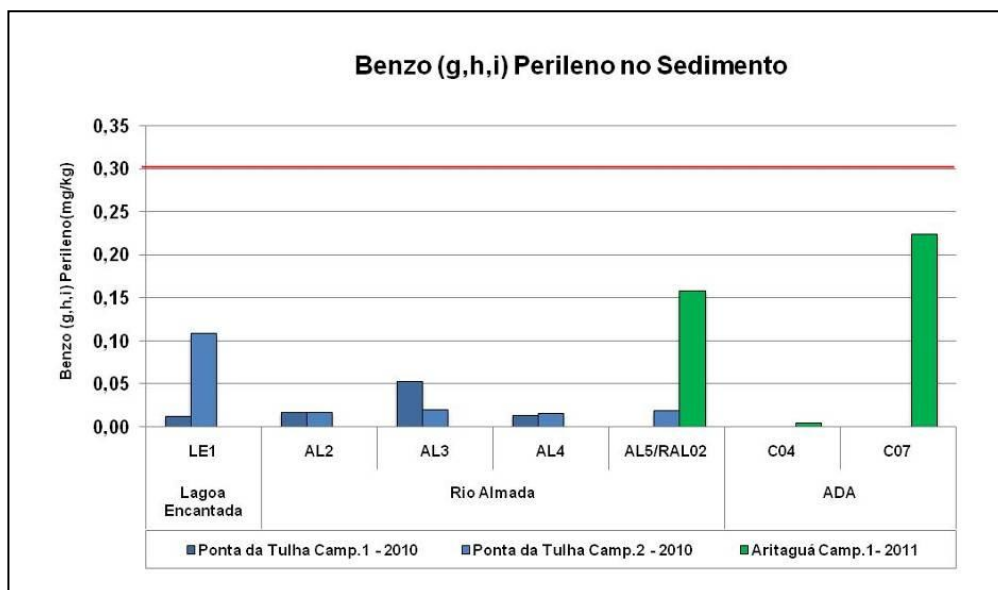
Obs. A Linha Vermelha Representa o Nível de PEL (0,135mg/kg) para Dibenzo (a,h) Antraceno no Sedimento. Todos os Valores da Campanha 1 e 2 de 2010 Foram abaixo do LDM

Figura 8.1.5.5.36 - Concentrações de Dibenzo (a,h) Antraceno (ppm) no Sedimento - Qualidade dos Sedimentos - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2010 e Período Chuvoso (1) 2011

Benzo (g,h,i) Perileno

Resultados para Benzo (g,h,i) Perileno apenas foram obtidos acima do LQM no período chuvoso de 2011 (Campanha 1). Contudo, a Estação C04 apresentou valores de Benzo (g,h,i) Perileno abaixo do LQM (<0,005 mg/kg).

O sedimento amostrado da Estação RAL02 apresentou-se com 0,159 mg/kg e C07 com 0,225 mg/kg Benzo (g,h,i) Perileno (**Figura 8.1.5.5.37**). O valor de UET determinado pela NOAA para Ensaio *Microtox* é 0,300 mg/kg.



Obs. A Linha Vermelha Representa o Valor de UET Determinado pela NOAA para Ensaio *Microtox* (0,300 mg/kg). Apenas as Estações RAL02 e C07 Apresentaram Resultados Acima do LQM.

Figura 8.1.5.5.37 - Concentrações de Benzo (g,h,i) Perileno (ppm) no Sedimento - Qualidade dos Sedimentos - Porto Sul - Período Chuvoso (1) e Seco (2) 2010 e Período Chuvoso (1) 2011

- Considerações Finais sobre os sedimentos continentais

O sedimento avaliado da lagoa Encantada (LE1) apresentou-se com textura mais argilosa, o que justificou as maiores concentrações de NT e PT mais associados aos tamanhos mais finos de partículas. A média de COT dos dois períodos estudados na LE1 foi superior as demais situadas no rio Almada. Todavia, a Estação AL3 (período chuvoso) apresentou abundância mais elevada do que a LE1. Dentre as Estações de Amostragem distribuídas ao longo do rio Almada, a AL3 apresentou elevadas concentrações de PT.

As elevadas concentrações de sedimentos finos particulados e carbono orgânico total das Estações LE1 e AL3 favorecem a adsorção de metais. Como observado para alumínio no sedimento das Estações de Amostragens no período chuvoso há correlação entre alumínio e os demais metais, exceto com o manganês, por exemplo.

Em relação aos metais presentes no sedimento é possível concluir que não há possivelmente significativa influência antrópica relacionada às concentrações obtidas. Durante o período chuvoso de 2010 (Campanha 1), nenhuma das variáveis ambientais analisadas ultrapassa os limites estabelecidos pelo NOAA, tais como arsênio, cádmio, chumbo, cobre, cromo, mercúrio e zinco, além de todos os 16 HPA prioritários. Contudo, deve ser enfatizado o alerta referente ao elevado valor de cromo total obtido principalmente na Estação AL3, próximo ao limite de TEL. Além deste fato, a Estação AL3 apresentou as mais elevadas concentrações de metais quando comparada às demais Estações de Amostragens, o que não significa influência antropogênica necessariamente exclusiva.

No período seco de 2010 os valores superiores ao nível de TEL estabelecidos pela NOAA foram encontrados para Mercúrio total (AL2); Arsênio Total (AL3 e AL5); Cobre, Ferro, Níquel e Zinco e Cromo (LE1). Ainda sobre o referido período, a ocorrência do Benzo(a) pireno na Estação AL 3 em níveis elevados e de Naftaleno na Estação AL5 devem ser considerados como indícios do início de contaminação antropogênica no rio Almada, provenientes das localidades de seu entorno.

A presença de HPA foi ainda mais evidente nas amostragens de sedimento da Campanha 1 de 2011. Naftaleno acima do TEL foi mensurado na Estação C04, rio Timbuíba. Benzo(b) Fluoranteno, Benzo(k) Fluoranteno, Benzo(a) pireno foram quantificados para RAL02, C04 e C07. Para RAL02 e C07 foi obtido valores de Indeno [1,2,3-cd] Pireno e Benzo (g,h,i) Perileno. E Dibenzo (a,h) Antraceno foi o resultado acima do PEL para a Estação RAL02. Com os Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos tem em parte origem de atividade humanas, principalmente combustão incompleta de materiais orgânico e de outros processos que ocorrem com temperaturas elevadas (geralmente acima de 700°C). Geralmente tem origem em processos que envolvem petroquímica, coque, processamento de metal, combustão de petróleo, carvão e gás (ex. combustão do tráfego rodoviário), além de queimadas em florestas.

Outro resultado que deve ser ressaltado é a concentração de mercúrio em níveis acima do estabelecido pelo PEL que foi identificado nos resultados para o rio Almada (RAL02) e rio Timbuíba (C04).

8.1.5.5 Fontes Poluidoras e Áreas Críticas

- **Principais fontes poluidoras**

Quando se trata de fontes poluidoras é conveniente dividir a AID em duas zonas, a maior composta pelas bacias hidrográficas locais e outra, pelo vale de inundação do rio Almada inclusive faixas marginais, até o limite onde ocorrem inversões de fluxo subterrâneo durante as cheias e que tem esse corpo d'água como exutório natural.

As fontes poluidoras da segunda zona ocorrem principalmente a montante da AID e incluem principalmente o despejos de esgotos domésticos tratados e não tratados das cidades localizadas à beira do rio Almada e seus afluentes. Na AID essa poluição é principalmente observada através da elevação da concentração de fósforo na água.

As áreas afetadas somente pelas bacias locais, tem como possíveis fontes poluidoras: os efluentes dos esgotos domésticos da população rural; o lixão localizado próximo da Fazenda Porto; fertilizantes e, principalmente, os defensivos agrícolas utilizados na cultura do cacau, atividade predominante na região.

A população rural dispersa, ou aglomerada em pequenos núcleos urbanos (vilas, povoados e localidades) totaliza aproximadamente 12.000 habitantes, conforme estimativa apresentada no item Usos da Água na AID.

- **Áreas críticas**

As áreas críticas passíveis de serem afetadas por acidentes já foram definidas no Modelo Hidrogeológico Conceitual da AID. Em resumo, as áreas que apresentam algum risco à contaminação por acidentes pertencem a dois domínios hidrogeológicos que se caracterizam pela permeabilidade elevada, baixa altitude e lençol freático próximo à superfície, são estes, o Domínio das Terras Baixas (abaixo da altitude 10 m) na bacia do rio Tiriri e o Domínio dos Terraços Marinhos Arenosos Holocênicos.

O Domínio das Terras Baixas (abaixo da altitude 10 m) na bacia do rio Tiriri é composto superficialmente por sedimentos aluvionares acimentados de composição variável (areia, silte e argila), com muita matéria orgânica; terraços marinhos arenosos e depósitos fluviolagunares e fluviomarinhas areno-lamosos. Neste domínio apresenta importante fração da área alagada, com desenvolvimento de macrófitas que atuam como filtros naturais, retendo uma fração dos nutrientes (principalmente do lixão) agrotóxicos. Esse domínio ocupa a porção noroeste da ADA e é separado da área onde estão previstas as principais obras de infraestrutura do empreendimento por uma faixa de terra elevada em direção predominante sul-sudeste para nor-nordeste.

O Domínio dos Terraços Marinhos Arenosos Holocênicos domínio ocorre na faixa de litorânea, também em cota inferior a 7 m (em geral em torno de 2 a 5 m), inclui áreas úmidas de brejos e de manguezais. Trata-se de uma faixa estreita de sedimentos predominante arenosos, aplainados, com elevada porosidade, limitada pela praia a leste e pela Escarpa Cristalina a oeste, onde encontra-se o baixo curso do rio Almada. O fluxo das águas subterrâneas resulta da combinação da recarga direta da chuva sobre a área e da troca com o rio Almada. Parte desse domínio tem como exutório o rio Almada e parte o litoral atlântico.

8.1.6 Oceanografia e Hidrodinâmica Costeira

8.1.6.1 Oceanografia

Este diagnóstico contempla uma análise dos aspectos oceanográficos mais relevantes do litoral do Estado da Bahia e, sempre que possível, apresenta uma caracterização local das áreas adjacentes ao município de Ilhéus. Em determinados momentos, a caracterização oceanográfica realizada abrange áreas mais amplas do que a região do empreendimento, em virtude da escassez de dados oceanográficos locais disponíveis para análise. Para tanto, é considerada a área de abrangência aquela localizada entre a parte sul da Plataforma Leste Brasileira e a região entre Abrolhos e Campos.

- Caracterização Oceanográfica segundo a Temperatura, Salinidade e Densidade

Para a análise dos parâmetros hidrográficos na região de Aritaguá, Ilhéus (BA), foram utilizados dados de temperatura e salinidade disponíveis no *National Oceanographic Data Center* (NODC), organização pertencente ao *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA).

Os perfis de temperatura (LOCARNINI *et al.*, 2005) e salinidade (ANTONOV *et al.*, 2006) utilizados neste estudo são oriundos de campos climatológicos obtidos a partir de informações coletadas *in situ*, que, após passarem por um processo de análise, compõem o *World Ocean Atlas 2005* (WOA05). O WOA05 é disponibilizado pelo NODC, em uma grade regular com resolução horizontal de 15' e 33 níveis de profundidades.

Na **Figura 8.1.6.1.1**, é mostrada a distribuição espacial dos dados usados na análise que gerou a temperatura superficial do mar apresentada pelo WOA05, para os períodos de verão e inverno, respectivamente.

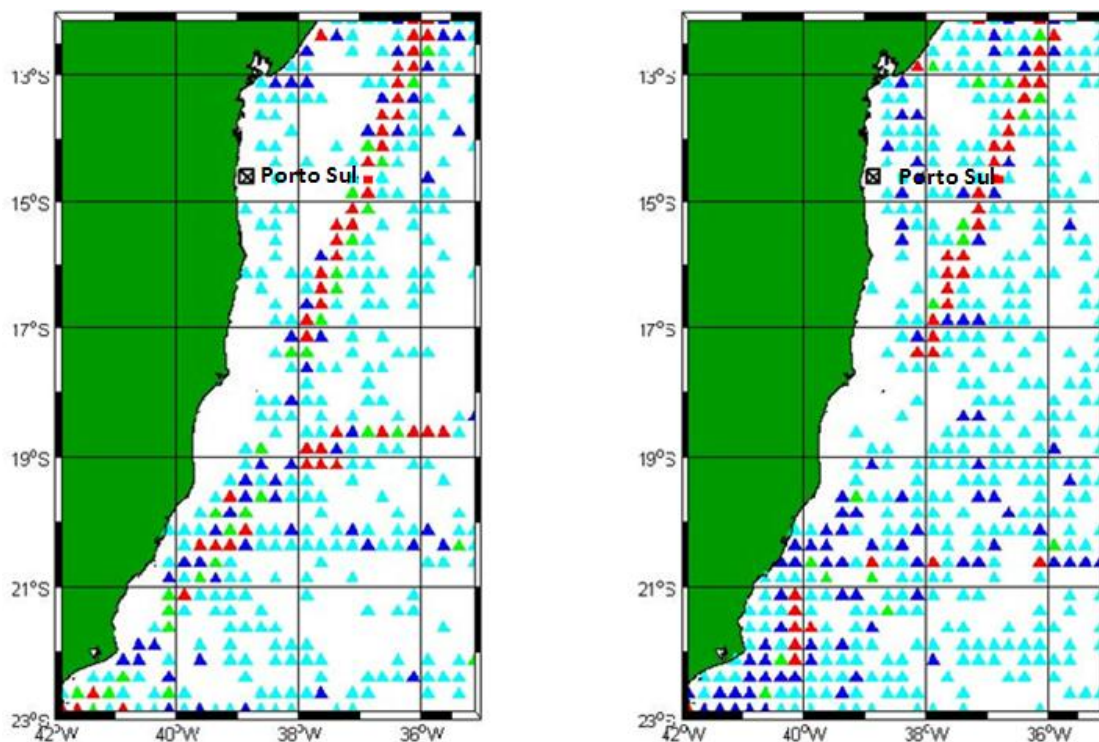


Figura 8.1.6.1.1 - Localização das estações de coleta de temperatura superficial do mar para os períodos de verão (esquerda) e inverno (direita)

Observa-se que a área de estudo possui um número considerável de estações de temperatura, com um número um pouco inferior no período de verão. Embora exista essa pequena diferença, todos os dados utilizados — tanto de verão como de inverno — cobrem de forma satisfatória toda a área em questão, o que garante um resultado relevante do processo de análise.

Na **Figura 8.1.6.1.2**, observa-se a distribuição de temperatura superficial do mar para o período de verão.

Na região mais próxima ao Porto Sul, observam-se temperaturas superficiais próximas a 28°C, enquanto mais ao sul, no Estado do Espírito Santo, verificam-se temperaturas em torno de 27°C. Temperaturas mais baixas, próximas a 25°C, são encontradas no norte do Estado do Rio de Janeiro.

Na **Figura 8.1.6.1.3**, verifica-se a distribuição de temperatura superficial resultante no período de inverno.

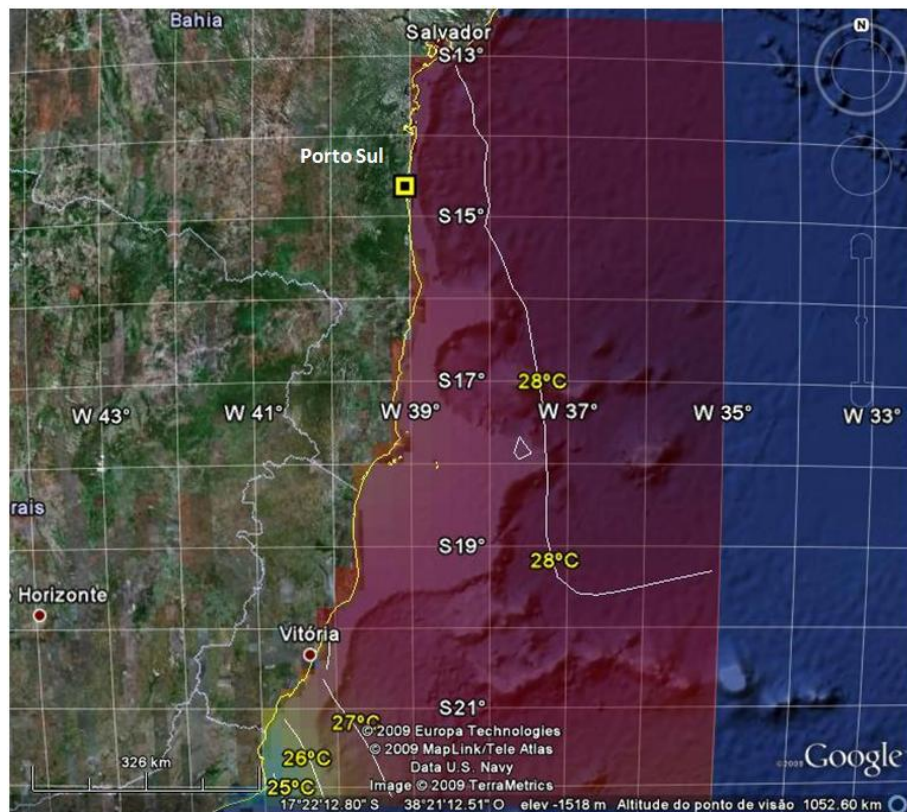


Figura 8.1.6.1.2 - Distribuição da Temperatura Superficial do Mar na Região que Abrange a Parte Sul da Plataforma Leste Brasileira e a Região entre Abrolhos e Campos, Período de Verão

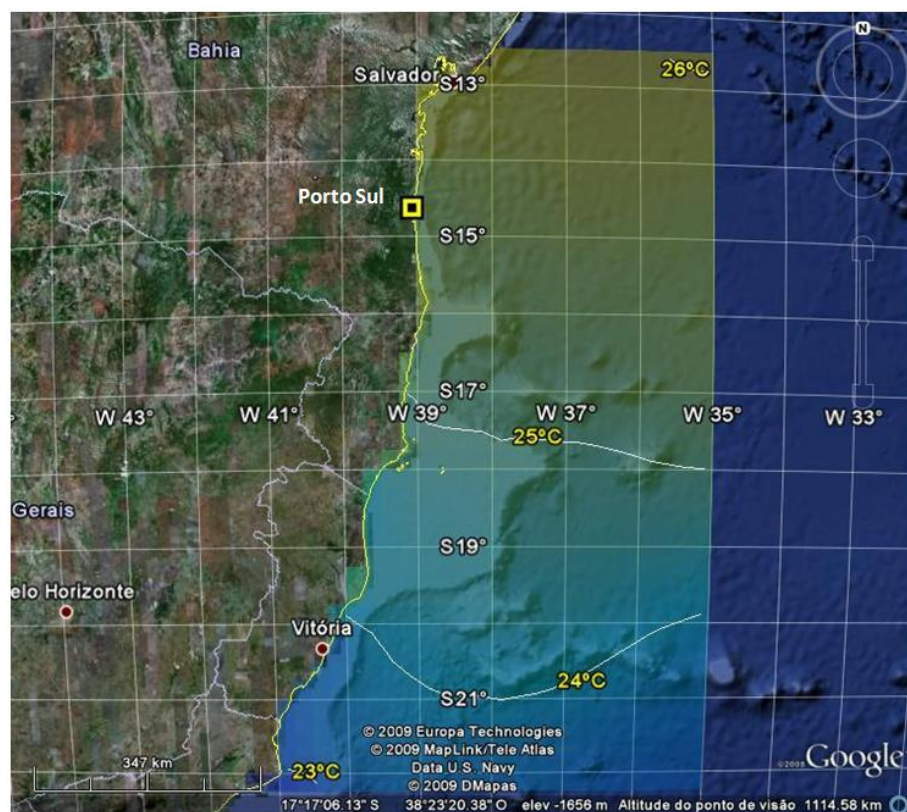


Figura 8.1.6.1.3 - Distribuição da Temperatura Superficial na Região que Abrange a Parte Sul da Plataforma Leste Brasileira e a Região entre Abrolhos e Campos, Período de Inverno

No inverno, a temperatura superficial do mar na região mais próxima ao futuro porto encontra-se entre 25°C e 26°C, em média 2°C mais baixa do que no período de verão. Analisando a porção mais ao sul, observam-se os menores valores de temperatura superficial do mar, com o mínimo de aproximadamente 23°C, também ocorrendo na região norte do Estado do Rio de Janeiro.

Informações sobre a temperatura superficial do mar também podem ser obtidas por sensores orbitais do tipo *Advanced Very High Resolution Radiometer* (AVHRR). Esse sensor é um radiômetro multiespectral que está em operação nos diversos satélites da série TIROS-N NOAA (SOUZA, 2005).

A grande vantagem da utilização do sensoriamento remoto para obtenção de dados de temperatura é que, dada a elevada sensibilidade dos sensores que atualmente estão em operação, pequenas variações em áreas consideráveis podem ser capturadas, principalmente quando comparadas a resultados obtidos a bordo de navios (SOUZA, 2005).

A seguir, são apresentadas imagens termais da superfície do mar, obtidas através de sensores orbitais do tipo AVHRR, a bordo de satélites da NOAA. Tais imagens, na realidade, são uma composição de imagens que representam, em média, os referidos meses. Os dados encontram-se disponíveis *on line* para utilização irrestrita, no *site* da *National Aeronautics and Space Administration* (NASA).

Na **Figura 8.1.6.1.4**, observa-se a média mensal da TSM no mês de janeiro de 2008, a partir de imagens de satélite, representando o período de verão.

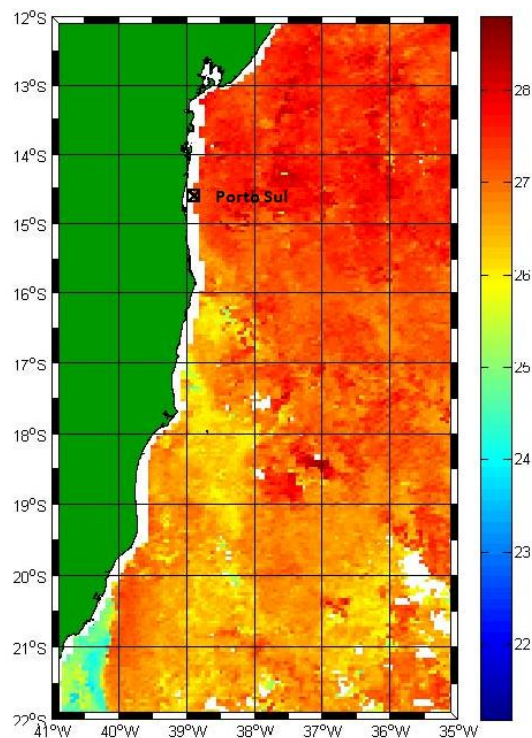


Figura 8.1.6.1.4 - Imagem Termal AVHRR da Região Oceânica entre a Bahia e o Rio de Janeiro, Representando uma Média Mensal de Janeiro de 2008

Na **Figura 8.1.6.1.5** está representada a média mensal das imagens de TSM do mês de junho de 2008, definindo as temperaturas superficiais do mar no período de inverno.

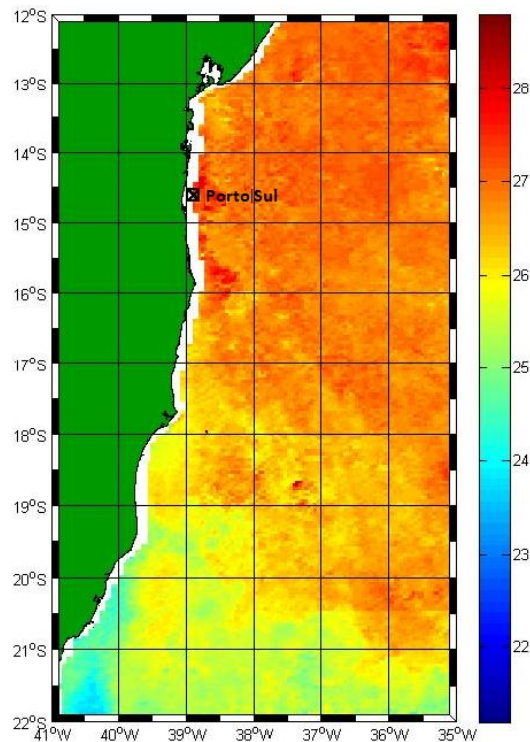
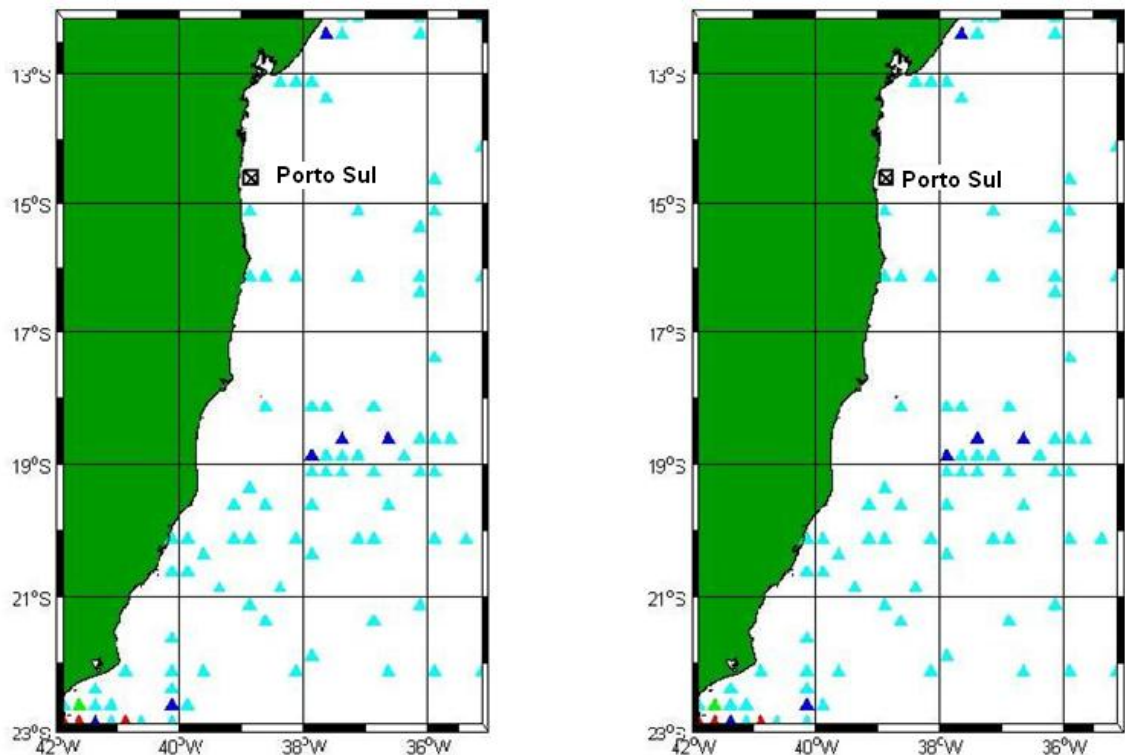


Figura 8.1.6.1.5 - Imagem Termal AVHRR da Região Oceânica entre a Bahia e o Rio de Janeiro, Representando uma Média Mensal de Junho de 2008

Analisando as imagens, observa-se que o padrão e os valores de temperatura da climatologia do NODC estão de acordo com o observado nas imagens AVHRR, sendo que, no período de inverno, as imagens de satélite indicam valores um pouco maiores, em torno de 1°C. No período de verão, a TSM na região adjacente a Ilhéus se encontra entre 27 e 28°C, enquanto, no período de inverno, na faixa entre 26 e 27°C.

Na **Figura 8.1.6.1.6**, é mostrada a localização das estações de coleta dos dados utilizados na análise que possibilitou a apresentação dos campos de salinidade superficial, para os períodos de verão e inverno respectivamente.



Fonte: NODC

Figura 8.1.6.1.6 - Localização das Estações de Coleta de Salinidade, para os Períodos de Verão (à Esquerda) e Inverno (à Direita)

Informações sobre a salinidade são mais raras. Comparando o número de observações de temperatura existentes com os de salinidade presentes na área de estudo, percebe-se um menor número de informações deste último parâmetro. Embora isso ocorra, a distribuição dos dados tem a representatividade necessária para que os resultados da análise sejam satisfatórios.

Na **Figura 8.1.6.1.7**, observa-se a distribuição da salinidade superficial no período de verão.

Na região mais próxima ao empreendimento, observam-se salinidades superficiais próximas a 36,8. As salinidades mais baixas, próximas de 36,2, são encontradas no norte do Estado do Rio de Janeiro.

Na **Figura 8.1.6.1.8**, mostra-se a distribuição de salinidade superficial no período de inverno.

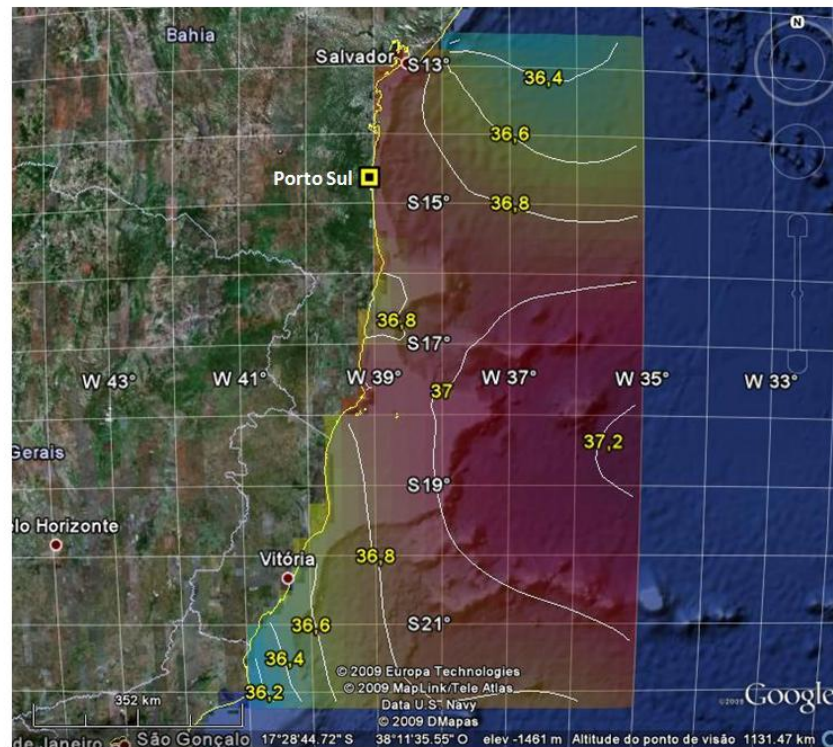


Figura 8.1.6.1.7 - Distribuição da Salinidade Superficial na Região que Abrange a parte Sul da Plataforma Leste Brasileira e a Região entre Abrolhos e Campos, Período de Verão

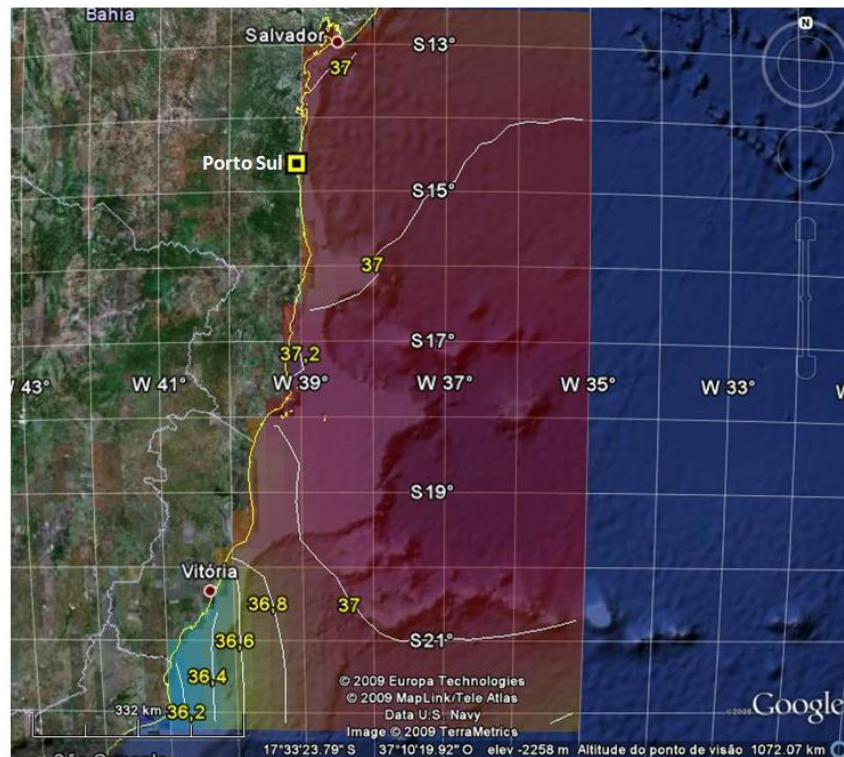


Figura 8.1.6.1.8 - Distribuição da Salinidade Superficial na Região que Abrange a parte Sul da Plataforma Leste Brasileira e a Região entre Abrolhos e Campos, Período de Inverno

A salinidade superficial está em torno de 37,0 na área mais próxima ao futuro porto e, assim como no verão, são registrados valores mínimos (36,2) no norte do Estado do Rio de Janeiro.

Para uma análise da estrutura vertical da coluna de água, foram escolhidos alguns pontos nas proximidades da região do empreendimento e extraídos os perfis de temperatura e salinidade do banco de dados do NODC.

Na **Figura 8.1.6.1.9**, está apresentada a localização dos pontos de onde se extraíram os perfis que foram utilizados para caracterizar a estrutura vertical na coluna de água. Os círculos pretos indicam os perfis selecionados. Os pontos foram escolhidos com o intuito de avaliar as variações verticais da temperatura, salinidade e densidade da água do mar, tanto localmente quanto na região ao largo do empreendimento.

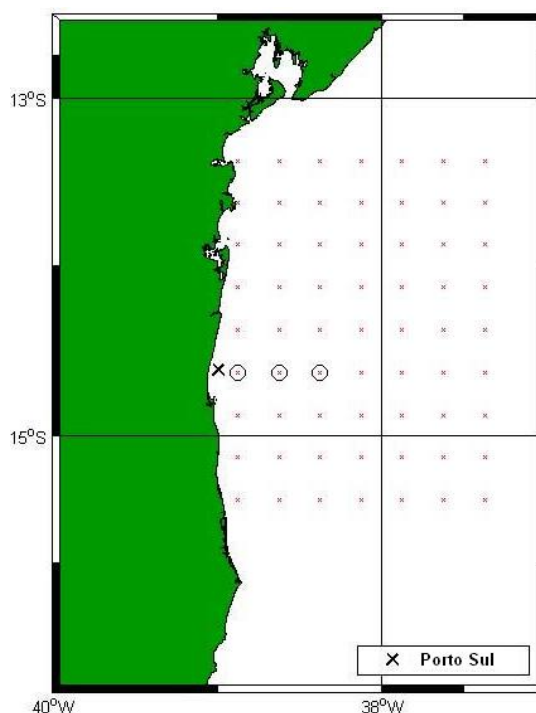


Figura 8.1.6.1.9 - Localização dos Perfis Utilizados para Caracterizar a Estrutura Vertical da Coluna de Água, Em Vermelho, estão os Pontos de Grade; os Círculos Pretos marcam os Perfis Selecionados

A seguir, nas **Figuras 8.1.6.1.10 a 8.1.6.1.12**, são apresentados os perfis de temperatura, salinidade e densidade de cada um dos pontos escolhidos nos períodos de verão e inverno. Os pontos foram numerados em ordem crescente, sendo o Ponto 1 o mais próximo à costa; o Ponto 3, o mais distante; e o Ponto 2, o intermediário.

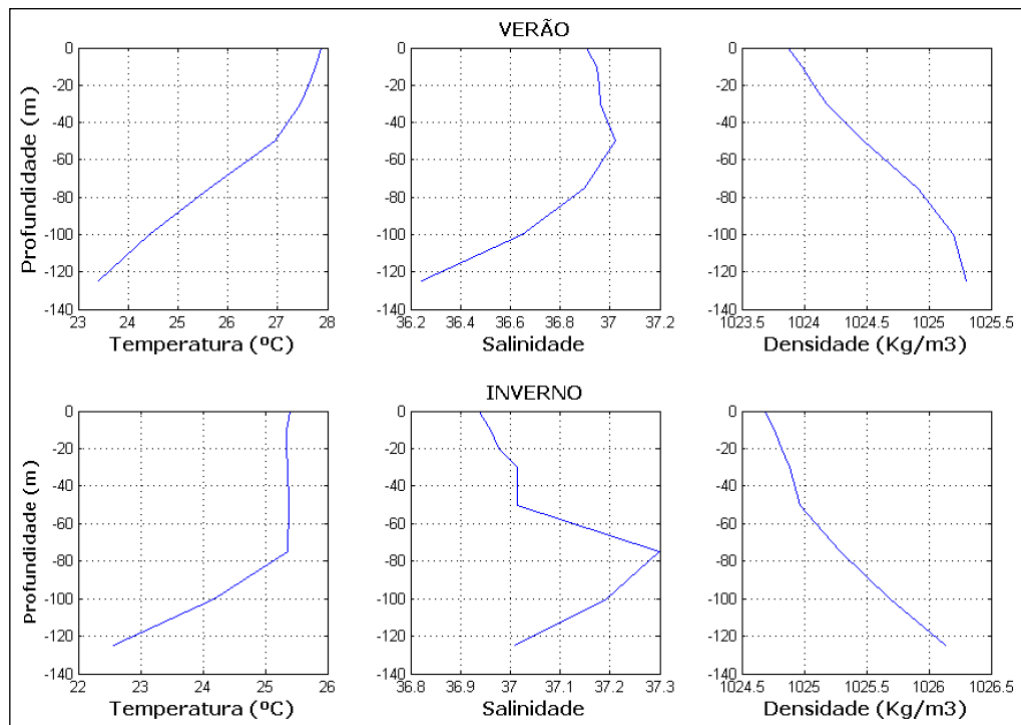


Figura 8.1.6.1.10 - Perfis de Temperatura (°C), Salinidade e Densidade (kg/m³) do Ponto 1 (mais Próximo à Costa), nos Períodos de Verão e Inverno

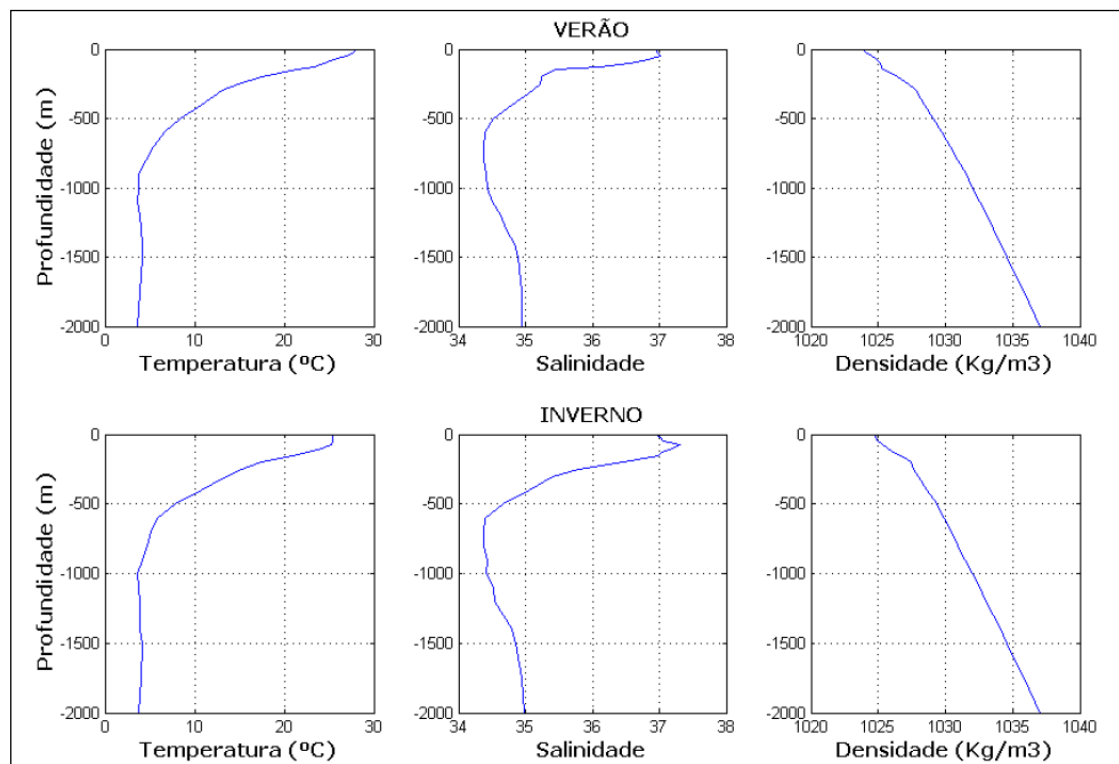


Figura 8.1.6.1.11 - Perfis de Temperatura (°C), Salinidade e Densidade (kg/m³) do Ponto 2, nos Períodos de Verão e Inverno

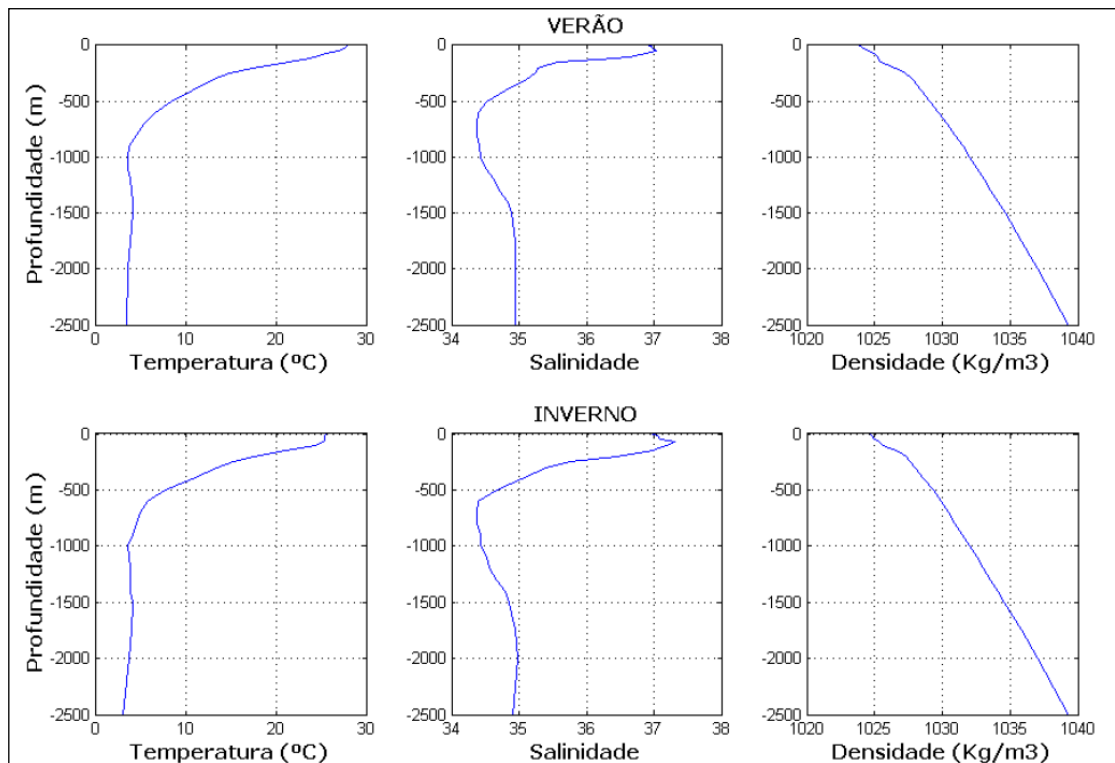


Figura 8.1.6.1.12 - Perfis de Temperatura (°C), Salinidade e Densidade (kg/m³) do Ponto 3 (mais Distante da Costa), nos Períodos de Verão e Inverno

Analisando os perfis verticais de distribuição de temperatura da água do mar nos três pontos, observa-se para o período de verão que a temperatura em superfície varia, aproximadamente, entre 27-28°C. No período de inverno a temperatura fica em torno de 25°C (**Figura 8.1.6.1.10**).

Analisando os pontos localizados na região oceânica adjacente (**Figura 8.1.6.1.11 e 8.1.6.1.12**), pode-se observar que, de 100 a 600 m de profundidade, a temperatura varia de 25°C a 4°C e, abaixo de 800 m, o valor médio mantém-se próximo a 3-3, 5°C ao longo de todo o ano.

A salinidade em superfície varia entre 36,9 e 37 nos dois períodos. A profundidade de máxima salinidade ocorre próximo ao topo da termocline, entre 50 e 100 m. No Ponto 1, essa profundidade é de cerca de 50 m no verão e de cerca de 80 m no inverno, e as salinidades são, respectivamente, de 37 (verão) e 37,3 (inverno). Entre essa região e 600-800 m, os valores decrescem de 37,0 para 34,5 (Pontos 2 e 3). A partir de 800 m e até 1500 m (Pontos 2 e 3), os valores sofrem uma ligeira elevação, mantendo-se constantes, em torno de 35, abaixo dessa profundidade (1500 m).

A densidade superficial exhibe valores em torno de 1023,7 kg/m³ no verão e 1024,4 kg/m³ no inverno. A densidade máxima na região oceânica adjacente gira em torno de 1038 kg/m³, sendo observada a aproximadamente 2500 m de profundidade no Ponto 3.

Os dados de temperatura da água do mar medidos localmente foram coletados por um sensor acoplado ao ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler) instalado pela CEPEMAR Meio Ambiente na Ponta do Ramo, local distante 5,8 km do local estimado para a instalação do Porto Sul. A localização do ADCP é apresentada na **Figura 8.1.6.1.13** (14° 37' 32.83" S e 39°

03° 29.02" W). Os dados de temperatura compreenderam os períodos de 23/08/2008 a 08/09/2009.

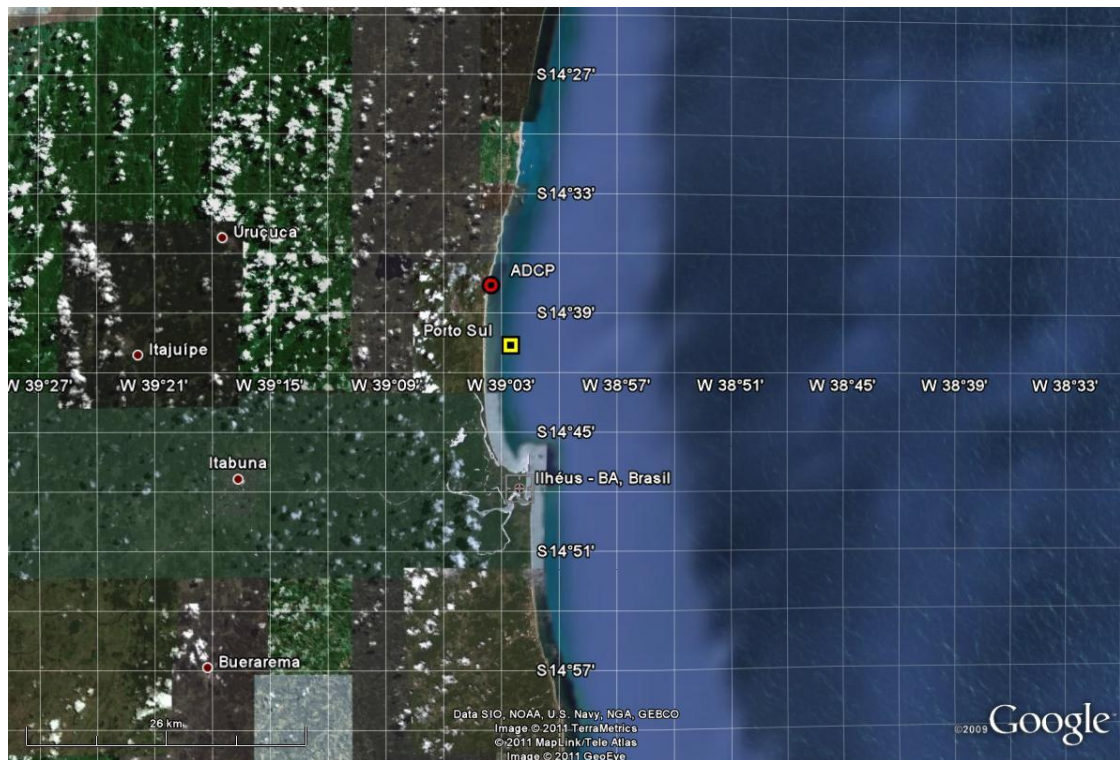


Figura 8.1.6.1.13 - Localização do ADCP (em Vermelho) Fundeado nas Proximidades do Porto Sul (em Amarelo)

O **Quadro 8.1.6.1.1** apresenta os valores mínimos, máximos e médios de temperatura da água do mar para a região local, medidos pelo ADCP instalado pela CEPEMAR a cerca de 15 m de profundidade.

Quadro 8.1.6.1.1 - Temperatura da água do mar a cerca de 15 m de profundidade

Parâmetro	Mínimo (°C)	Data	Máximo (°C)	Data	Média (°C)	Desvio Padrão
Temperatura	23,5	31/10/2008	27,62	12/1/2009	25,05	0,62

Fonte: CEPEMAR, 2009.

Os dados de temperatura local apresentam variação e média bem próximas às descritas pelos dados climatológicos e ligeiramente mais baixas que os resultados obtidos de satélites, provavelmente devido ao fato de os dados terem sido medidos à profundidade de 15 m. Como a série temporal é relativamente curta (cerca de 5 meses), não é possível extrair informações a cerca das variações sazonais da temperatura da água do mar no local a partir desses dados.

- Caracterização Oceanográfica segundo as Massas de Água

As massas de água são corpos identificados por valores de temperatura e salinidade característicos que, definindo uma densidade característica, são responsáveis pela determinação dos diferentes níveis na coluna de água que os corpos de água ocuparão.

Normalmente, na costa brasileira, são encontradas as seguintes massas de água: Água Costeira - AC, Água Tropical - AT, Água Central do Atlântico Sul - ACAS, Água

Intermediária Antártica - AIA, Água Profunda do Atlântico Norte - APAN e Água de Mistura - AM — proveniente da mistura entre a Água Tropical e a Água Costeira.

Estudos recentes incluem mais uma massa de água ao Sistema Corrente do Brasil. Segundo SILVEIRA (2007), entre a AIA e a APAN, encontra-se a Água Circumpolar Superior - ACS, que apresenta densidade semelhante à da APAN, sendo resultado da mistura entre a Água Circumpolar - AC e a APAN na região da divergência antártica. Relativamente à APAN, a ACS é menos salina, tem menor teor de oxigênio dissolvido e é mais rica em nutrientes.

SILVA *et al.* (1982) desenvolveram um gabarito para as massas de água da costa sudeste brasileira, onde:

- **Água Costeira - AC** - água de salinidade abaixo de 33, devido à influência que sofre do continente;
- **Água Tropical - AT** - definida por valores de salinidade maiores que 36 e de temperatura maiores que 18°C. Essa massa de água é transportada para o sul pela Corrente do Brasil, ocupando a camada mais superficial;
- **Água de Mistura - AM** – apresenta salinidade variando entre 33 e 36 e valores de temperatura acima de 18°C. É proveniente da mistura entre AT e AC;
- **Água Central do Atlântico Sul - ACAS** - apresenta um mínimo de temperatura de 6°C e um máximo de 18°C, com a salinidade oscilando entre 34,5 e 36. Situa-se entre a Água Tropical e a Água Intermediária Antártica. É formada na Convergência Subtropical;
- **Água Intermediária Antártica - AIA** - tem valores de temperatura entre 2,75°C e 5°C e de salinidade entre 34,1 e 34,5. É proveniente da Convergência Antártica e apresenta um mínimo de salinidade entre 700 e 1.100m de profundidade;
- **Água Profunda do Atlântico Norte - APAN** - com valores de temperatura entre 2°C e 4°C e de salinidade entre 34,7 e 35,0. É formada no Hemisfério Norte, na junção das Correntes da Groenlândia e do Labrador.

Segundo a divisão sugerida por CASTRO e MIRANDA (1998), a região que abrange o empreendimento encontra-se próxima ao limite entre as regiões denominadas como Plataforma Leste Brasileira e Região Abrolhos–Campos. Abaixo, segue a descrição, segundo CASTRO e MIRANDA (1998), dessas duas regiões que compreendem a área mais próxima ao Porto Sul.

As massas de água presentes na Plataforma Leste Brasileira são fortemente influenciadas pelas águas quentes e salinas de origem tropical. Tais águas chegam à região vindas de leste, transportadas pela Corrente Sul Equatorial e, em seguida, são levadas para o sul, pela Corrente do Brasil.

As águas observadas sobre a plataforma continental na Região Abrolhos–Campos são o resultado da mistura de três massas de água: AT, quente e salina, levada para sul pela camada superficial da Corrente do Brasil; ACAS, fria e menos salina, localizada abaixo da AT na região do talude continental; AC, caracterizada por baixas salinidades e temperaturas altas. A plataforma externa é dominada pela mistura vertical da AT e da ACAS, enquanto a plataforma interna, na superfície, é ocupada pela AC e, no fundo, pela ACAS.

Para auxiliar a identificação das massas de água presentes na região, foi analisado o diagrama

T-S elaborado a partir de dados de temperatura e salinidade obtidos no Banco Nacional de Dados Oceanográficos (BNDO). A **Figura 8.1.6.1.14** apresenta a localização dos perfis utilizados.



Figura 8.1.6.1.14 - Localização dos Perfis de Temperatura e Salinidade Disponíveis no BNDO para a Região Próxima ao Porto Sul

Na **Figura 8.1.6.1.15** é apresentado o diagrama T-S espalhado elaborado com os dados do BNDO em conjunto com o gabarito desenvolvido por SILVA *et al.* (1982).

As isolinhas do diagrama T-S indicam os valores de sigma-teta (σ_θ), que normalmente é utilizado para expressar variações de densidade, especialmente em análise de massas de água, pois desconsidera a influência da pressão. O parâmetro sigma-teta (σ_θ), de acordo com POND e PICKARD (1978), é obtido pela formulação:

$$\sigma_\theta = \rho_\theta - 1000$$

onde:

ρ_θ = densidade da água do mar em kg/m^3 .

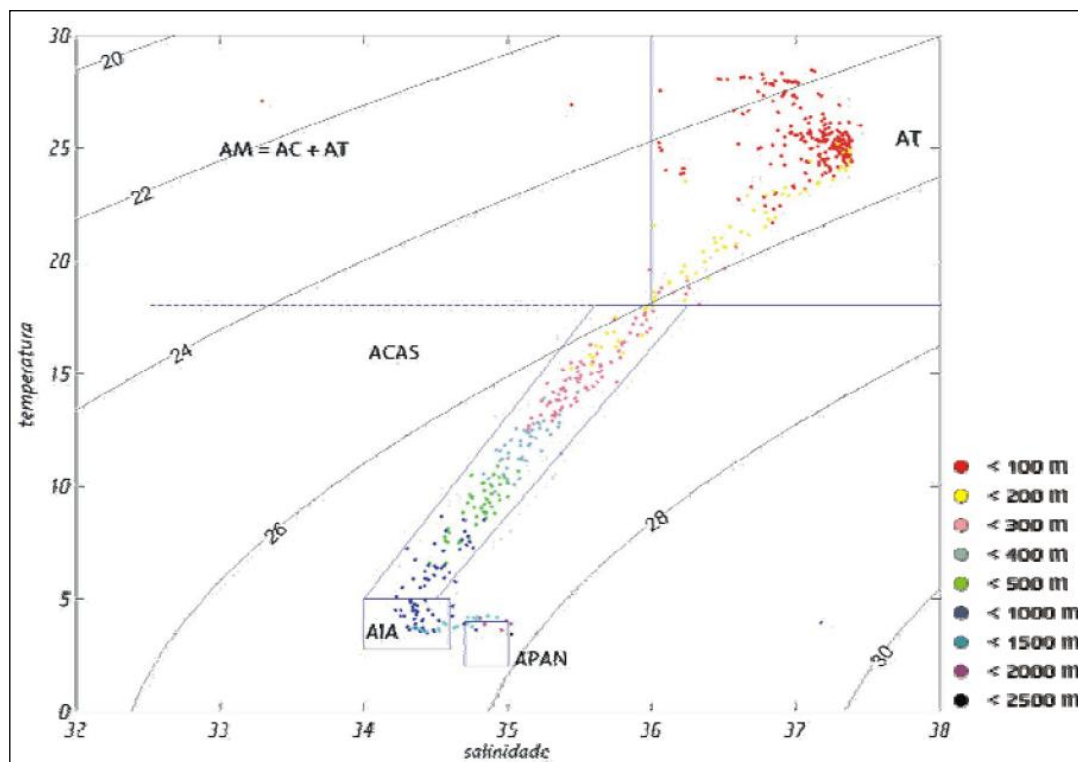


Figura 8.1.6.1.15 - Diagrama T-S Espalhado, Elaborado com os dados do BNDO

Observando a escala de cor da figura nota-se que, na maior parte das amostras, o sigma-teta superficial (entre 0 e 200 m) encontra-se entre 24 e 26. Os pontos de profundidade entre 200 e 1.000 m estão dispostos de forma aproximadamente paralela às linhas de mesmo sigma-teta, evidenciando que fazem parte de uma mesma massa de água, a ACAS, com valores entre 26 e 28. A disposição dos pontos amostrados, a partir de 1000 m, mostra um aumento mais acentuado de sigma-teta em direção ao valor de 28, correspondendo às massas de água AIA e APAN.

Pode-se observar, pelos pares T-S apresentados no diagrama, a presença da Água de Mistura (entre a superfície e os 100 m de profundidade) e da Água Costeira (entre a superfície e os 200 m de profundidade).

A ACAS encontra-se entre os 100 m e a faixa de 500 a 1.000 m, com seu núcleo localizado entre 400 e 500 m. Observa-se, ainda, a presença da AIA e da APAN, entre 1.000 e 1.500 m e entre 1.000 e 2.000 m, respectivamente.

A **Figura 8.1.1.16** mostra um perfil transversal à margem continental com a distribuição dos valores de salinidade, temperatura e classificação das massas de água no paralelo 14° S. Os dados são oriundos do BNDO. Os perfis apresentam AT nos 200 m superiores da coluna de água, seguida pela ACAS até aproximadamente 500 m de profundidade, pela AIA até cerca de 1.000 m e finalmente pela APAN, cujo limite inferior não foi identificado. O núcleo da AIA, com valores mínimos de salinidade e temperatura, localiza-se em torno dos 700 m de profundidade.

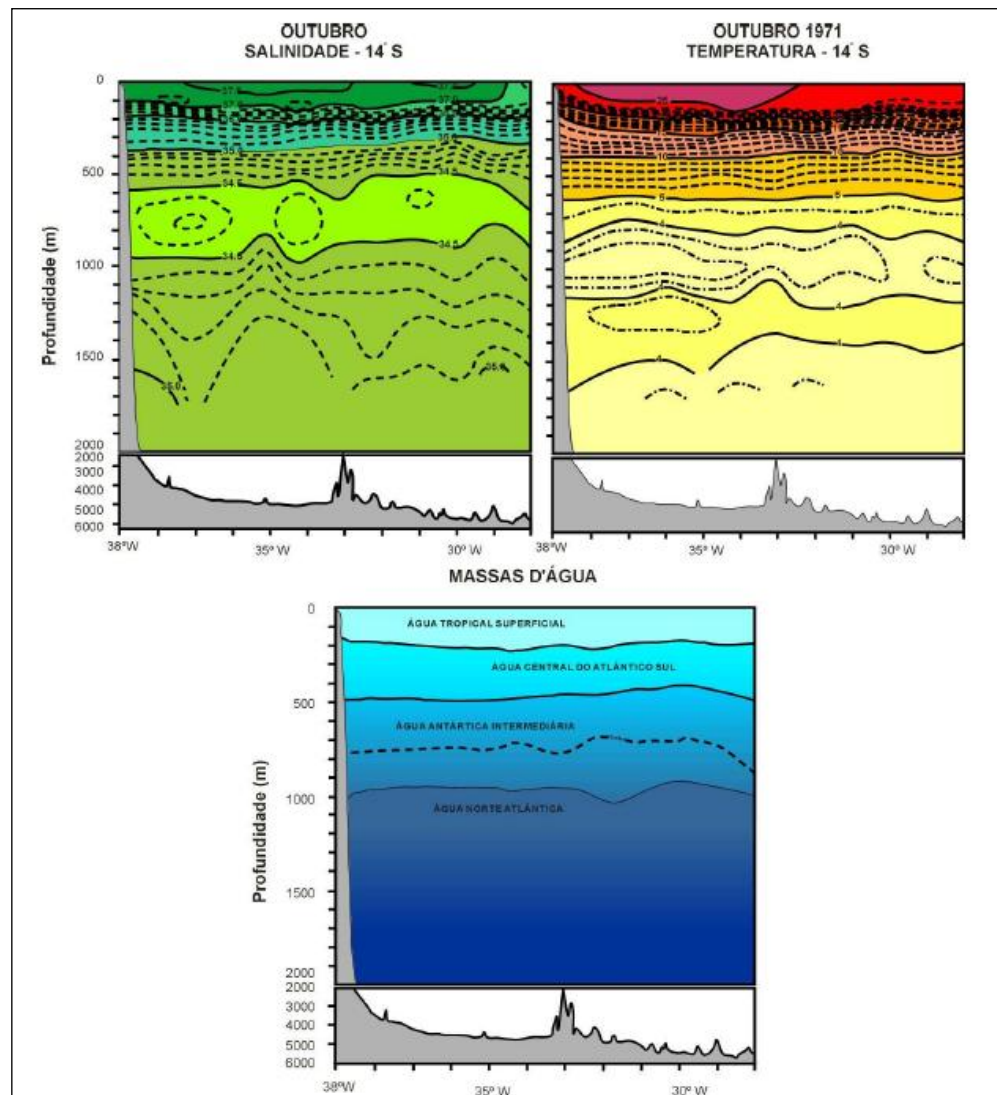


Figura 8.1.6.1.16 - Perfil Transversal na Latitude de 14° S, Mostrando a Variação Vertical dos Valores de Temperatura, Salinidade e Distribuição das Massas de Água (Modificado da DHN 1972)

Cabe ressaltar que, para a caracterização de variações espaciais e sazonais no comportamento das massas de água na região, são necessários dados com uma frequência amostral (espaço-temporal) de maior resolução que a disponível no BNDO. Os dados constantes no BNDO são oriundos de diversas campanhas oceanográficas realizadas no período de 1957 a 1987. Tais campanhas possuem objetivos distintos, em regiões e épocas variadas, o que prejudica a elaboração de análises mais refinadas, como o estudo da sazonalidade de áreas específicas.

- Regimes de Correntes

Existe uma grande carência de informações a respeito da hidrodinâmica na área de influência do porto. Conforme descrito por CASTRO e MIRANDA (1998), a Plataforma Leste Brasileira é a região menos estudada da costa brasileira. Dessa forma, a descrição a respeito dos regimes de correntes aqui apresentada reuniu o máximo de informações disponíveis. Nesse conjunto de informações, encontram-se artigos, dados secundários, dados primários coletados por boias de deriva do Projeto PNBOIA e dados coletados pelo projeto WOCE.

Os processos de meso e larga-escala presentes nas proximidades da área do empreendimento foram recentemente descritos por Amorin *et al.* (2011) para as regiões ao largo da Baía de Camamu (**Figura 8.1.6.3-1**), localizada na plataforma leste brasileira entre 13° S e 22° S (Knoppers, 1999). Esta é uma região única, por se tratar do local onde a plataforma continental é a mais estreita (17 km em média) da costa leste sul-americana e por ser a região onde ocorre a bifurcação da Corrente Sul-Equatorial (CSE). Este estreitamento da plataforma, que chega a um mínimo de 10 km de largura, reforça a hipótese de que o sistema de correntes resultantes da CSE influencia a hidrodinâmica da plataforma continental na região de entorno da Baía de Camamu.

A CSE origina duas Correntes de Contorno Oeste, a Corrente do Brasil (CB, sentido sul) e a Corrente Norte do Brasil (CNB, sentido norte). Embora sua posição anual média esteja entre os 14° S e 16° S nos primeiros 100 metros (Stramma e England, 1999; Rodrigues *et al.*, 2007), a excursão latitudinal da CSE é influenciada pelo ciclo sazonal de ventos meridionais, com deslocamento no sentido sul durante o inverno austral e deslocamento no sentido norte durante o verão austral (**Figura 8.1.6.1.17**). De acordo com Rodrigues *et al.* (2007), essa excursão latitudinal é causada, principalmente, pela variabilidade anual na amplitude dos ventos locais derivada do deslocamento norte-sul da Zona de Convergência Intertropical (ITCZ) no Oceano Atlântico, atingindo a posição mais ao sul, em aproximadamente 17° S, e mais ao norte, em aproximadamente 13° S.

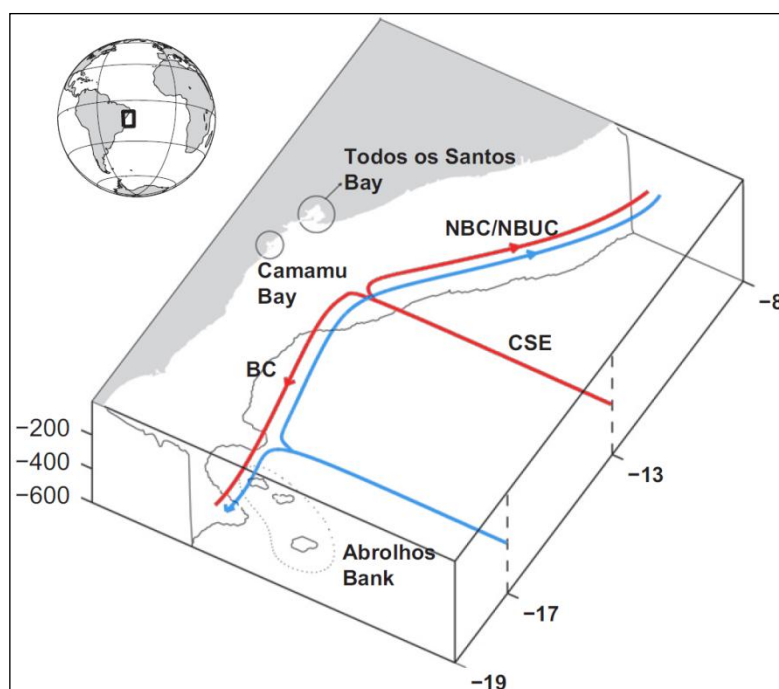
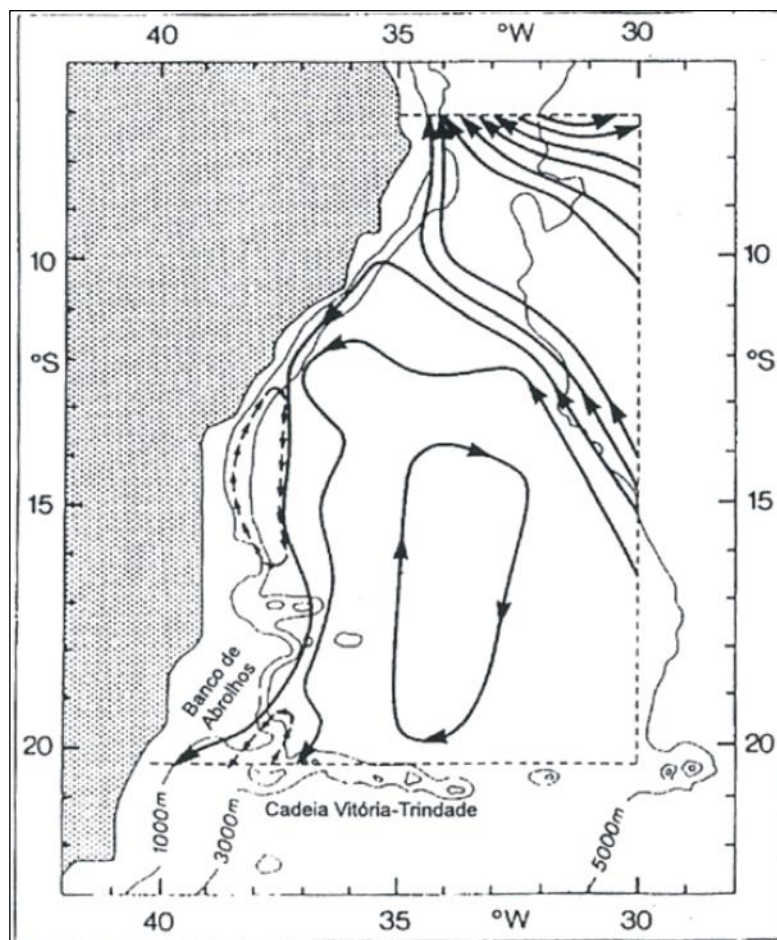


Figura 8.1.6.1.17 - Esquema de Variação Sazonal da Corrente de Contorno Oeste ao Longo da Plataforma Leste Brasileira baseada nas Posições mais ao Sul (17° S) e mais ao Norte (13° S) da Corrente Sul Equatorial de acordo com Rodrigues *et al.* (2007)

Em 15° S, devido ao alargamento da Plataforma Continental, a CB se afasta da costa, embora, por vezes, meandre em direção à plataforma interna. STRAMMA e IKEDA (1990) consideram a possibilidade da existência de uma célula de recirculação nessa área (**Figura 8.1.6.1.18**).



Fonte: STRAMMA e IKEDA (1990)

Figura 8.1.6.1.18 - Caracterização da Circulação da Plataforma Leste Brasileira com a Célula de Recirculação Costeira (Setas Pontilhadas)

Para análise das correntes superficiais na região oceânica adjacente às áreas de influência do empreendimento, foram utilizados dados obtidos por boias de deriva do Projeto Nacional de Boias - PNBOIA — contribuição brasileira ao *Global Ocean Observing System* - GOOS, gerenciado pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE e pela Diretoria de Hidrografia e Navegação - DHN. Os dados transmitidos pelas boias estão disponíveis no endereço www.dsr.inpe.br/pnboia/pnboia.html.

Para a análise realizada neste diagnóstico, foram selecionadas as boias que passaram próximas ao Porto Sul. Os dados considerados na análise foram obtidos de três boias, hoje inativas, lançadas nos anos de 1999 e 2001. As trajetórias das boias analisadas podem ser observadas na **Figura 8.1.6.1.19**.



Nota: Em verde, o derivador 32050; em vermelho, o derivador 32051; em laranja, o derivador 32423.

Figura 8.1.6.1.19 - Derivadores do Projeto PNBOIA

A trajetória seguida dos derivadores sugere que a corrente superficial na região pode fluir em sentidos opostos, dependendo da latitude. Esse comportamento pode estar associado à bifurcação da CSE.

Analisando os dados dos derivadores, observam-se valores de velocidades superficiais em torno de 0,15 m/s, com sentido sudoeste. Embora o derivador 32050 tenha seguido em direção ao norte, no período em que se deslocou para sudoeste teve uma velocidade média de 0,12 m/s, chegando a uma velocidade máxima de 0,83 m/s. Os derivadores 32051 e 32423 tiveram velocidades médias de 0,18 m/s e 0,15 m/s, respectivamente, com ambos alcançando velocidades máximas em torno de 0,50 m/s.

Para a análise da hidrodinâmica, também foram utilizados dados de altimetria como indicativos das correntes superficiais.

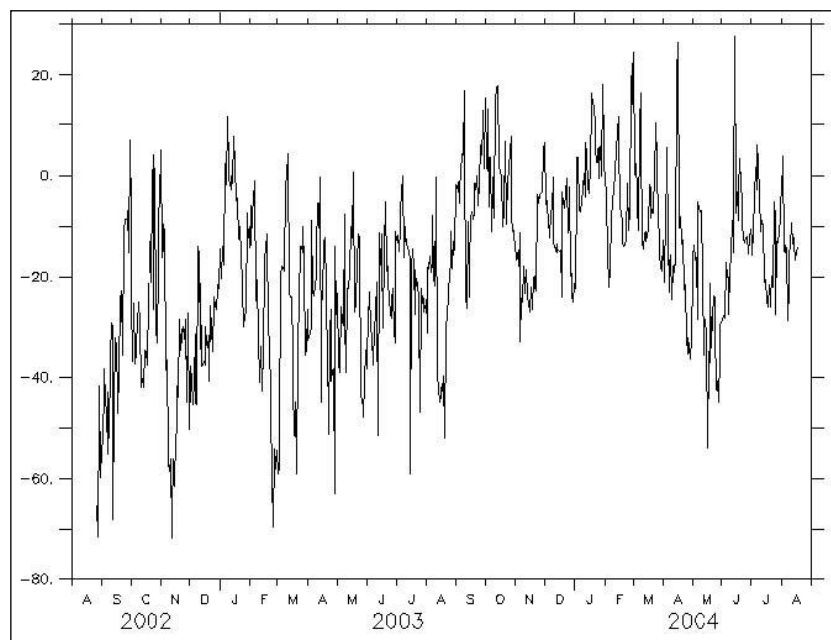
Os satélites altimétricos, por se basearem em dados de RADAR (micro-ondas), fornecem dados que independem de cobertura de nuvens. A partir do ano de 2000, existem dados disponíveis de pelo menos três satélites altimétricos, o que viabiliza a geração de produtos oceanográficos.

Campos de circulação geostrófica, produzidos através do uso de dados altimétricos, reproduzem as ocorrências de vórtices ciclônicos e anticiclônicos na região. Trata-se de uma área oceânica onde ocorre a bifurcação em superfície da Corrente Sul Equatorial - CSE, o que gera correntes intensas e picos de intensidade de corrente da ordem de 1,50 m/s.

Os campos de circulação, aqui descritos, correlacionam-se melhor com as correntes médias

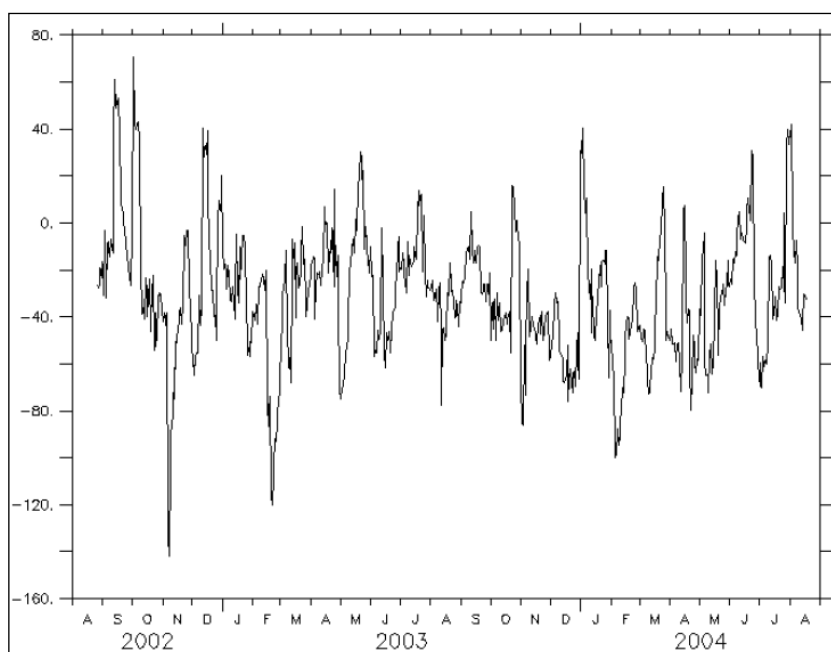
diárias medidas entre a superfície e o nível da termoclina (200 m). Eles foram estimados a partir dos dados colineares de três satélites altimétricos: JASON, Geosat Follow-On (GFO) e ENVISAT. Possuem resolução espacial de aproximadamente 14 km e temporal de um dia entre 2002 e 2004, permitindo uma caracterização estatística das correntes variáveis que ocorrem na região.

Uma melhor descrição sobre a metodologia envolvida na estimativa desses campos pode ser obtida em VIANNA e MENEZES (2005). Os dados diários das correntes observadas no ponto de latitude 15,5° S e 38,5° W são apresentados nas **Figuras 8.1.6.1.20 e 8.1.6.1.21**.



Fonte: VIANNA e MENEZES, 2005.

Figura 8.1.6.1.20 - Série Temporal da Componente Leste-Oeste (u, em cm/s) da Corrente Superficial na Região de Estudo, Obtida por Dados Altimétricos Multissatélites



Fonte: VIANNA e MENEZES, 2005.

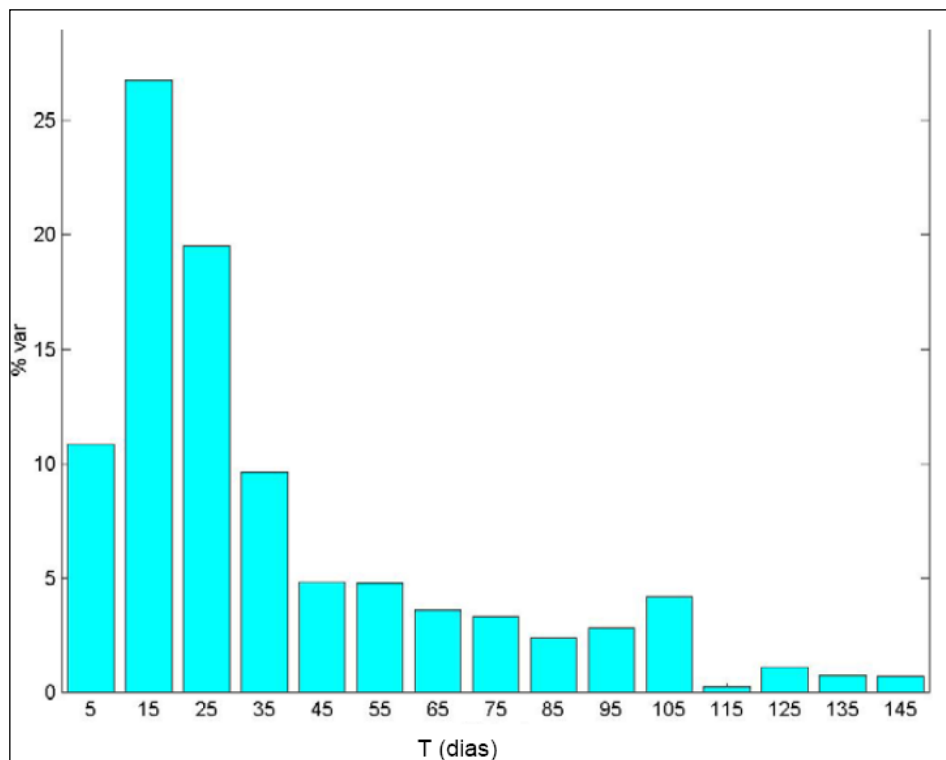
Figura 8.1.6.1.21 - Série Temporal da Componente Norte-Sul (v, em cm/s) da Corrente Superficial na Região de Estudo, Obtida por Dados Altimétricos Multissatélites

Valores predominantemente negativos da componente meridional (v) e zonal da corrente superficial (u) mostram um fluxo predominante com sentido sudoeste; as inversões, possivelmente, estão associadas a fenômenos de mesoescala.

Outra análise possível com os dados derivados de satélite é a caracterização da variabilidade das feições de mesoescala, ou seja, os períodos de variação das correntes, como a Corrente do Brasil. Através dessa análise (**Figura 8.1.6.1.22**), obtiveram-se os seguintes resultados por faixas de períodos (bandas):

- Período Intrassazonal – períodos menores que 150 dias; explica 70% da variância das correntes. Dentro dessa banda, os períodos principais são de 17,6 dias, 22 dias e 36 dias;
- Período Semianual – períodos entre 150 e 200 dias; explica 2% da variância;
- Período Anual – períodos variando de 200 a 400 dias; contêm 6,5% da variância;
- Período interanual – períodos maiores que 400 dias; explicam 20,7% da variância.

Isso significa que as correntes podem mudar de direção em alguns dias, dependendo da aproximação ou do aparecimento de vórtices ou meandros, sendo que, de um ano para o outro, pode haver uma variação significativa no seu comportamento.



Fonte: VIANNA e MENEZES, 2005.

Figura 8.1.6.1.22 - Histograma na Banda Intrassazonal, Indicando Faixas de Variabilidade de Feições de Mesoescala na Região, Incluindo Vórtices, Obtido pela Análise de Dois Anos de Dados Diários

STRAMMA e IKEDA (1990), em um estudo hidrográfico entre as latitudes 7° S e 20° S, assumindo a seção hidrográfica entre 410 e 630 m, estimaram os transportes geostróficos da Corrente do Brasil. Foram registrados valores de transportes de 4,1 Sv e 6,0 Sv (1 Sverdrup (Sv) é igual a 106 m³/s) nas latitudes de 9° S a 13° S e 15° S, respectivamente. As velocidades superficiais observadas foram de 0,31 m/s e 0,16 m/s, respectivamente.

De forma geral, até uma profundidade de 500 m, entre 10° S e 20° S, a corrente transporta de 1 a 6 Sv (STRAMMA e IKEDA, 1990), sendo que a maior parte desse transporte parece ocorrer nos 200 m superiores da coluna de água (MIRANDA, 1982). Um fraco giro ciclônico é observado ao longo da margem continental, estendendo-se do paralelo 12° S ao paralelo 16° S, onde as velocidades máximas de corrente na superfície foram de 0,16 m/s, na parte do giro que flui para o sul (STRAMMA e IKEDA 1990).

Devido à sua pequena espessura, a Corrente do Brasil comumente varre as regiões mais rasas da plataforma continental (STRAMMA e IKEDA, 1990). Esse evento foi observado por EVANS e SIGNORINI (1985) próximo ao paralelo 23° S, e fato semelhante é defendido por STRAMMA e IKEDA (1990) para a plataforma de Abrolhos, e por OVALLE *et al.* (1999) para a plataforma sul do Estado da Bahia. A Corrente do Brasil, caracterizada por águas com salinidade superior a 36,9 e temperaturas entre 22° e 28°C, flui durante todo o ano ao longo do Estado Bahia, como é indicado pela constância de temperaturas elevadas da água nessa região.

Para a análise do regime de correntes em escala local, foram utilizados dados de velocidade e direção das correntes marinhas coletados por um ADCP instalado pela CEPEMAR Meio Ambiente na Ponta do Ramo, situado a 5,8 km do local estimado para o Porto Sul. A localização do ADCP é apresentada na Figura 8.1.6.1-13 (14° 37' 32.83" S e 39° 03' 29.02" W). Os dados de corrente estão compreendidos entre 23/08/2008 e 08/09/2009, armazenados em intervalos de 30 minutos (18.282 registros). A **Figura 8.1.6.1.23** apresenta o esquema de instalação do ADCP.

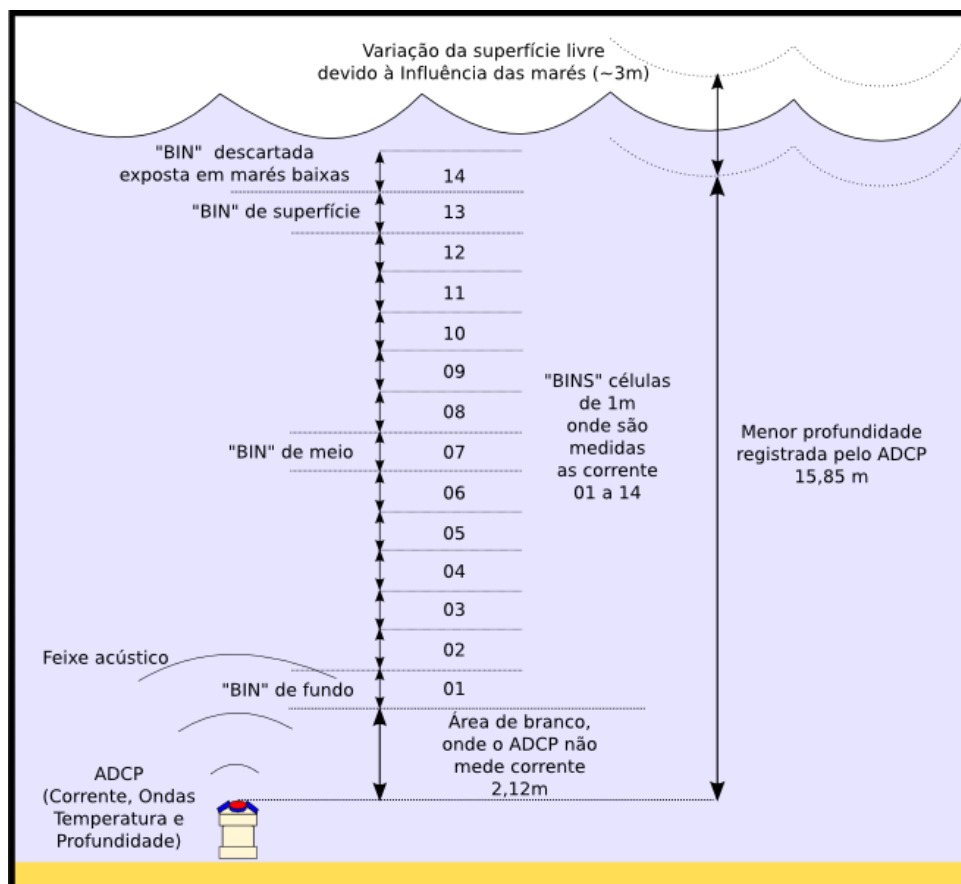


Figura 8.1.6.1.23 - Esquema do ADCP Instalado nas Proximidades de Aritaguá

Na **Figura 8.1.6.1.24** estão apresentadas as séries temporais das correntes de superfície, meio e fundo medidas pelo ADCP. Esta figura ilustra dois processos oceanográficos costeiros, a diminuição das velocidades no sentido da maior profundidade e a influência dos ventos no registro, uma vez que os fluxos para o setor Norte (no inverno) ou para o setor Sul (no verão) sobrepõem às inversões típicas que ocorrem em virtude somente das marés.

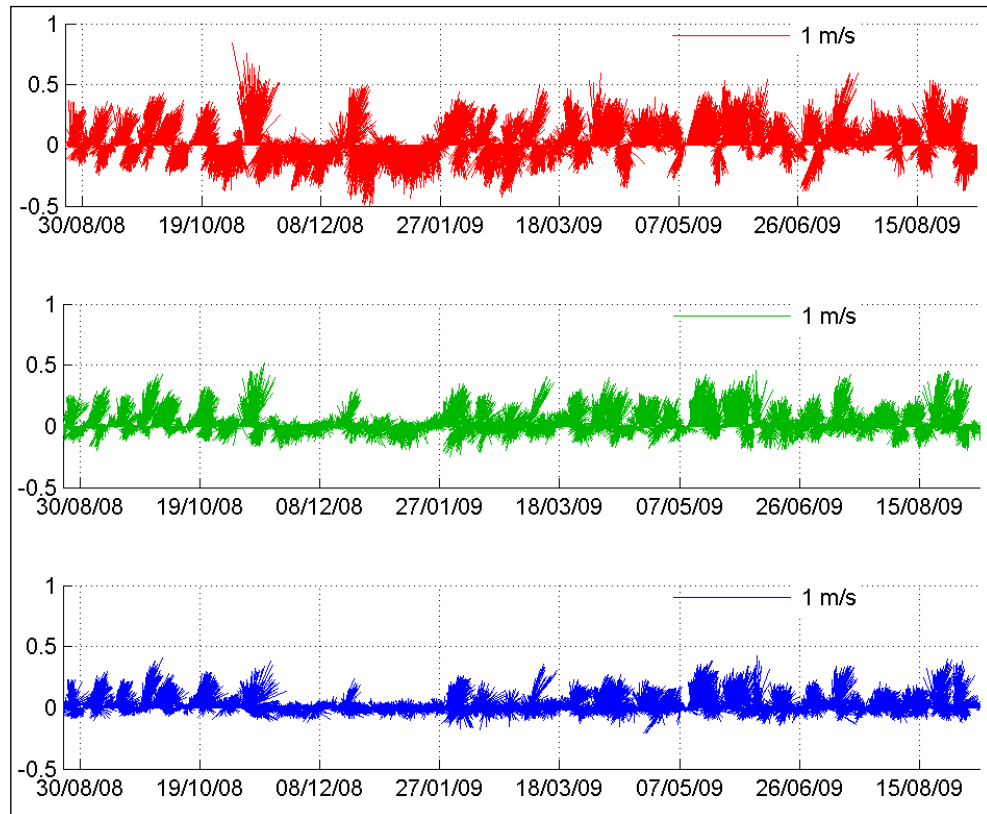


Figura 8.1.6.1.24 - Velocidade e Direção das Correntes de Superfície, Meio e Fundo

As velocidades integradas na profundidade de cada registro do ADCP estão apresentadas como histograma polar na **Figura 8.1.6.1.25** e na forma de dispersão direcional no **Quadro 8.1.6.1.2**. A dominância dos fluxos na direção NNE-SSW é bastante evidente nesta figura. As direções estão corrigidas e referem-se ao Norte Geográfico.

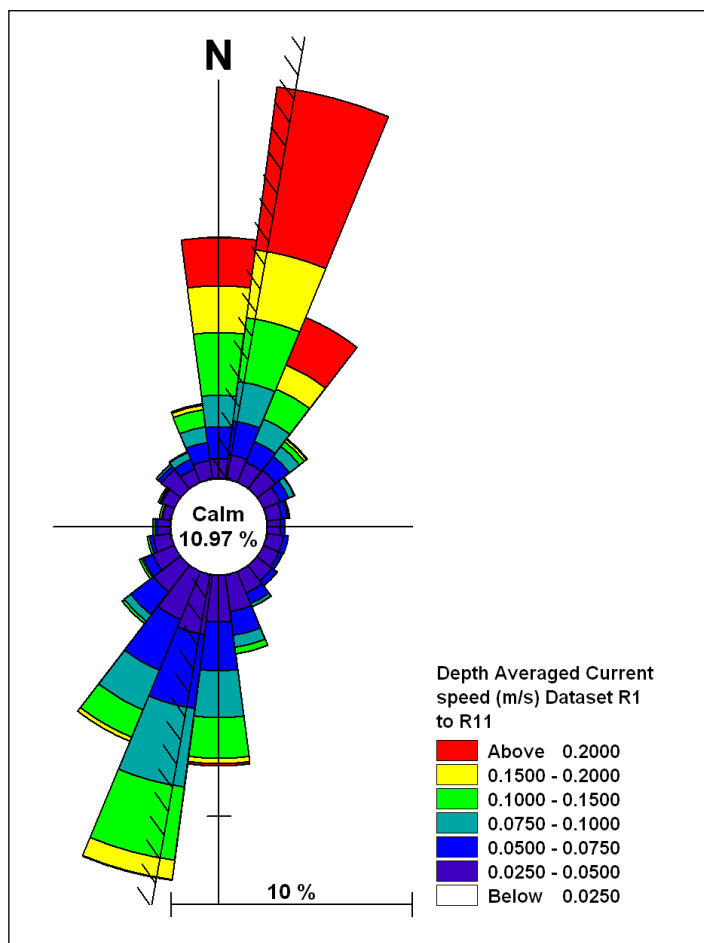


Figura 8.1.6.1.25 - Histograma Polar das Correntes Medidas pelo ADCP Instalado nas Proximidades de Aritaguá, dividido em Setores de 15°

Quadro 8.1.6.1.2 - Diagrama de Dispersão das Correntes Medidas pelo ADCP Instalado nas Proximidades de Aritaguá

Depth averaged current (m/s)	Current direction (degrees true) / Percentage Occurance													Sum (%)
	m/s	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	
0.05	2.8	2.7	1.9	1.6	2.2	3.1	5.0	5.5	3.2	2.0	1.8	2.1	34.0	
0.10	5.1	4.2	1.4	0.4	1.4	8.1	8.3	1.2	0.2	0.2	1.5	32.3		
0.15	4.8	2.9	0.2	0.0	0.0	0.1	3.4	2.7	0.0	0.0	0.0	0.2	14.3	
0.20	3.7	2.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	7.6	
0.25	2.8	3.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0	
0.30	1.2	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	
0.35	0.7	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	
0.40	0.4	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	
0.45	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	
0.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	
0.55	0.01	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.01	
TOTAL(%)	21.7	18.8	3.5	2.0	2.6	4.6	17.3	17.0	4.4	2.2	2.0	3.9		

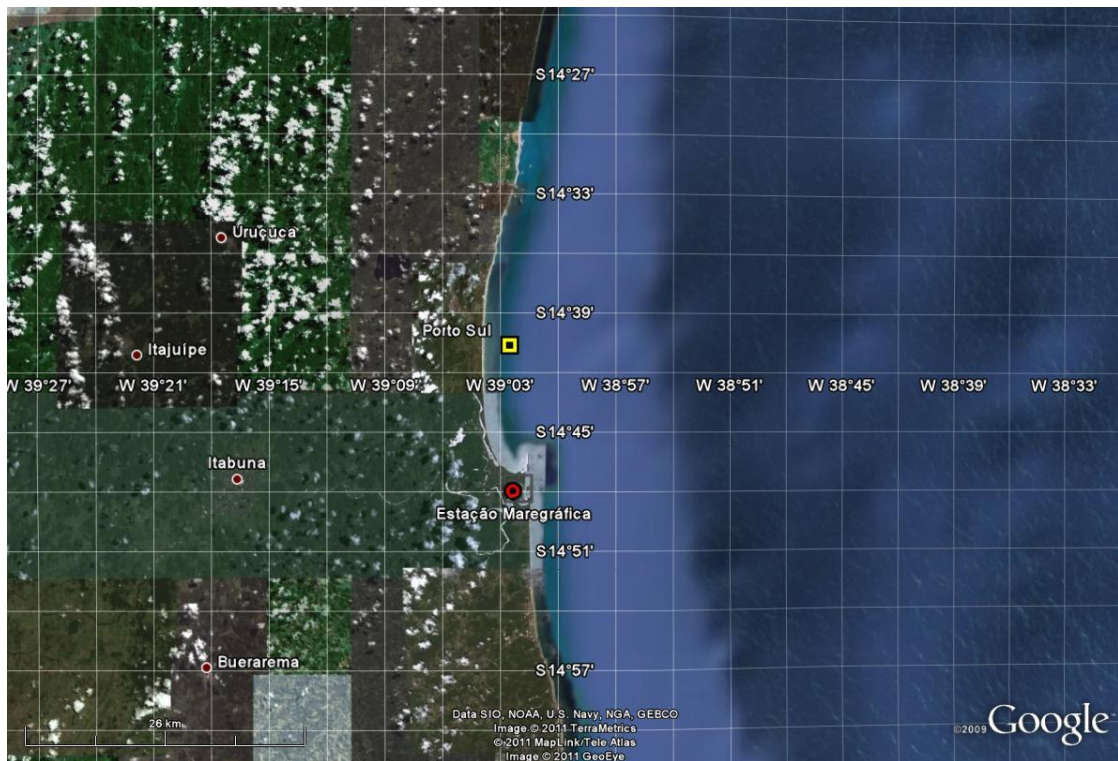
Combinando os setores de 0° e 30°, verifica-se que as correntes do setor Norte correspondem a 40,5% das ocorrências no ano considerado. As correntes de Sul (setores 180° e 210°) somam 34,3 % das ocorrências. As correntes típicas são da ordem de 0,1 a 0,15 m/s, enquanto as maiores magnitudes das correntes são 0,4 m/s, sentido Norte. No **Quadro 8.1.6.1.3** são apresentados valores mínimos, máximos e médios da velocidade das correntes por camada da coluna de água, mostrando a data e a direção em que os mínimos e máximos ocorreram.

Quadro 8.1.6.1.3 - Velocidades Mínimas, Máximas e Médias de Superfície, Meio e Fundo

Local de Medição	Mínima Vel. [m/s]	Direção da Mín.	Data da Mínima	Máxima Vel. [m/s]	Direção da Máx.	Data da Máxima	Média Vel. [m/s]	Desvio Padrão
Superfície	0.001	21.0	28-Jul-2009 13:14:00	0.902	348.8	08-Dec-2008 19:00:00	0.166	0.100
Meio	0.001	246.0	30-Out-2008 19:30:00	0.509	4.6	08-Dec-2008 12:30:00	0.102	0.080
Fundo	0.000	336.0	03-Jan-2009 11:00:00	0.427	25.7	18-Mai-2009 12:30:00	0.077	0.061

- Regimes de Marés

Para a caracterização da maré nas áreas de influência do empreendimento, foram utilizadas as constantes harmônicas da estação maregráfica de Ilhéus (**Figura 8.1.6.1.26**), localizada no Porto Velho – Rio Cachoeira, coordenadas 14°47,9' S e 39°02,3' W, disponíveis no Catálogo de Estações Maregráficas Brasileiras da FEMAR. As constantes harmônicas podem ser observadas no **Quadro 8.1.6.1.4**.


Figura 8.1.6.1.26 - Localização da Estação Maregráfica de Ilhéus
Quadro 8.1.6.1.4 - Constantes Harmônicas da Estação de Ilhéus

Componentes	Semi-amplitude H (cm)	Fase (°)	Componentes	Semi-amplitude H (cm)	Fase (°)
As	–	–	MU2	3.30	048
SSa	–	–	N2	13.50	101
Mm	1.80	189	NU2	2.60	101
Mf	–	–	M2	67.50	107
MTM	–	–	L2	3.20	150
Msf	3.10	308	T2	1.60	118
Q1	2.40	96	S2	27.70	118
O1	6.80	126	K2	7.50	118

Continua.

Quadro 8.1.6.1.4 - Constantes Harmônicas da Estação de Ilhéus (continuação)

Componentes	Semi-amplitude H (cm)	Fase (°)	Componentes	Semi-amplitude H (cm)	Fase (°)
M1	0.50	206	MO3	0.10	099
P1	1.30	198	M3	0.60	107
K1	4.00	198	MK3	0.10	092
J1	0.50	293	MN4	0.40	078
OO1	1.10	054	M4	0.20	008
MNS2	–	–	SN4	0.60	033
2N2	1.80	095	MS4	1.30	354

Fonte: FEMAR

Segundo os dados da FEMAR, o nível médio do mar na estação é 106 cm. No período de sizígia, as médias variam entre 11 cm e 201 cm e, no período de quadratura, entre 66 cm e 146 cm. Deve-se considerar que essas amplitudes estão acima do nível de redução (NR), ou seja, do nível em que são reduzidas as variações do nível das águas por influência da maré.

Na **Figura 8.1.6.1.27**, são apresentadas as variações de elevação da superfície do mar para o período de janeiro de 2008, calculadas com as constantes harmônicas obtidas pela FEMAR na estação maregráfica de Ilhéus, que apresentaram as maiores amplitudes, ou seja, M2, S2, N2, O1, K1 e K2. As variáveis atmosféricas que também apresentam influências nessas variações não são consideradas.

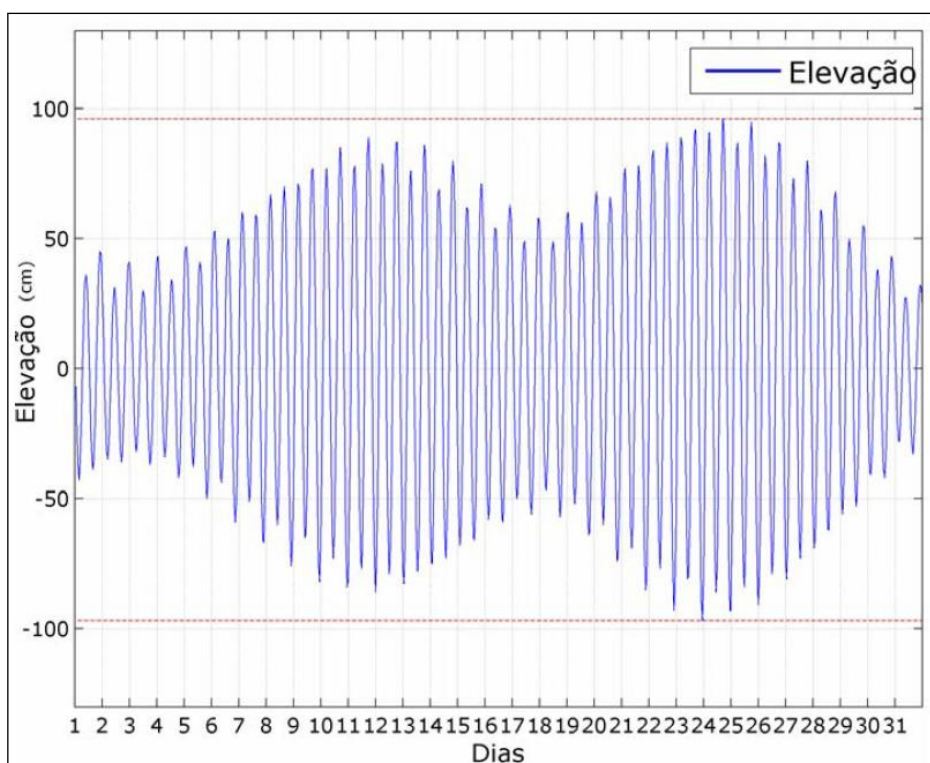


Figura 8.1.6.1.27 - Maré Astronômica no Porto Velho–Rio Cachoeira (Ilhéus – BA), em Janeiro de 2008

A maré medida em Ilhéus e, por extensão, as marés do litoral central da Bahia, podem ser classificadas como semidiurnas de acordo com o número de forma definido em POND e PICKARD, 1978:

$$F = \left(\frac{(K_1 + O_1)}{(M_2 + S_2)} \right),$$

onde F é o índice de classificação de marés, K1 é a constante lunar-solar diurna, O1 a constante lunar principal diurna, M2 a constante lunar principal semidiurna e S2 a constante solar principal semidiurna.

Para Ilhéus, tomados os valores do Quadro 8.1.6.1-3, tem-se um valor menor que 0.25, o que a classifica como semidiurna, isto é, o período da maré é de aproximadamente 12 horas, ocorrendo preamares e duas baixamares em 24 horas:

$$F = \frac{K1 + O1}{M2 + S2} = \frac{4.0 + 6.8}{67.5 + 27.7} = 0,11$$

- Regimes de Ondas

Quanto às ondas oceânicas, verificam-se poucos trabalhos disponíveis contendo medições de longa duração para a região costeira de Ilhéus (BA), muito embora tenham sido utilizados neste trabalho onze meses de dados locais de ondas medidos por um ADCP instalado na região. Os meios tradicionais de obter informações a respeito do regime de ondas são as publicações de estatísticas de onda e o conhecimento dos mecanismos responsáveis pela geração de ondas no oceano Atlântico Sul, com o auxílio de dados de velocidade dos ventos obtidos por satélite

As estatísticas de ondas disponíveis mostram a relação direta entre a direção e a velocidade dos ventos e a direção, altura e período das ondas incidentes na região costeira do Estado da Bahia. Observa-se que, durante o outono e o inverno, são comuns ondas dos setores E-SE, com alturas médias de 1,5 m e período médio de 6,5 s. Durante a primavera e o verão, ondas do octante N-NE, com alturas médias de 1,0 m e períodos médios de 5,0 s, dominam na costa (DAVIES, 1972).

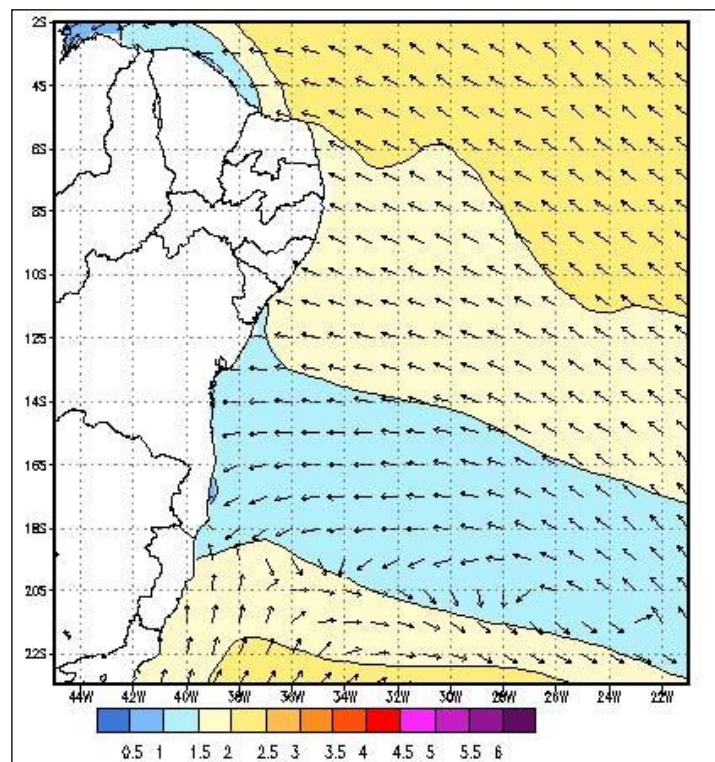
Uma forma de minimizar o problema do pequeno número de dados disponíveis é a utilização de modelos numéricos juntamente com a análise de dados. A análise apresentada a seguir é baseada em resultados de modelagem numérica oriundos do projeto ATLASUL, cujo objetivo é fornecer produtos operacionais de previsão oceânica e atmosférica através de modelos numéricos consagrados, como o POM (*Princeton Ocean Model*) e o WAVEWATCH-III, em diferentes escalas espaciais e temporais, visando à melhor representação das particularidades de cada região de interesse.

No estudo das ondas, são utilizados alguns termos como “vaga”, “mar local”, “mar quase local”, “marulho” ou “*swell*”. Vaga são as ondas que ainda estão sofrendo influência do vento que as gerou; em outras palavras, ainda estão em suas áreas de geração. Os marulhos ou *swell* são aquelas ondas que não mais estão sob a influência do vento que as gerou, ou seja, estão fora da área de geração. Um mar local é caracterizado pelas ondas que estão sendo geradas pelo vento local, de alta frequência, e um mar quase local, quando há energias em frequências inferiores, porém com mesma direção das de alta frequência, sendo gerados em áreas próximas às do mar local.

A caracterização dos estados de mar é feita em função de três parâmetros: altura significativa de onda - Hs, direção de Pico - Dp e período de pico - Tp. A altura significativa de onda é a média das maiores alturas de onda sendo estas 1/3 do total. Corresponde, aproximadamente, à altura relatada através de observação visual por um observador experiente. A direção de onda representa a direção proveniente das ondas, e o período de pico é aquele no qual a maior quantidade de energia da do registro de onda está concentrada.

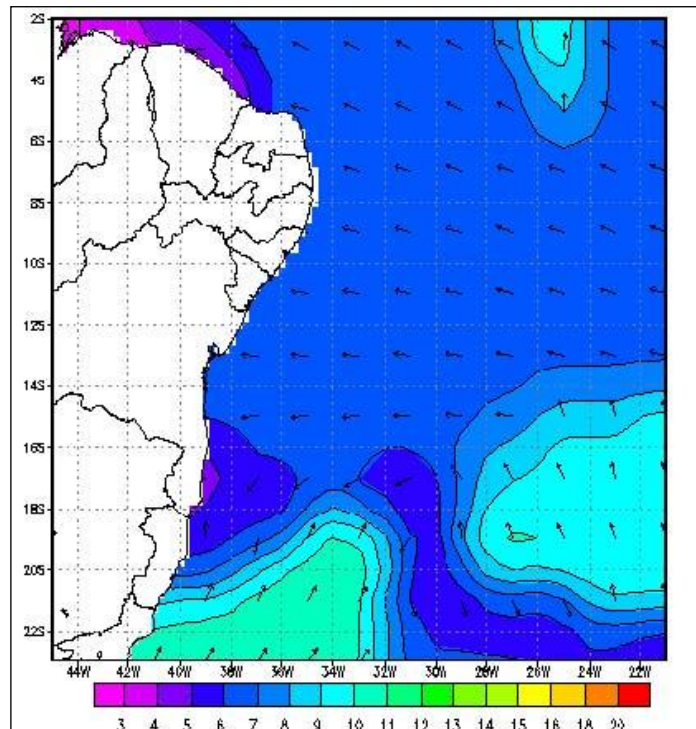
As condições de ondas que ocorrem no litoral brasileiro são bastante variáveis do ponto de vista dos fenômenos meteorológicos responsáveis por sua formação. Segundo INOCENTINI *et al.* (1999), a Região Nordeste, de Natal (RN) até Vitória (ES), é atingida por ondas que chegam, geralmente, de leste e nordeste, formadas por ventos do flanco esquerdo do Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul. O mesmo foi verificado por Nascimento *et al.* (2007), que analisaram frequências relativas das frentes de onda, usando-se dados locais dos ventos alísios, com série temporal de 1951 a 1972 (DHN, 1993). Neste estudo, verificaram-se as seguintes direções médias e frequências anuais de ondas dirigindo-se para a linha de costa: NE (31%), E (35%), SE (21%) e SSE (13%).

A situação descrita pode ser observada nas **Figuras 8.1.6.1.28 e 8.1.6.1.29**, onde são apresentadas, respectivamente, as alturas significativas e os períodos de pico.



Fonte: Projeto ATLASUL, 2009

Figura 8.1.6.1.28 - Campo de Altura Significativa em Metros e Direção para a Região Noroeste do Oceano Atlântico Sul

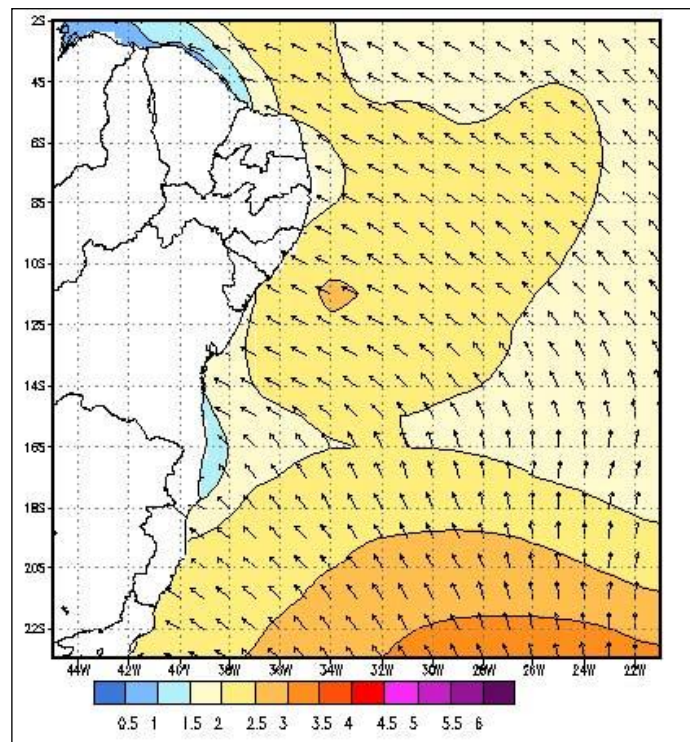


Fonte: Projeto ATLASUL, 2009.

Figura 8.1.6.1.29 - Campo de Período de Pico em Segundos e Direção para a Região Noroeste do Oceano Atlântico Sul

Na **Figura 8.1.6.1.28**, observam-se valores de altura significativa em torno de 1,5 m, com períodos de pico em torno de 7,0 s (**Figura 8.1.6.1.29**), provenientes da situação de mar descrita anteriormente (Região Nordeste).

Em algumas situações, essa região está sujeita, ainda, à influência de pistas enormes com ventos de sudeste. Essa situação pode ser observada na **Figura 8.1.6.1.29**.



Fonte: Projeto ATLASUL, 2009.

Figura 8.1.6.1.30 - Campo de Altura Significativa em Metros e Direção para a Região Nordeste do Oceano Atlântico Sul

Para a caracterização das ondas na região costeira próximas à área de influência do futuro porto, foram utilizados os dados provenientes do monitoramento realizado pela CEPEMAR Meio Ambiente na Ponta do Ramo, situado a 5,8 km do local estimado para a instalação do Porto Sul. A localização do ADCP é apresentada na **Figura 8.1.6.1.13** ($14^{\circ} 37' 32.83''$ S e $39^{\circ} 03' 29.02''$ W). As medições de ondas estão compreendidas entre 23/08/2008 e 08/09/2009 e somam 8583 registros.

A abordagem contempla dados referentes a onze conjuntos de dados, medidos no período entre agosto de 2008 e setembro de 2009.

As séries temporais da **Figura 8.1.6.1.31** mostram como os parâmetros das ondas se comportaram ao longo do tempo. Nesta figura os parâmetros considerados foram altura significativa (H_s), direção média (D_m) e período médio (T_z). Verifica-se que as direções médias apresentam pouca variação e apresentam-se predominantemente como ondas provenientes dos quadrantes E-ESE.

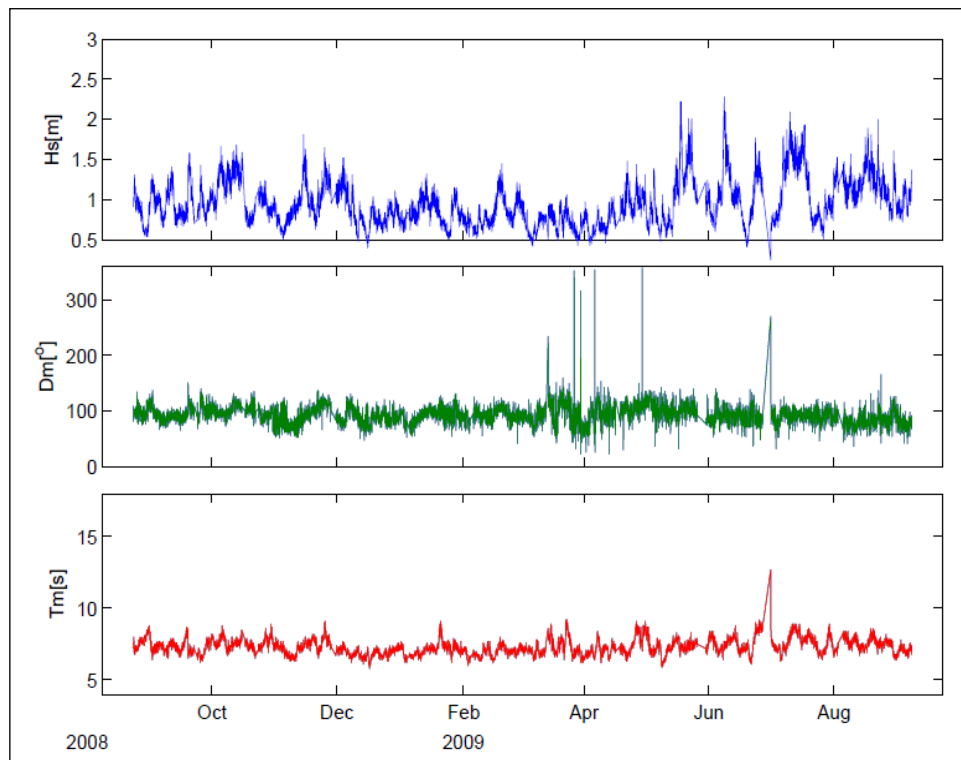


Figura 8.1.6.1.31 - Séries Temporais de Hs, Dm e Tz

Os parâmetros de ondas obtidos a partir dos 11 registros do ADCP foram agrupados e são apresentados como diagramas de dispersão nas **Figuras 8.1.6.1.32 e 8.1.6.1.33**. Neste tipo de gráfico, a predominância das direções ou períodos em relação às alturas significativas fica mais evidente. Verifica-se que o período predominante é de 7 a 8 segundos e as principais direções de proveniência das ondas são E e ESE, ambas para as ondas menores que 1,2 m. É possível observar ainda a maior ocorrência de alturas significativas (Hs) entre 0,8 e 1,4 m.

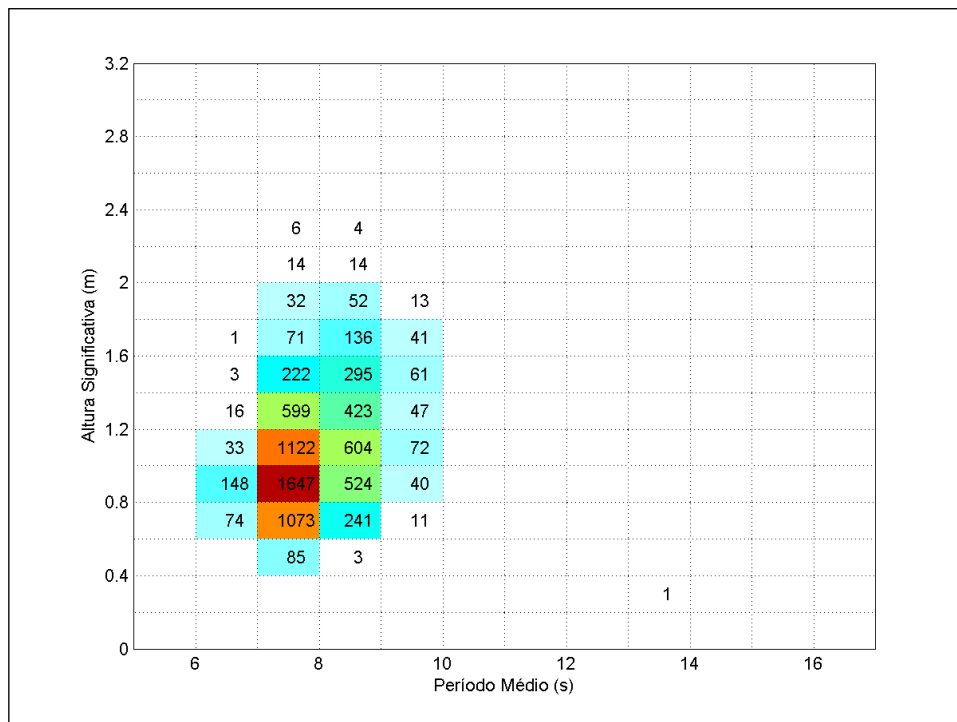


Figura 8.1.6.1.32 - Diagrama de Dispersão da Altura Significativa e Período Médio, Os Valores Correspondem ao Número de Ocorrências e as Cores Indicam o Grau de Ocorrência

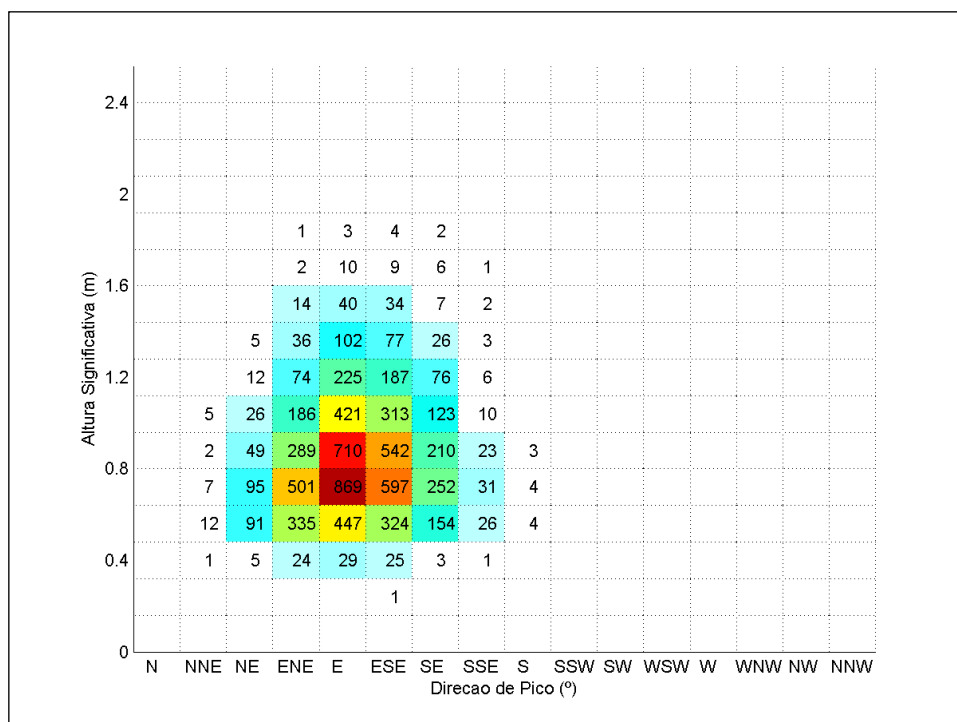


Figura 8.1.6.1.33 - Diagrama de Dispersão da Altura Significativa e Direção de Pico, Os Valores Correspondem ao Número de Ocorrências e as Cores Indicam o Grau de Ocorrência

O **Quadro 8.1.6.1.5** apresenta os valores máximos, médios e mínimos das ondas obtidos pelo ADCP instalado em Ponta do Ramo. As maiores alturas significativas registradas (2,9 m) correspondem ao período de inverno.

Quadro 8.1.6.1.5 - Valores Máximos, Médios e Mínimos dos Registros de Ondas Obtidos do ADCP

Parâmetro	Mínimo	Direção do Mín.	Data do Mínimo	Máximo	Direção do Máx.	Data do Máximo	Média	Desvio Padrão
Hs [m]	0,25	270	01-Jul-2009 09:44:00	2,28	91	08-Jun-2009 13:56:00	0,952	0,280
Hmax [m]	0,31	104	01-Jul-2009 09:44:00	2,90	85	08-Jun-2009 13:56:00	1,209	0,355
Tp [s]	5,00	166	01-Sep-2008 22:00:00	16,90	98	06-May-2009 18:00:00	7,682	1,300
Tm [s]	5,80	66	17-Dec-2008 01:30:00	12,70	270	01-Jul-2009 09:44:00	7,303	0,543

- Condições Extremas do Regime Hidrodinâmico

A maior ocorrência de tempestades no Atlântico Sul, no período de outono e inverno, deixa esse período do ano mais propício ao acontecimento de eventos extremos nas áreas de influência do empreendimento.

Essas tempestades são responsáveis pelas condições extremas de mar observadas na área de influência do porto, podendo gerar ondas de até 2,2 m em algumas situações, principalmente quando a região fica sujeita a enormes pistas de sudeste.

A caracterização dos extremos de corrente baseou-se nos dados obtidos por derivadores do Projeto PNBOIA, que estiveram na região, e nos dados de correntes medidos localmente pela CEPEMAR. Os dados do PNBOIA indicam uma velocidade máxima de 0,83 m/s e direção sul na corrente superficial ao largo da região, enquanto, localmente, o valor extremo encontrado foi de 0,92 m/s na direção norte.

Os ventos extremos na região, obtidos com os dados do NCEP, apresentaram máximas intensidades em torno de 13 m/s e, na maior parte desses eventos, estiveram associados às direções N-NE e S-SE. O período de maior ocorrência desses eventos concentrou-se no mês de julho e entre os meses de dezembro e janeiro.

- Considerações Finais

Em face das informações disponibilizadas, tanto em literatura científica quanto em medições realizadas na região, foi possível constatar as seguintes características gerais:

- A variação sazonal da temperatura e da salinidade é pequena, sendo que a temperatura em superfície apresenta variação entre 25 e 28°C e a salinidade varia entre 36,5 e 37.
- As ondas têm alturas significativas em torno de 0.9 m e período próximo a 7.5 s, em média. No entanto, em situações de ventos persistentes de sudeste, mais comuns no período de inverno, as ondas podem alcançar mais de 2 m de altura e ter períodos entre 10 e 14 s.
- A maré medida em Ilhéus e, por extensão, as marés do litoral central da Bahia, podem ser classificadas como semidiurnas, isto é, o período da maré é de aproximadamente 12 horas, ocorrendo preamares e duas baixamars em 24 horas.
- As correntes na região oceânica ao largo da região de influência do empreendimento são influenciadas pela Corrente do Brasil e, embora pouco estudadas, têm direção predominante variando entre S e SW, com velocidades entre 0,3 e 0,7 m/s. Alguns

aspectos de sua dinâmica ainda não foram confirmados, como a existência de uma possível célula de recirculação costeira nas proximidades da região. Outros fatores importantes e que carecem de maiores conhecimentos são a localização e o período da bifurcação da Corrente Sul Equatorial, que podem gerar correntes em direções opostas às predominantes, dependendo da latitude de sua ocorrência. Localmente, as correntes possuem direção predominante NE-SW e rumam em ambos os sentidos com velocidades médias da ordem de 0,2 m/s. Em eventos extremos, podem alcançar velocidades próximas a 1 m/s na superfície devido ao arrasto do vento.

8.1.6.2 Hidrodinâmica Costeira

O presente trabalho tem por objetivo analisar o comportamento da linha de costa nas vizinhanças do Porto de Ilhéus (Bahia) e no entorno da área prevista para a implantação do Porto Sul, com vistas a avaliar a influência da estrutura do futuro porto na configuração da linha de costa vizinha. Esta análise foi realizada para um intervalo de tempo de 49 anos, entre 1960 e 2009, procurando desta maneira oferecer elementos para a avaliação dos impactos ambientais decorrentes da implantação do futuro porto público de Aritaguá.

- Evolução da Linha de Costa durante os Últimos 49 anos

Análise 1

A observação da **Figura 8.1.6.2.1** mostra que a linha de costa pode ser subdividida em 04 setores em função do comportamento exibido nos últimos 49 anos, os quais são descritos a seguir de sul para norte (**Figuras 8.1.6.2.1 a 8.1.6.2.6**).

Setor I - estende-se da foz do rio Cachoeira até o enrocamento do porto de Ilhéus - este trecho apresentou uma acentuada progradação da linha de costa entre 100 e até quase 350 m, devido à retenção de sedimentos transportados pelos agentes litorâneos junto ao enrocamento (**Figuras 8.1.2.2.1 e 8.1.6.2.3**).

Setor II - este setor situa-se imediatamente a norte do porto de Ilhéus e também se caracteriza por progradação da linha de costa de algumas dezenas de metros, alcançando localmente até 100m. A alimentação deste segmento deveu-se, provavelmente a um transporte sedimentar direcionado de norte para sul (**Figuras 8.1.2.6.1 e 8.1.2.6.4**). Na extremidade noroeste deste trecho ocorreu no período um pequeno recuo erosivo da linha de costa (Setor IIa).

Setor III - este setor compreende a margem direita do rio Almada que apesar de ligeiramente côncava, progradou, também no período investigado, da ordem de várias dezenas de metros. A alimentação deste segmento de norte para sul, provavelmente está relacionada ao rompimento do pontal arenoso presente nos anos de 1960 e 1998, e a migração deste estoque de areia, pela ação de ondas e marés no sentido do continente e sua incorporação final ao banco côncavo do rio Almada (**Figuras 8.1.6.2.5 e 8.1.6.2.6**).

Setor IV - este setor está situado a norte da foz do rio Almada. Este trecho se caracterizou durante o intervalo deste estudo, por erosão e recuo da linha de costa da ordem de várias dezenas de metros (**Figuras 8.1.6.2.1 e 8.1.6.2.7**). A razão mais óbvia para esta erosão é a retenção de sedimentos pelo enrocamento do porto de Ilhéus (**Figura 8.1.6.2.3**).

A análise da **Figura 8.1.6.2.1** mostra que os valores de EPR e LRR, são muito semelhantes, porém nos setores I e III os valores de LRR são inferiores aos de EPR indicando que as taxas

de progradação diminuíram ao longo do tempo. Infelizmente a indisponibilidade de fotos para as décadas de 70 e 80, não permitiu uma análise mais detalhada do comportamento das taxas de variação da linha de costa ao longo do tempo.

Em termos de variações de volume experimentadas nos quatro setores mencionados acima, as mesmas foram calculados multiplicando-se a área representada pela variação da linha de costa por uma espessura média de 12 m (**Figura 8.1.6.2.8** e **Quadro 8.1.6.2.1**). Este valor corresponde à espessura de sedimentos arenosos, determinadas a partir de duas sondagens realizadas pelo método SPT, pelo consultor, na linha de costa ao norte do porto de Ilhéus.

Quadro 8.1.6.2.1 - Análise 1 - Variações Volumétricas Experimentados para os Diferentes Setores da Linha de Costa para o Intervalo de 49 anos, com Base no Pressuposto que a Espessura do Pacote de Areia Resultante da Progradação da Linha de Costa se Situa em Torno de 12 Metros

Trecho	Comportamento	Área (m ²)	Volume (m ³)	Taxa (m ³ /ano)
I	Progradação	636.255,37	7.635.064,41	155.817,64
II	Progradação	76.398,88	916.786,54	18.709,93
IIa	Erosão	-9.154,47	-109.853,64	-2.241,91
III	Progradação	74.879,80	898.557,55	18.337,91
IV	Erosão	-285.485,06	-3.425.820,72	-69.914,71

É interessante notar que o valor em m³/ano, para a taxa de acumulação para o Setor I, corresponde aproximadamente ao valor médio estimado para a taxa de transporte de sedimentos, modelada para o trecho entre a foz do rio Almada e a Ponta da Tulha, pela Scott-Wilson. De outro lado as taxas de transporte para sul, determinadas pela mesma modelagem parecem estar subestimadas.

Silva (2007) modelou a produção de sedimentos do rio Cachoeira e concluiu que este rio apresenta uma descarga sólida da ordem de 79.515 m³/ano o que representa apenas metade da taxa anual de deposição para o Setor I, sugerindo a existência de outras fontes de sedimento mais a montante.

Um total de 114 transectos foi utilizado na Análise 1 (**Figura 8.1.6.2.9**).

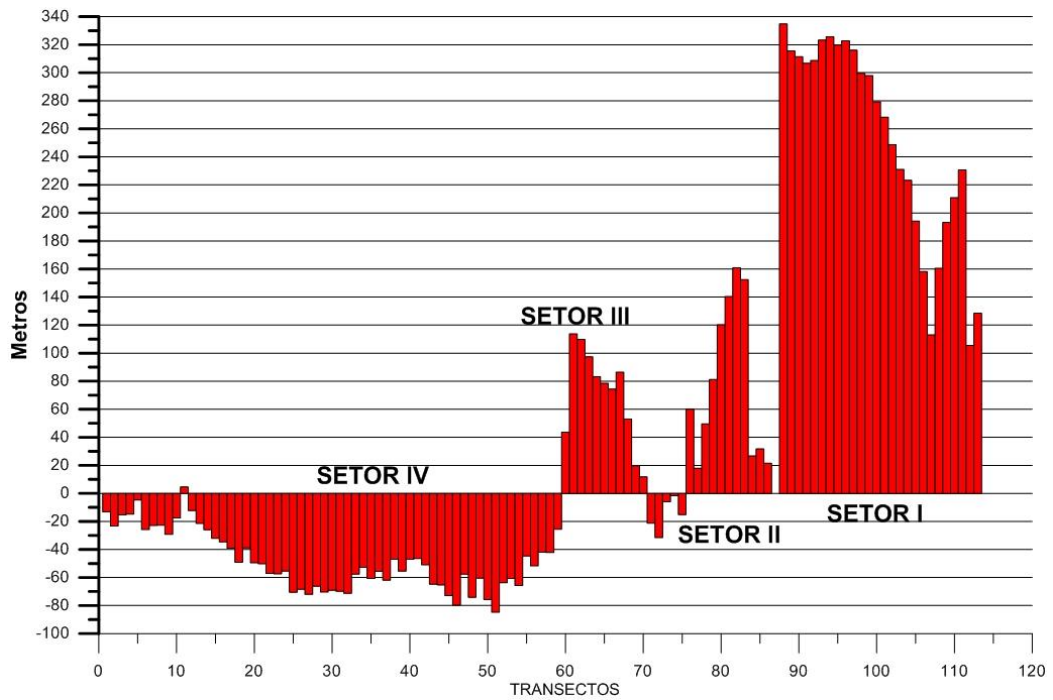
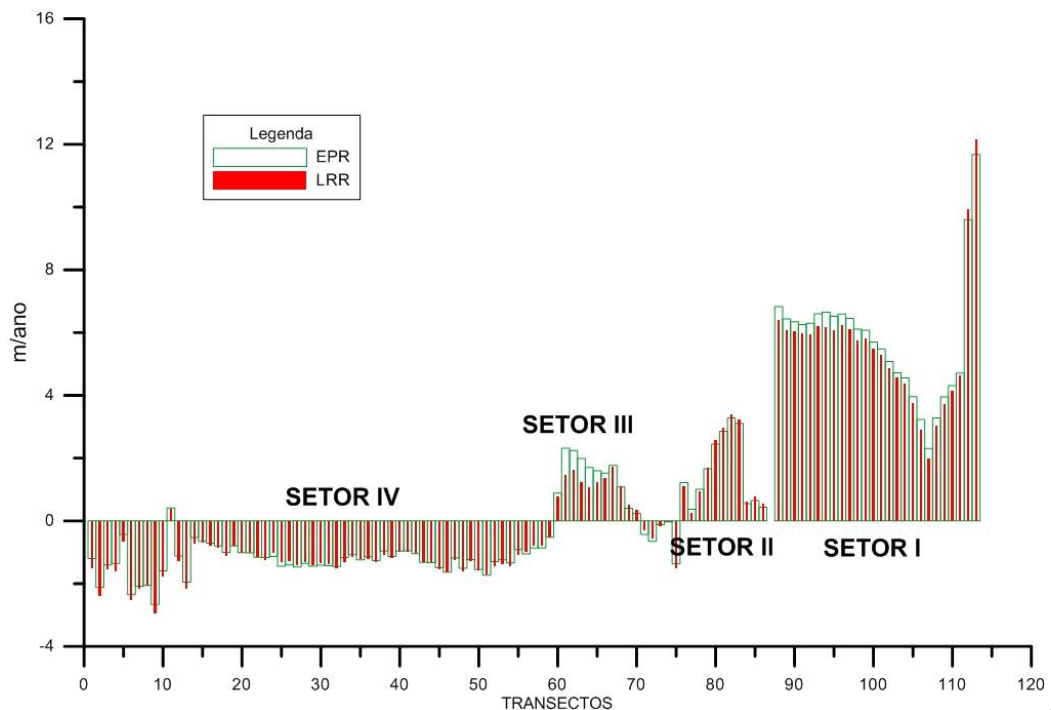


Figura 8.1.6.2.1 - Resultados da Análise I - Distância Entre a Posição da Linha de Costa mais Antiga (1960) e mais Recente (2009) (*Net Shoreline Movement*), Calculada para Cada um dos Transectos Mostrados na Figura 8.1.6.2.9



EPR = *End Point Rate* – é a razão da distância entre as posições mais antiga e mais recente ocupadas pela linha de costa, dividida pelo tempo transcorrido. LRR = *Linear Regression Rate of Change* – determinado pelo ajuste de uma curva de regressão a todos os pontos ocupados pela linha de costa ao longo de um determinado transecto.

Figura 8.1.6.2.2 - Resultados da Análise 1. Parâmetros Estatísticos Calculados a Partir dos Traçados da Linha de Costa para Diferentes Anos, ao Longo dos Transectos Mostrados na Figura 8.1.6.2.9.



Figura 8.1.6.2.3 - Setor I - Caracterizado por Progradação da Linha de Costa. Foto do ano de 2009



Figura 8.1.6.2.4 - Setor II - Caracterizado por Progradação da Linha de Costa. Foto do ano de 2009. Observar que na Extremidade Noroeste deste Trecho (Referida no Texto como Setor IIA, Ocorreu uma Pequena Erosão da Linha de Costa

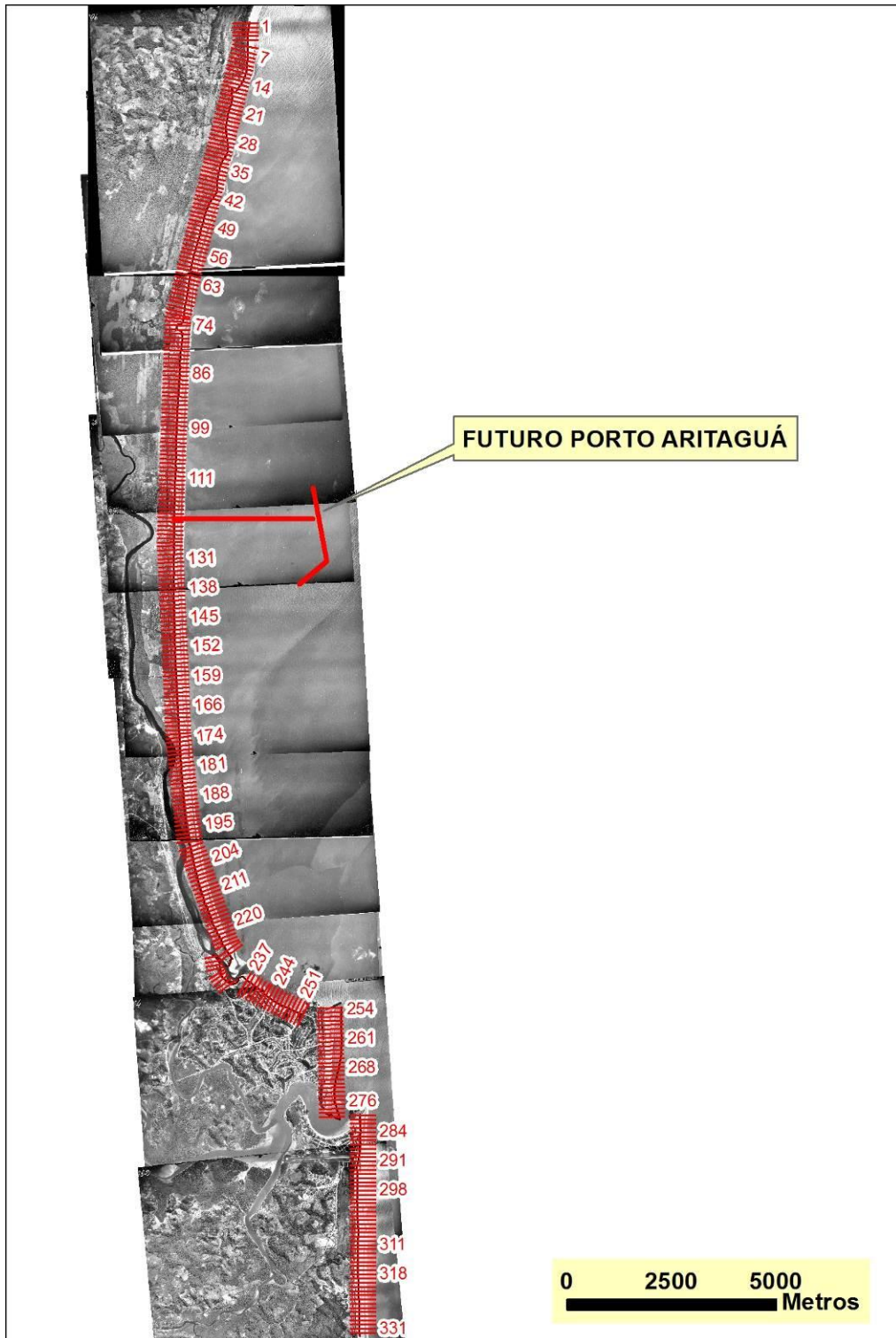


Figura 8.1.6.2.5 - Localização dos 333 Transectos Utilizados na Análise 2 do Comportamento da Linha de Costa



Figura 8.1.6.2.6 - Setor III. Caracterizado por Progradação da Margem Côncava do Rio Almada. Foto do ano de 2009

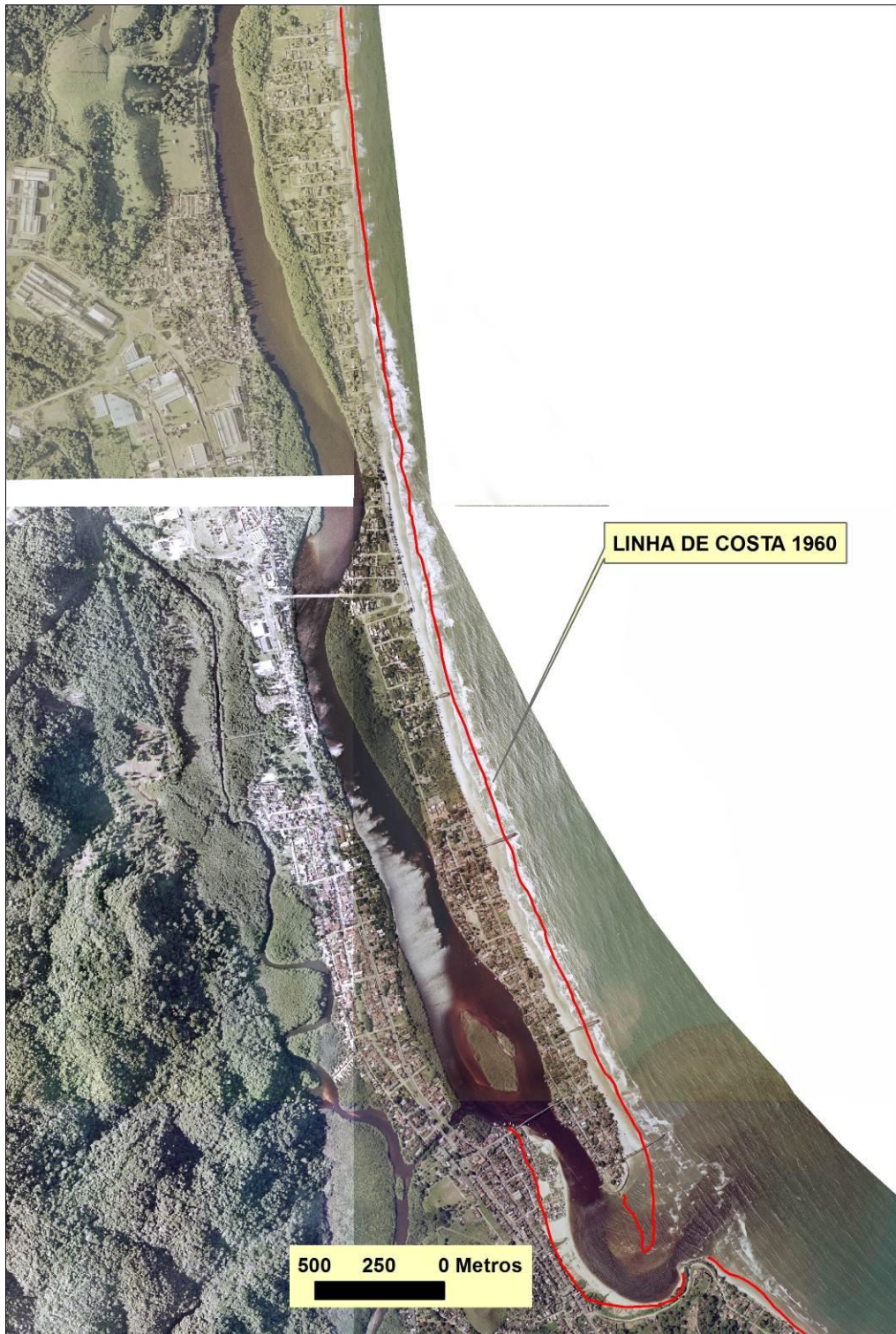


Figura 8.1.6.2.7 - Setor IV. Caracterizado por Recuo Erosivo da Linha de Costa. Foto do ano de 2009

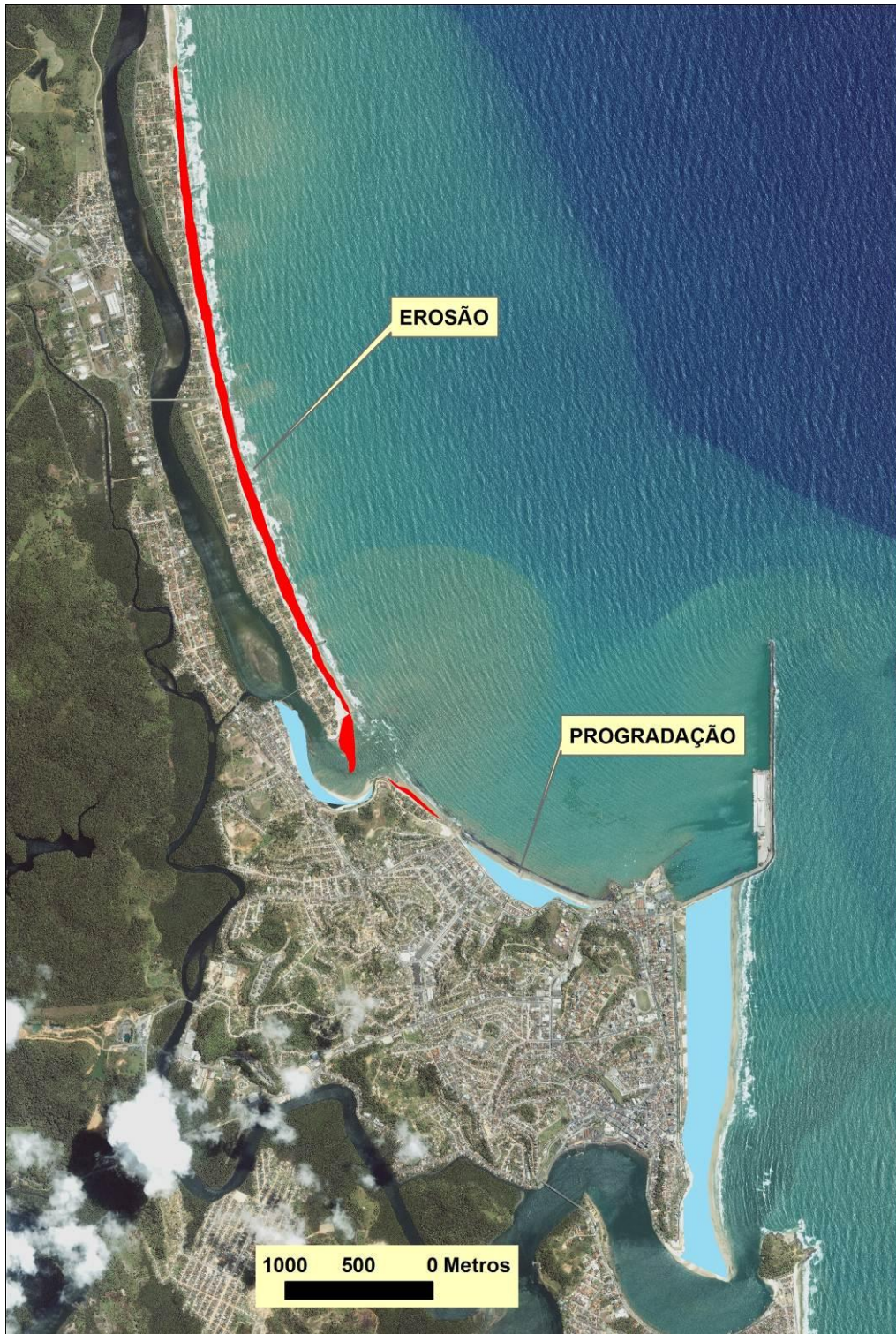


Figura 8.1.6.2.8 - Distribuição das Áreas Erodidas e Progradadas no Período 1960-2009



Figura 8.1.6.2.9 - Localização dos 114 Transectos Utilizados na Análise 1 do Comportamento da Linha de Costa

Análise 2

A análise do comportamento da linha de costa para um trecho mais ampliado, mostra que podemos acrescentar aos 04 setores identificados na Análise 1, mais dois outros setores descritos a seguir (**Figuras 8.1.6.2.5, 8.1.6.2.10 e 8.1.6.2.11**):

Setor I.S - este trecho está situado a sul da embocadura do rio Cachoeira. Pode-se observar claramente que neste trecho a linha de costa variou muito pouco, em comparação com o restante da área investigada. Adicionalmente as variações verificadas situam-se dentro da faixa de erro desta análise. Este comportamento é claramente exemplificado nas fotos das **Figuras 8.1.6.2.12 e 8.1.6.2.13**.

Setor IV - inclui e expande o Setor IV, identificado na Análise 1, no sentido norte até a foz do rio Itaipé. Este trecho mantém o seu comportamento erosivo, ainda que apresente uma progressiva diminuição de sua magnitude no sentido norte (**Figura 8.1.6.2.14**).

Setor IV.N - este setor está situado a norte da foz do rio Itaipé. Este trecho exhibe no seu início um comportamento ligeiramente progradante, seguido no sentido norte por um pequeno recuo da linha de costa (**Figuras 8.1.6.2.15 e 8.1.6.2.16**). Deve-se chamar a atenção que este trecho apresenta características fisiográficas, diferentes do Setor IV a sul. O Setor IV.N apresenta uma linha de costa ondulada, devido à presença de 03 pequenos salientes formados em decorrência da proximidade de altos fundos. Assim a sua dinâmica está diretamente afetada pela presença destas feições, sendo deste modo mais adequado separá-lo do Setor IV, propriamente dito.

Em termos de variações de volume experimentadas nos setores identificados como resultado da Análise 2, e utilizando os mesmos critérios utilizados anteriormente (12 metros de espessura para o pacote de areia, é possível obter os valores apontados no **Quadro 8.1.6.2.2 e Figura 8.1.6.2.17**. É interessante observar que se os Setores I.S e IV.N forem eliminados desta análise, as áreas que experimentaram erosão e progradação são praticamente equivalentes, o que sugere que a erosão da linha de costa a norte do porto de Ilhéus, decorrente da construção do mesmo, se estendem até aproximadamente a foz do rio Itaipé, ou seja cerca de 18 km ao norte do porto.

Quadro 8.1.6.2.2 - Análise 2. Variações Volumétricas Experimentadas para os Diferentes Setores da Linha de Costa para o Intervalo de 49 anos, com Base no Pressuposto que a Espessura do Pacote de Areia Resultante da Progradação da Linha de Costa se Situa em Torno de 12 Metros

Trecho	Comportamento	Área (m ²)	Volume (m ³)	Taxa (m ³ /ano)
I.S	Progradação	17.555,45	210.665,45	4.299,29
I	Progradação	636.255,37	7.635.064,41	155.817,64
II	Progradação	76.398,88	916.786,54	18.709,93
IIa	Erosão	-9.154,47	-109.853,64	-2.241,91
III	Progradação	74.879,80	898.557,55	18.337,91
IV	Erosão	-789.423,78	-9.473.085,39	-193.328,27
IV.N	Erosão	-119.469,50	-1.433.634,02	-29.257,84

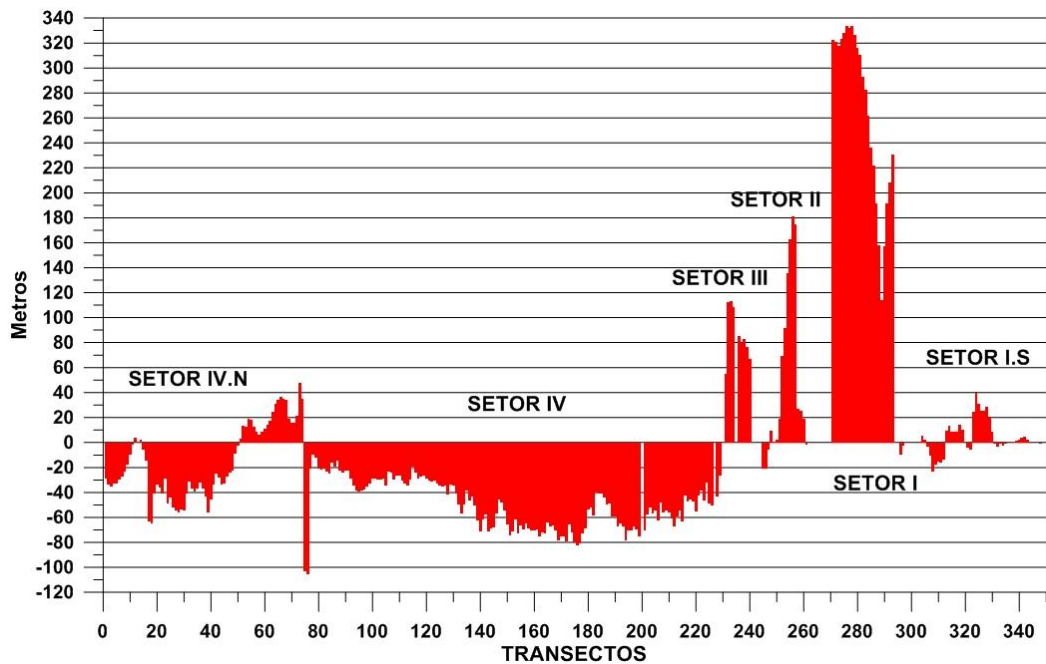
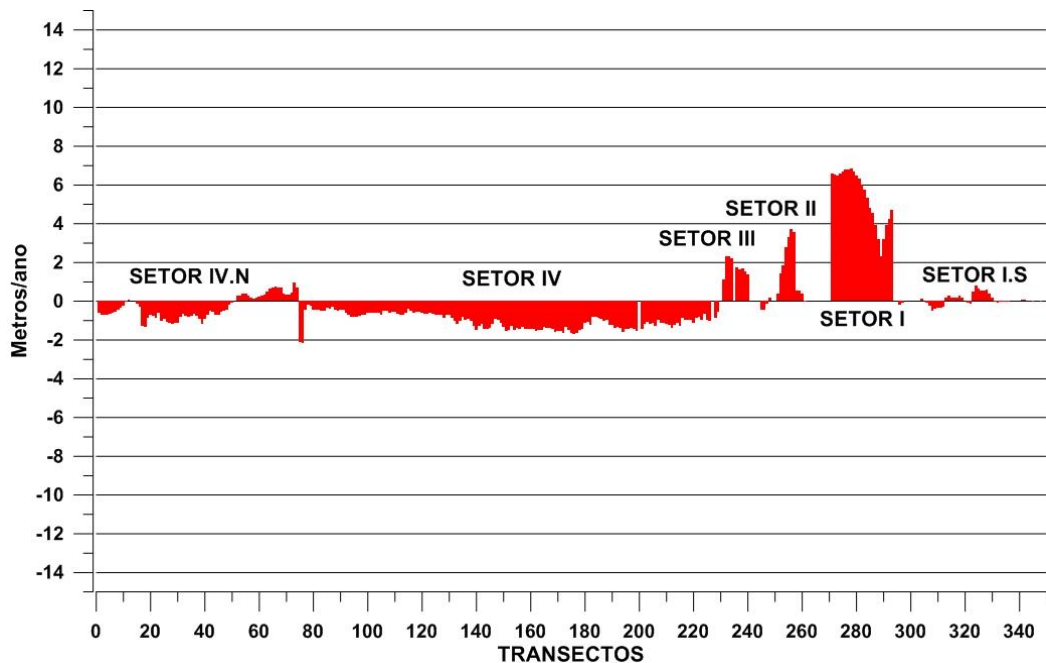


Figura 8.1.6.2.10 - Resultados da Análise 2 - Distância entre a Posição da Linha de Costa mais Antiga (1960) e mais Recente (2009) (*Net Shoreline Movement*), Calculada para Cada um dos Transectos Mostrados na Figura 8.1.6.2.7



EPR = End Point Rate – é a razão da distância entre as posições mais antiga e mais recente ocupadas pela linha de costa, dividida pelo tempo transcorrido.

Figura 8.1.6.2.11 - Resultados da Análise 2. Parâmetro EPR Calculados a Partir dos Traçados da Linha de Costa para os anos 1960 e 2009, ao Longo dos Transectos Mostrados na Figura 8.1.6.2.5



Figura 8.1.6.2.12 - Setor I.S. Neste Setor a Linha de Costa Permaneceu Estável Experimentando Pequenas Oscilações como Mostram as Fotos Acima. A linha Vermelha Corresponde à Linha de Costa de 1960 Vizinhanças do Transecto 291



Figura 8.1.6.2.13 - Setor I.S. Neste Setor a Linha de Costa Permaneceu Estável Experimentando Pequenas Oscilações como Mostram as Fotos Acima. A linha Vermelha Corresponde à Linha de Costa de 1960. Vizinhanças do Transecto 318

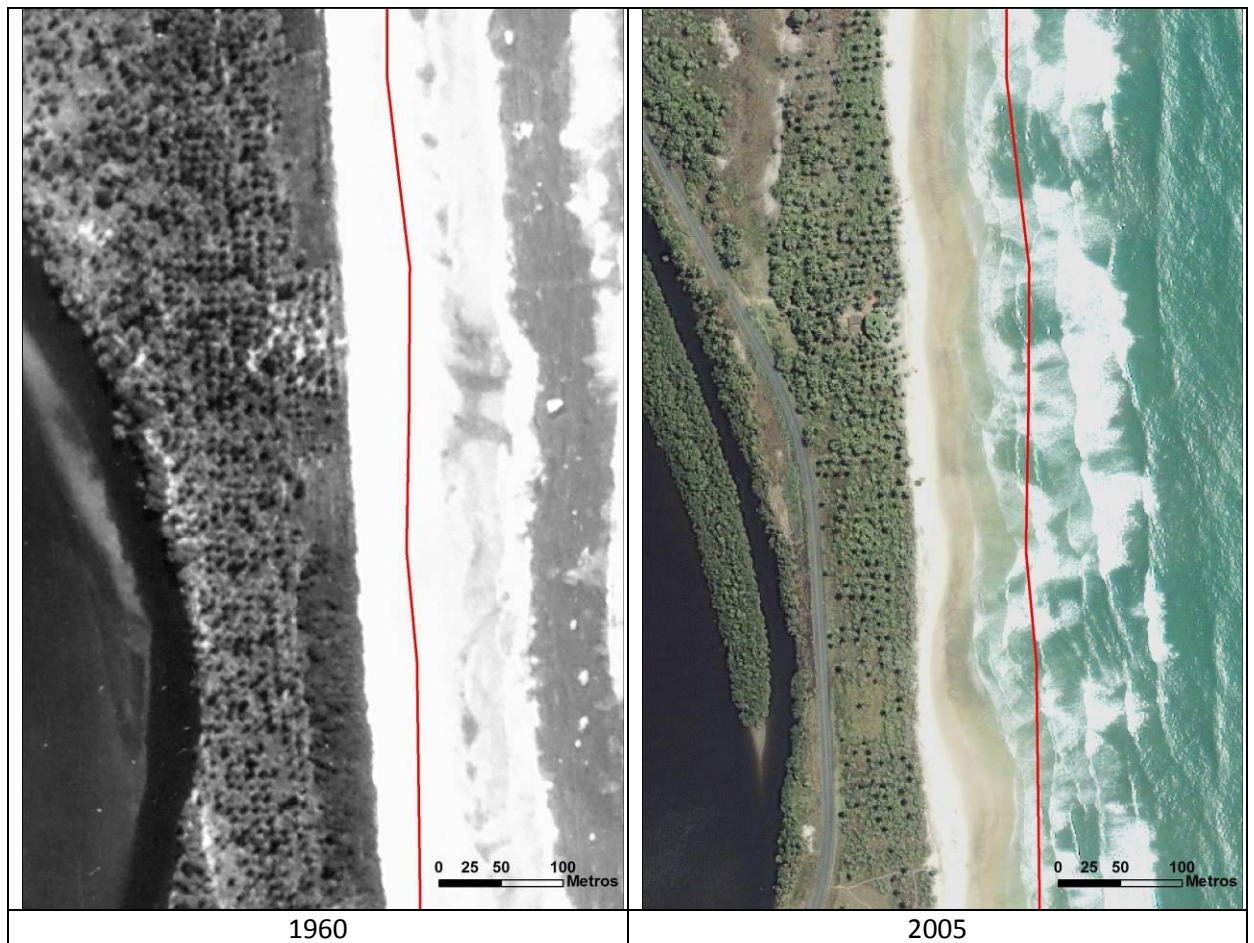


Figura 8.1.6.2.14 - Setor IV - Trecho a Norte do Limite da Análise 1. Neste Setor Continua o Processo de Recuo Erosivo da Linha de Costa. A Linha Vermelha Corresponde à Posição de Linha de Costa em 1960. Vizinhanças do Transecto 174

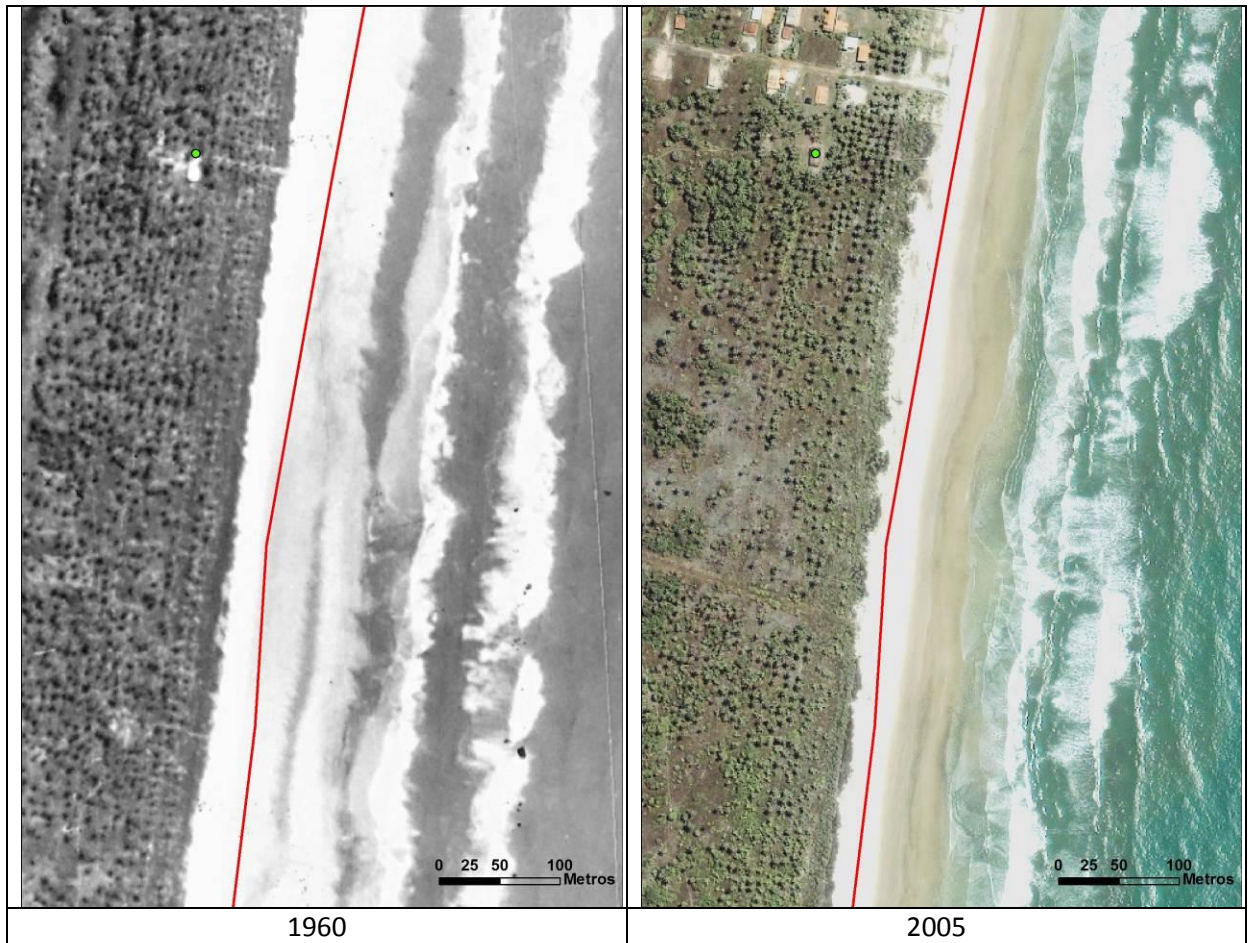


Figura 8.1.6.2.15 - Setor IV.N – Este é o Único Trecho a Norte da Foz do Rio Almada onde se Verificou um Pequeno Avanço da Linha de Costa (Progradação) Situado Imediatamente a Norte da Foz do Pequeno Rio Itaipé Vizinhanças do Transecto 66.

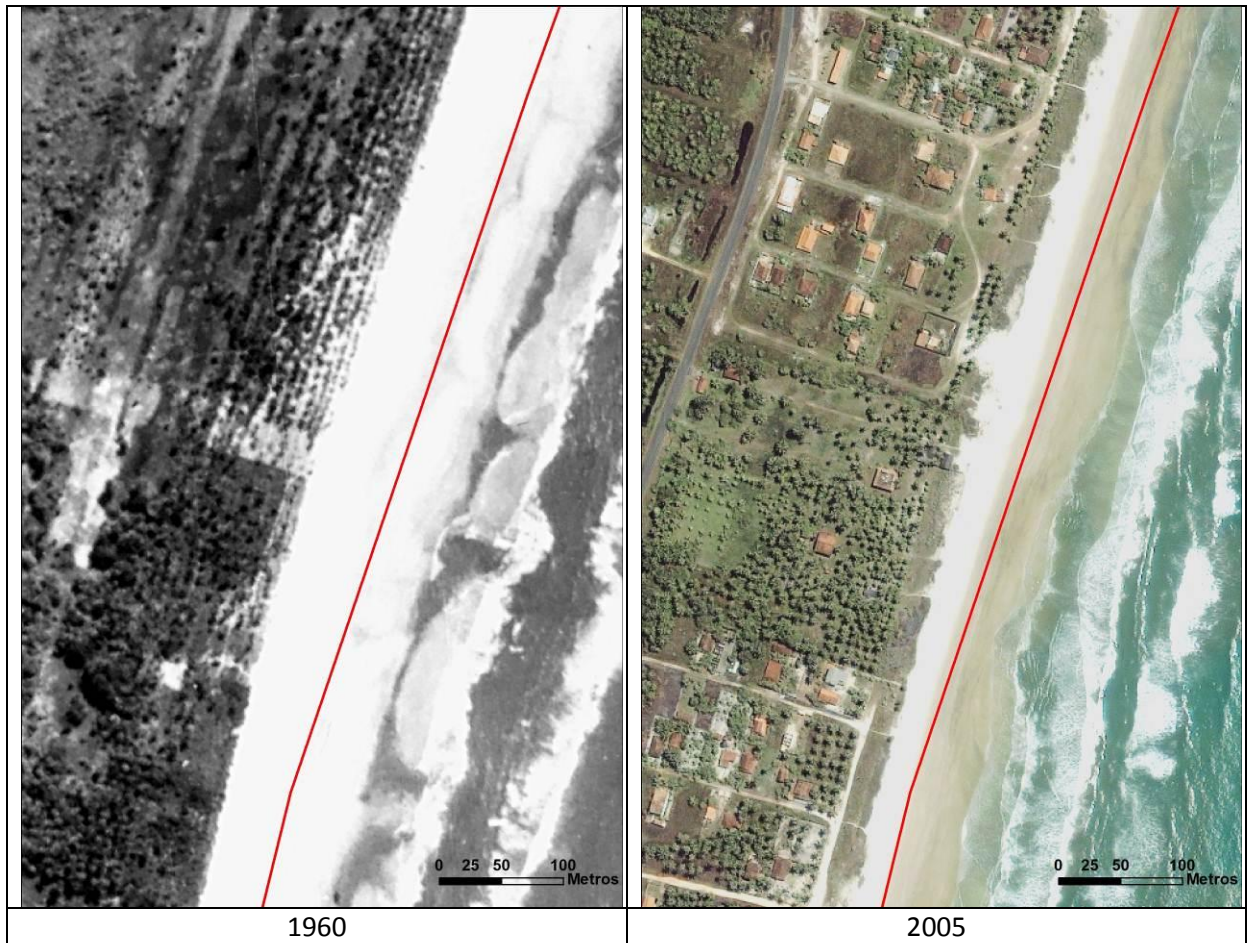


Figura 8.1.6.2.16 - Setor IV.N - Próximo ao Limite Norte do Trecho Estudado o Comportamento da Linha de Costa é de Novo Erosivo. Porém com Magnitude muito Reduzida. A Linha Vermelha Corresponde à Posição de Linha de Costa em 1960. Vizinhanças do Transecto 54, Situado na Porção mais a Norte do Setor IV.N

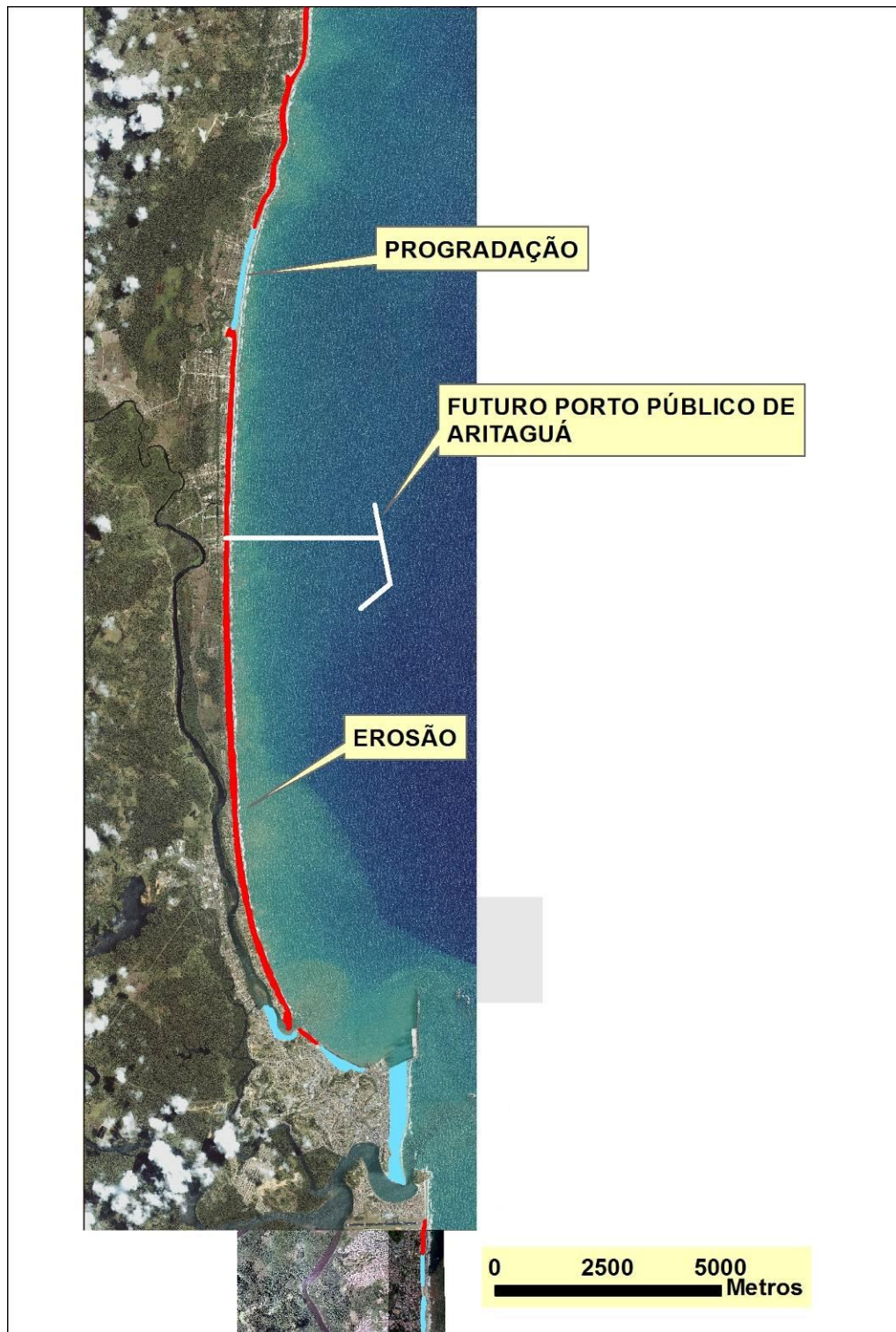


Figura 8.1.6.2.17 - Análise 2. Distribuição das Áreas Erodidas e Progradadas no Período 1960-2009

- Resultados

Qualquer obra de engenharia que altere a propagação de ondas e correntes ao longo da linha de costa, tem o potencial de causar erosão/progradação da linha de costa. Isto ficou bem demonstrado pelas modificações experimentadas na posição da linha de costa nos últimos 49 anos em decorrência da construção do porto de Ilhéus. A construção do porto de Aritagua não deverá ser diferente. Devido ao “layout” do porto, um saliente se formará junto a linha de costa como já aconteceu, por exemplo, em portos “*offshore*” construídos nos estados de Sergipe e Alagoas (**Figuras 8.1.6.2.18 e 8.1.6.2.19**).

As modelagens realizadas com o objetivo de avaliar os efeitos da implantação do Porto Sul na linha de costa, apresentadas em item específico, indicam que a construção do porto em Aritaguá deverá provocar a formação de um saliente com uma área aproximada de 472.000 m², que corresponde a cerca de 75% da área criada a sul do porto de Ilhéus (636.000 m²), em função da retenção de sedimentos pelo enrocamento. Pode-se deduzir, portanto que a interferência do porto sobre a linha de costa a norte deste saliente será bastante significativo e deverá certamente se estender por talvez mais de uma dezena de quilômetros, sobrepondo-se assim a erosão que já afeta este trecho do litoral. As **Figuras 8.1.6.2.20 e 8.1.6.2.21** mostram a indicação da configuração final de linha de costa prevista com os trabalhos de modelagem ao cabo de 30 anos, para o saliente que deverá se formar, em decorrência da construção do porto de Aritaguá, assim como o recuo da linha de costa a norte que poderá alcançar até 100m segundo os resultados obtidos na modelagem.

Existem alternativas de gerenciamento costeiro e de contenção de processos erosivos, que podem ser adotados para enfrentar problemas desta natureza, todas sustentadas em investigações e prognósticos mais detalhados. Contudo, abe observar que a implantação de estruturas rígidas deverão apenas transferir o problema da erosão mais para norte, além de impactar seriamente a qualidade recreativa das praias onde as mesmas forem implantada.

Soluções como estas deverão ser avaliadas com muito cuidado, pois tem o potencial de transformar todo o trecho entre o futuro porto e a ponta do Ramo naquilo que atualmente acontece no bairro do Norte, com a linha de costa bastante degradada por obras de contenção rígida. Observe-se ainda que as obras de engenharia implantadas no bairro do Norte não surtiram grande efeito na contenção da erosão, com a linha de costa experimentando erosão até hoje como mostram as **Figuras 8.1.6.2.22 a 8.1.6.2.24**.



Figura 8.1.6.2.18 - Exemplo de Saliente Formado em Decorrência da Construção de um Porto “*offshore*” ao Norte de Aracaju



Figura 8.1.6.2.19 - Exemplo de Saliente Formado em Decorrência da Construção de um Porto “*offshore*” ao Sul de Maceió

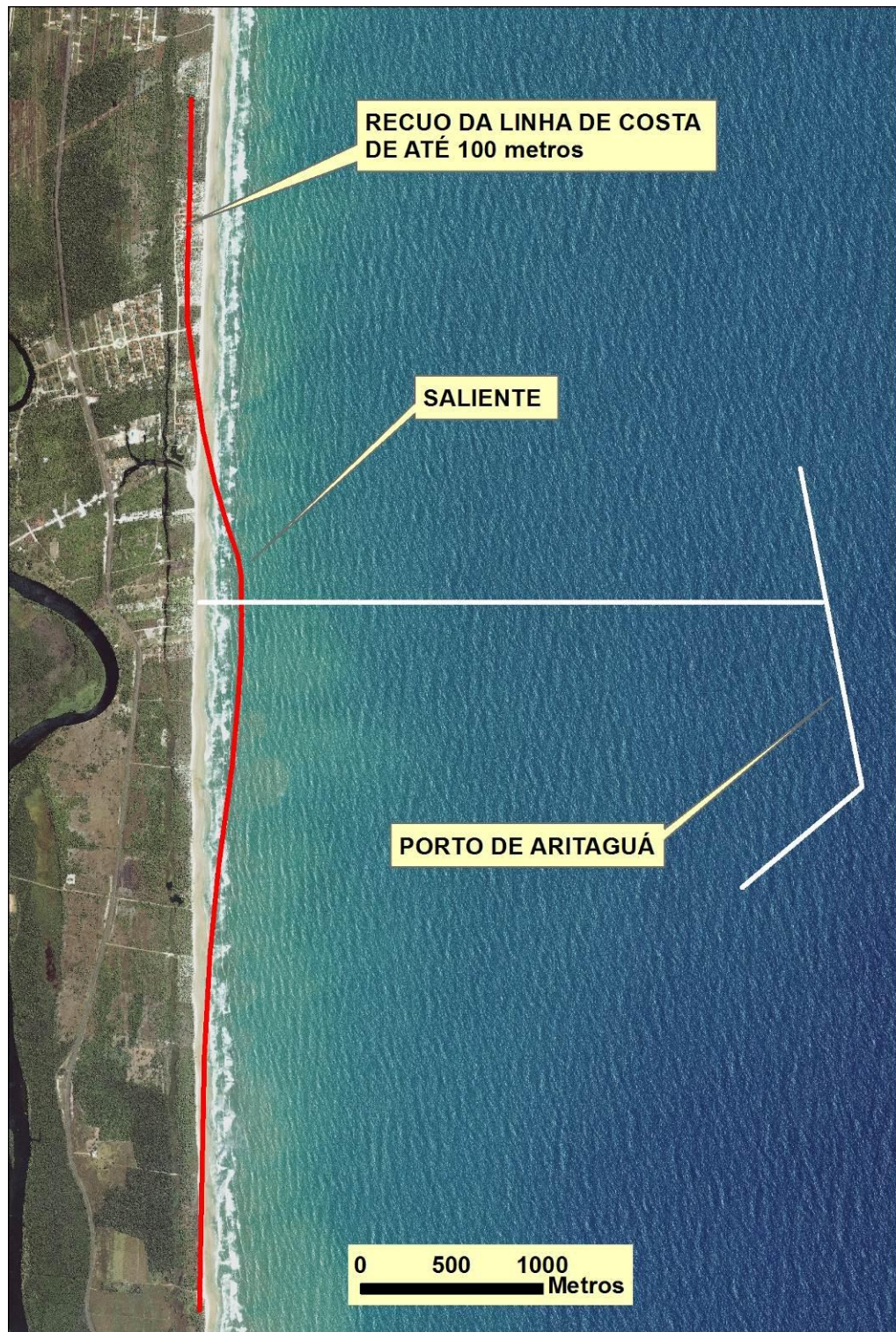
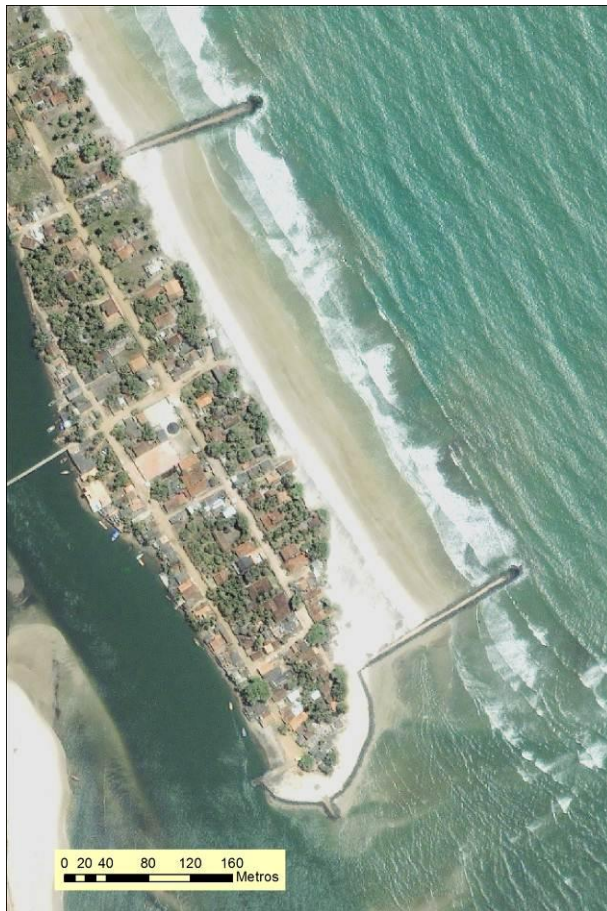


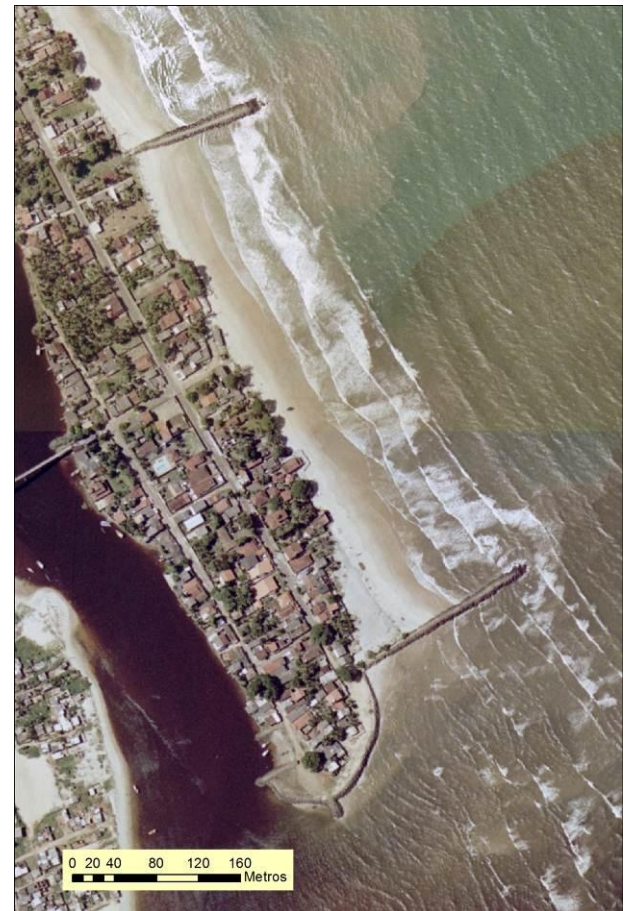
Figura 8.1.6.2.20 - Saliente que Deverá se Formar em Decorrência da Construção do Porto de Aritaguá, Segundo Modelagem Realizada pela Scott-Wilson. Observar que os Resultados da Modelagem do Comportamento da Linha de Costa Disponibilizados no Relatório da Scott-Wilson, se Limitam ao Trecho Representado na Figura



Figura 8.1.6.2.21 - Previsão da Posição da Linha de Costa Imediatamente a Norte do Saliente 30 anos após a Construção do Porto de Aritaguá, Segundo Resultados da Modelagem Realizada pela Scott-Wilson. Esta Erosão, em Magnitude Decrescente, muito Provavelmente se Estenderá por mais de uma Dezena de Quilômetros, a Norte

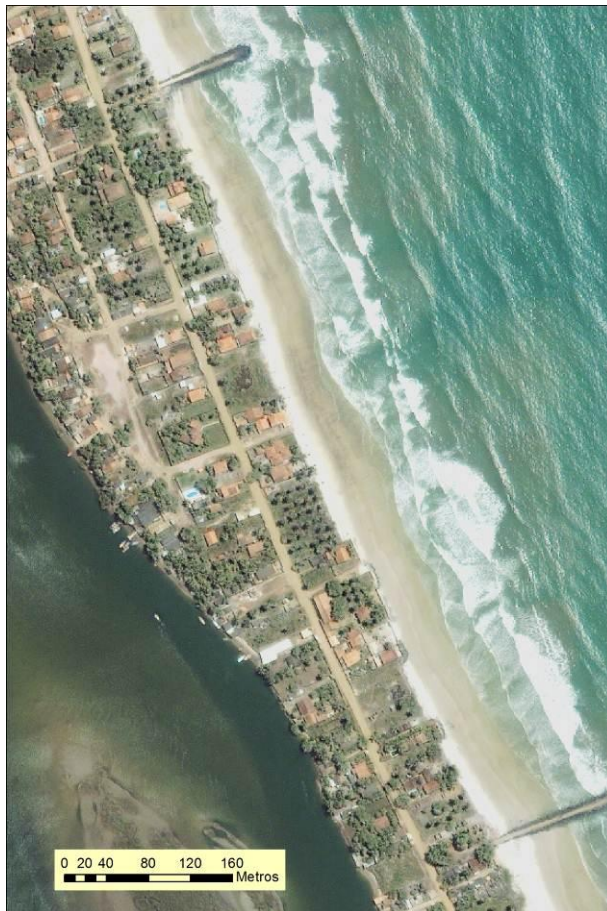


2005

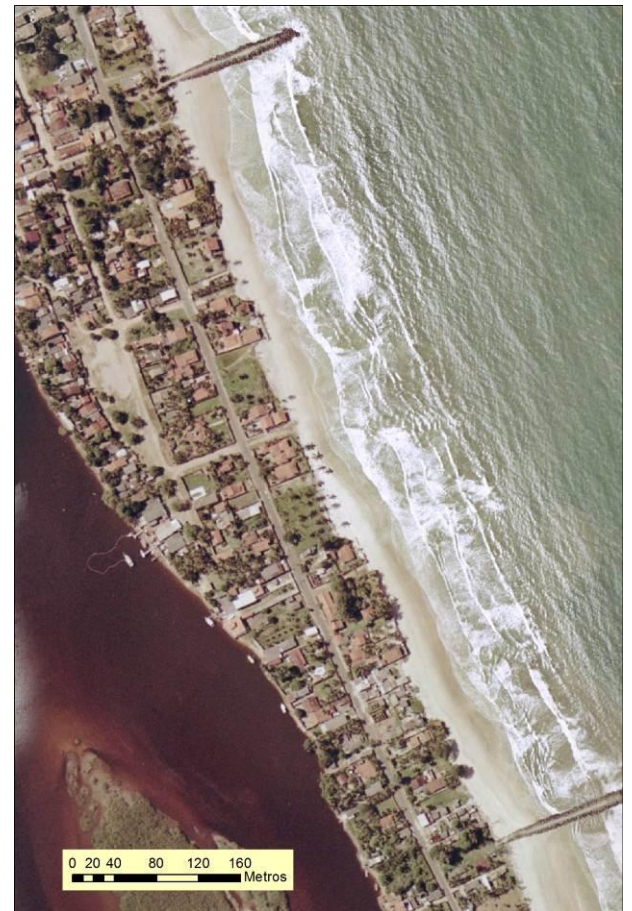


2009

Figura 8.1.6.2.22 - Comparação entre as Fotos de 2005 e 2009, Mostrando que a Erosão Continua a Despeito da Construção dos Molhes



2005



2009

Figura 8.1.6.2.23 - Comparação entre as Fotos de 2005 e 2009, Mostrando que a Erosão Continua a Despeito da Construção dos Molhes



Figura 8.1.6.2.24 - Comparação entre as Fotos de 2005 e 2009, Mostrando que a Erosão Continua a Despeito da Construção dos Molhes

- Considerações Finais

A análise do comportamento da linha de costa nas vizinhanças do porto de Ilhéus, mostrou uma resposta complexa à construção do enrocamento do referido porto. Um volume excessivamente grande de sedimentos se acumulou à montante do enrocamento do porto, provocando a erosão de um volume equivalente à norte. Este efeito deletério se estendeu por mais de uma dezena de quilômetros.

A construção do porto de Aritaguá, deverá gerar, conforme indicado pelas modelagens realizadas, um saliente que reterá um volume de sedimentos da ordem de 75% daquele retido pelo enrocamento do porto de Ilhéus. Um recuo da linha de costa de até 100m, imediatamente a norte do saliente foi prevista nos trabalhos de modelagem. O desenvolvimento do saliente deverá se sobrepôr a erosão que já se verifica neste trecho, estendendo seu efeitos provavelmente por mais de uma dezena de quilômetros a norte, se compararmos com o que ocorreu com a construção do porto de Ilhéus.

8.1.6.3 Batimetria

A caracterização batimétrica da região diretamente afetada pelas obras do Porto Sul e da região adjacente foi realizada a partir de dados primário e secundários, a saber:

- Levantamento Batimétrico na área de intervenção do Porto Sul, realizado em agosto de 2011.
- Carta náutica 1210, da marinha do Brasil.
- *Metodologia*

O levantamento batimétrico foi realizado em agosto de 2011 e se concentrou na região de implantação do Porto Sul (**Figura 8.1.6.3.1**).

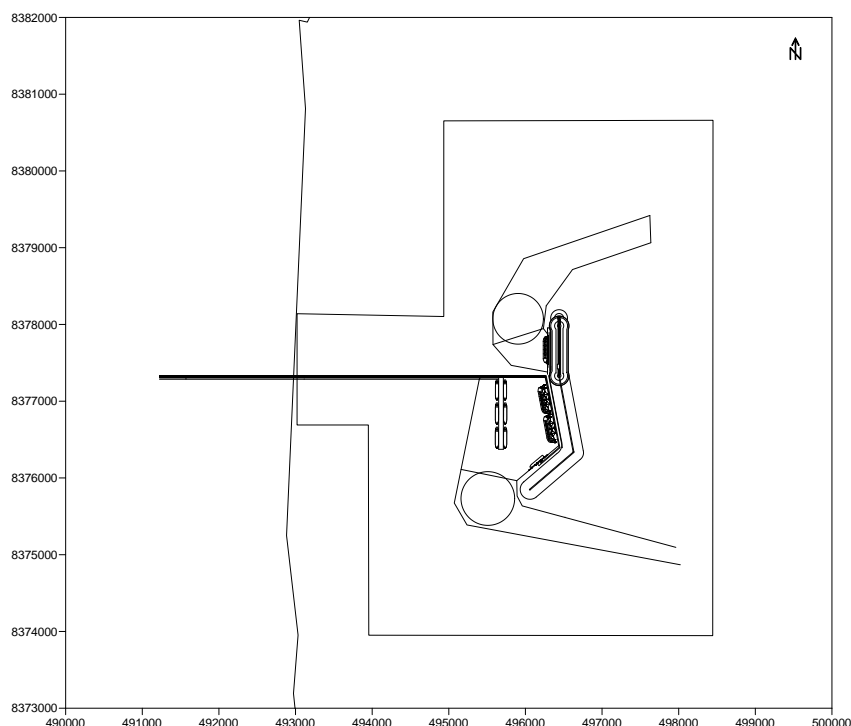


Figura 8.1.6.3.1 - Identificação da Área de Sondagem.

Para o levantamento da área acima mencionada foram adotados os procedimentos previstos na Instrução Técnica A-06A - Procedimentos para Levantamentos Hidrográficos Executados por Entidades Extra Marinha – Categoria B.

Para o posicionamento da embarcação, em tempo real, durante os levantamentos foi utilizado um equipamento GPS diferencial fabricado pela Hemisphere, modelo R220, o qual utiliza sinal de correção diferencial, o que possibilita uma precisão submétrica no posicionamento.

A obtenção das profundidades foi realizada através do emprego de um Ecobatímetro digital modelo Echotrac MKIII (**Figura 8.1.6.3.2 e Quadro 8.1.6.3.1**), fabricação Odom Hydrographyc Systems Inc., operando com um transdutor de 200 kHz de frequência, com precisão de 0,1% da profundidade e dotado de registro analógico.



Figura 8.1.6.3.2 - Sondagem batimétrica.

Quadro 8.1.6.3.1 - Características do Ecobatímetro de dupla frequência.

PARÂMETRO	ESCALA
Frequência	200 kHz
Potencia de Saída	350 W
Resolução	0.01 m
Acurácia	0.01 m +/- 0.1% da profundidade local
Profundidade Máxima	200 m
Faseamento	Mudança de escala automática, 10%, 20%, 30% de sobreposição ou manual
Velocidade do Som	1370 – 1700 m/s - Resolução 1 m/s
Profundidade do Transdutor	0 – 15
Anotação	Interna - data, hora, posição GPS / Externos - provenientes do RS232 ou Ethernet
Interface	2 x RS232 - Entradas de computador externo, sensor de movimento, saídas para computador externo - interface Ethernet
Braco	0 até 200m
Condições de Operação	0° – 50° C, 5 – 90% de humidade relativa

De forma a avaliar as influências das ondas e movimentos (balanço (roll), caturro (pitch), proa (yaw) e arfagem (heave)) do barco, foi utilizado, durante todos os levantamentos, um compensador de movimentos IMU 108, fabricado pela SMC Inc.

Para a navegação e aquisição dos dados, foi utilizado o software Hypack 2011, o qual integra os dados do ecobatímetro, DGPS e compensador de movimentos, permitindo a correta navegação, bem como o armazenamento dos dados em formato digital para posterior processamento.

O ecobatímetro foi calibrado no início e no fim do levantamento com uma placa metálica fixada a um cabo de aço graduado em metros.

Foram realizadas medidas do nível da maré para o local em intervalos de tempo de 10 minutos. Os registros foram referenciados à cota do nível de redução – DHN (Porto de Iheus-BA) para redução da sondagem. Em todos os levantamentos foi realizado o nivelamento topográfico, com nível de precisão das régua de medição de maré instaladas no porto, de

forma a verificar a consistência do seu nivelamento em relação à respectiva ficha de cadastro na Marinha do Brasil.

Para o processamento dos dados foi utilizado o software Hypack 2011, através do qual foi feita a redução das profundidades ao nível da maré, bem como a filtragem dos dados e a retirada de saltos “spikes” e impurezas gravadas.

Os dados obtidos durante o levantamento foram pré-processados no campo, de modo que se pudesse verificar qualquer irregularidade durante a aquisição e, se necessário, refazer, em tempo, o trecho com discrepância. Posteriormente, utilizando-se os módulos de processamento do Hypack, as linhas de posicionamento e os dados digitais do ecobatímetro foram verificados, analisados, editados e validados. Durante a fase de pré-processamento, os perfis digitais foram comparados com os registrados analogicamente pelo ecobatímetro (ecograma), sendo todos os dados espúrios eliminados.

Os registros analógicos gerados pelo ecobatímetro foram usados na confirmação dos registros digitais para propiciar a verificação da precisão das profundidades encontradas. Os resultados foram apresentados na forma de plantas geradas em AutoCAD, em escala adequada e em mapas.

As plantas batimétricas foram construídas dentro das normas da ABNT, na projeção UTM, no Datum Horizontal WGS-84 e escalas de 1:2500.

- *Resultados*

A região de implantação do Porto Sul se caracteriza em uma região com a plataforma continental estreita com isóbatas de profundidade alinhadas à linha de costa e declividade constante até a quebra da plataforma, por volta das isóbatas de 60 e 80 metros.

Com base na Carta Náutica 1210 (**Figura 8.1.6.3.3**), observa-se que, na região de implantação do Porto Sul, não são observadas variações bruscas no alinhamento das isolinhas de profundidade. Na região de Ponta da Tulha-BA, mais ao norte, essas variações são nítidas, indicando a presença de feições de fundo. Levantamentos sonográficos realizados pela BAMIN, nessa região, complementados por mergulhos e inspeções com ROV, revelaram a existência de elevações na superfície do fundo da plataforma interna em frente à Ponta da Tulha, recobertas por algas, esponjas e corais, permitindo concluir que tais elevações são um ecossistema recifal.

Outras feições identificadas na carta náutica (**Figura 8.1.6.3.3**) são os vales submarinos, principalmente a feição nomeada de cânion de Almada. Essa feição apresenta grandes dimensões e promove a aproximação das isóbatas de 100 e 200 metros à costa.

CARTA NÁUTICA 1210

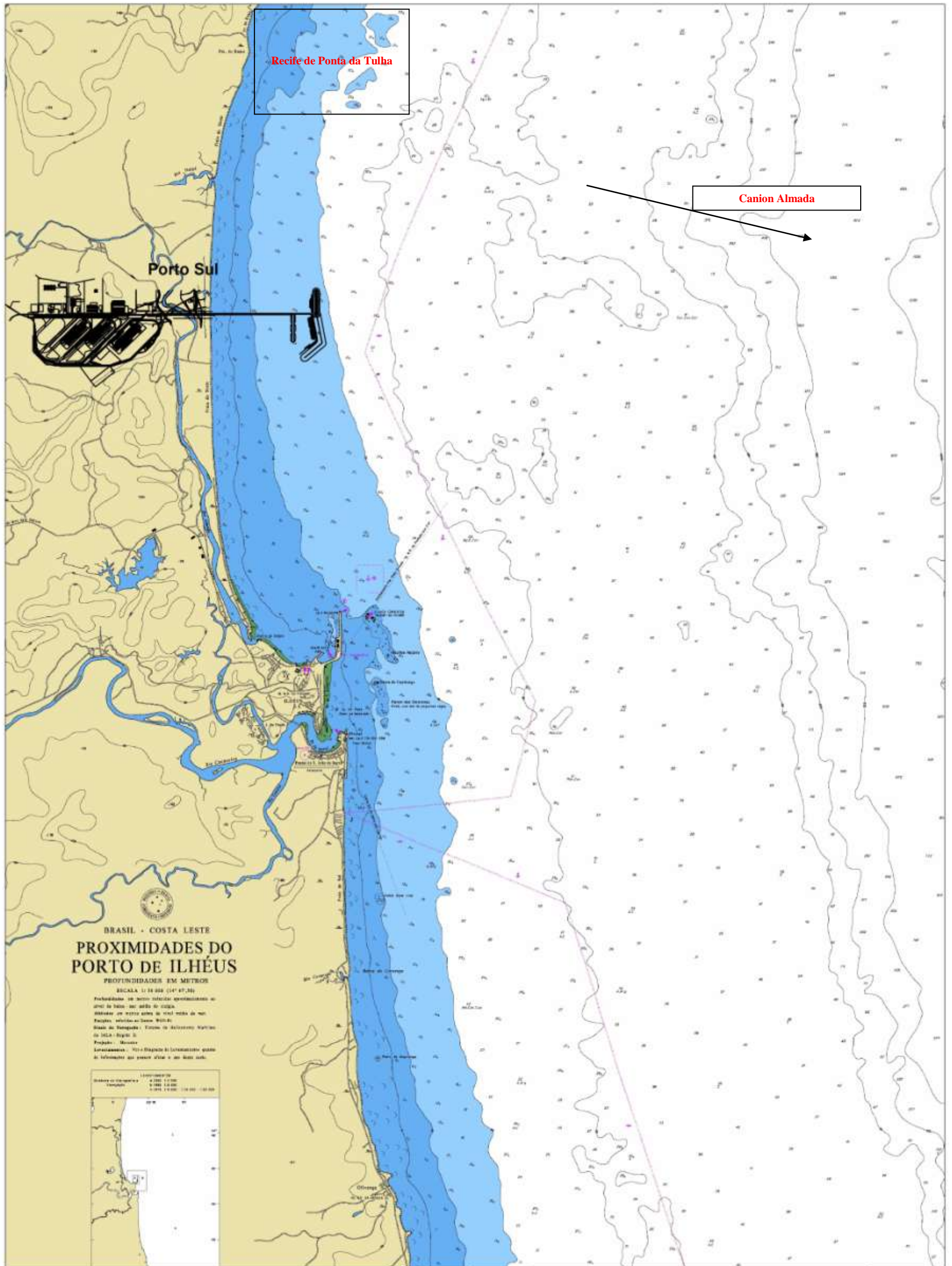


Figura 8.1.6.3.3 - Carta Náutica.

A batimetria realizada para o detalhamento da região de construção do Porto Sul identificou que a região apresenta, assim como já observado na carta náutica, declividade constante e sem feições que alterem o padrão de alinhamento das isóbatas (**Figura 8.1.6.3.4.4**). Esse alinhamento é característico de regiões que não apresentam feições de fundo como rochas e recifes, fato corroborado pela caracterização sedimentológica que indicou um fundo essencialmente lamoarenoso. Também não foram observados canais na área do levantamento.

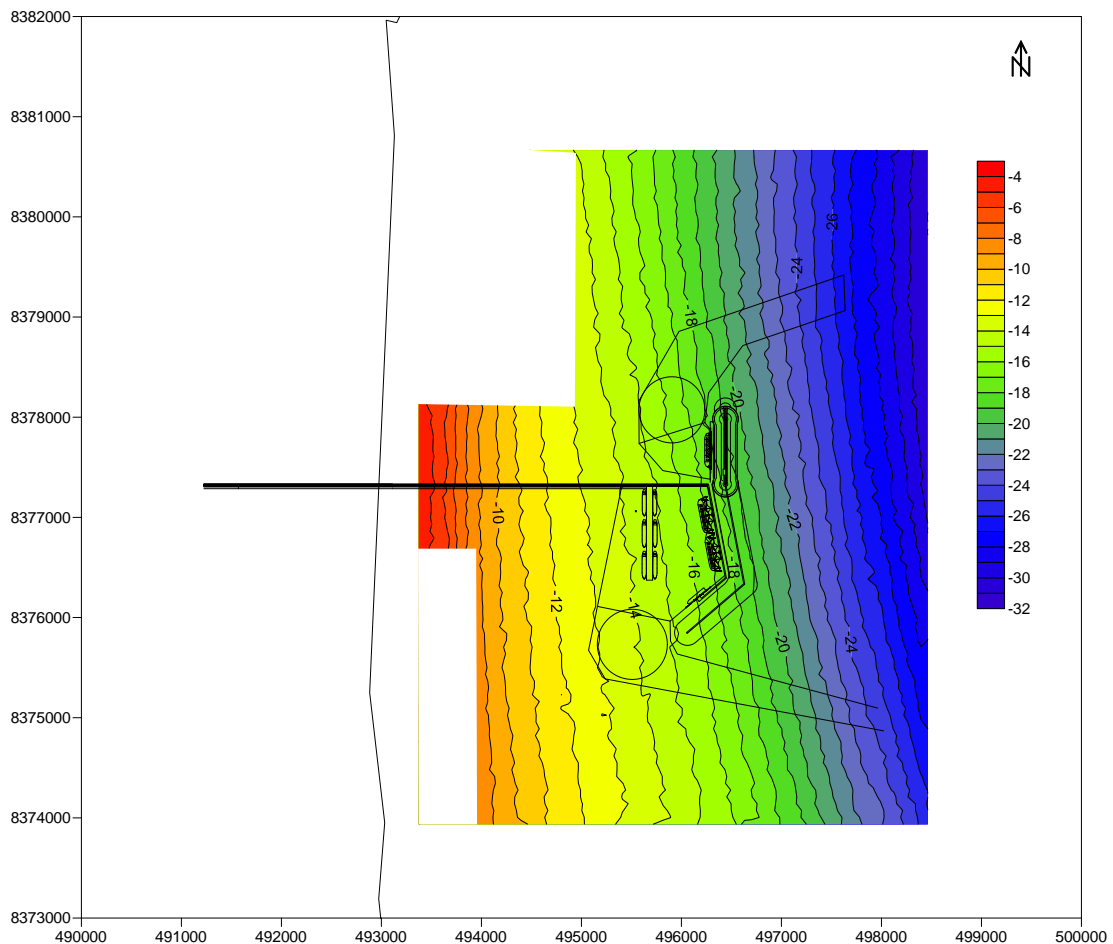


Figura 8.1.6.3.4 - Levantamento Batimétrico da região de construção do Porto Sul.

De modo geral, a região onde ocorrerá a maior intervenção (construção do mole e berços de atracção) está entre as isóbatas de 16 e 20 metros (**Figura 8.1.6.3.5**). O início dos canais de acesso ocorre, aproximadamente, na isóbata de 24 metros, e as bacias de evolução sul e norte estão a 14 e 16 metros, respectivamente.

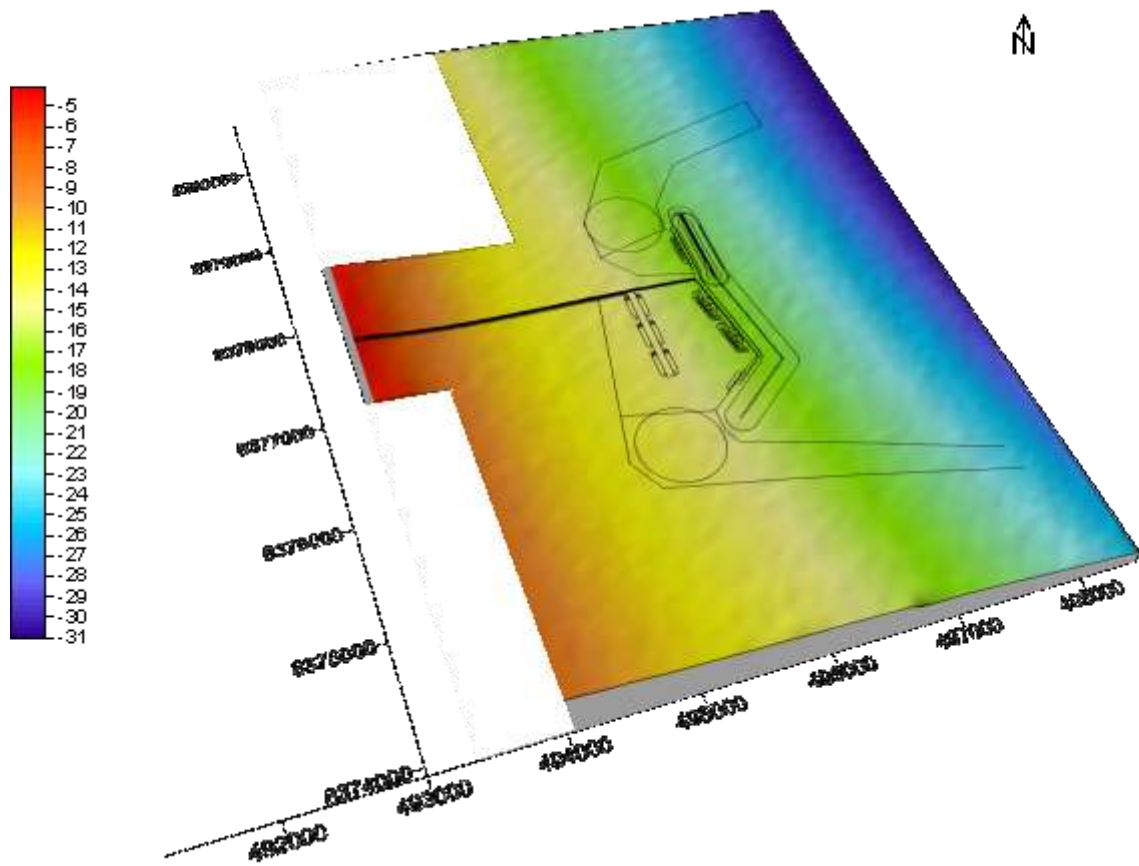


Figura 8.1.6.3.5 - Levantamento Batimétrico em 3D.

O Anexo 8.1.6.3.1 apresenta as plantas batimétricas.

8.1.7 Assoreamento, Necessidade de Dragagem de Aprofundamento e Previsão de Dragagens de Manutenção

8.1.7.1 Localização da Área a ser Dragada

As áreas previstas para dragagem do Porto Sul, situam-se ao largo da localidade de Aritaguá, no município Ilhéus, a aproximadamente 2,4km da costa, no entorno do quebramar.

A área a ser dragada pode se vista na **Figura 8.1.7.1.1**, a seguir e envolve a área para fundação do quebramar, canal de acesso, bacia de evolução e bacia portuária.

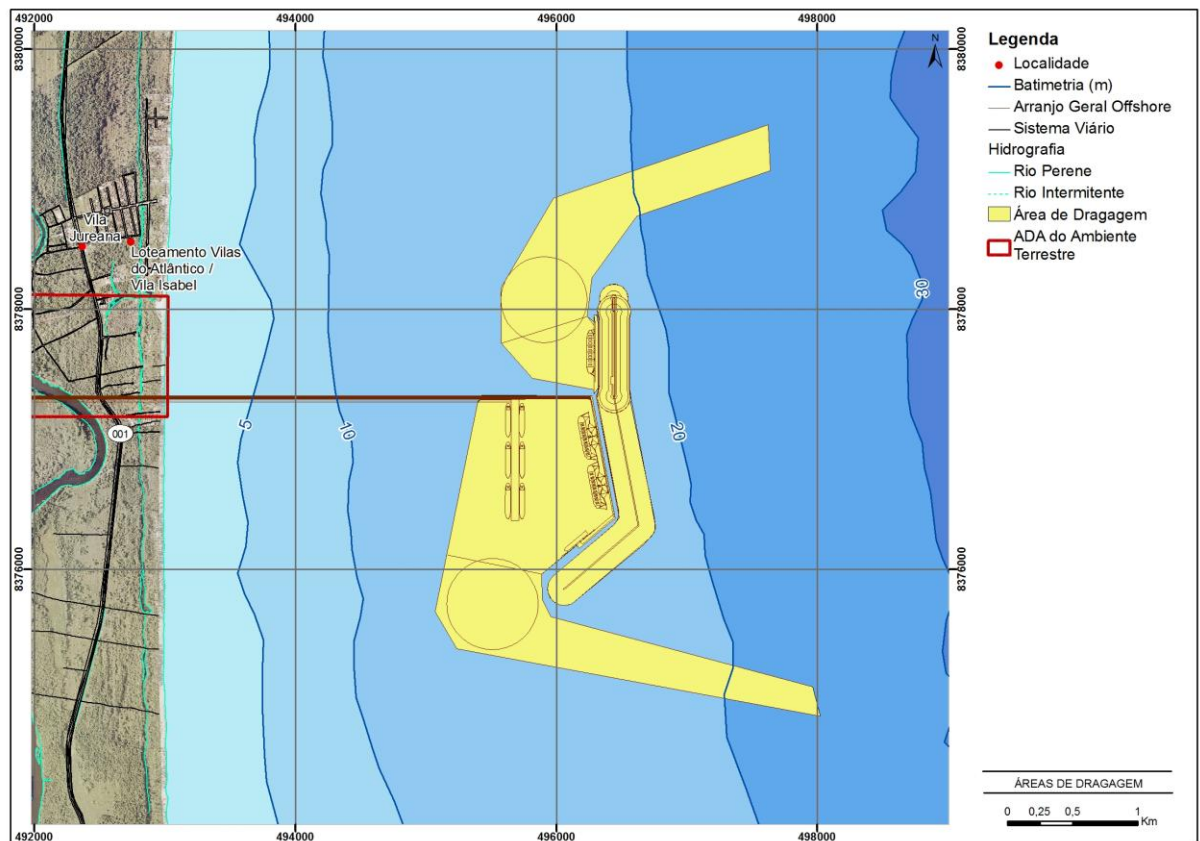


Figura 8.1.7.1.1 - Localização das Áreas Previstas para Dragagem

8.1.7.2 Volume Estimado

- Dragagem de Aprofundamento

A estimativa de volume total a ser dragado é de aproximadamente 36,0 Mm³, sendo 25,6 Mm³ para a área de dragagem sul (Porto Sul) e 10,4 Mm³ para a área Norte (TUP Bamin). Foram definidos dois acessos marítimos independentes para cada área do Porto.

As obras de Dragagem do empreendimento Porto Sul consistirão em rebaixar o fundo oceânico para cotas de -24 m DHN no trecho do Canal de Acesso e bacia de evolução e -21 m DHN na bacia portuária que abrigará os berços.

O cálculo de volume de dragagem foi feito com base nas informações obtidas da carta náutica DHN 1210. A estimativa preliminar do volume de dragagem em cada área marítima é apresentada a seguir:

- Canal de Aproximação: 4.000.000 m³;
- Bacia de Evolução: 6.500.000 m³;
- Bacia Portuária: 9.500.000 m³;
- Fundação do Quebra-mar: 5.600.000 m³.

Tomando os cálculos para as três áreas, o volume total de dragagem será da ordem de 25.600.000 m³, porém, considerando a necessidade de substituição do solo da berma de fundação, deve-se considerar o volume adicional de 1.500.000 a 5.600.00 m³.

A estimativa do volume de dragagem para o Terminal Privativo da BAMIM, está descrita abaixo:

- Canal de Aproximação: 6.700.000 m³;
- Bacia de Evolução: 1.500.000 m³;
- Fundação de Quebra-mar: 1.500.000 m³;
- Bacia Portuária: Volume apresentado junto à Bacia de Evolução.
- Dragagem de manutenção

Além das dragagens para implantação do Porto, dragagens de manutenção serão necessárias para o Canal de Aproximação e Bacia de Evolução, garantindo acesso seguro dos navios ao Terminal Privativo da BAMIN. O intervalo entre as dragagens de manutenção, bem como os volumes a serem dragados, dependerão da taxa de assoreamento nas áreas específicas e da tolerância inicial de dragagem.

Os requisitos e detalhes da dragagem de manutenção para o Terminal Privativo de Aritaguá serão modelados e analisados em detalhe durante as etapas posteriores do projeto. Estimativas atualizadas indicam uma dragagem de manutenção de 100.000 m³ a 300.000 m³ por ano. O projeto, de forma geral, visa minimizar a necessidade de dragagem de manutenção através de um equilíbrio entre o intervalo de manutenção e o volume de material escavado, e o valor definitivo requer que a análise mencionada anteriormente seja feita.

8.1.7.3 Identificação, Localização e Caracterização das Prováveis Áreas de Descarte (Bota-fora)

Como discutido e detalhado no item que trata das Alternativas Locacionais, são apresentados três pontos alternativos de descarte para o material dragado com características de produtividade, distância da área de dragagem e profundidade diferentes.

A seguir é apresentada uma síntese destas características.

A alternativa de Ponto de Descarte 01 (502635E/8379178N, no sistema WGS 84), está situada na plataforma continental em uma depressão do fundo marinho a qual apresenta profundidades de 51 a 70 metros. No entorno desta depressão, a batimetria apresenta profundidades da ordem de 30 a 40 metros. Está localizado a uma distância de 3,6 milhas náuticas da área de dragagem, sendo o ponto de descarte mais próximo das áreas de dragagem. Esta alternativa possibilita uma Taxa de Produção Diária de 61.855 (m³/dia) e 14,27 ciclos de dragagem por dia.

A alternativa de Ponto de Descarte 02 (508000 E/8380000N, no sistema WGS 84) está situada em uma zona de aumento rápido da profundidade, no cânion do Almada entre as isóbatas de 50 e 200 m. Este ponto está localizado a uma distância de 6,6 milhas náuticas das áreas de dragagem e a área de descarte. Esta alternativa possibilita uma Taxa de Produção Diária de 45.094 e 10,41 ciclos de dragagem por dia.

O Ponto de Descarte 03 apresenta a maior distância entre as áreas de dragagem e a área de descarte 7,6 milhas náuticas. Este ponto de descarte está situado já no talude continental, em área com profundidades de 200 a 400 metros. Esta alternativa possibilita uma Taxa de Produção Diária de 39.713 e 9,16 ciclos de dragagem por dia.

A localização dos pontos de descarte é apresentada na **Figura 8.1.7.3.1** a seguir:

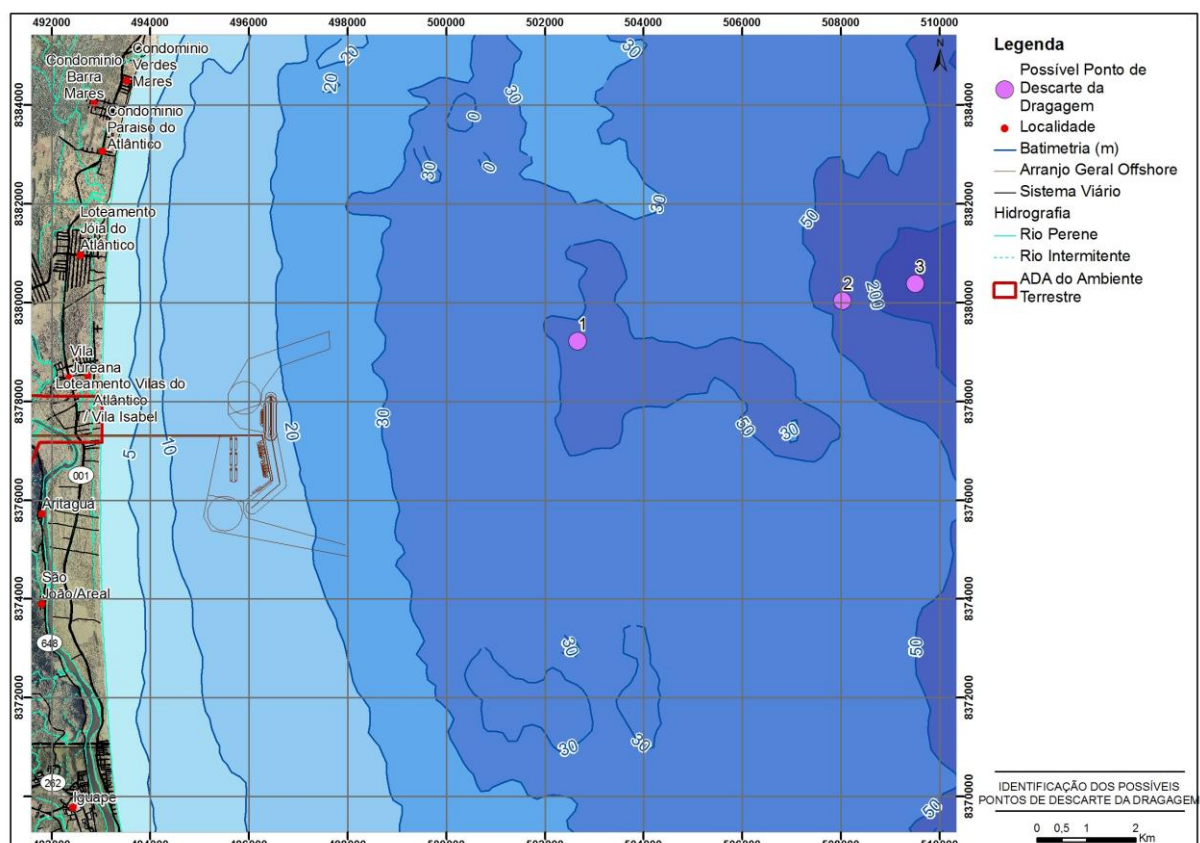


Figura 8.1.7.3.1 - Identificação dos Possíveis Pontos de Descarte da Dragagem

8.1.7.4 Caracterização dos Sedimentos de Acordo com a Resolução n° 3444/04

Neste item é apresentada a avaliação geoquímica dos sedimentos da área de dragagem do Porto Público e do Terminal de Uso Privativo da Bahia Mineração (TUP Bamin), os quais compõem a estrutura do Porto Sul (**Figura 8.1.7.4.1**).

Essa caracterização visa a determinação da qualidade dos sedimentos marinhos baseada nas suas características físico-químicas e químicas, de forma integrada, na área de dragagem e do enrocamento, servindo como subsídio para a definição da influência da dragagem sobre as características do compartimento sedimentar na região e de seus potenciais efeitos sobre a biota.

Os parâmetros analisados foram os preconizados na Resolução CONAMA 344/2004, a qual estabelece as diretrizes gerais e os procedimentos mínimos para a avaliação do material a ser dragado em águas jurisdicionais brasileiras, e dá outras providências. Além disso, foram caracterizados alguns indicadores, como Al, Fe e Mn, os quais são importantes suportes geoquímicos.

- Área de Estudo e Malha Amostral

O foco desta caracterização é a futura área de dragagem para implantação do Porto Sul, bem como a área do enrocamento, na qual também se prevê a realização de dragagem devido à composição lamosa dos sedimentos.

A estimativa de volume total a ser dragado é de 29,5 Mm³, sendo aproximadamente 19,5 Mm³ para a área de dragagem Sul (Porto Público) e 10,0 Mm³ para a área Norte (TUP Bamin). O projeto prevê o aprofundamento do canal de navegação para 24 metros, bacia de evolução e área de atração, ambos, para 21 metros e área de enrocamento para 30 metros.

Conforme plano amostral aprovado pelo IBAMA foram estabelecidas 50 estações amostrais distribuídas ao longo do canal de acesso, bacias de evolução, área de atração e de enrocamento, conforme apresentado na **Figura 8.1.7.4.2** e **8.1.7.4.3**.

Em 30 das 50 estações amostrais foram realizadas coletas superficiais através do emprego de um “busca fundo” do tipo *Van Veen*, enquanto que nas outras 20 estações foram coletadas amostras sub-superficiais com emprego de testemunhos, havendo a coleta de sub-amostras em 3 extratos: superfície, meio e fundo, coletadas por um mergulhador utilizando um testemunhador do tipo “corer”, de 01 a 02 metros de comprimento e 10 cm de diâmetro, executando a sondagem até o encontro do substrato rígido que impedisse a penetração, totalizando 90 amostras, sendo 50 superficiais, 20 no meio e 20 no fundo (base) dos testemunhos. A localização das estações é apresentada nos **Quadros 8.1.7.4.1** a **8.1.7.4.7**.

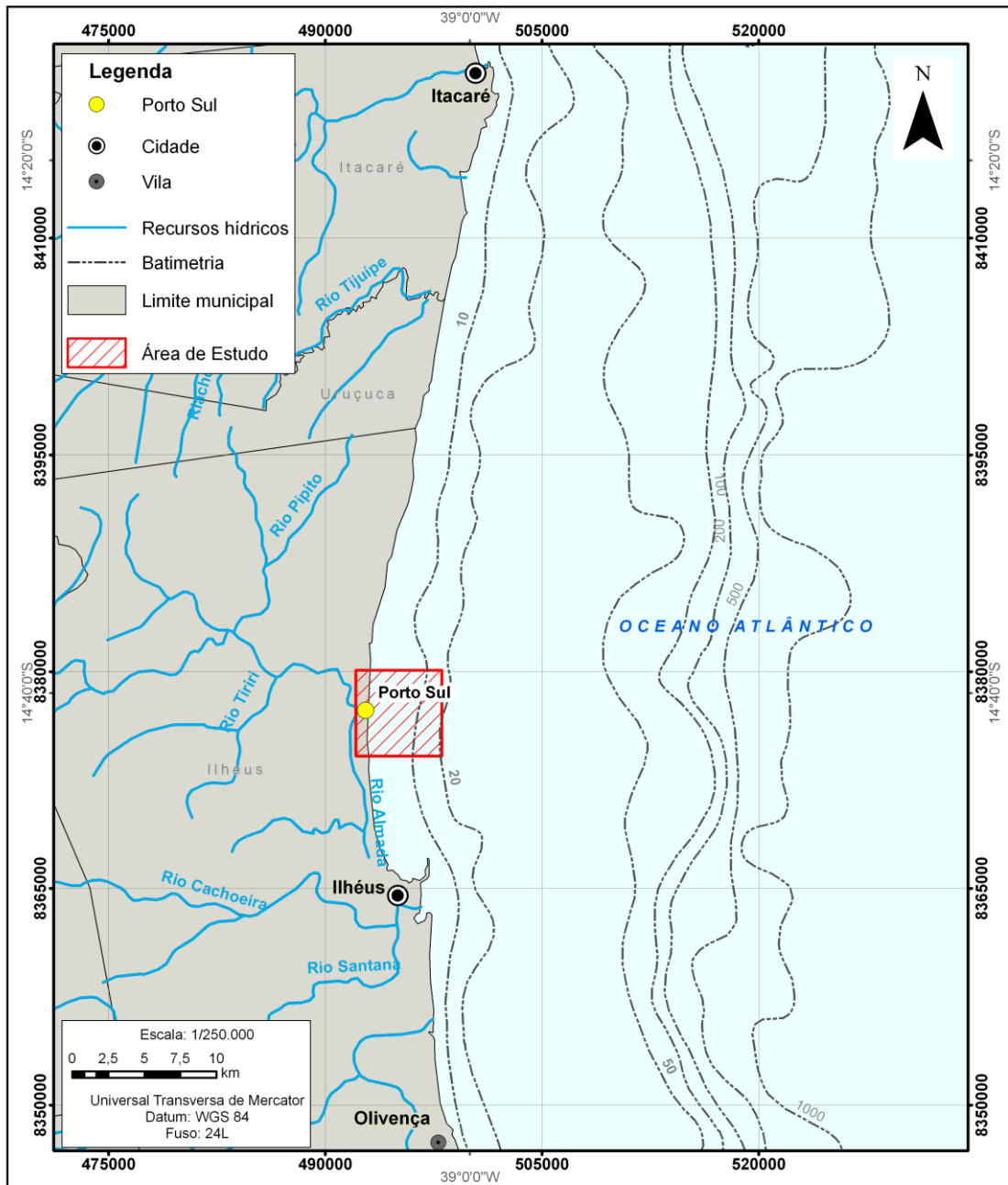


Figura 8.1.7.4.1 - Localização da Área Estudada

Quadro 8.1.7.4.1 - Localização das Estações de Amostragem no CANAL NORTE para Caracterização da Qualidade dos Sedimentos

Estações	Coordenadas (UTM, WGS84)	
	E	N
P01	497629,870	8379222,025
P02	497346,176	8379119,117
P03	497065,832	8379017,423
P04	496791,620	8378917,954
P05	496501,795	8378812,822
P06	496205,923	8378705,496
P07	496389,750	8378611,321
P08	496036,556	8378481,739
P09	496245,070	8378361,150

Quadro 8.1.7.4.2 - Localização das Estações de Amostragem na BACIA DE EVOLUÇÃO NORTE para Caracterização da Qualidade dos Sedimentos

Estações	Coordenadas (UTM, WGS84)	
	E	N
P10	495886,366	8378222,041
P11	496094,880	8378101,452
P14	495775,573	8377948,273
P15	496035,244	8377862,874
P18	495840,169	8377801,161

Quadro 8.1.7.4.3 - Localização das Estações de Amostragem no BERÇO NORTE Caracterização da Qualidade dos Sedimentos

Estações	Coordenadas (UTM, WGS84)	
	E	N
P16	496204,813	8377740,347
P19	495885,519	8377669,146
P20	496173,216	8377584,112

Quadro 8.1.7.4.4 - Localização das Estações de Amostragem no BERÇO SUL Caracterização da Qualidade dos Sedimentos

Estações	Coordenadas (UTM, WGS84)	
	E	N
P22	495601,609	8377288,061
P23	495935,147	8377209,140
P24	495684,585	8376995,956
P25	496065,566	8376993,269
P27	495463,452	8376704,184
P28	495796,991	8376625,262
P29	496165,937	8376747,607
P30	496181,311	8376403,835
P32	495325,295	8376120,307
P33	495658,834	8376041,385
P34	495902,401	8376171,721

Quadro 8.1.7.4.5 - Localização das Estações de Amostragem na BACIA DE EVOLUÇÃO SUL Caracterização da Qualidade dos Sedimentos

Estações	Coordenadas (UTM, WGS84)	
	E	N
P36	495305,626	8375786,411
P37	495628,802	8375873,879
P39	495247,958	8375542,693
P40	495508,052	8375683,182
P41	495539,896	8375473,615
P42	495718,517	8375633,382

Quadro 8.1.7.4.6 - Localização das Estações de Amostragem no CANAL SUL para Caracterização da Qualidade dos Sedimentos

Estações	Coordenadas (UTM, WGS84)	
	E	N
P43	495856,115	8375501,506
P44	495984,282	8375322,854
P45	496115,996	8375472,941
P46	496409,793	8375222,170
P47	496541,508	8375372,256
P48	497110,306	8375170,370
P49	497694,183	8375032,213
P50	497991,929	8374961,760

Quadro 8.1.7.4.7 - Localização das Estações de Amostragem no ENROCAMENTO para Caracterização da Qualidade dos Sedimentos

Estações	Coordenadas (UTM, WGS84)	
	E	N
P12	496437,271	8377961,029
P17	496444,139	8377636,500
P21	496439,921	8377302,580
P26	496533,621	8376808,325
P31	496627,321	8376314,070
P35	496340,208	8376069,091
P38	496053,095	8375824,113

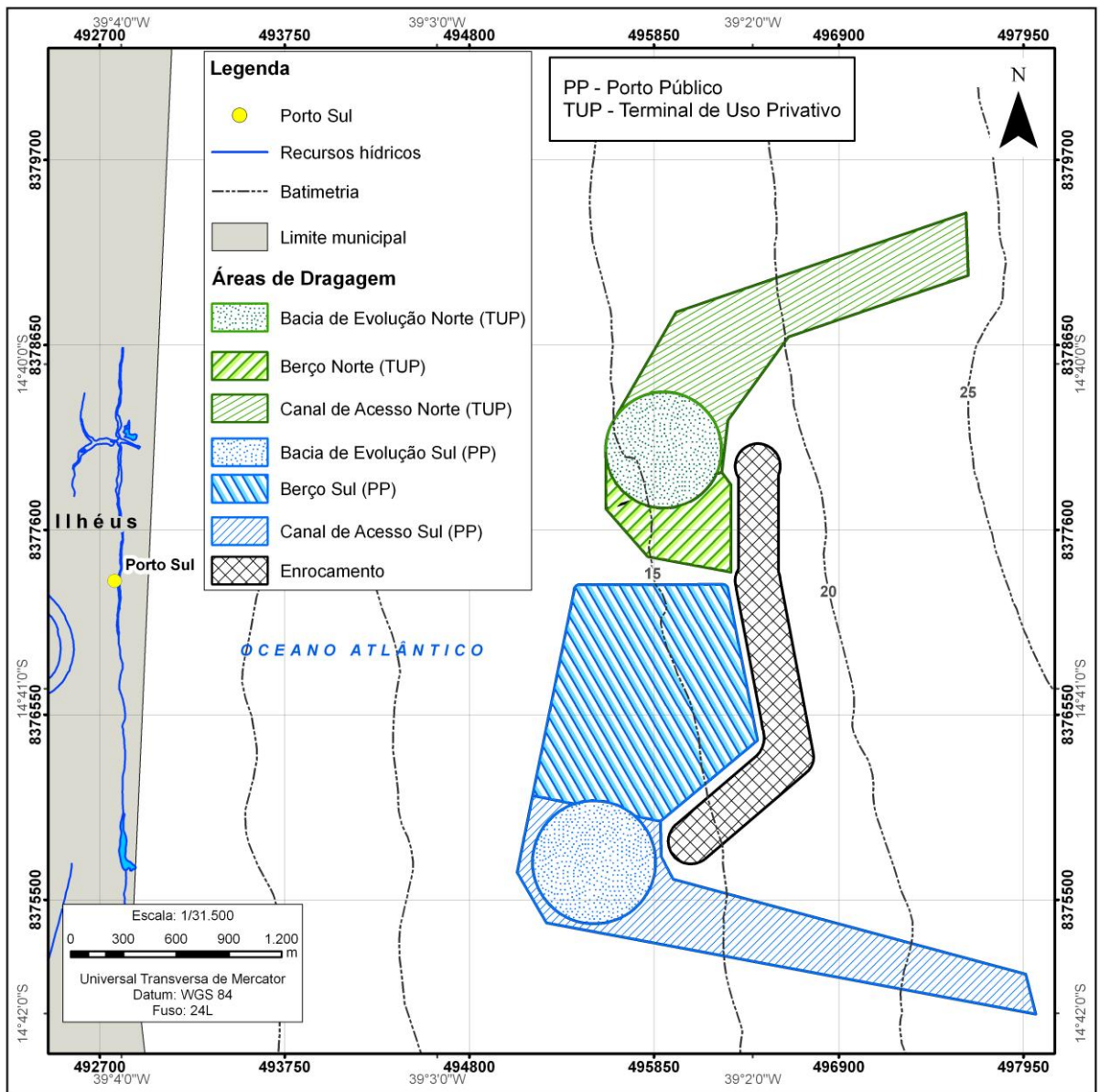


Figura 8.1.7.4.2 - Área de Estudo e Identificação das Áreas a Serem Dragadas

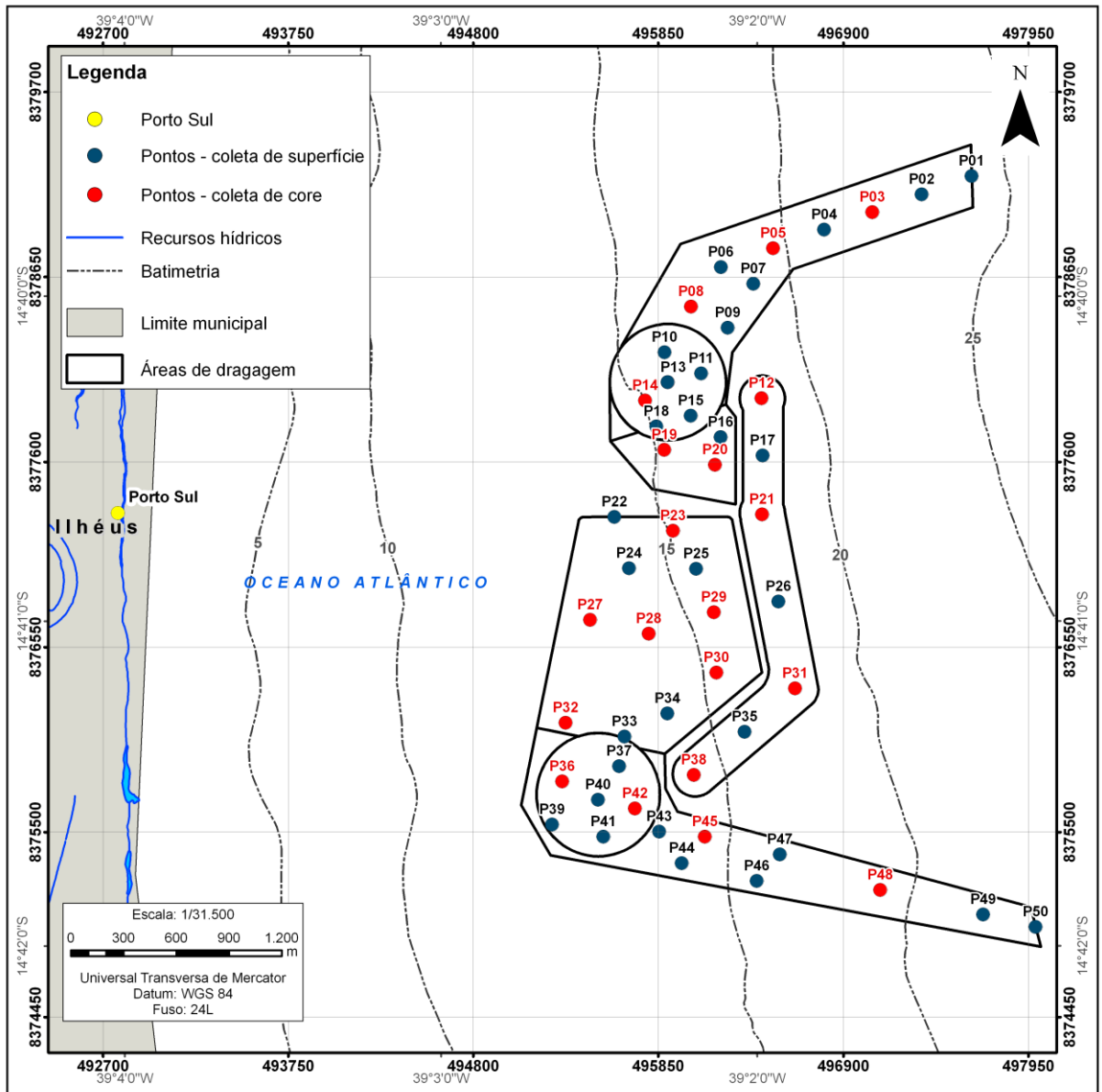


Figura 8.1.7.4.3 - Localização dos Pontos de Amostragem para o Estudo Sedimentológico e Geoquímico

De forma complementar foram incluídos nessa caracterização os resultados das sondagens geotécnicas realizadas na área marítima do empreendimento. A malha amostral dos furos de sondagem é apresentada na **Figura 8.1.7.4.4**.

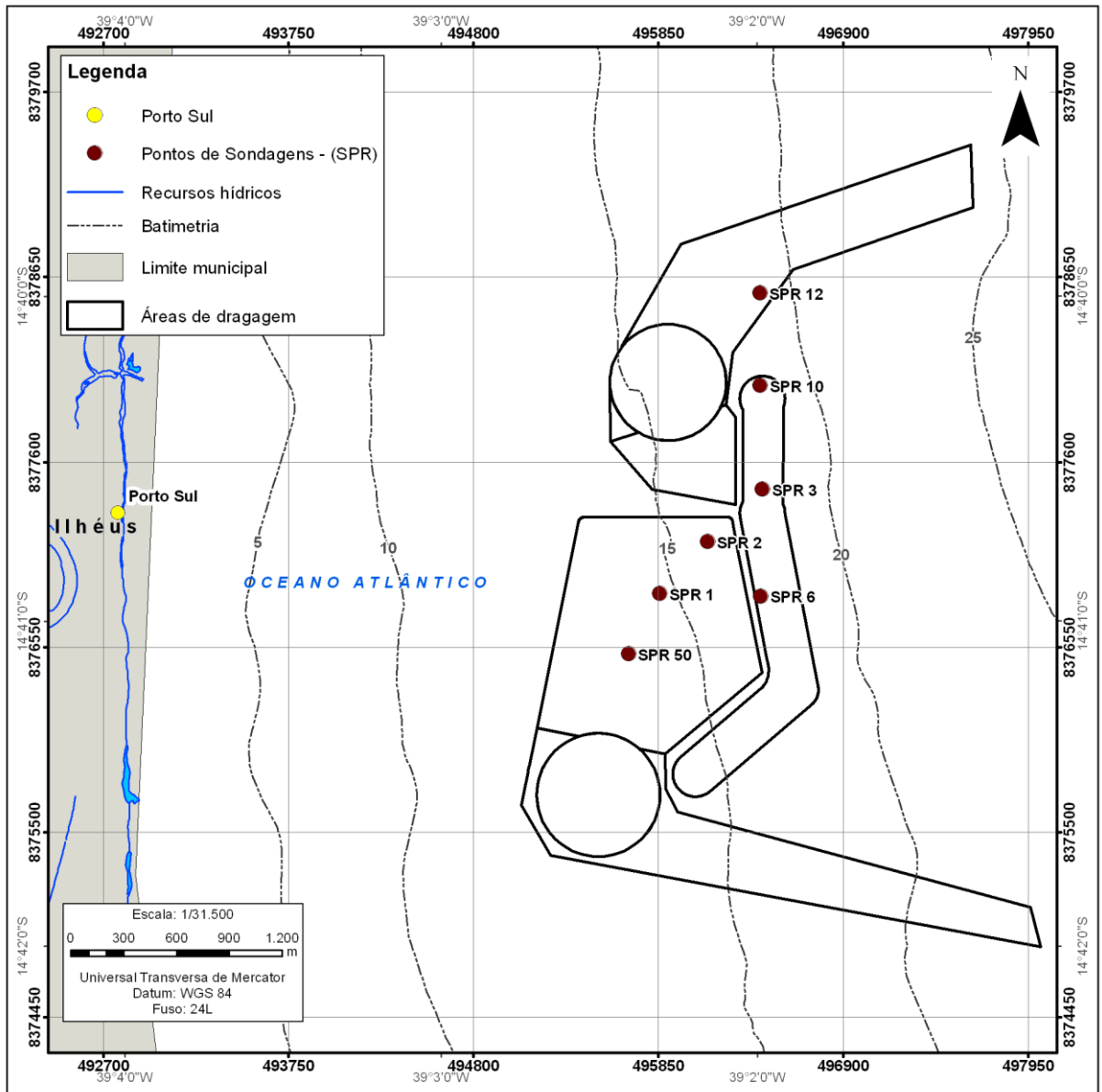


Figura 8.1.7.4.4 - Localização das Sondagens Geotécnicas

- Parâmetros Monitorados

Os parâmetros definidos como indicadores de qualidade dos sedimentos marinhos da área de disposição são os seguintes (**Quadro 8.1.7.4.8**):

Quadro 8.1.7.4.8 - Indicadores de Qualidade dos Sedimentos Marinhos

Físicos (in situ)	pH Eh
Características Sedimentológicas	Granulometria
	Teor de lama e areia
	% de Carbonatos
Matéria Orgânica	Carbono Orgânico total
	Fósforo total
	Nitrogênio Kjeldhal total
Metais Pesados	Alumínio total
	Arsênio total
	Cádmio total
	Chumbo total
	Cobre total
	Cromo total
	Ferro total
	Manganês total
	Mercurio total
	Níquel total
	Zinco total
	Pesticidas e PCBs
Beta BHC	
Delta BHC	
Gama BHC (Lindano)	
a - Clordano	
g - Clordano	
p,p -DDD	
p,p -DDE	
p,p - DDT	
Dieldrin	
Endrin	
Soma de PCBs	
Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs)	
	Benzo (a) pireno
	Criseno
	Dibenzo (a,b) antraceno
	Acenafteno
	Antraceno
	Acenaftileno
	Fenantreno
	Fluoranteno
	Fluoreno
	Naftaleno
	Pireno
	Benzo(b) fluoranteno
	Benzo(k) fluoranteno
	Indeno(123-cd)pireno
Benzo (ghi)perileno	
Soma de HPAs	
Ecotoxicologia	Toxicidade Sedimento Total (<i>Nitocra</i> sp.)
	Toxicidade Elutriato (Ouriço- <i>Echinometra lucunter</i>)

- Coletas e Análises

As coletas de sedimentos foram de responsabilidade da equipe da CEPED Serviços de Consultoria em Meio Ambiente Ltda. As amostras de sedimentos superficiais foram coletadas utilizando-se um amostrador de fundo do tipo *Van Veen*.

As coletas de sedimentos foram de responsabilidade da equipe da CEPEDMAR Serviços de Consultoria em Meio Ambiente Ltda. As amostras de sedimentos superficiais foram coletadas utilizando-se um amostrador de fundo do tipo *Van Veen*, entre os dias 05 e 07 de julho de 2011. Assim que a draga era trazida à superfície, foram medidos os parâmetros pH e Eh (potencial redox), diretamente nos sedimentos, através de um pHmetro portátil. As amostras de sedimentos sub-superficiais foram coletadas por um mergulhador utilizando um testemunhador do tipo “corer”, de 01 a 02 metros de comprimento e 10 cm de diâmetro, executando a sondagem até o encontro do substrato rígido. Dos testemunhos foram tomadas sub-amostras em 3 extratos: superfície, meio e fundo. Nesse sentido, ao todo foram coletadas 90 amostras, sendo 50 superficiais, 20 no meio e 20 no fundo (base) dos testemunhos.

Imediatamente após a coleta, as amostras destinadas às análises geoquímicas, sedimentológicas e ecotoxicológicas foram acondicionadas em frascos específicos e refrigeradas. Posteriormente, as amostras foram encaminhadas aos laboratórios responsáveis pelas análises.

Análises Sedimentológicas

Os sedimentos coletados foram submetidos às análises sedimentológicas descritas por Muehe (1994). Inicialmente, o material passou por procedimentos prévios de lavagem para retirada dos sais solúveis, secagem em estufa, a aproximadamente 80° C, e quarteamento, para a separação de subamostras de 50 g e de 20 g, que posteriormente foram levadas para a análise granulométrica e quantificação do teor de carbonato, respectivamente.

A fim de evitar uma possível interferência por floculação da fração lama na análise granulométrica, foi realizada a queima de matéria orgânica, quando existente, através da adição de peróxido de hidrogênio em chapa aquecida.

A análise granulométrica se iniciou com a lavagem da amostra em um litro de água destilada sobre a peneira de 0,062 mm, sendo o conteúdo lavado, coletado com uma proveta graduada de um litro. Esse procedimento se faz necessário para a separação da fração areia da fração lama, quando presente nas amostras, que, posteriormente, passarão por procedimentos diferenciados de separação granulométrica.

A fração areia foi levada ao peneiramento a seco, consistindo na passagem da amostra em um conjunto de peneiras de diferentes aberturas, presas a um equipamento responsável por promover a vibração do conjunto, durante 15 minutos. O material retido em cada peneira foi pesado em balança de precisão, e os resultados submetidos a análises estatísticas.

Os resultados foram tratados com auxílio dos programas estatísticos *Anased* e *Básica*, cedidos pelo Programa de Geologia Geofísica Marinha - PGGM, dos quais foram obtidos os valores dos diâmetros médios.

Para as análises, foi adotada a escala granulométrica proposta por Wentworth (1922), sendo utilizado o conceito de “Fi”, introduzido por Krumbein (1934), que corresponde ao logaritmo negativo de base 2 do valor da granulometria, expressa em milímetros (**Quadro 8.1.7.4.9**).

Os parâmetros estatísticos da distribuição granulométrica do sedimento foram calculados pelo método descrito por Folk e Ward, (1957), que auxiliou na obtenção do diâmetro médio.

Quadro 8.1.7.4.9 - Classificação Granulométrica de Wentworth (1922)

Classificação	Fi (Φ)	mm
Matacão	-8 a -6	256 a 64
Cascalho muito grosso	-6 a -5	64 a 32
Cascalho grosso	-5 a -4	32 a 16
Cascalho médio	-4 a -3	16 a 8
Cascalho fino	-3 a -2	8 a 4
Cascalho muito fino	-2 a -1	4 a 2
Areia muito grossa	-1 a 0	2 a 1
Areia grossa	0 a 1	1 a 0,5
Areia média	1 a 2	0,5 a 0,25
Areia fina	2 a 3	0,25 a 0,125
Areia muito fina	3 a 4	0,125 a 0,0625
Lama (silte / argila)	>4	< 0,0625

Além da classificação baseada no tamanho das partículas, foram utilizadas as medidas de dispersão (grau de seleção) e de assimetria, com o objetivo de fornecer informações mais precisas sobre o formato da curva de distribuição dos sedimentos. Para esses parâmetros foram utilizadas as classes fornecidas por Folk (1968), segundo os **Quadros 8.1.7.4.10 e 8.1.7.4.11**.

Quadro 8.1.7.4.10 - Classificação de Folk (1968) para o Grau de Seleção

Classificação	Fi (Φ)
Muito bem selecionado	< 0,35
Bem selecionado	0,35 a 0,50
Moderadamente bem selecionado	0,50 a 0,71
Moderadamente selecionado	0,71 a 1,00
Mal selecionado	1,00 a 2,00
Muito mal selecionado	2,00 a 4,00
Extremamente mal selecionado	> 4,00

Quadro 8.1.7.4.11 - Classificação de Folk (1968) para a Assimetria

Classificação	Fi (Φ)
Assimétrica negativa	-1,0 a -0,1
Simétrica	-0,1 a 0,1
Assimétrica positiva	0,1 a 1,0

A análise composicional foi realizada para quantificação do teor de material carbonático presente nos sedimentos para posterior classificação dos mesmos, vide **Quadro 8.1.7.4.12**. A partir da amostra de 20 g, separada no processo de quarteamento, foi adicionado ácido clorídrico sobre uma chapa aquecida, resultando na queima dos constituintes carbonáticos. Após a queima, o sedimento restante foi pesado novamente e, a partir desses valores, foi aplicada uma regra de proporcionalidade simples em relação ao peso inicial, sendo encontrada a proporção de carbonato presente em cada estação de monitoramento sedimentológico.

Quadro 8.1.7.4.12 - Classificação da Composição Carbonática dos Sedimentos

Classificação	Teor de CaCO ₃
Sedimento litoclástico	Menor que 30%
Sedimento litobioclástico	Entre 30% e 49,99%
Sedimento biolitoclástico	Entre 50,00% e 70%
Sedimento bioclástico	Maior que 70%

As análises sedimentológicas foram realizadas pelo Laboratório LABMAR, estando os laudos apresentados no **Anexo 8.1.7.4.1**.

Análises Geoquímicas

As análises geoquímicas nos sedimentos foram realizadas pelo Laboratório INNOLAB e foram rastreadas e validadas através de procedimentos internos do laboratório, estando os laudos apresentados no **Anexo 8.1.7.4.2**. As respectivas metodologias e princípios dos métodos estão apresentados no **Quadro 8.1.7.4.13**.

Quadro 8.1.7.4.13 - Parâmetros Determinados e suas Respectivas Metodologias

Físicos (in Situ)			
Parâmetros	Método	Resolução	
pH	Análise Potenciométrica	0,01	
Eh	Análise Potenciométrica	1 mV	
Matéria Orgânica			
Parâmetros	Método	Limite de Detecção (mg/Kg)	Limite de Quantificação (mg/Kg)
Carbono Orgânico Total	MA-026-L2	40	80
Nitrogênio Kjeldahl Total (NKT)	MA-024-L2	1	2
Fósforo Total	USEPA digestão 4.500E	2	6
Metais Pesados			
Parâmetros	Método	Limite de Detecção (mg/Kg)	Limite de Quantificação (mg/Kg)
Alumínio (Al)	USEPA 3.050B e 6.010B	1	2
Arsênio (As)	USEPA 3.050B e 6.010B	1	2
Cádmio (Cd)	USEPA 3.050B e 6.010B	0,1	0,2
Chumbo (Pb)	USEPA 3.050B e 6.010B	0,4	1
Cobre (Cu)	USEPA 3.050B e 6.010B	0,1	0,2
Cromo (Cr)	USEPA 3.050B e 6.010B	0,1	0,3
Ferro (Fe)	USEPA 3.050B e 6.010B	2	3
Manganês (Mn)	USEPA 3.050B e 6.010B	0,3	1
Merúrio (Hg)	USEPA 3.050B e 3.112B	0,02	0,05

Continua

Quadro 8.1.7.4.13 - Parâmetros Determinados e suas Respectivas Metodologias (Continuação)

Físicos (in Situ)			
Parâmetros	Método		Resolução
Níquel (Ni)	USEPA 3.050B e 6.010B		1
Zinco (Zn)	USEPA 3.050B e 6.010B		1
Organoclorados e Bifenilas Policloradas			
Parâmetros	Método	Limite de Detecção (µg/Kg)	Limite de Quantificação (µg/Kg)
Alfa BHC	USEPA 8.270C	0,15	0,3
Beta BHC	USEPA 8.270C	0,15	0,3
Delta BHC	USEPA 8.270C	0,15	0,3
Gama BHC (Lindano)	USEPA 8.270C	0,15	0,3
a - Clordano	USEPA 8.270C	0,5	1
g - Clordano	USEPA 8.270C	0,5	1
p,p -DDD	USEPA 8.270C	0,5	1
p,p -DDE	USEPA 8.270C	0,5	1
p,p -DDT	USEPA 8.270C	0,5	1
Dieldrin	USEPA 8.270C	0,25	0,5
Endrin	USEPA 8.270C	0,5	1
PCBs Totais	USEPA 3.550C e 8.270D	0,001 mg/kg	0,003 mg/kg
Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos			
Parâmetros	Método	Limite de Detecção (µg/Kg)	Limite de Quantificação (µg/Kg)
Benzo(a) antraceno	USEPA 3.550C e 8.270D	0,005	0,01
Benzo(a) pireno	USEPA 3.550C e 8.270D	0,005	0,01
Criseno	USEPA 3.550C e 8.270D	0,005	0,01
Dibenzo(a,b) antraceno	USEPA 3.550C e 8.270D	0,005	0,01
Acenafteno	USEPA 3.550C e 8.270D	0,005	0,01
Antraceno	USEPA 3.550C e 8.270D	0,005	0,01
Acenaftileno	USEPA 3.550C e 8.270D	0,005	0,01
Fenantreno	USEPA 3.550C e 8.270D	0,005	0,01
Fluoranteno	USEPA 3.550C e 8.270D	0,005	0,01
Fluoreno	USEPA 3.550C e 8.270D	0,005	0,01
Indeno(123-cd)pireno	USEPA 3.550C e 8.270D	0,005	0,01
Naftaleno	USEPA 3.550C e 8.270D	0,005	0,01
Pireno	USEPA 3.550C e 8.270D	0,005	0,01
Benzo(ghi)perileno	USEPA 3.550C e 8.270D	0,005	0,01
Benzo(b)fluoranteno	USEPA 3.550C e 8.270D	0,005	0,01
Benzo(k)fluoranteno	USEPA 3.550C e 8.270D	0,005	0,01
Soma de PAHs	USEPA 3.550C e 8.270D	0,005	0,01

Análises Ecotoxicológicas

As amostras para análise de toxicidade dos sedimentos marinhos foram extraídas das sub-amostras superficiais (topo) dos testemunhos, conforme definido previamente no Plano Amostral aprovado pelo IBAMA. Assim sendo, apenas em 20 estações foram realizados testes ecotoxicológicos. Tais amostras, logo após sua coleta e acondicionamento foram encaminhadas para o laboratório responsável pelos ensaios ecotoxicológicos (Laboratório APLYSIA).

Esses ensaios estão em desenvolvimento e tão logo estejam concluídos os laudos, os mesmos serão encaminhados ao IBAMA como documento complementar ao EIA. Os ensaios que estão sendo realizados são os seguintes:

- Ensaio com *Echinometra Lucunter* – Amostra De Elutriato

O ensaio ecotoxicológico com o ouriço do mar *Echinometra lucunter* consiste em avaliar o desenvolvimento embriolarval do organismo teste.

A metodologia utilizada para esse ensaio é a recomendada pela norma ABNT - NBR 15350 – Método de Ensaio com ouriço-do-mar (*Echinodermata: Echinoidea*) 2006, na qual os embriões dos organismos são expostos a 5 concentrações da amostra líquida e de elutriato, por 36 horas, à temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$ e com fotoperíodo de 16h de luz e 8h de escuro.

Ao final do período de exposição, é contado o número de embriões normais e afetados.

- Ensaio com *Nitokra* sp. – Amostra de Sedimento Total

O ensaios ecotoxicológicos de efeito crônico com sedimento total utilizando o copépoda bentônico do gênero *Nitokra* sp. segue a metodologia adotada por Zaroni (2006) e Vitali (2007), que consiste na exposição de 10 fêmeas ovadas, retiradas do cultivo, às amostras do sedimento por um período de 10 dias.

Após o período de exposição, todo o conteúdo é fixado e corado para posterior contagem do número de adultos e da prole (náuplios e copepoditos) sob estereoscópio com aumento de 50X.

Após a contagem, a soma do número de copepoditos e náuplios é dividida pelo número de adultas, obtendo-se então a taxa de eclosão de ovos. As análises são realizadas em conformidade com a NBR ISO 17025.

- Resultados

Sedimentologia

- Composição

Os gráficos das **Figuras 8.1.7.4.5** e **8.1.7.4.6** apresentam os principais componentes dos sedimentos nas amostras coletadas, considerando, respectivamente, os teores da fração grossa e de lama e os teores de material litoclástico e bioclástico na região de interesse. Nos **Quadros 8.1.7.4.14** a **8.1.7.4.20** estão apresentados os valores de cada parâmetro, em cada área estudada.

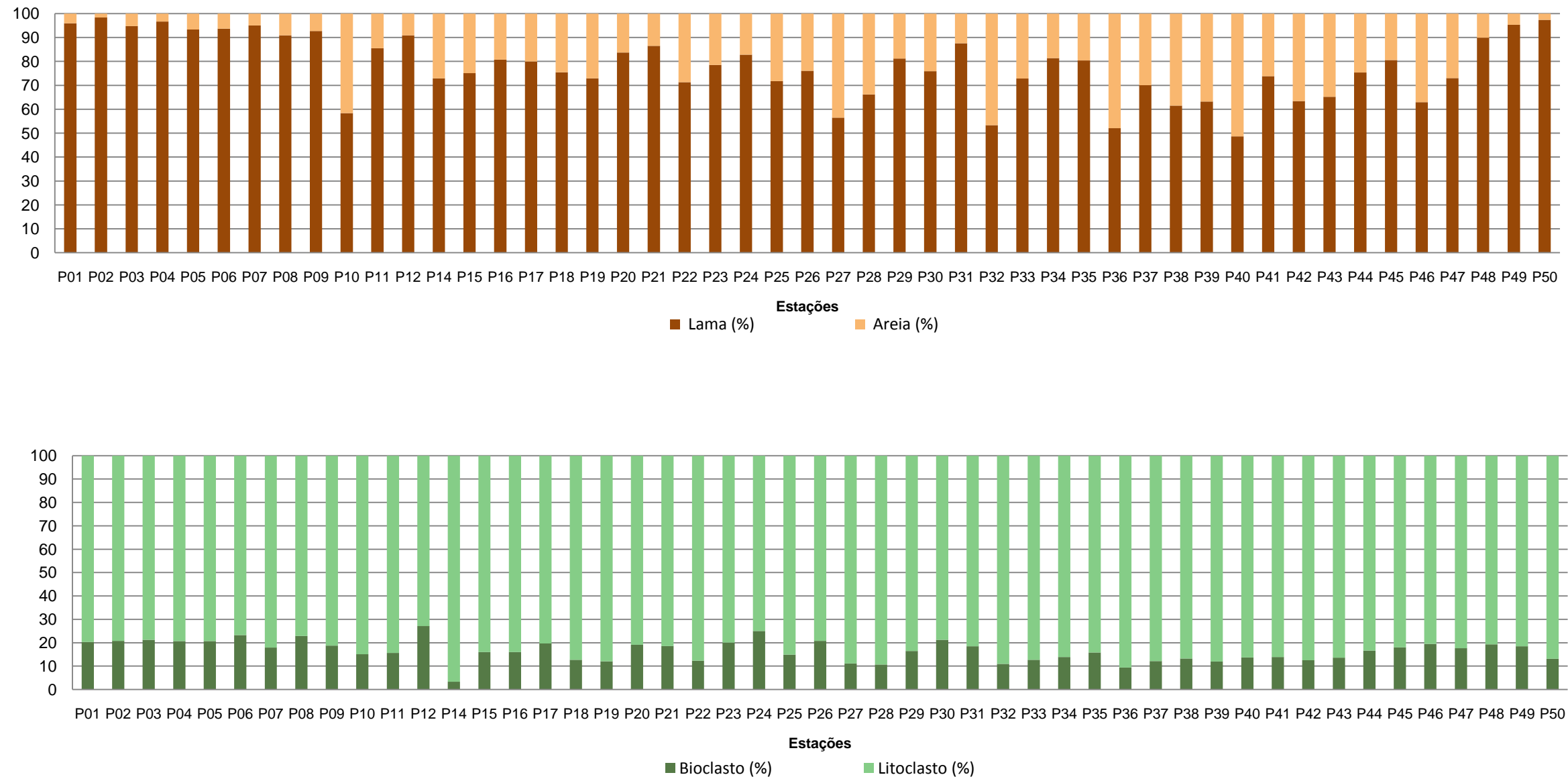


Figura 8.1.7.4.5 - Distribuição de Lama, Areia, Bioclastos e Litoclastos (%) nos Sedimentos das Áreas de Dragagem

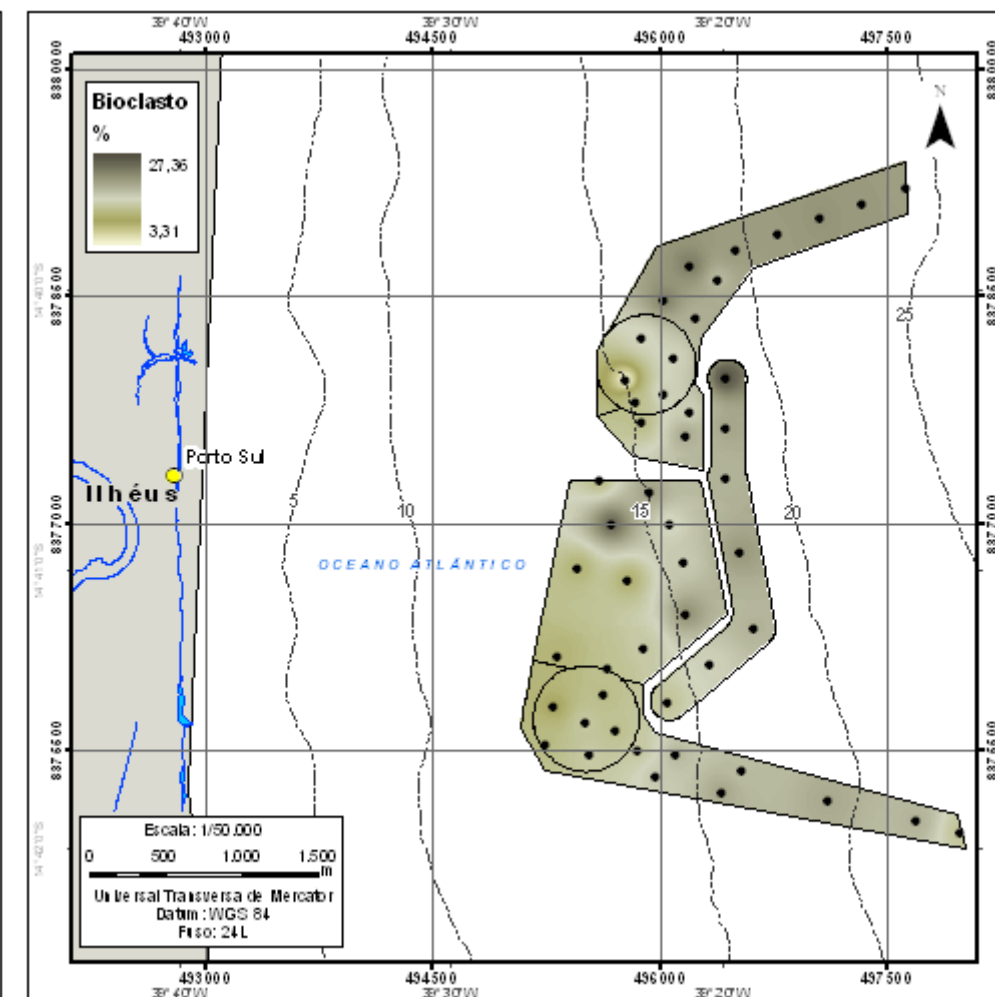
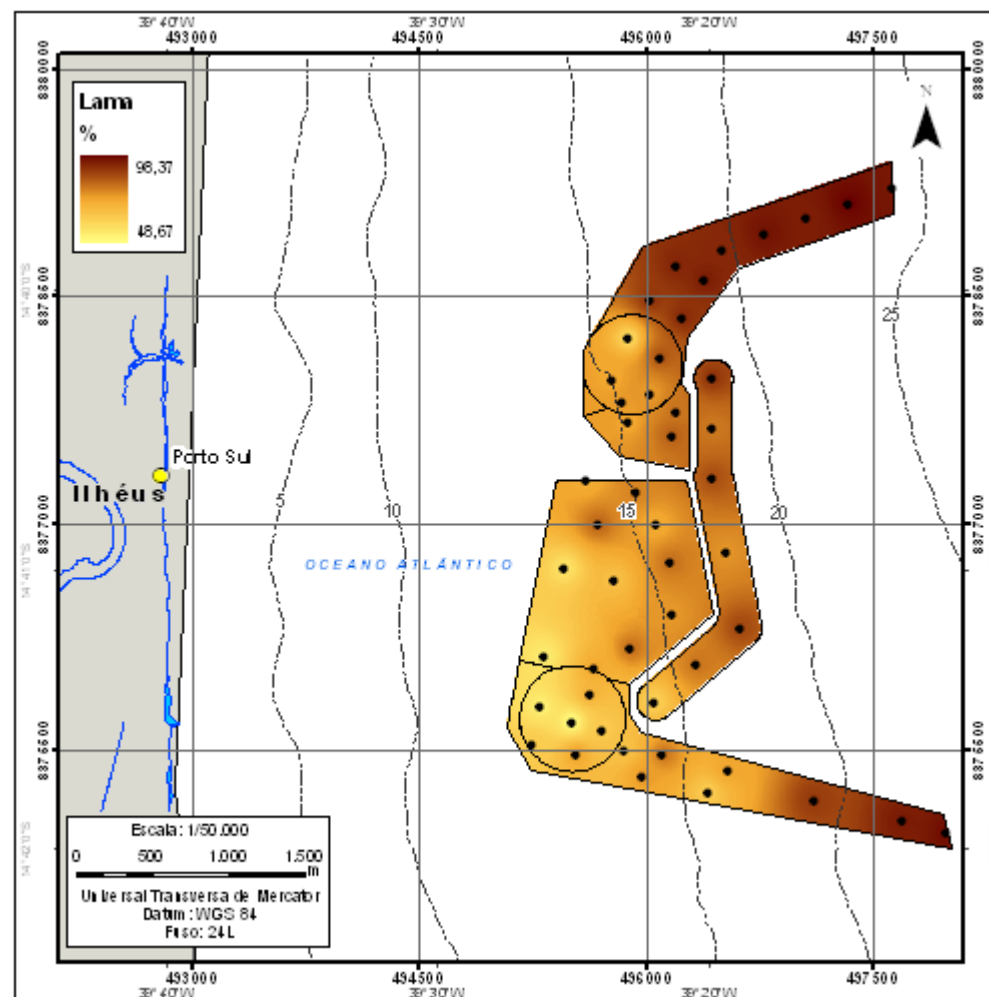
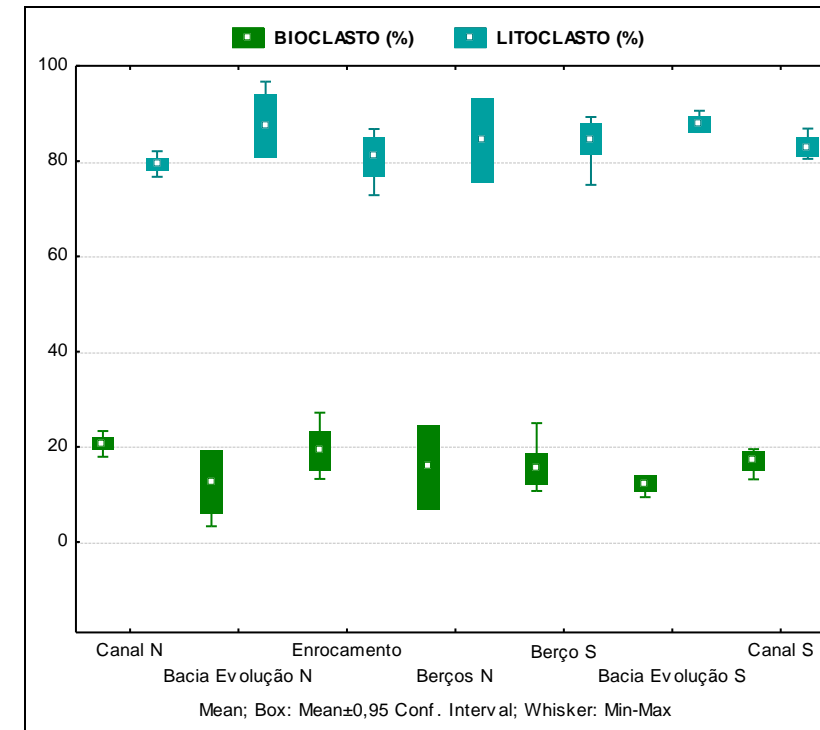
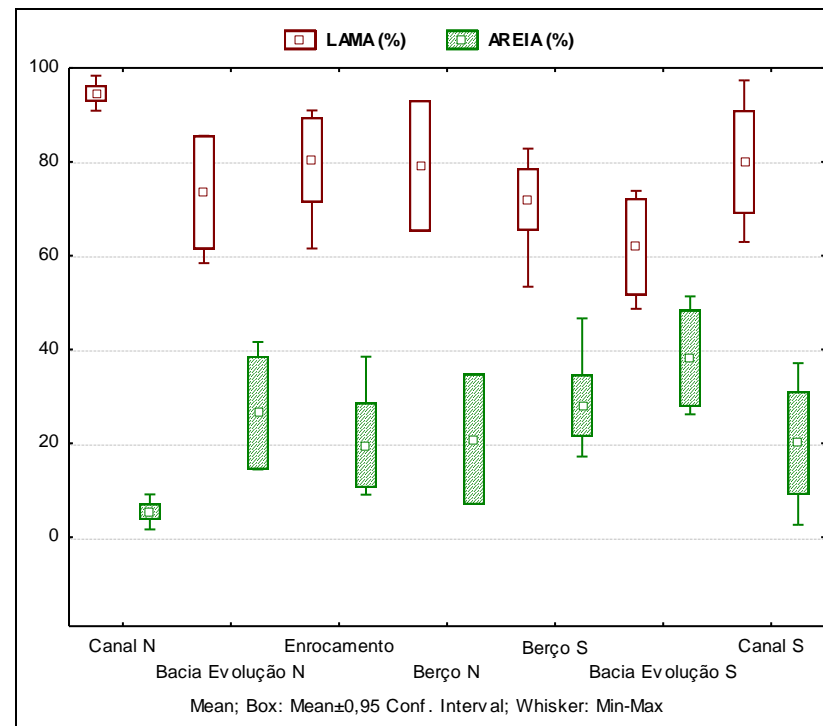


Figura 8.1.7.4.6 - Distribuição por Área de Lama e Bioclastos (%) nos Sedimentos das Áreas de Dragagem.

Quadro 8.1.7.4.14 - Teores de Lama, Areia, Bioclastos e Litoclastos das Amostras Coletadas na Área do Canal Norte

Amostra	Areia (%)	Lama (%)	Bioclasto (%)	Litoclasto (%)
P01	95,95	4,05	20,29	79,71
P02	98,37	1,63	20,77	79,23
P03	94,77	5,23	21,25	78,75
P04	96,67	3,33	20,66	79,34
P05	93,31	6,69	20,66	79,34
P06	93,67	6,33	23,3	76,7
P07	95,04	4,96	17,92	82,08
P08	90,88	9,12	22,86	77,14
P09	92,68	7,32	18,81	81,19
média	94,6	5,4	20,7	79,3
desvio	2,3	2,3	1,7	1,7

Quadro 8.1.7.4.15 - Teores de Lama, Areia, Bioclastos e Litoclastos das Amostras Coletadas na Área da Bacia de Evolução Norte

Amostra	Areia (%)	Lama (%)	Bioclasto (%)	Litoclasto (%)
P10	58,39	41,61	15,11	84,89
P11	85,56	14,44	15,63	84,37
P14	72,95	27,05	3,31	96,69
P15	75,09	24,91	16,05	83,95
P18	75,47	24,53	12,68	87,32
média	73,5	26,5	12,6	87,4
desvio	8,7	8,7	4,8	4,8

Quadro 8.1.7.4.16 - Teores de Lama, Areia, Bioclastos e Litoclastos das Amostras Coletadas na Área do Berço Norte

Amostra	Areia (%)	Lama (%)	Bioclasto (%)	Litoclasto (%)
P16	80,76	19,24	16,02	83,98
P19	72,91	27,09	12,04	87,96
P20	83,77	16,23	19,13	80,87
média	79,1	20,9	15,7	84,3
desvio	5,6	5,6	3,6	3,6

Quadro 8.1.7.4.17 - Teores de Lama, Areia, Bioclastos e Litoclastos das Amostras Coletadas na Área do Berço Sul

Amostra	Areia (%)	Lama (%)	Bioclasto (%)	Litoclasto (%)
P22	71,36	28,64	12,32	87,68
P23	78,53	21,47	20,09	79,91
P24	82,82	17,18	24,98	75,02
P25	71,76	28,24	14,86	85,14
P27	56,48	43,52	11,12	88,88
P28	66,16	33,84	10,72	89,28
P29	81,24	18,76	16,44	83,56

Continua

Quadro 8.1.7.4.17 - Teores de Lama, Areia, Bioclastos e Litoclastos das Amostras Coletadas na Área do Berço Sul (Continuação)

Amostra	Areia (%)	Lama (%)	Bioclasto (%)	Litoclasto (%)
P30	75,89	24,11	21,28	78,72
P32	53,36	46,64	10,93	89,07
P33	72,88	27,12	12,74	87,26
P34	81,36	18,64	13,9	86,1
média	72,0	28,0	15,4	84,6
desvio	9,9	9,9	4,8	4,8

Quadro 8.1.7.4.18 - Teores de Lama, Areia, Bioclastos e Litoclastos das Amostras Coletadas na Área da Bacia de Evolução Sul

Amostra	Areia (%)	Lama (%)	Bioclasto (%)	Litoclasto (%)
P36	52,1	47,9	9,41	90,59
P37	70,1	29,9	12,13	87,87
P39	63,27	36,73	11,97	88,03
P40	48,67	51,33	13,69	86,31
P41	73,81	26,19	13,88	86,12
P42	63,38	36,62	12,53	87,47
média	61,9	38,1	12,3	87,7
desvio	9,8	9,8	1,6	1,6

Quadro 8.1.7.4.19 - Teores de Lama, Areia, Bioclastos e Litoclastos das Amostras Coletadas na Área do Canal Sul

Amostra	Areia (%)	Lama (%)	Bioclasto (%)	Litoclasto (%)
P43	65,17	34,83	13,63	86,37
P44	75,36	24,64	16,67	83,33
P45	80,55	19,45	18,03	81,97
P46	62,93	37,07	19,52	80,48
P47	73,03	26,97	17,67	82,33
P48	89,93	10,07	19,34	80,66
P49	95,33	4,67	18,48	81,52
P50	97,36	2,64	13,17	86,83
média	80,0	20,0	17,1	82,9
desvio	13,2	13,2	2,4	2,4

Quadro 8.1.7.4.20 - Teores de Lama, Areia, Bioclastos e Litoclastos das Amostras Coletadas na Área do Enrocamento

Amostra	Areia (%)	Lama (%)	Bioclasto (%)	Litoclasto (%)
P12	90,95	9,05	27,16	72,84
P17	79,97	20,03	19,69	80,31
P21	86,49	13,51	18,54	81,46
P26	76,06	23,94	20,77	79,23
P31	87,58	12,42	18,46	81,54
P35	80,37	19,63	15,8	84,2
P38	61,52	38,48	13,24	86,76
média	80,4	19,6	19,1	80,9
desvio	9,8	9,8	4,4	4,4

No **Quadro 8.1.7.4.21** é apresentada a percentagem do peso total retido nos diversos intervalos granulométricos. A classificação dos parâmetros granulométricos dos sedimentos analisados encontra-se no **Quadro 8.1.7.4.22**. Já nas **Figuras 8.1.7.4.7 a 8.1.7.4.13** são apresentados os histogramas da distribuição granulométrica em cada área com previsão de dragagens.

Quadro 8.1.7.4.21 - Percentagem do Peso Total Retido nos Diversos Intervalos Granulométricos

Phi	-2	-1,5	-1	-0,5	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	>4,00
P 01	0	0	0	0,01	0,02	0,04	0,07	0,09	0,16	0,26	0,46	0,44	2,29	96,18
P 02	0	0	0	0,05	0,1	0,06	0,05	0,05	0,05	0,09	0,1	0,18	0,79	98,47
P 03 T	0	0,05	0,07	0,05	0,09	0,08	0,11	0,12	0,17	0,29	0,58	1,33	2,29	94,77
P 04	0	0,05	0,01	0,01	0,03	0,04	0,06	0,05	0,06	0,12	0,25	0,51	1,96	96,85
P 05 T	0	0,39	0	0,04	0,03	0,09	0,1	0,12	0,08	0,24	0,58	1,51	3,51	93,31
P 06	0	0	0	0,02	0,02	0,02	0,03	0,07	0,14	0,35	0,92	4,2	3,5	90,74
P 07	0	0	0	0,02	0,04	0,02	0,03	0,03	0,03	0,08	0,22	0,7	3,7	95,12
P 08 T	0	0,02	0	0	0,01	0,01	0,03	0,03	0,06	0,27	0,84	2,03	5,8	90,88
P 09	0	0	0	0,03	0,05	0,02	0,04	0,04	0,07	0,17	0,41	1,19	4,95	93,04
P 10	0	0	0	0,06	0,06	0,04	0,07	0,1	0,21	0,48	1,31	3,8	35,38	58,5
P 11	0	0	0	0,04	0,02	0,02	0,02	0,02	0,05	0,2	0,68	2,4	10,85	85,69
P 12 T	0	0,04	0,04	0,05	0,07	0,05	0,08	0,08	0,11	0,28	0,89	2,2	5,15	90,95
P 14 T	0	0,03	0,01	0,03	0,07	0,06	0,06	0,06	0,09	0,56	2,08	6,06	17,93	72,95
P 15	0	0	0	0	0,01	0,09	0,06	0,07	0,11	0,44	1,52	4,29	16,5	76,9
P 16	0	0	0,04	0,03	0,05	0,04	0,03	0,03	0,06	0,3	1,26	2,83	14,46	80,89
P 17	0	0	0,01	0,02	0	0,05	0,06	0,09	0,16	0,36	0,74	1,08	17,21	80,23
P 18	0	0,04	0,01	0,04	0,07	0,04	0,05	0,06	0,08	0,29	0,97	2,83	20,02	75,51
P 19 T	0	0	0	0,02	0,03	0,03	0,05	0,05	0,08	0,31	1,06	4,76	20,71	72,91
P 20 T	0	0	0	0	0	0,02	0,02	0,01	0,04	0,24	1,07	3,49	11,34	83,77
P 21 T	0	0	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	0,02	0,05	0,2	1,13	2,96	9,06	86,49
P 22	0	0	0	0,03	0,04	0,04	0,05	0,04	0,08	0,33	1,4	4,9	21,64	71,45
P 23 T	0	0	0,02	0,02	0	0,02	0,01	0,03	0,06	0,36	1,36	4	15,58	78,53
P 24	0	0	0	0	0,01	0,01	0,01	0,03	0,05	0,27	0,68	2,35	13,58	83,03
P 25	0	0	0,02	0,01	0,05	0,04	0,06	0,05	0,08	0,26	0,96	3,07	23,53	71,88
P 26	0	0	0	0,03	0,05	0,13	0,21	0,4	1,09	2,16	4,76	5,91	13,5	71,76

Continua

Quadro 8.1.7.4.21 - Percentagem do Peso Total Retido nos Diversos Intervalos Granulométricos (Continuação)

Phi	-2	-1,5	-1	-0,5	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	>4,00
P 27 T	0	0	0,03	0,01	0,03	0,05	0,05	0,07	0,13	0,47	1,9	7,02	33,77	56,48
P 28 T	0	0	0	0,01	0,02	0,03	0,03	0,06	0,07	0,38	1,42	4,95	26,88	66,16
P 29 T	0	0	0,01	0,02	0,05	0,03	0,04	0,04	0,09	0,28	1,16	3,7	13,34	81,24
P 30 T	0	0,12	0,03	0,04	0,05	0,03	0,06	0,09	0,11	0,35	1,48	5,06	16,7	75,89
P 31 T	0	0	0,01	0,05	0,03	0,04	0,05	0,03	0,12	0,83	0,89	2,38	7,98	87,58
P 32 T	0	0,05	0,03	0,07	0,07	0,06	0,04	0,04	0,1	0,42	1,93	8,93	34,9	53,36
P 33	0	0	0,02	0,03	0,02	0,03	0,03	0,03	0,08	0,3	1,03	3,17	22,24	73,02
P 34	0	0	0,01	0,02	0,02	0,05	0,03	0,04	0,05	0,13	0,58	3,19	14,38	81,49
P 35	0	0	0,05	0,01	0,05	0,05	0,06	0,05	0,09	0,33	1,02	2,84	14,92	80,52
P 36 T	0	0,17	0,05	0,09	0,09	0,09	0,07	0,04	0,12	0,31	1,11	6,48	39,27	52,1
P 37	0	0	0	0,06	0,08	0,07	0,06	0,06	0,07	0,28	0,98	4	24,11	70,23
P 38 T	0	0,02	0,01	0	0,03	0,09	0,06	0,07	0,11	0,51	1,95	5,85	29,78	61,52
P 39	0	0,04	0,04	0,05	0,07	0,06	0,04	0,06	0,07	0,28	1,14	5,65	29,14	63,38
P 40	0	0	0,04	0,09	0,1	0,15	0,26	0,34	0,38	0,93	2,51	9,77	36,69	48,73
P41	0	0,23	0,05	0,02	0,05	0,06	0,05	0,04	0,07	0,2	0,77	4,56	19,98	73,92
P 42 T	0	0	0,01	0,01	0,02	0,05	0,04	0,05	0,1	0,46	2,06	8,66	30,62	57,94
P 43	0	0,05	0,01	0,03	0,04	0,06	0,05	0,08	0,13	0,38	1,16	3,58	29,18	65,24
P 44	0	0,04	0,03	0,09	0,15	1,29	0,11	0,12	0,13	0,31	0,91	2,47	19,72	74,63
P 45 T	0	0,01	0,12	0,07	0,09	0,07	0,07	0,06	0,08	0,27	1,21	3,89	13,51	80,55
P 46	0	0,25	0,03	0,08	0,08	0,12	0,14	0,2	0,31	0,68	1,24	3,99	29,84	63,02
P 47	0	0	0	0,03	0,04	0,05	0,12	0,1	0,11	0,31	0,86	2,24	23,03	73,1
P 48 T	0	0,19	0,11	0,13	0,12	0,16	0,21	0,23	0,31	0,65	1,1	2,19	4,69	89,93
P 49	0	0	0,07	0,04	0,04	0,04	0,07	0,08	0,14	0,33	0,59	0,83	2,11	95,65
P 50	0	0	0	0	0	0,01	0,01	0,04	0,07	0,13	0,21	0,46	1,18	97,89

Quadro 8.1.7.4.22 - Classificação dos Parâmetros Estatísticos das Distribuições Granulométricas

Estações	Média (Mz) *	Mediana (Md) *	Grau de seleção (σ_1)*	Assimetria (Sk_1)*	Curtose Normalizada (Kg')
P 01	4,48 Silte grosso	4,48 Silte grosso	0,32 Muito bem selecionado	0,00 Aproximadamente simétrica	0,74 Platicúrtica
P 02	4,49 Silte grosso	4,49 Silte grosso	0,31 Muito bem selecionado	0,00 Aproximadamente simétrica	0,74 Platicúrtica
P03	4,47 Silte grosso	4,47 Silte grosso	0,33 Muito bem selecionado	-0,02 Aproximadamente simétrica	0,78 Platicúrtica
P 04	4,48 Silte grosso	4,48 Silte grosso	0,32 Muito bem selecionado	0,00 Aproximadamente simétrica	0,74 Platicúrtica
P05	4,46 Silte grosso	4,46 Silte grosso	0,36 Bem selecionado	-0,09 Aproximadamente simétrica	0,91 Mesocúrtica
P 06	4,45 Silte grosso	4,45 Silte grosso	0,42 Bem selecionado	-0,18 Negativa	1,14 Leptocúrtica
P 07	4,47 Silte grosso	4,47 Silte grosso	0,32 Muito bem selecionado	0,00 Aproximadamente simétrica	0,74 Platicúrtica

Continua

Quadro 8.1.7.4.22 - Classificação dos Parâmetros Estatísticos das Distribuições Granulométricas (Continuação)

Estações	Média (Mz) *	Mediana (Md) *	Grau de seleção (σ_1)*	Assimetria (Sk1)*	Curtose Normalizada (Kg')
P08	4,45 Silte grosso	4,45 Silte grosso	0,38 Bem selecionado	-0,12 Negativa	0,97 Mesocúrtica
P 09	4,46 Silte grosso	4,46 Silte grosso	0,36 Bem selecionado	-0,08 Aproximadamente simétrica	0,87 Platicúrtica
P 10	4,17 Silte grosso	4,15 Silte grosso	0,51 Moderadamente selecionado	0,03 Aproximadamente simétrica	0,79 Platicúrtica
P 11	4,42 Silte grosso	4,42 Silte grosso	0,41 Bem selecionado	-0,12 Negativa	0,96 Mesocúrtica
P12	4,45 Silte grosso	4,45 Silte grosso	0,39 Bem selecionado	-0,13 Negativa	1,00 Mesocúrtica
P14	4,26 Silte grosso	4,32 Silte grosso	0,54 Moderadamente selecionado	-0,22 Negativa	1,02 Mesocúrtica
P 15	4,31 Silte grosso	4,35 Silte grosso	0,50 Bem selecionado	-0,20 Negativa	1,02 Mesocúrtica
P 16	4,36 Silte grosso	4,38 Silte grosso	0,44 Bem selecionado	-0,15 Negativa	0,95 Mesocúrtica
P 17	4,36 Silte grosso	4,38 Silte grosso	0,43 Bem selecionado	-0,12 Negativa	0,90 Platicúrtica
P 18	4,31 Silte grosso	4,34 Silte grosso	0,47 Bem selecionado	-0,13 Negativa	0,88 Platicúrtica
P19	4,28 Silte grosso	4,31 Silte grosso	0,50 Moderadamente selecionado	-0,16 Negativa	0,91 Mesocúrtica
P20	4,40 Silte grosso	4,40 Silte grosso	0,42 Bem selecionado	-0,13 Negativa	0,99 Mesocúrtica
P21	4,42 Silte grosso	4,42 Silte grosso	0,41 Bem selecionado	-0,13 Negativa	1,00 Mesocúrtica
P 22	4,26 Silte grosso	4,30 Silte grosso	0,51 Moderadamente selecionado	-0,17 Negativa	0,91 Mesocúrtica
P23	4,33 Silte grosso	4,36 Silte grosso	0,48 Bem selecionado	-0,18 Negativa	1,00 Mesocúrtica
P 24	4,39 Silte grosso	4,40 Silte grosso	0,42 Bem selecionado	-0,12 Negativa	0,94 Mesocúrtica
P 25	4,28 Silte grosso	4,30 Silte grosso	0,47 Bem selecionado	-0,10 Negativa	0,81 Platicúrtica
P 26	4,21 Silte grosso	4,30 Silte grosso	0,66 Moderadamente selecionado	-0,35 Muito negativa	1,24 Leptocúrtica
P27	4,14 Silte grosso	4,12 Silte grosso	0,55 Moderadamente selecionado	-0,01 Aproximadamente simétrica	0,86 Platicúrtica
P28	4,22 Silte grosso	4,24 Silte grosso	0,52 Moderadamente selecionado	-0,11 Negativa	0,85 Platicúrtica
P29	4,36 Silte grosso	4,39 Silte grosso	0,45 Bem selecionado	-0,17 Negativa	1,00 Mesocúrtica
P30	4,30 Silte grosso	4,34 Silte grosso	0,51 Moderadamente selecionado	-0,21 Negativa	1,04 Mesocúrtica
P31	4,43 Silte grosso	4,43 Silte grosso	0,41 Bem selecionado	-0,13 Negativa	1,01 Mesocúrtica
P32	4,11 Silte grosso	4,06 Silte grosso	0,56 Moderadamente selecionado	0,03 Aproximadamente simétrica	0,87 Platicúrtica
P 33	4,28 Silte grosso	4,32 Silte grosso	0,47 Bem selecionado	-0,11 Negativa	0,83 Platicúrtica

Continua

Quadro 8.1.7.4.22 - Classificação dos Parâmetros Estatísticos das Distribuições Granulométricas (Continuação)

Estações	Média (Mz) *	Mediana (Md) *	Grau de seleção (σ_1)*	Assimetria (Sk1)*	Curtose Normalizada (Kg')
P 34	4,37 Silte grosso	4,39 Silte grosso	0,44 Bem selecionado	-0,14 Negativa	0,94 Mesocúrtica
P 35	4,36 Silte grosso	4,38 Silte grosso	0,45 Bem selecionado	-0,15 Negativa	0,94 Mesocúrtica
P36	4,11 Silte grosso	4,04 Silte grosso	0,53 Moderadamente selecionado	0,11 Positiva	0,85 Platicúrtica
P 37	4,26 Silte grosso	4,29 Silte grosso	0,49 Bem selecionado	-0,12 Negativa	0,83 Platicúrtica
P38	4,18 Silte grosso	4,19 Silte grosso	0,54 Moderadamente selecionado	-0,08 Aproximadamente simétrica	0,87 Platicúrtica
P 39	4,20 Silte grosso	4,21 Silte grosso	0,52 Moderadamente selecionado	-0,08 Aproximadamente simétrica	0,84 Platicúrtica
P 40	4,06 Silte grosso	3,98 Areia muito fina	0,57 Moderadamente selecionado	0,08 Aproximadamente simétrica	0,92 Mesocúrtica
P41	4,29 Silte grosso	4,32 Silte grosso	0,49 Bem selecionado	-0,16 Negativa	0,92 Mesocúrtica
P 42	4,15 Silte grosso	4,14 Silte grosso	0,56 Moderadamente selecionado	-0,05 Aproximadamente simétrica	0,86 Platicúrtica
P 43	4,22 Silte grosso	4,23 Silte grosso	0,50 Bem selecionado	-0,06 Aproximadamente simétrica	0,79 Platicúrtica
P 44	4,29 Silte grosso	4,33 Silte grosso	0,49 Bem selecionado	-0,17 Negativa	0,95 Mesocúrtica
P45	4,35 Silte grosso	4,38 Silte grosso	0,47 Bem selecionado	-0,19 Negativa	1,03 Mesocúrtica
P 46	4,20 Silte grosso	4,21 Silte grosso	0,53 Moderadamente selecionado	-0,09 Aproximadamente simétrica	0,86 Platicúrtica
P 47	4,29 Silte grosso	4,32 Silte grosso	0,47 Bem selecionado	-0,11 Negativa	0,82 Platicúrtica
P48	4,44 Silte grosso	4,44 Silte grosso	0,42 Bem selecionado	-0,17 Negativa	1,13 Leptocúrtica
P 49	4,48 Silte grosso	4,48 Silte grosso	0,32 Muito bem selecionado	0,00 Aproximadamente simétrica	0,74 Platicúrtica
P 50	4,49 Silte grosso	4,49 Silte grosso	0,31 Muito bem selecionado	0,00 Aproximadamente simétrica	0,74 Platicúrtica

*valores em Phi.

** As frações finas do sedimento não foram discriminadas, dessa forma as lamas totais (>4 Phi) para fins estatísticos foram enquadradas como Silte Grosso.

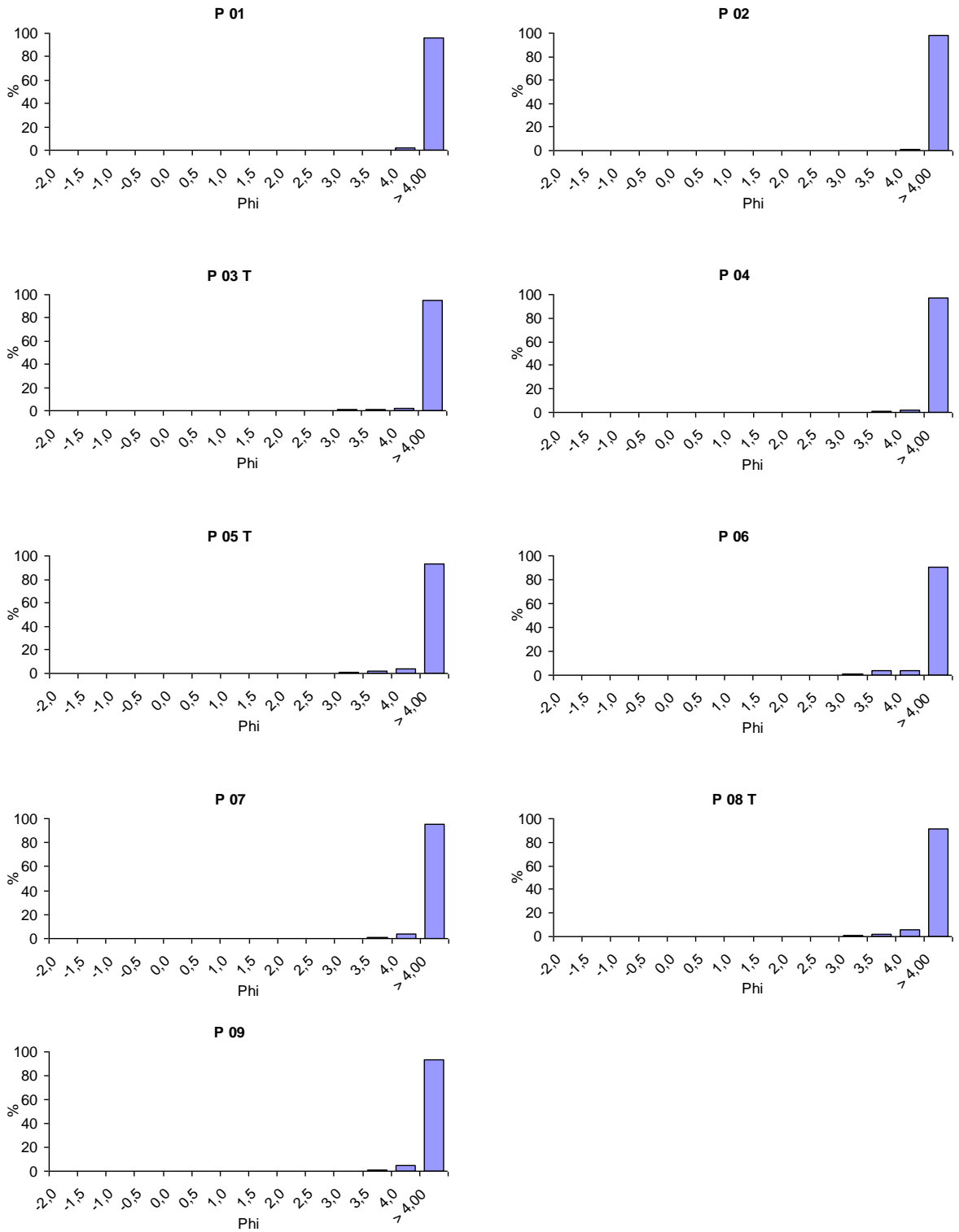


Figura 8.1.7.4.7 - Histogramas das Distribuições Granulométricas das Amostras Analisadas no Canal Norte

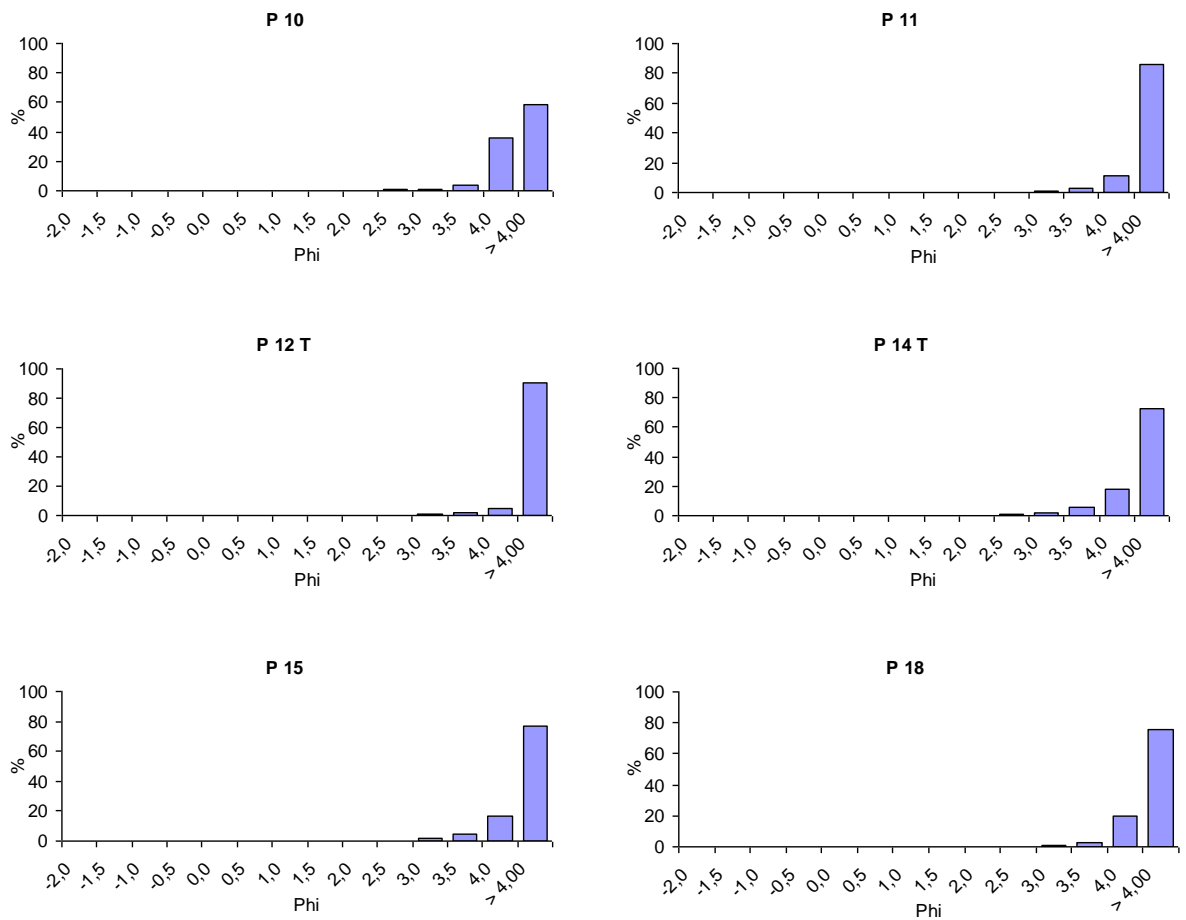


Figura 8.1.7.4.8 - Histogramas das Distribuições Granulométricas das Amostras Analisadas na Bacia de Evolução Norte

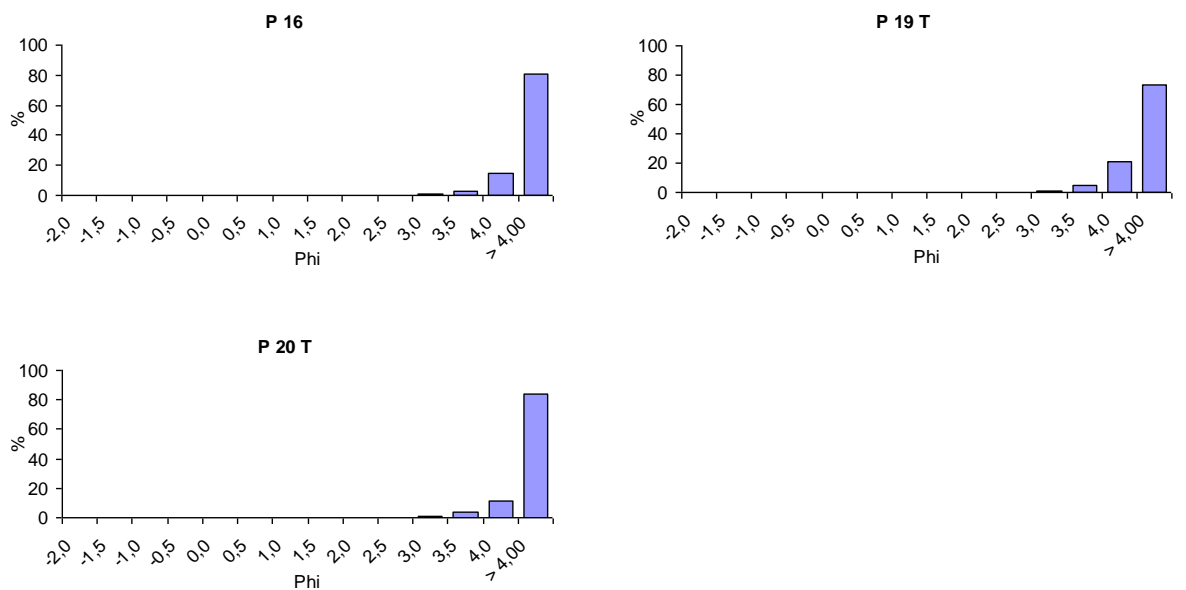


Figura 8.1.7.4.9 - Histogramas das Distribuições Granulométricas das Amostras Analisadas no Berço Norte

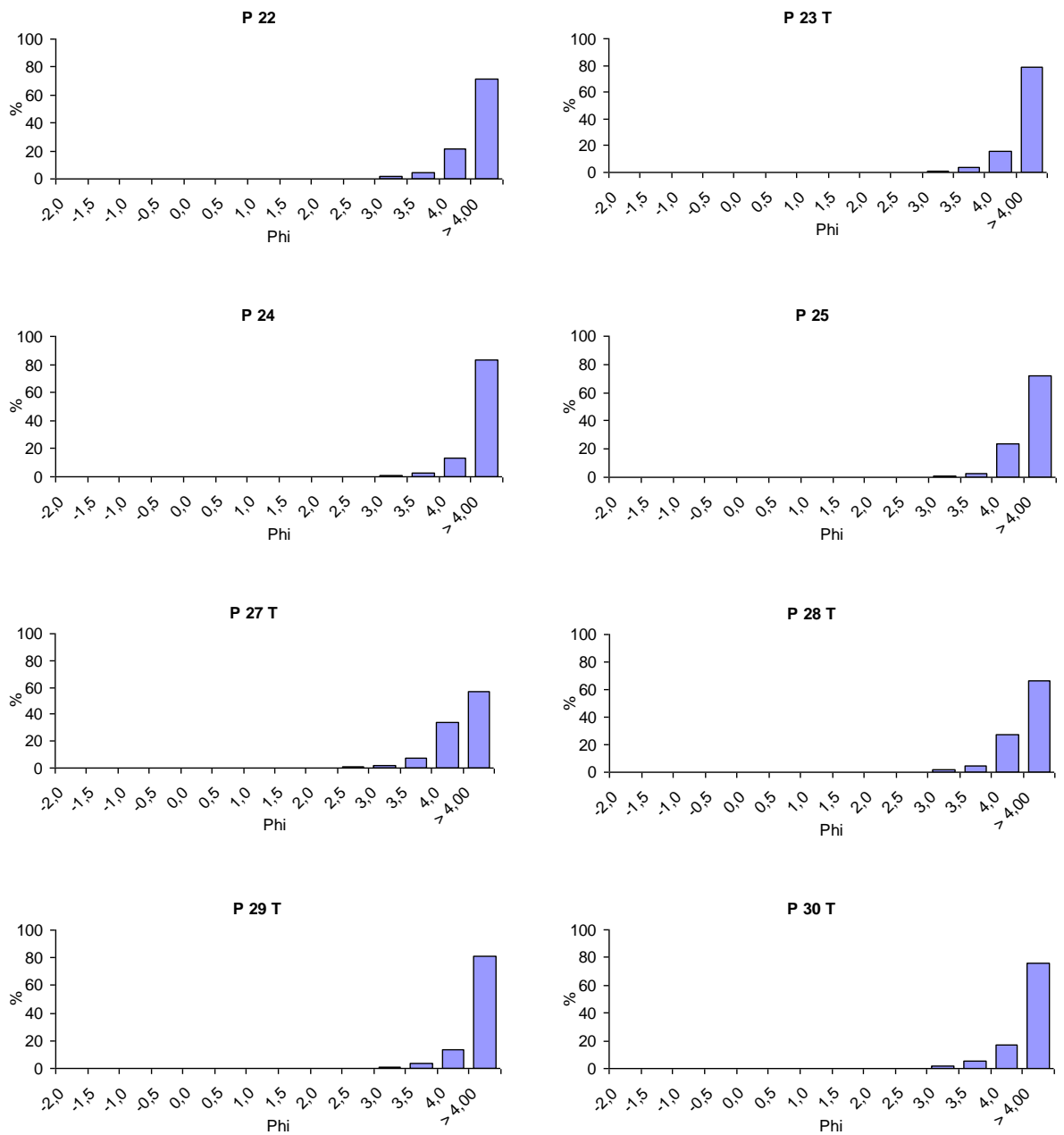


Figura 8.1.7.4.10 - Histogramas das Distribuições Granulométricas das Amostras Analisadas no Berço Sul

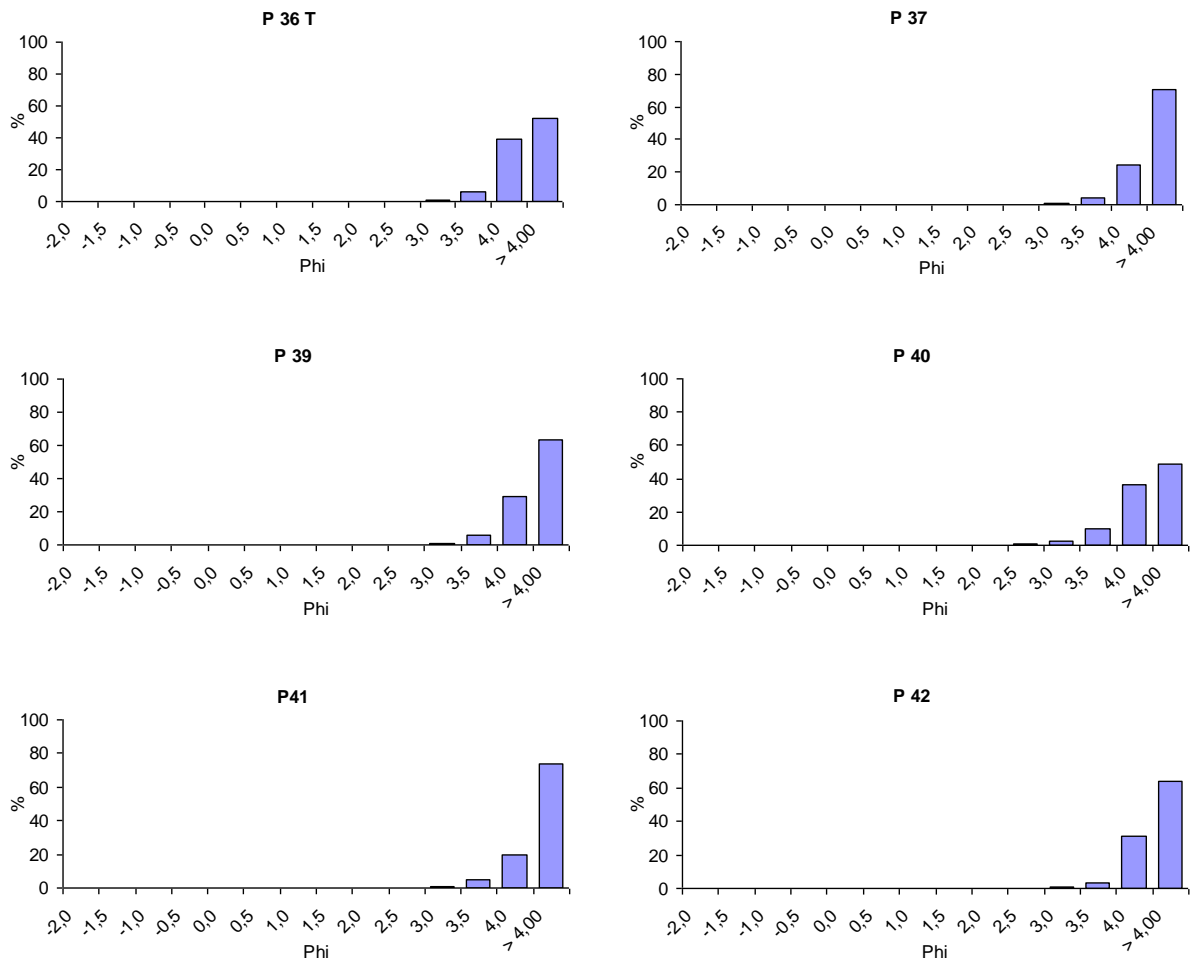


Figura 8.1.7.4.11 - Histogramas das Distribuições Granulométricas das Amostras Analisadas na Bacia de Evolução Sul

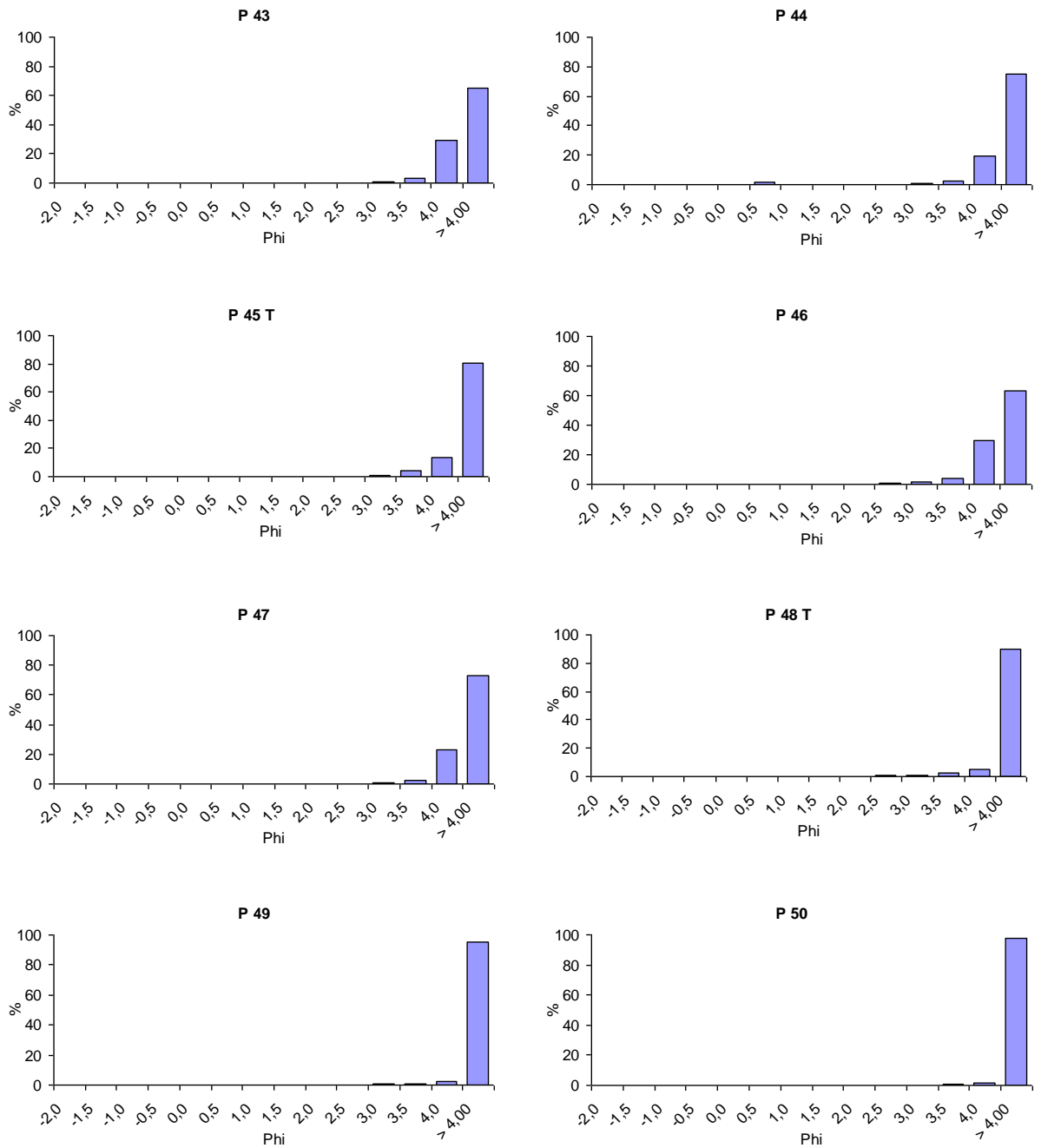


Figura 8.1.7.4.12 - Histogramas das Distribuições Granulométricas das Amostras Analisadas no Canal Sul

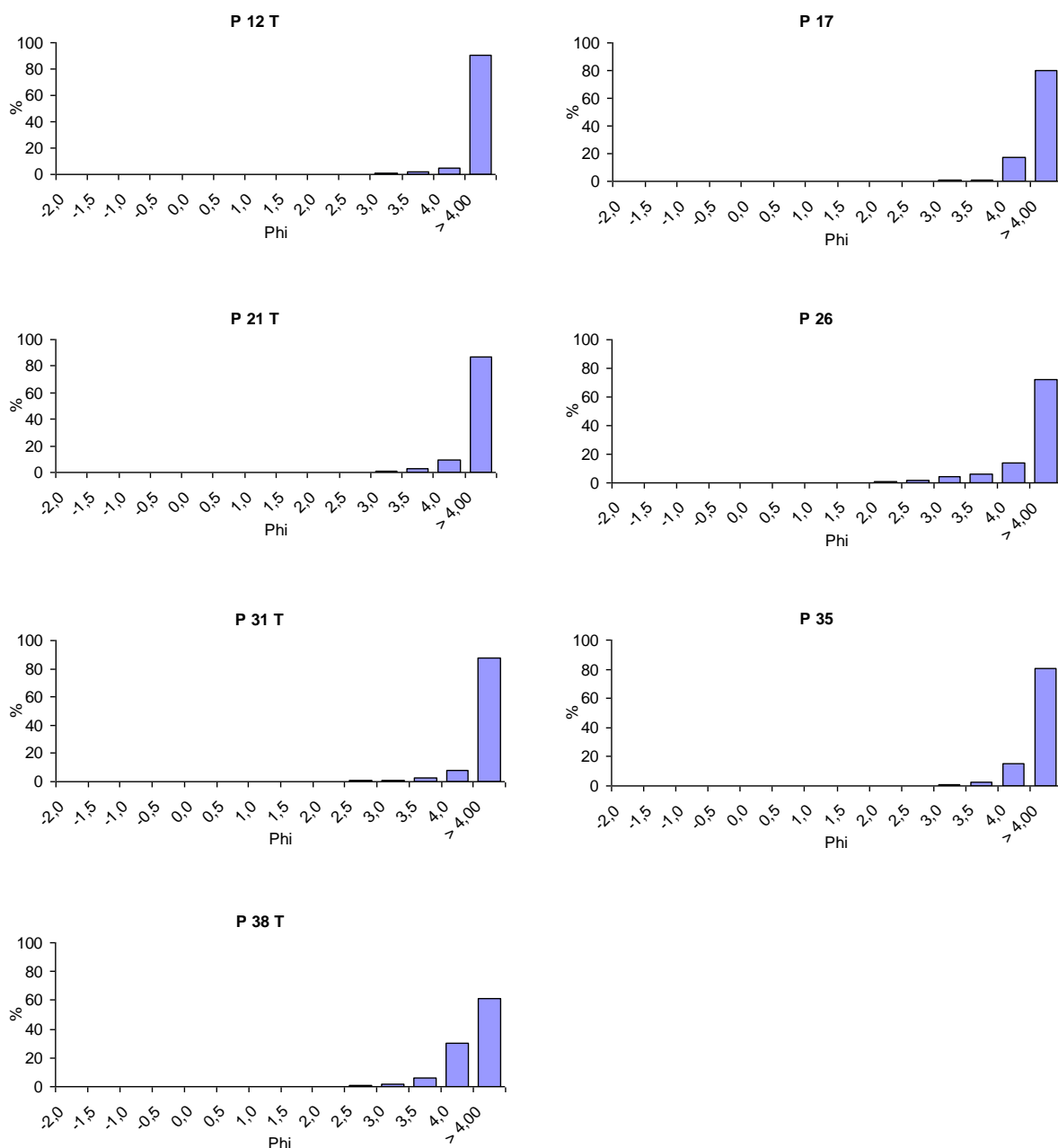


Figura 8.1.7.4.13 - Histogramas das Distribuições Granulométricas das Amostras Analisadas no Enrocamento

Os resultados obtidos aqui corroboram os dados de composição dos sedimentos da plataforma continental, entre Itacaré e Olivença, mapeados por Freire (2006), os quais evidenciaram a presença de lamas siliciclásticas concentradas, principalmente nas desembocaduras dos rios de Contas e do Almada (**Figura 8.1.7.4.14**), mas à medida que aumenta a profundidade, elas vão graduando para margas (lamas com maior percentual de carbonatos).

Essas margas (lamas carbonáticas) se estendem tanto para o norte como para o sul das desembocaduras desses rios, evidenciando os diferentes sentidos de dispersão de sedimentos finos pelas correntes costeiras (Freire, 2006 *apud* Tavares, 2008). Segundo estes estudos, o caráter da sedimentação da plataforma continental é essencialmente misto,

já que ela é predominantemente siliclástica na plataforma interna (profundidade de 10 m) e na face da costa, e carbonática, na plataforma média e externa, em profundidade acima de 20 a 40 m, respectivamente.

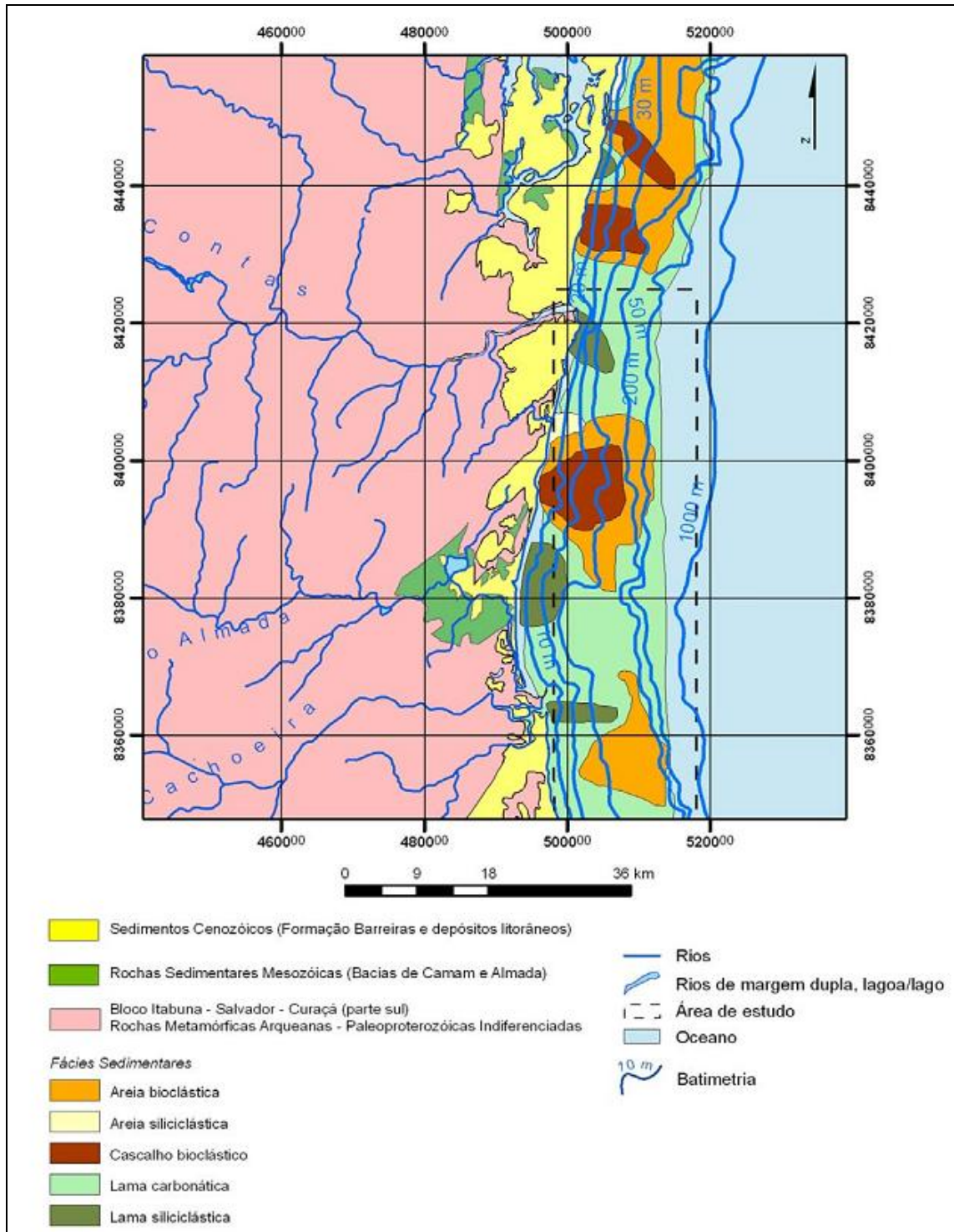


Figura 8.1.7.4.14 - Distribuição Espacial das fácies Sedimentares da Plataforma Continental entre Itacaré e Olivença (Simplificado de Freire, 2006 *apud* Tavares, 2008)

Da mesma forma os resultados das sondagens (**Anexo 8.1.7.4.3**) realizadas em alguns pontos da área de dragagem, indicaram que a área é coberta por grande depósito sedimentar chegando a alcançar até 45 metros de profundidade.

- Qualidade dos Sedimentos

A caracterização físico-química, bem como os resultados dos principais contaminantes analisados nos sedimentos da área de influência e os limites definidos na Resolução CONAMA 344/04 encontram-se sintetizados nos **Quadros 8.1.7.4.23 a 8.1.7.4.30**.

No **Quadro 8.1.7.4.31** estão descritos valores de referência para metais pesados e matéria orgânica em sedimentos marinhos da costa brasileira. Os resultados das análises de HPAs e Pesticidas foram inferiores aos respectivos limites de quantificação e detecção em todas as amostras e, por isso, não foram apresentados no corpo desse documento. Todos os resultados brutos são apresentados em anexo nos laudos laboratoriais (**Anexo 8.1.7.4.2**).

Quadro 8.1.7.4.23 - Características Físico-químicas dos Sedimentos das Diferentes Áreas de Dragagem, Coletados entre os dias 05 e 07 de Julho. Dados Medidos *in Situ*

Área	Pontos	Eh	pH
CANAL NORTE	P01	-252,0	7,33
	P02	-223,0	7,32
	P04	-210,0	7,36
	P06	-197,0	7,89
	P07	-198,0	7,40
	P09	-184,0	7,34
BACIA DE EVOLUÇÃO NORTE	P10	-112,0	7,48
	P11	-179,0	7,45
	P15	-174,0	7,38
	P18	-28,0	7,92
BERÇO NORTE	P16	-211,0	7,41
BERÇO SUL	P22	-190,0	7,41
	P24	-233,0	7,44
	P25	-230,0	7,44
	P33	-183,0	7,39
	P34	-221,0	7,33
BACIA DE EVOLUÇÃO SUL	P37	-189,0	7,32
	P39	-91,0	7,22
	P40	-189,0	7,30
	P41	-190,0	7,43
	P42	-187,0	7,30
CANAL SUL	P43	-229,0	7,31
	P44	-246,0	7,21
	P46	-213,0	7,20
	P47	-151,0	7,02
	P49	-217,0	6,85
	P50	-206,0	6,61
ENROCAMENTO	P17	-202,0	7,37
	P26	-230,0	7,44
	P35	-183,0	7,39

(Fonte: CEPEMAR)

Quadro 8.1.7.4.24 - Resultados Analíticos Provenientes das Amostras Coletadas no Canal Norte

Pontos	Profundidade	Al	As	Cd	Pb	Cu	Cr	Fe	Mn	Hg	Ni	Zn	COT	N	P
P01	Superfície	40119	27,0	1,2	14,8	11,2	82,3	31359	290,6	<0,05	16,8	48,7	0,66	1259	411
P02	Superfície	38239	30,0	1,2	15,3	10,9	80,2	31264	296,5	<0,05	16,0	47,3	0,41	1129	403
P03	Superfície	32082	23,0	0,6	15,3	10,3	35,3	29348	213,3	<0,05	11,8	34,4	0,80	725	365
P03	Meio	27383	22,0	0,8	11,5	8,8	33,4	26919	192,7	<0,05	10,9	31,5	0,96	694	285
P03	Fundo	29221	22,0	0,9	13,1	8,7	36,9	28904	196,1	0,08	11,5	34,5	0,12	694	329
P04	Superfície	32190	28,0	1,1	13,3	9,6	74,3	29202	280,3	<0,02	14,3	44,6	0,78	1030	361
P05	Superfície	23869	20,0	0,5	13,1	8,2	30,2	25853	199,0	<0,02	9,9	30,6	0,61	449	296
P05	Meio	20653	18,0	0,5	10,4	7,4	30,2	23133	189,1	0,08	8,8	29,2	0,78	583	300
P05	Fundo	28459	19,0	0,6	11,3	7,7	31,8	29714	207,0	<0,05	10,4	32,8	1,02	645	307
P06	Superfície	14917	19,0	0,8	6,5	4,3	41,5	18776	202,8	<0,05	7,7	26,2	0,27	421	230
P07	Superfície	18222	23,0	0,9	8,7	5,6	51,3	20843	206,9	<0,05	9,9	30,9	0,37	403	291
P08	Superfície	13914	19,0	0,6	7,7	5,2	23,2	22077	193,0	<0,05	7,2	26,0	0,23	176	215
P08	Meio	20404	21,0	0,6	10,4	7,1	29,0	24256	199,9	<0,02	9,4	29,5	0,57	405	218
P08	Fundo	22553	24,0	0,9	13,8	8,3	37,2	25305	219,9	<0,02	11,2	37,0	0,74	522	246
P09	Superfície	24632	18,0	0,5	6,1	4,1	34,5	31495	189,3	<0,02	6,8	23,6	0,27	355	280
CONAMA 344 NÍVEL 1*		-	8,2	1,2	46,7	34	81	-	-	0,15	20,9	150	-	-	-
CONAMA 344 NÍVEL 2**		-	70	9,6	218	270	370	-	-	0,71	51,6	410	-	-	-
CONAMA 344 Alerta		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	4800	2000
Média		25790	22,2	0,8	11,4	7,8	43,4	26563	218,4	0,04	10,84	33,79	0,57	632,67	302,47
Desvio		7791	3,7	0,2	3,1	2,3	19,5	4074	37,7	0,02	2,97	7,65	0,28	304,28	62,20

(Fonte: INNOLAB)

Resultados expressos em mg/kg, exceto para o COT, em (%).

*Nível 01: limiar abaixo do qual se prevê baixa probabilidade de efeitos adversos à biota (superior ao nível 1 em verde claro).

**Nível 02: limiar acima do qual se prevê um provável efeito adverso à biota (superior ao nível 2 em verde escuro).

Quadro 8.1.7.4.25 - Resultados Analíticos Provenientes das Amostras Coletadas na Bacia de Evolução Norte

Pontos	Profundidade	Al	As	Cd	Pb	Cu	Cr	Fe	Mn	Hg	Ni	Zn	COT	N	P
P10	Superfície	11920	20,0	0,6	6,6	3,7	36,1	19299	174,3	<0,02	7,0	23,8	0,13	229	238
P11	Superfície	13824	18,0	0,7	5,2	4,3	38,8	19773	195,3	<0,02	7,9	27,0	0,24	253	257
P14	Superfície	12706	27,0	0,7	9,8	5,6	26,9	23224	190,7	<0,02	8,1	28,8	0,32	104	233
P14	Meio	13461	23,0	0,7	8,7	5,4	25,0	20315	180,3	<0,05	7,4	25,5	0,20	112	248
P14	Fundo	18710	20,0	0,7	10,7	7,1	32,6	23564	208,1	0,07	10,0	33,8	0,38	297	263
P15	Superfície	15295	24,0	0,7	7,1	4,4	40,0	22424	192,1	<0,02	8,2	29,0	0,28	269	267
P18	Superfície	12919	22,0	0,8	6,2	3,8	38,3	21577	174,2	0,07	7,7	25,8	0,28	176	260
CONAMA 344 NÍVEL 1*		-	8,2	1,2	46,7	34	81	-	-	0,15	20,9	150	-	-	-
CONAMA 344 NÍVEL 2**		-	70	9,6	218	270	370	-	-	0,71	51,6	410	-	-	-
CONAMA 344 Alerta		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	4800	2000
Média		14119	22,0	0,7	7,8	4,9	34,0	21454	187,9	0,04	8,04	27,67	0,26	205,71	252,29
Desvio		2282	3,0	0,1	2,0	1,2	6,0	1698	12,4	0,02	0,96	3,27	0,08	76,52	12,96

(Fonte: INNOLAB)

Resultados expressos em mg/kg, exceto para o COT, em (%).

*Nível 01: limiar abaixo do qual se prevê baixa probabilidade de efeitos adversos à biota (superior ao nível 1 em verde claro).

**Nível 02: limiar acima do qual se prevê um provável efeito adverso à biota (superior ao nível 2 em verde escuro).

Quadro 8.1.7.4.26 - Resultados Analíticos Provenientes das Amostras Coletadas no Berço Norte

Pontos	Profundidade	Al	As	Cd	Pb	Cu	Cr	Fe	Mn	Hg	Ni	Zn	COT	N	P
P16	Superfície	13428	21,0	0,7	6,2	4,3	38,3	19952	187,2	<0,02	7,7	26,7	0,26	261	351
P19	Superfície	12265	24,0	0,6	9,4	5,9	26,6	21664	198,4	0,08	8,3	29,1	0,20	110	217
P19	Meio	10928	22,0	0,6	7,6	4,6	23,7	20586	171,9	<0,02	6,9	25,2	0,14	76	211
P19	Fundo	18466	21,0	0,7	20,2	7,3	32,3	23121	216,6	<0,02	10,1	34,0	0,60	353	230
P20	Superfície	14762	26,0	0,8	8,8	6,1	27,4	23400	199,6	<0,05	8,6	29,7	0,26	166	253
P20	Meio	11628	20,0	0,7	7,9	4,7	22,8	22207	175,0	<0,02	6,7	24,4	0,13	83	222
P20	Fundo	12340	18,0	0,6	7,7	5,2	22,6	17111	205,6	<0,02	7,3	24,6	0,20	116	217
CONAMA 344 NÍVEL 1*		-	8,2	1,2	46,7	34	81	-	-	0,15	20,9	150	-	-	-
CONAMA 344 NÍVEL 2**		-	70	9,6	218	270	370	-	-	0,71	51,6	410	-	-	-
CONAMA 344 Alerta		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	4800	2000
Média		13402	21,7	0,7	9,7	5,4	27,7	21149	193,5	0,03	7,94	27,67	0,25	166,43	243,00
Desvio		2555	2,6	0,1	4,7	1,1	5,8	2175	16,3	0,02	1,18	3,50	0,16	103,78	49,58

(Fonte: INNOLAB)

Resultados expressos em mg/kg, exceto para o COT, em (%).

*Nível 01: limiar abaixo do qual se prevê baixa probabilidade de efeitos adversos à biota (superior ao nível 1 em verde claro).

**Nível 02: limiar acima do qual se prevê um provável efeito adverso à biota (superior ao nível 2 em verde escuro).

Quadro 8.1.7.4.27 - Resultados Analíticos Provenientes das Amostras Coletadas no Berço Sul

Pontos	Profundidade	Al	As	Cd	Pb	Cu	Cr	Fe	Mn	Hg	Ni	Zn	COT	N	P
P22	Superfície	12865	23,0	0,8	6,1	3,9	39,1	21381	173,2	<0,02	8,0	26,7	0,23	201	326
P23	Superfície	18062	25,0	0,7	10,3	7,3	32,1	24402	230,4	0,09	10,4	34,0	0,32	248	263
P23	Meio	13700	22,0	0,5	8,3	5,7	27,2	21427	198,9	0,06	8,4	30,0	0,24	109	243
P23	Fundo	20054	22,0	0,6	7,5	5,6	26,5	26000	194,1	<0,02	7,9	29,0	0,56	400	270
P24	Superfície	12744	21,0	0,8	6,2	3,9	37,8	18931	184,7	<0,02	7,6	26,2	0,26	221	307
P25	Superfície	11288	22,0	0,8	6,3	3,5	36,1	18930	177,3	<0,02	6,7	22,9	0,25	230	244
P27	Superfície	10152	23,0	0,8	9,7	7,9	34,9	21543	221,3	<0,02	10,9	36,4	0,13	83	225
P27	Meio	19496	26,0	0,8	11,8	7,6	32,7	25453	230,6	0,13	10,6	35,6	0,39	228	246
P27	Fundo	16362	19,0	0,7	9,8	6,3	26,5	20959	194,0	<0,02	8,2	27,2	0,33	193	196
P28	Superfície	12898	16,0	0,7	8,2	5,1	23,5	18360	192,4	<0,02	6,8	24,6	0,18	143	234
P28	Meio	10981	22,0	0,8	7,7	5,0	24,1	19335	176,3	0,07	7,6	26,3	0,16	89	239
P28	Fundo	20772	23,0	0,7	12,9	8,1	34,6	25370	224,1	0,13	11,1	36,1	0,64	402	272
P29	Superfície	14291	26,0	0,7	9,0	6,3	29,0	25291	209,7	<0,05	9,2	32,4	0,25	133	304
P29	Meio	16093	22,0	0,7	10,1	6,4	27,5	22451	211,0	<0,05	8,9	29,8	0,36	218	257
P29	Fundo	20093	19,0	0,6	11,2	7,4	32,3	23856	217,0	<0,05	10,1	33,3	0,48	357	283
P30	Superfície	12340	21,0	0,8	11,1	7,3	32,3	22340	218,0	0,1	10,0	33,3	0,22	121	254
P30	Meio	18540	23,0	0,7	10,8	7,0	31,1	23273	217,2	<0,05	9,7	32,0	0,52	323	270
P30	Fundo	11967	21,0	0,6	8,7	5,2	25,1	19116	185,8	<0,02	7,2	25,8	0,20	166	233
P32	Superfície	11350	28,0	0,8	8,6	5,4	27,2	23970	187,5	<0,02	8,2	28,2	0,19	129	274
P32	Meio	8605	19,0	0,6	7,4	4,4	22,8	19731	156,8	<0,02	6,5	24,0	0,14	73	238
P32	Fundo	9269	23,0	0,6	6,1	4,3	22,2	19364	161,4	0,06	6,7	23,5	0,09	48	201
P33	Superfície	15166	26,0	0,9	7,8	4,8	46,7	22412	200,9	<0,02	9,3	31,5	0,30	325	314
P34	Superfície	15803	23,0	0,9	7,2	4,6	45,2	24028	196,3	0,06	8,6	30,3	0,27	257	286
CONAMA 344 - NÍVEL 1*		-	8,2	1,2	46,7	34	81	-	-	0,15	20,9	150	-	-	-
CONAMA 344 - NÍVEL 2**		-	70	9,6	218	270	370	-	-	0,71	51,6	410	-	-	-
CONAMA 344 - Alerta		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	4800	2000
Média		14474	22,4	0,7	8,8	5,8	31,2	22084	198,2	0,05	8,63	29,53	0,29	204,22	259,96
Desvio		3676	2,7	0,1	1,9	1,4	6,7	2439	21,1	0,04	1,43	4,16	0,14	103,91	33,77

(Fonte: INNOLAB)

Resultados expressos em mg/kg, exceto para o COT, em (%).

Quadro 8.1.7.4.28 - Resultados Analíticos Provenientes das Amostras Coletadas no Bacia de Evolução Sul

Pontos	Profundidade	Al	As	Cd	Pb	Cu	Cr	Fe	Mn	Hg	Ni	Zn	COT	N	P
P36	Superfície	10296	28,0	0,8	7,2	5,0	25,6	22145	187,6	0,06	6,9	26,0	0,18	125	221
P36	Meio	7187	20,0	0,5	6,3	3,4	19,9	16452	165,0	0,06	5,7	20,3	0,10	67	634
P36	Fundo	11130	26,0	0,7	8,0	5,6	26,7	20841	181,5	<0,05	8,0	28,7	0,16	116	288
P37	Superfície	13865	22,0	1,0	6,9	4,3	42,0	22309	192,1	<0,02	7,5	27,9	0,23	127	278
P39	Superfície	13178	27,0	0,9	7,4	4,5	46,3	21740	200,3	<0,02	9,2	31,1	0,26	238	281
P40	Superfície	16471	30,0	1,0	7,5	5,0	48,8	24636	212,5	<0,02	9,4	33,8	0,31	285	282
P41	Superfície	16692	29,0	0,9	8,3	5,3	51,4	23537	214,0	0,09	10,5	36,1	0,34	313	297
P42	Superfície	12894	27,0	0,9	10,6	6,1	29,3	24619	202,8	<0,02	9,1	31,3	0,28	182	262
P42	Meio	12307	21,0	0,7	8,5	5,5	25,2	20104	197,6	0,09	7,9	27,4	0,25	146	245
P42	Fundo	14738	14,0	0,2	7,0	6,0	23,5	23414	183,9	<0,02	8,2	27,7	0,34	198	265
CONAMA 344 NÍVEL 1*		-	8,2	1,2	46,7	34	81	-	-	0,15	20,9	150	-	-	-
CONAMA 344 NÍVEL 2**		-	70	9,6	218	270	370	-	-	0,71	51,6	410	-	-	-
CONAMA 344 Alerta		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	4800	2000
Média		12876	24,4	0,8	7,8	5,1	33,9	21980	193,7	0,05	8,24	29,03	0,24	179,70	305,30
Desvio		2875	5,0	0,3	1,2	0,8	11,9	2451	15,0	0,03	1,38	4,39	0,08	79,06	117,63

(Fonte: INNOLAB)

Resultados expressos em mg/kg, exceto para o COT, em (%).

*Nível 01: limiar abaixo do qual se prevê baixa probabilidade de efeitos adversos à biota (superior ao nível 1 em verde claro).

**Nível 02: limiar acima do qual se prevê um provável efeito adverso à biota (superior ao nível 2 em verde escuro).

Quadro 8.1.7.4.29 - Resultados Analíticos Provenientes das Amostras Coletadas no Canal Sul

Pontos	Profundidade	Al	As	Cd	Pb	Cu	Cr	Fe	Mn	Hg	Ni	Zn	COT	N	P
P43	Superfície	15248	24,0	1,0	6,3	4,7	46,4	21823	213,2	<0,02	8,9	31,0	0,28	337	278
P44	Superfície	16037	25,0	0,8	7,6	4,9	45,8	22405	201,7	<0,02	9,2	31,4	0,36	1682	224
P45	Superfície	14031	22,0	0,3	8,7	5,9	26,4	23240	202,2	0,12	8,3	29,8	0,37	230	296
P45	Meio	9953	15,0	0,3	7,0	4,1	18,9	18846	151,3	<0,02	6,0	21,2	0,18	98	266
P45	Fundo	15929	18,0	0,4	9,1	6,8	27,7	22343	192,6	<0,05	9,2	30,0	0,22	381	266
P46	Superfície	16754	21,0	0,7	6,6	5,1	46,9	22155	204,9	<0,02	9,5	31,5	0,38	348	275
P47	Superfície	15789	21,0	0,9	8,0	5,2	46,9	21717	213,6	<0,02	9,3	31,9	0,37	312	300
P48	Superfície	22288	22,0	0,4	14,1	9,5	30,4	25987	217,7	<0,02	10,4	33,1	0,69	411	316
P48	Meio	19366	20,0	0,3	9,3	8,1	28,3	24804	200,7	<0,02	9,6	30,7	0,62	450	317
P48	Fundo	20371	21,0	0,3	9,7	5,5	27,2	24069	183,4	0,09	9,9	30,9	0,65	435	298
P49	Superfície	35597	32,0	1,3	15,4	10,5	74,8	30952	307,6	<0,02	15,7	47,5	0,94	1182	364
P50	Superfície	42393	26,0	1,2	17,9	12,1	84,1	32759	322,9	<0,02	17,6	52,8	0,77	1350	427
CONAMA 344 NÍVEL 1*		-	8,2	1,2	46,7	34	81	-	-	0,15	20,9	150	-	-	-
CONAMA 344 NÍVEL 2**		-	70	9,6	218	270	370	-	-	0,71	51,6	410	-	-	-
CONAMA 344 Alerta		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	4800	2000
Média		20313	22,3	0,7	10,0	6,9	42,0	24258	217,7	0,04	10,30	33,5	0,49	601,33	302,25
Desvio		9386	4,3	0,4	3,8	2,6	20,1	3984	48,9	0,03	3,19	8,4	0,24	505,41	52,16

(Fonte: INNOLAB)

Resultados expressos em mg/kg, exceto para o COT, em (%).

*Nível 01: limiar abaixo do qual se prevê baixa probabilidade de efeitos adversos à biota (superior ao nível 1 em verde claro).

**Nível 02: limiar acima do qual se prevê um provável efeito adverso à biota (superior ao nível 2 em verde escuro).

Quadro 8.1.7.4.30 - Resultados Analíticos Provenientes das Amostras Coletadas no Enrrocamento

Pontos	Profundidade	Al	As	Cd	Pb	Cu	Cr	Fe	Mn	Hg	Ni	Zn	COT	N	P
P12	Superfície	18619	25,0	0,7	12,1	7,6	30,6	23223	223,2	0,11	9,8	31,2	0,38	305	350
P12	Meio	20697	23,0	0,7	13,0	8,1	32,2	25139	215,3	<0,02	10,1	32,9	0,51	332	272
P12	Fundo	20092	22,0	0,7	13,2	7,4	31,0	22847	202,6	<0,02	9,8	31,2	0,53	372	254
P17	Superfície	14296	18,0	0,7	8,0	4,7	39,9	17419	200,0	0,06	8,4	27,3	0,31	348	264
P21	Superfície	14011	23,0	0,7	10,0	5,9	25,5	20731	220,2	<0,02	8,2	28,3	0,20	133	225
P21	Meio	12207	19,0	0,6	8,0	5,0	23,3	18763	189,5	<0,05	6,9	24,5	0,22	117	226
P21	Fundo	21707	21,0	0,8	11,8	7,8	34,7	25560	210,9	<0,02	11,2	35,0	0,72	502	287
P26	Superfície	16448	22,0	0,9	8,5	5,3	46,5	23098	229,2	<0,02	10,0	33,9	0,34	341	294
P31	Superfície	11923	19,0	0,8	9,8	5,6	24,8	20372	196,3	<0,05	7,2	25,8	0,24	166	217
P31	Meio	16112	25,0	0,7	11,4	7,9	31,0	24266	220,3	0,09	9,4	32,7	0,46	290	315
P31	Fundo	18379	22,0	0,8	12,3	7,4	33,2	24939	209,8	0,10	9,9	33,7	0,42	498	275
P35	Superfície	15899	26,0	1,1	8,3	4,9	44,6	22848	204,6	<0,02	9,0	30,4	0,25	293	265
P38	Superfície	9986	22,0	0,7	8,1	4,8	25,1	20921	177,4	<0,02	7,1	25,8	0,18	29	296
P38	Meio	11626	19,0	0,6	8,9	5,3	26,0	19842	184,9	<0,05	7,6	26,7	0,26	196	279
P38	Fundo	19865	22,0	0,8	12,8	8,2	35,2	26516	228,7	0,10	10,9	37,6	0,60	457	249
CONAMA 344 NÍVEL 1*		-	8,2	1,2	46,7	34	81	-	-	0,15	20,9	150	-	-	-
CONAMA 344 NÍVEL 2**		-	70	9,6	218	270	370	-	-	0,71	51,6	410	-	-	-
CONAMA 344 Alerta		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	4800	2000
Média		16124	21,9	0,8	10,4	6,4	32,2	22432	207,5	0,05	9,03	30,47	0,37	291,93	271,20
Desvio		3703	2,4	0,1	2,0	1,4	7,1	2667	15,9	0,03	1,39	3,91	0,16	140,82	35,44

(Fonte: INNOLAB)

Resultados expressos em mg/kg, exceto para o COT, em (%).

*Nível 01: limiar abaixo do qual se prevê baixa probabilidade de efeitos adversos à biota (superior ao nível 1 em verde claro).

**Nível 02: limiar acima do qual se prevê um provável efeito adverso à biota (superior ao nível 2 em verde escuro).

Quadro 8.1.7.4.31 - Valores de Referência para a Concentração de Metais Pesados, COT, N e P em Sedimentos Estuarinos e Costeiros

*Valores de Referência	Parâmetros													
	Al	As	Cd	Pb	Cu	Cr	Fe	Mn	Hg	Ni	Zn	COT	N	P
Sedimentos costeiros global	-	-	-	22	56	60	6,5	850	-	35	92	-	-	-
Plataforma interna do Nordeste	0,02 – 0,17	-	0,03 – 0,36	16 - 47	3 - 42	3 - 39	0,25 - 0,85	9 - 210	0,06 – 0,25	4 - 12	99 - 270	0,1 – 17,9	-	-
Plataforma Interna entre Itacaré e Olivença	0,39 – 2,2	-	-	2,9 - 27	5,4 - 21	6,4 - 43	0,68 – 3,3	100 - 500	-	1,7 - 22	3,8 – 50	-	-	-
Plataforma interna do Sudeste	0,86 – 3,14	-	0,10 – 0,32	17 - 38	19 – 29	76 – 84	0,60 - 1,64	70 – 90	0,013 – 0,08	25 – 36	78 – 147	0,05 – 2,45	-	-
Bacia de Campos 0 a 50 m	-	-	0,57	12,7	7,57	22,6	1,1	192	0,06	12,1	18,8	1,3	1.700	225
Santos, área costeira de disposição de material dragado	-	2,3 – 9,3	0,02 – 0,55	5,0 - 31	1,0 – 11,2	8,6 – 36,5	-	-	-	2,5 – 15,8	16,8 – 98,7	0,1 – 3,0	-	-
Baía de Todos os Santos	-	-	-	-	0,2 – 14,4	-	0,11 – 0,7	1,0 – 73,3	-	< 2,5	2,1 – 25,3	-	-	-
Baía de Camamu	-	-	-	4,06	0,65	4,15	-	-	-	1,67	12,92	-	-	-
Sedimentos Costeiros do ES	0,71	28,05	0,42	10,08	8,39	28,78	3,16	477,25	0,13	8,45	29,61	2,17	1.134	845
Porto Sul – Aritaguá	1,7	22,4	0,7	9,6	6,2	35,1	2,3	204,1	0,06	9,2	30,6	1,4	339,1	780,8

*Valores em mg/kg, exceto para COT, Ferro e Alumínio, em %.

1. Salomons e Forstner, 1984; 2. Freire et al, 2003; 3. Tavares, 2008; 4. Lacerda et al, 2003; Carvalho et al, 1993a,b; 5. Habitec, 2011; 6. Torres, 2008; 7. Jesus, 2011; 8. Hatje, 2008; 9. Cepemar, 2011.

No presente estudo, a composição dos sedimentos monitorados foi dominada pelas partículas finas, variando entre sedimentos lamosos (amostras com níveis superiores a 70% de lama) e lamo-arenosos (com níveis entre 50% e 70% de lama). Os baixos teores de carbonato indicaram a predominância da fração litoclástica em toda área. Isso explica a variação no potencial redox (Eh) de caráter negativo em todas as amostras, indicando a presença marcante dos argilominerais e matéria orgânica nos sedimentos de interesse. Basicamente esse depósito sedimentar reflete o aporte histórico de material particulado em suspensão a partir da Bacia do rio Almada, conforme demonstrado no item anterior.

Vale ressaltar que sedimentos ricos em lama atuam como sítios mais efetivos nos processos de adsorção e absorção dos metais, visto que as partículas finas argilosas possuem uma grande área superficial.

A Resolução CONAMA N° 344/04 estabeleceu níveis de concentração para os metais pesados e outros contaminantes, em sedimentos sob as águas jurisdicionais brasileiras. Nesse aspecto, os resultados provenientes das análises geoquímicas, foram comparados aos valores orientadores preconizados por esse instrumento legal, com o intuito de determinar a qualidade dos sedimentos na área de interesse.

Em termos de metais pesados, as análises geoquímicas mostraram que as estações monitoradas seguem o padrão de variação de concentração descrito em vários estudos realizados na costa brasileira. Contudo, em termos médios as concentrações de cádmio estiveram acima das variações observadas em alguns estudos, ainda que inferior aos padrões de qualidade estipulados pela Resolução CONAMA N° 344/04. Tal fenômeno ocorreu de maneira generalizada, muito embora os acúmulos tenham sido encontrados de maneira preferencial nos canais. O canal norte deteve a maior concentração média (próximo de 0,8 mg/kg), enquanto no canal sul foram registrados 2 picos de concentração (pontos 49 e 50).

A área de interesse possui enriquecimentos de arsênio, se considerados os limites estabelecidos na Resolução CONAMA N° 344/04. A média esteve entre 21,7 mg/kg (Berço Norte) e 24,4 mg/kg (Bacia de Evolução Sul). A concentração mínima partiu de 14 mg/kg, indicando que todas as amostras locais apresentaram níveis de arsênio superiores ao nível 1 do CONAMA. Porém inúmeros estudos em sedimentos costeiros brasileiros, inclusive em áreas livres de contaminação por metais demonstram concentrações naturais de Arsênio superiores ao nível 1 da referida Resolução.

Para os sedimentos marinhos do Estado do Espírito Santo, recentes estudos indicam que a formação Barreiras (que permeia a costa desde o delta do Amazonas até o sul do Rio de Janeiro) é a fonte primária de entrada deste elemento no ambiente marinho, onde as elevadas concentrações no sedimento são favorecidas pela retenção do Arsênio em FeS (sulfeto de ferro) e Fe₂O₃ (óxido férrico) (BAISCH *et al.*, 2008; MIRLEAN, *et al.*; no prelo). Nesses estudos o cálculo do valor de ruído de fundo geoquímico (*background*) para o As dos sedimentos marinhos costeiros apontaram um valor de 54,3 (\pm 5,4) mg/kg. Já em São Paulo o nível base na região de Bertioga (livre de contaminação por metais) é de 20 mg/kg e parece estar correlacionado ao alto teor de Arsênio nas rochas da região (SARTORETTO, 2011, FERREIRA *et al.*, 2011).

Um estudo realizado na plataforma continental entre o Espírito Santo e Rio de Janeiro (DEMORE, 2005), área essa livre de qualquer contaminação, também apresentou valores de *background* elevados para o Arsênio, com média de 23,9 mg/kg (\pm 3,17).

Nesse aspecto, acredita-se que as concentrações médias de Arsênio observadas na região de Aritaguá sejam de fonte natural. Contudo, essas características não indicam ausência de toxicidade nos sedimentos.

Os níveis de mercúrio estiveram baixos em toda área. A variação esteve entre valores inferiores a 0,02 mg/kg e 0,13 mg/kg, com média geral de 0,04 mg/kg. Todas as amostras estiveram adequadas aos limites propostos na Resolução CONAMA nº 344/04.

A média de cromo no sedimento da área de estudo variou entre 27,7 mg/kg (berço norte) e 43,4 mg/kg (canal norte) e esteve de acordo com os limites ambientais vigentes; porém, nas estações P01 (82,3 mg/kg) e P50 (84,1 mg/kg) os picos de concentração superaram o nível 1 da Resolução CONAMA 344. Se considerada a média geral de cromo na área do empreendimento, o valor de 35,1 mg/kg está dentro da faixa de valores já registrados na área (TAVARES, 2008).

Os sedimentos da área estudada não apresentam indícios de contaminação por chumbo, cobre, níquel e zinco. Os resultados indicaram concentrações sempre inferiores ao Nível 1 do CONAMA 344. Tavares (2008) também observou baixas concentrações destes metais em sedimentos costeiros coletados entre Olivença e Ilhéus.

A média geral de chumbo foi de 9,6 mg/kg ($\pm 2,9$). Segundo Onofre (2007), o chumbo tem sua ocorrência natural em rochas magmáticas e outras, em concentrações que variam de 0,1 mg/kg (rochas ultramáficas e calcários) a 40 mg/kg (rochas magmáticas ácidas e sedimentos argilosos). A faixa de normalidade situa-se em concentrações de 15 a 25 mg/kg, a qual foi igualmente observada neste estudo. O elemento cobre apresentou concentrações entre 3,4 mg/kg e 12,1 mg/kg dentro dos limites indicados pela NOAA (10 - 25 mg/kg) e juntamente com o níquel e zinco seguiram de acordo com a variação descrita em diversos estudos envolvendo sedimentos costeiros e estuarinos (**Quadro 8.1.7.4.31**).

Para o estudo dos sedimentos marinhos é importante a investigação dos elementos Al, Mn e Fe, além da matéria orgânica, por estarem entre os principais suportes geoquímicos dos metais. Valores de referência para os elementos manganês e ferro em sedimentos marinhos, de acordo com a NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*) encontram-se em 2.600 mg/kg e 22%, respectivamente (TAVARES, 2008).

Os dados de sedimentos costeiros da plataforma interna do sul da Bahia, indicam valores máximos de 500 mg/kg para o manganês, 3,14% para o alumínio e de 3,3 % para o ferro. Tal variação esteve bem próxima ao registrado neste estudo. Apenas o alumínio superou o valor de 3,14%, chegando a 4,2% no Canal Sul. Em termos médios as concentrações de alumínio variaram entre 1,28% (Bacia de Evolução Sul) e 2,57% (Canal Norte). O elemento manganês apresentou variação média entre 188 mg/kg e 218,4 mg/kg, a qual esteve compatível com os valores já descritos para a zona costeira brasileira. As concentrações médias de ferro oscilaram entre 2,1% e 2,6% (máximo de 3,2%). O Ponto P50 (canal sul) apresentou as maiores concentrações de alumínio e ferro de toda malha amostral.

Com relação à distribuição espacial, o canal norte deteve as maiores concentrações médias de praticamente todos os metais, seguido do canal sul, à exceção do arsênio (**Figuras 8.1.7.4.15 a 8.1.7.4.28**). Como descrito anteriormente, a predominância de sedimentos finos nessas estações, favoreceu o enriquecimento por metais nestes sedimentos. O arsênio, por suas propriedades químicas e por se portar como um ânion no ambiente marinho, apresenta comportamento distinto, não apresentando afinidade direta com os argilos-minerais. Esse

comportamento do Arsênio também foi registrado no estudo desenvolvido no litoral do ES (Baisch *et al*, 2008).

Como os sedimentos constituem uma mistura heterogênea de partículas (quartzo, minerais argilosos, carbonatos e sólidos orgânicos), que interagem entre si, é nos argilominerais e sólidos orgânicos onde se concentram os maiores teores de poluentes, já que as partículas orgânicas apresentam elevada área superficial que favorece a retenção dos metais (TAVARES, 2008). Com relação à matéria orgânica, o teor médio de Carbono Orgânico Total (COT) variou entre 0,24% (Bacia de Evolução Sul) e 0,57% (Canal Norte), valor este que vai ao encontro da faixa de concentração reportada em outras regiões costeiras do Brasil.

A maior frequência foi de valores entre 0,2% e 0,48%. O nitrogênio apresentou uma variação espacial significativa. As concentrações médias variaram entre 166 mg/kg e 633 mg/kg, tendo os sedimentos dos canais norte e sul os maiores valores (**Figura 8.1.7.4.27**). Nenhuma amostra esteve irregular perante o limite máximo permissível de 4.800 mg/kg, segundo a Legislação vigente (CONAMA, 344/04).

Em regiões oligotróficas, de produtividade primária limitada, os teores médios de fósforo em sedimentos estão situados abaixo de 160 mg/kg. A análise espacial indicou que a Bacia de Evolução Sul foi a área com maiores concentrações de fósforo, onde o valor médio foi de 305 mg/kg e a concentração máxima de 634 mg/kg (Ponto P36). Em termos gerais a concentração média ficou em 277 mg/kg, valor este considerado adequado segundo o limite de 2.000 mg/kg de fósforo em sedimentos estabelecido na CONAMA nº 344.

Neste estudo foram realizadas análises também de Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs), de Pesticidas Organoclorados e Bifenilas Policloradas - BCPs. Todas as amostras apresentaram níveis inferiores ao respectivo limite de detecção e de quantificação. Desta forma não há indícios de contaminação por estes parâmetros na área do empreendimento. Outro aspecto, importante é que não foram verificadas estratificações nos corers, com os valores sempre muito homogêneos entre o topo e a base dos mesmos, mais um indício de ausência de contaminação na região.

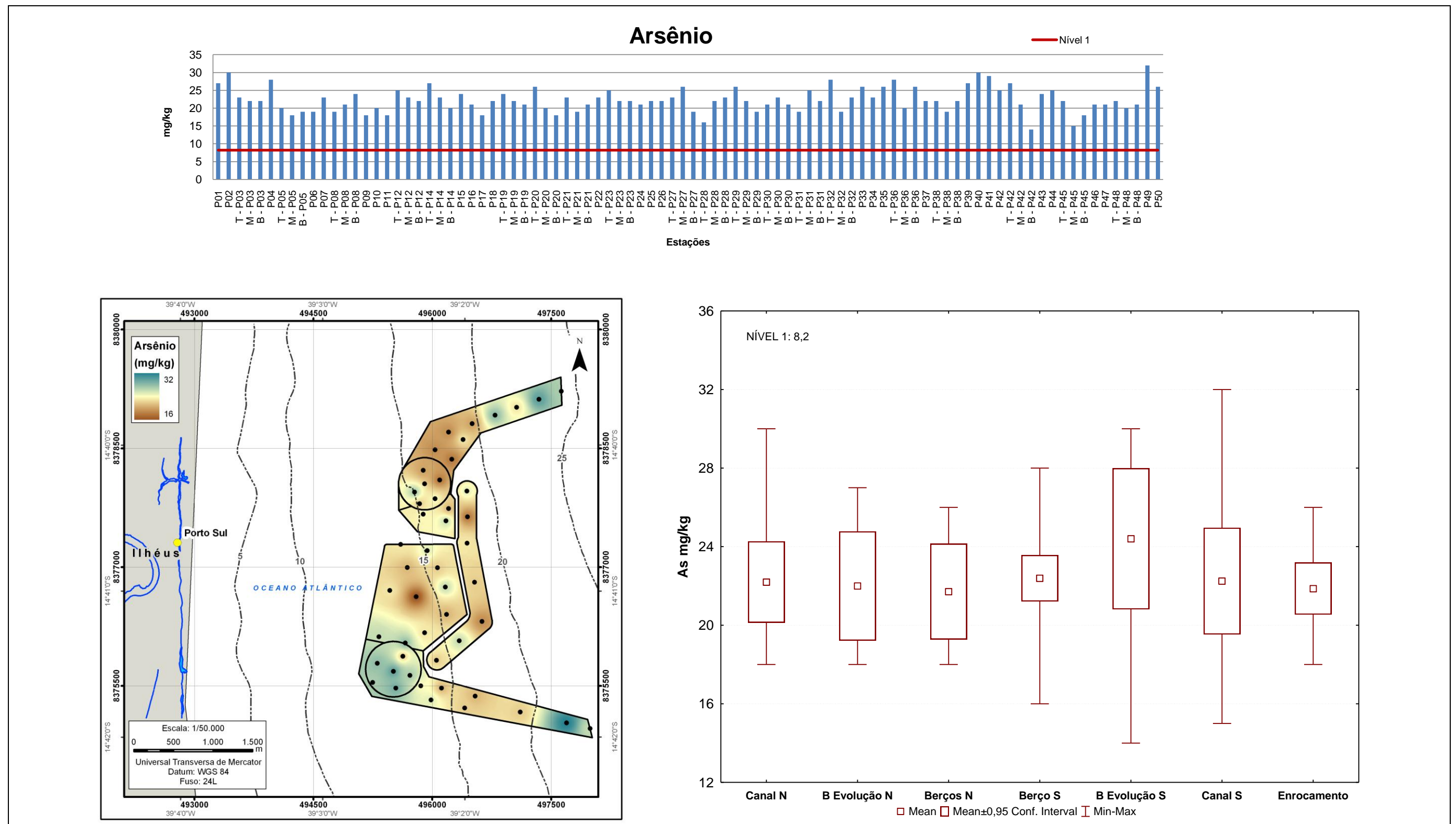


Figura 8.1.7.4.15 - Distribuição do Arsênio (mg/kg) nos Sedimentos da Área de Dragagem

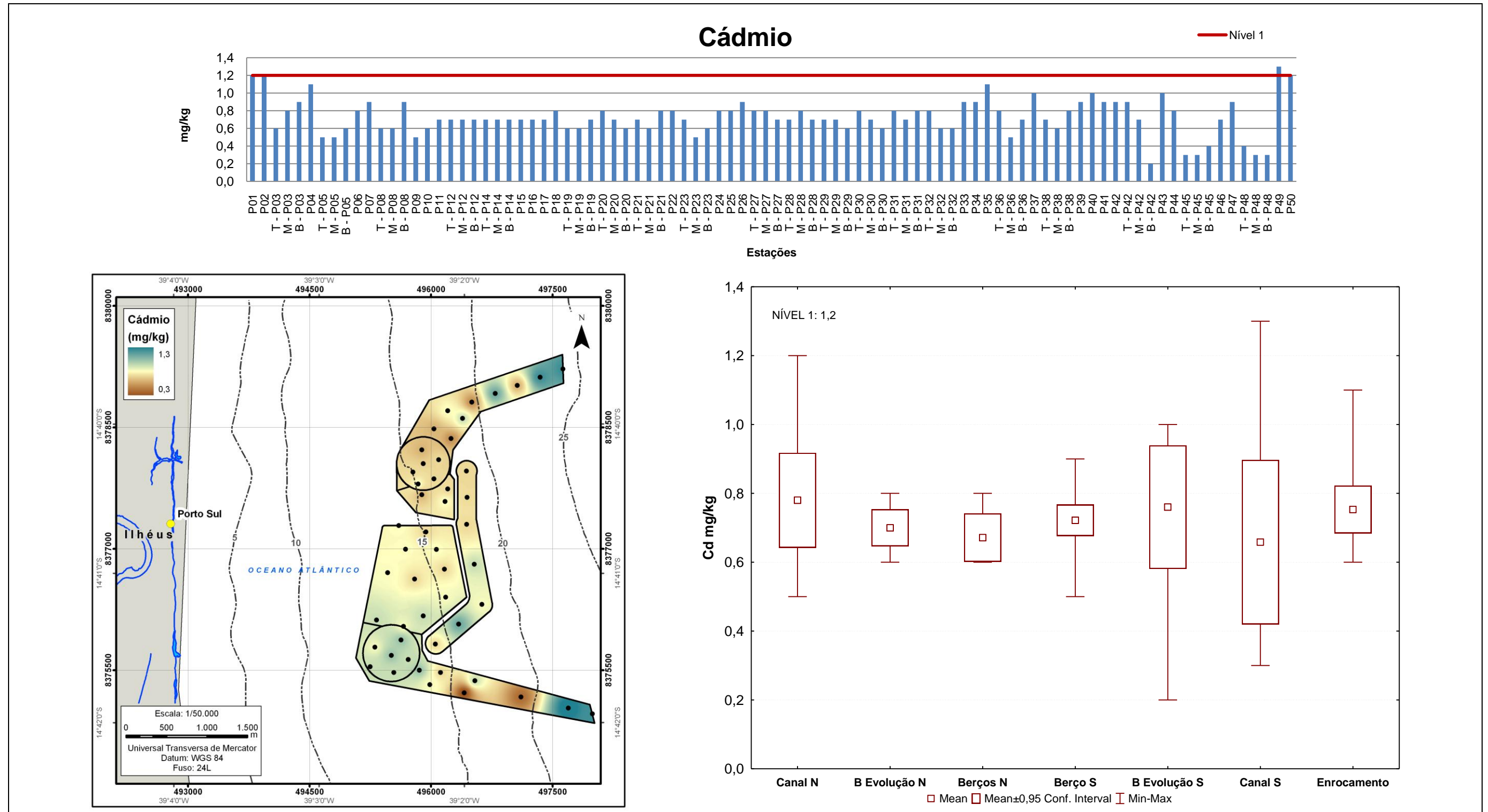


Figura 8.1.7.4.16 - Distribuição do Cádmio (mg/kg) nos Sedimentos da Área de Dragagem

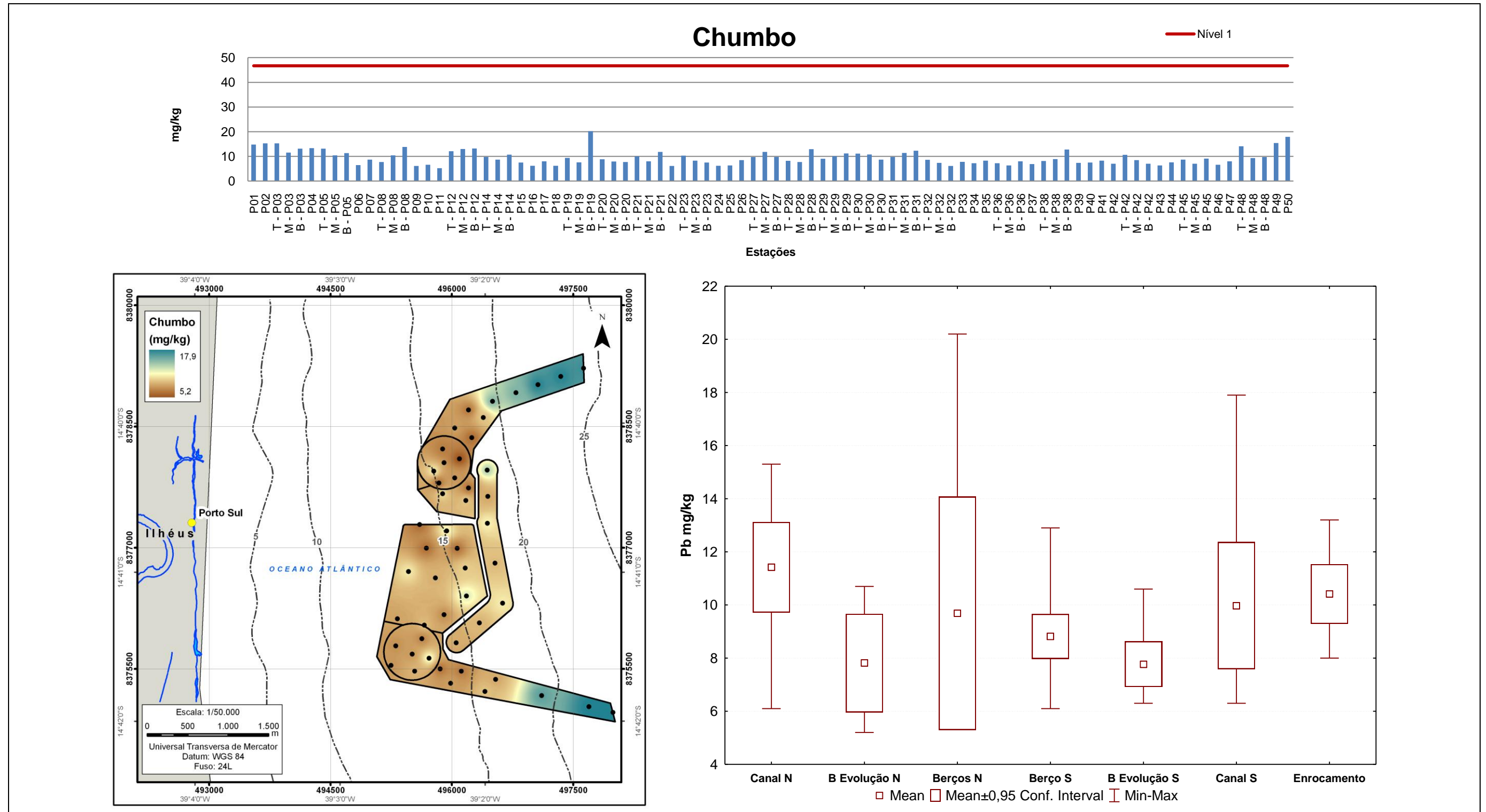


Figura 8.1.7.4.17 - Distribuição do Chumbo (mg/kg) nos Sedimentos da Área de Dragagem

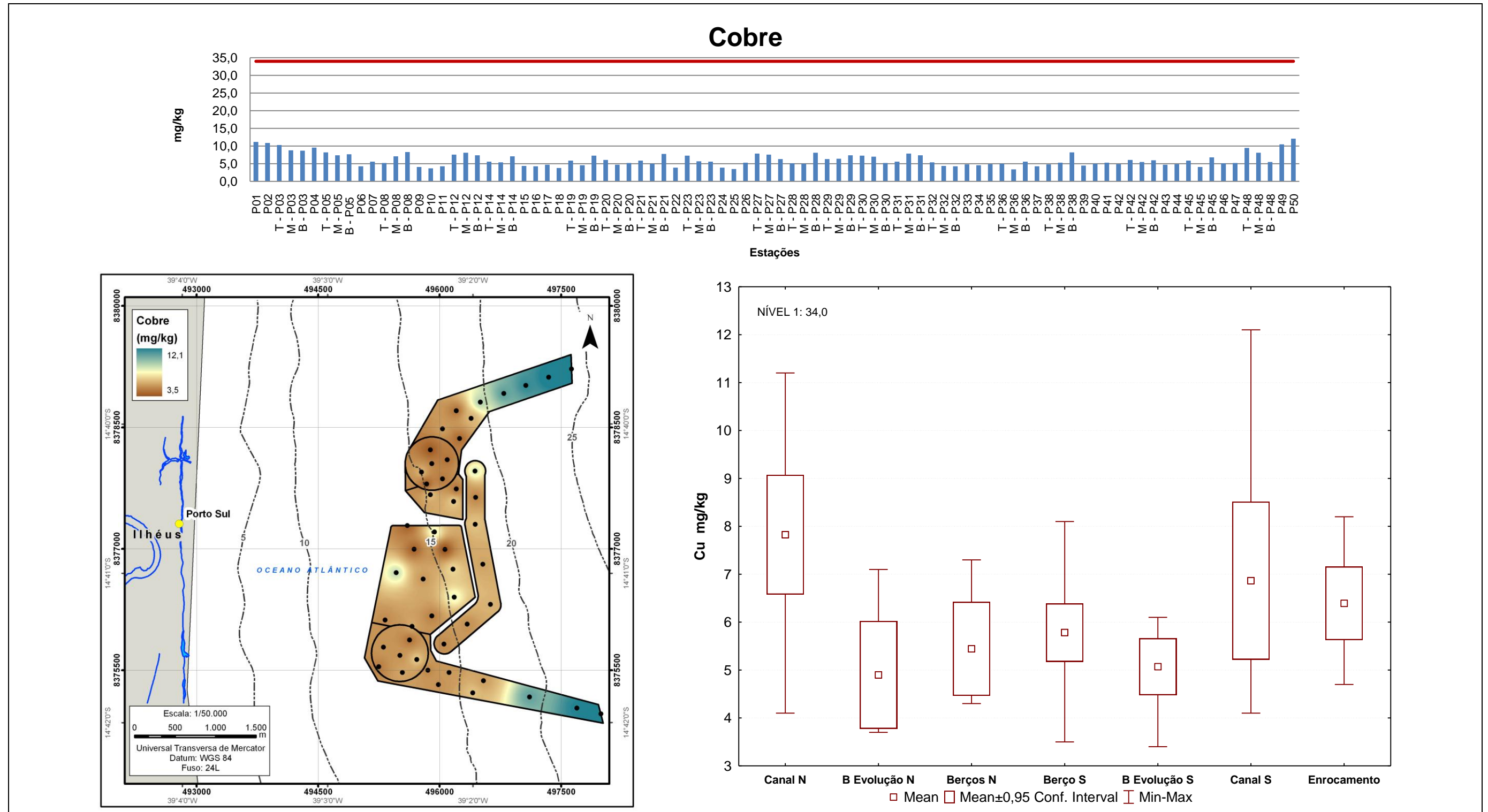


Figura 8.1.7.4.18 - Distribuição do Cobre (mg/kg) nos Sedimentos da Área de Dragagem

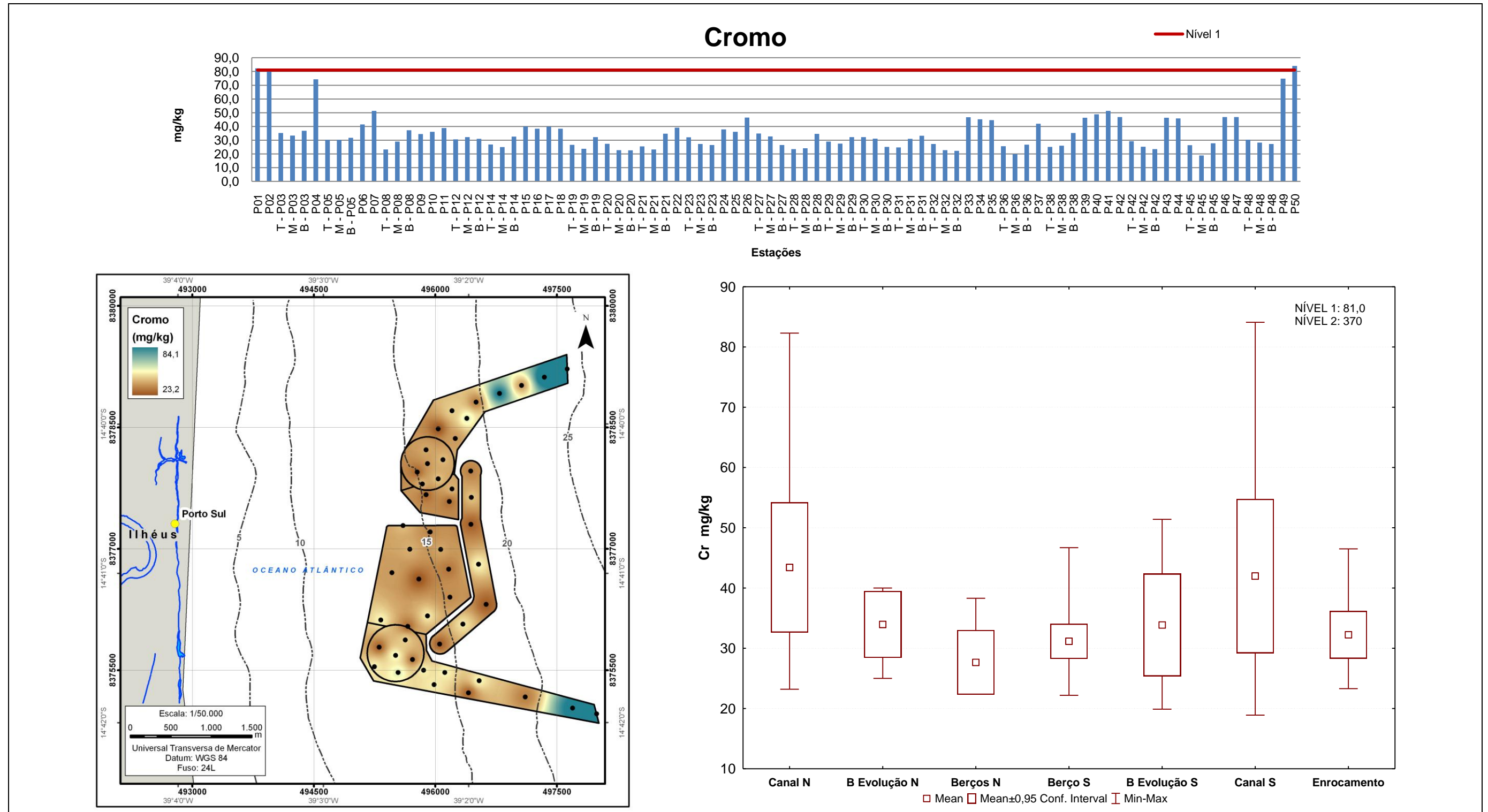


Figura 8.1.7.4.19 - Distribuição do Cromo (mg/kg) nos Sedimentos da Área de Dragagem

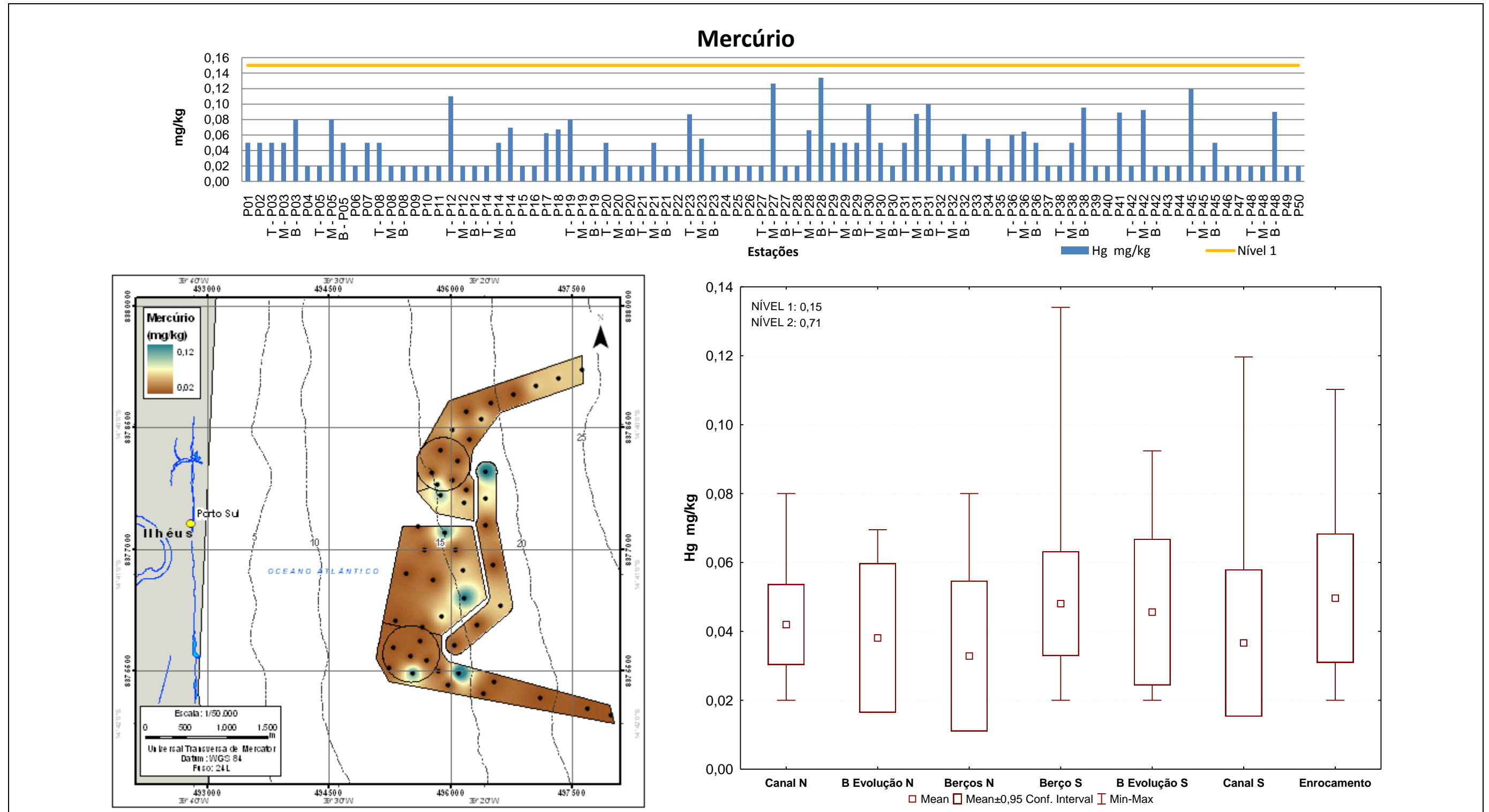


Figura 8.1.7.4.20 - Distribuição do Mercúrio (mg/kg) nos Sedimentos da Área de Dragagem

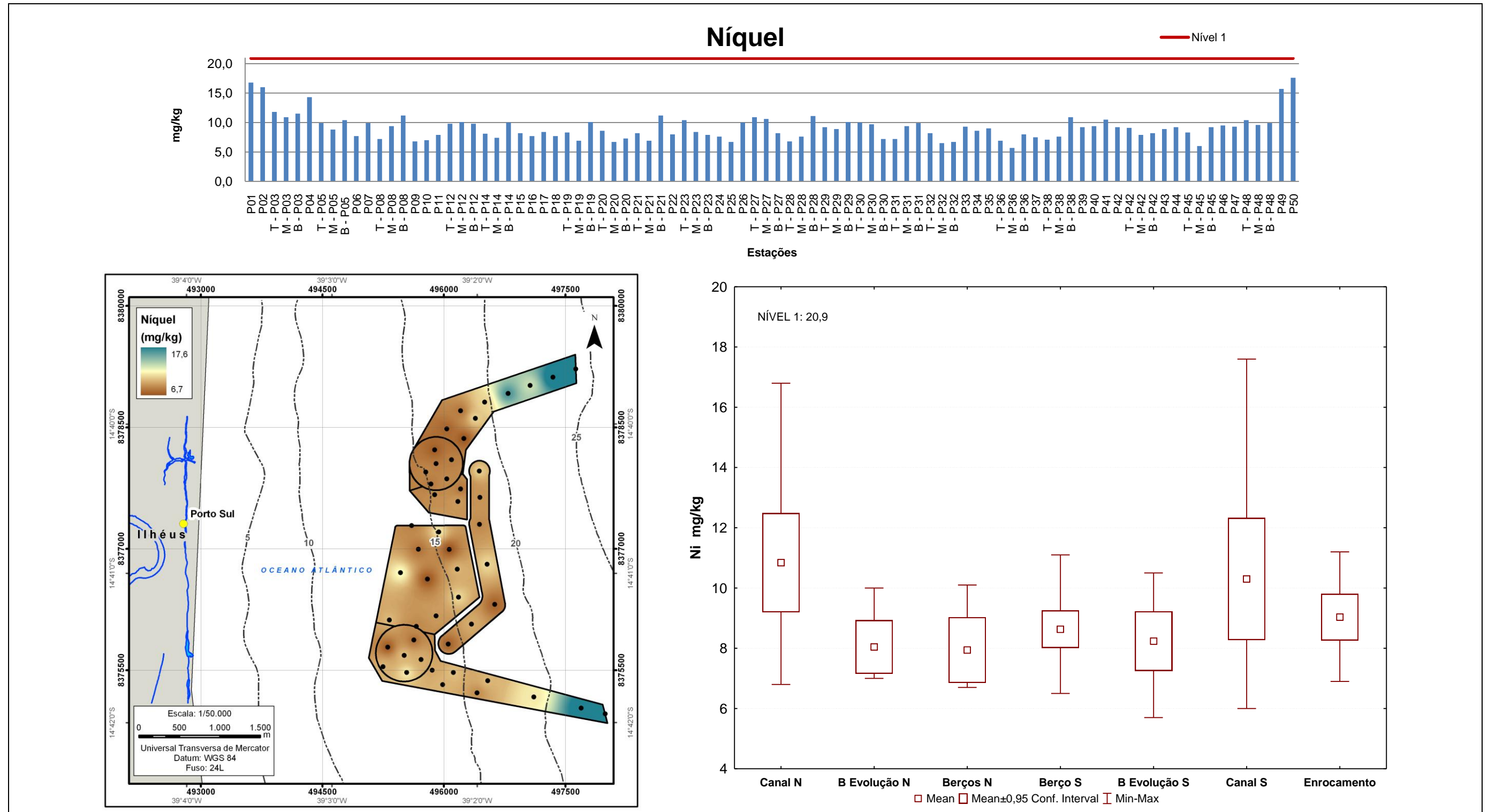


Figura 8.1.7.4.21 - Distribuição do Níquel (mg/kg) nos Sedimentos da Área de Dragagem

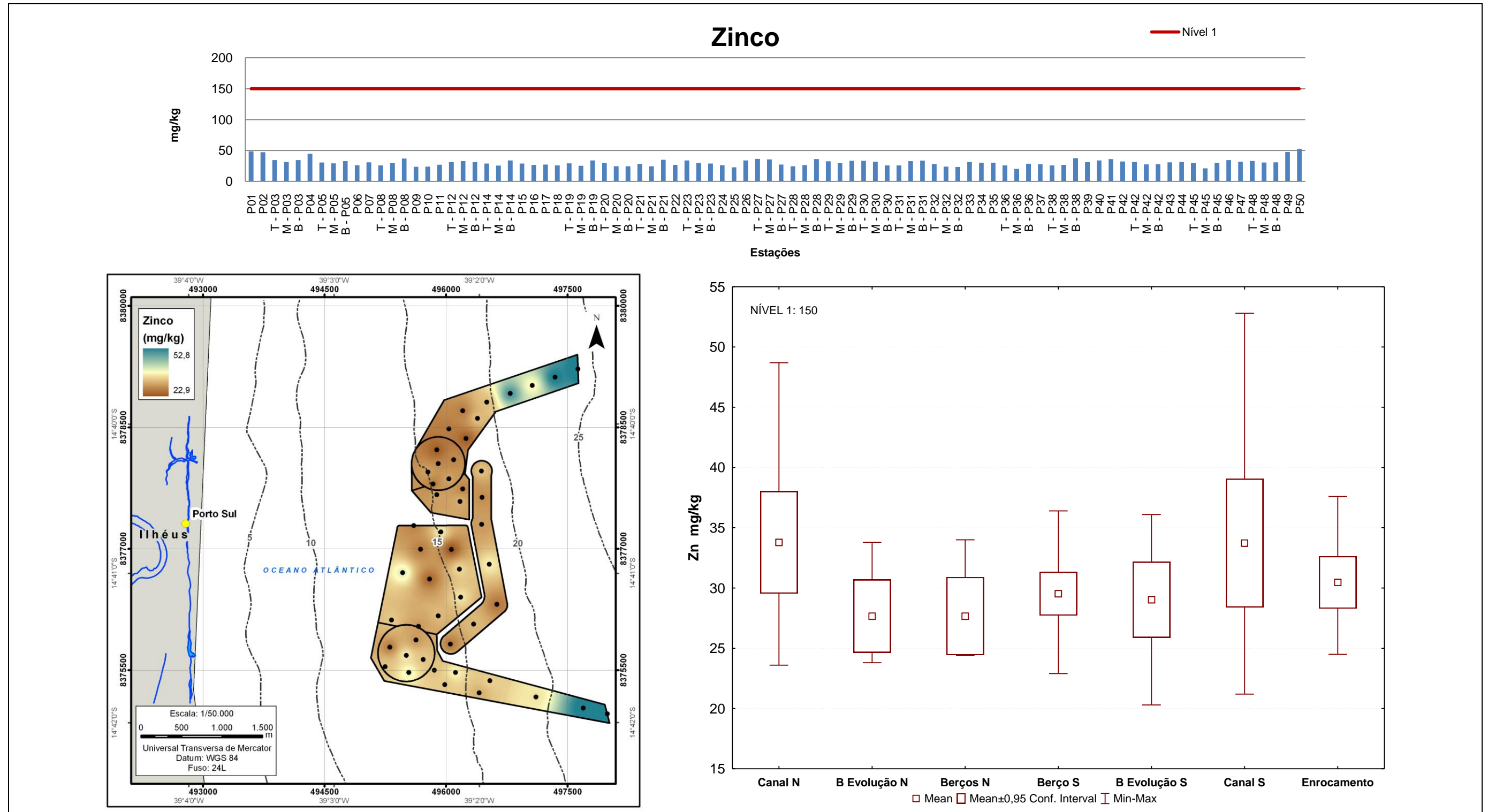


Figura 8.1.7.4.22 - Distribuição do Zinco (mg/kg) nos Sedimentos da Área de Dragagem

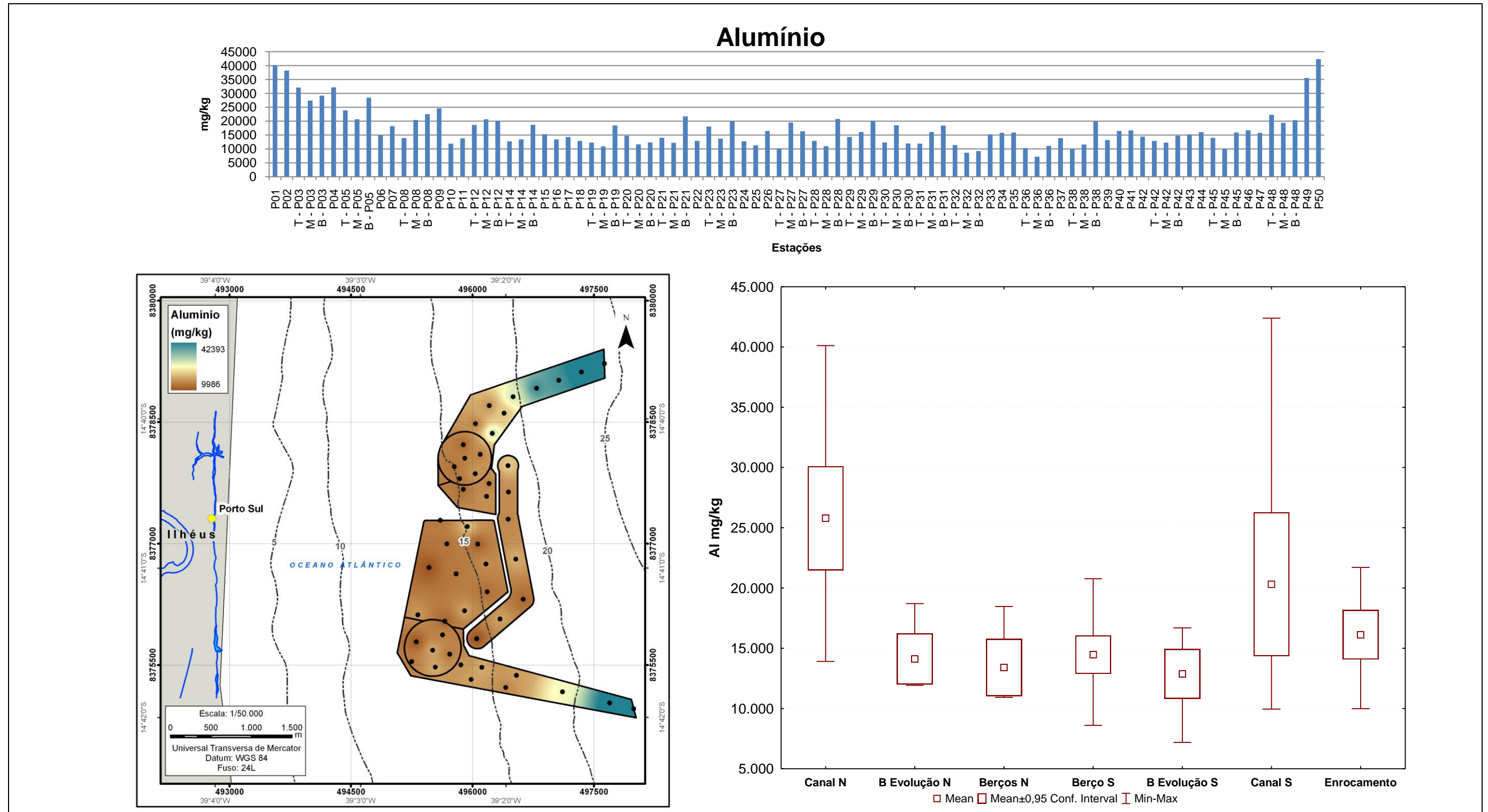


Figura 8.1.7.4.23 - Distribuição do Alumínio (mg/kg) nos Sedimentos da Área de Dragagem

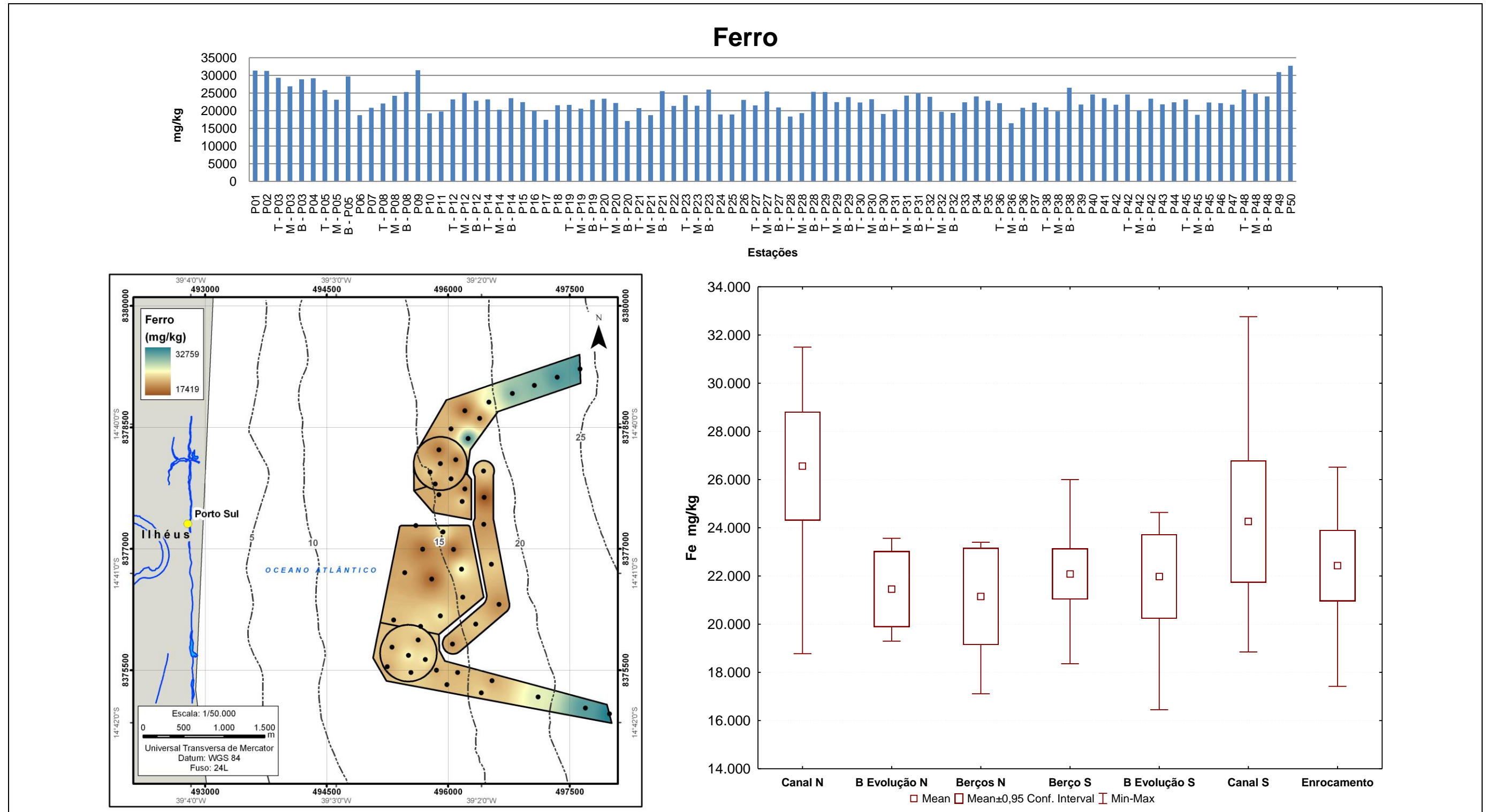


Figura 8.1.7.4.24 - Distribuição do Ferro (mg/kg) nos Sedimentos da Área de Dragagem

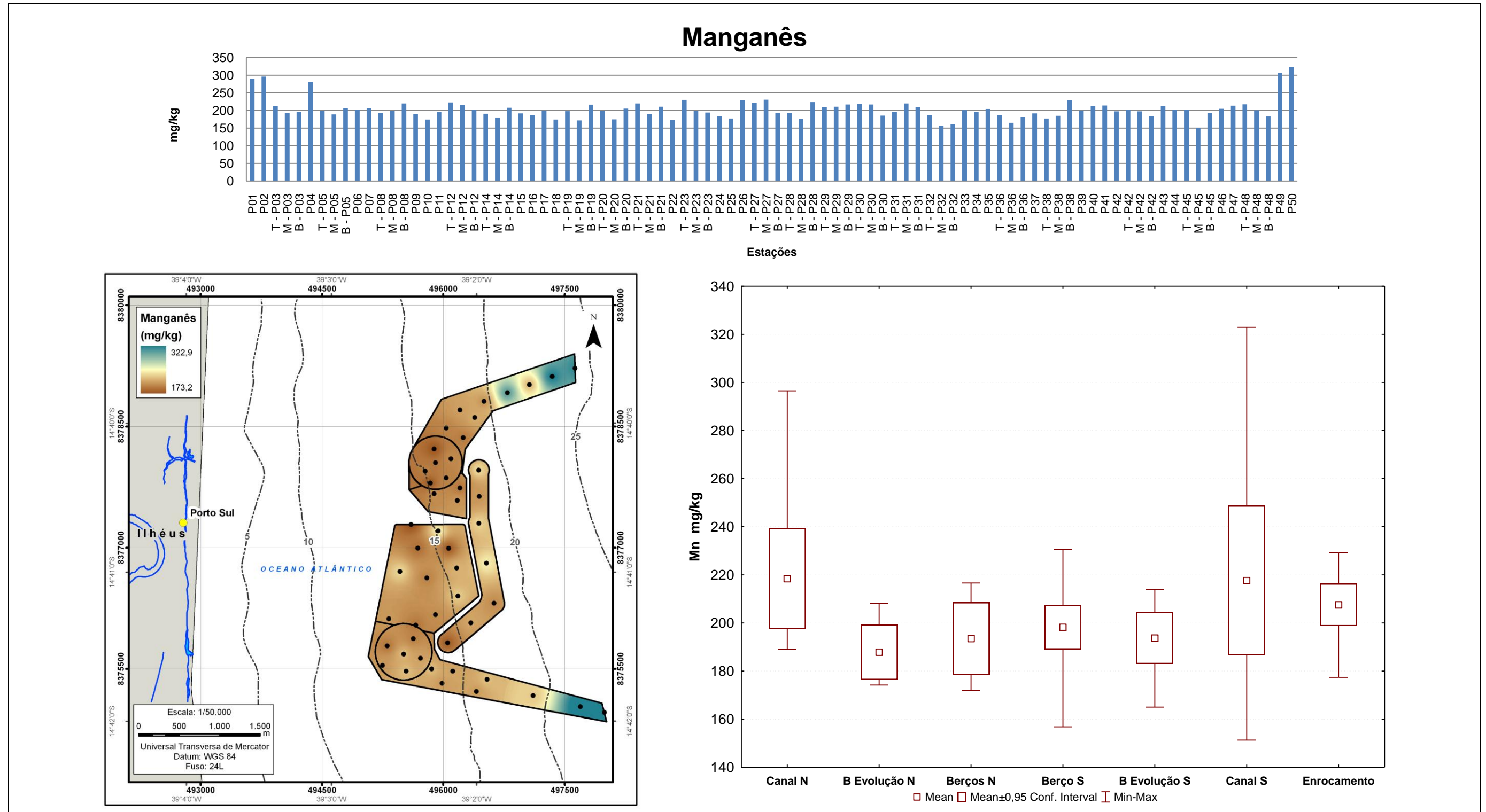


Figura 8.1.7.4.25 - Distribuição do Mangânês (mg/kg) nos Sedimentos da Área de Dragagem

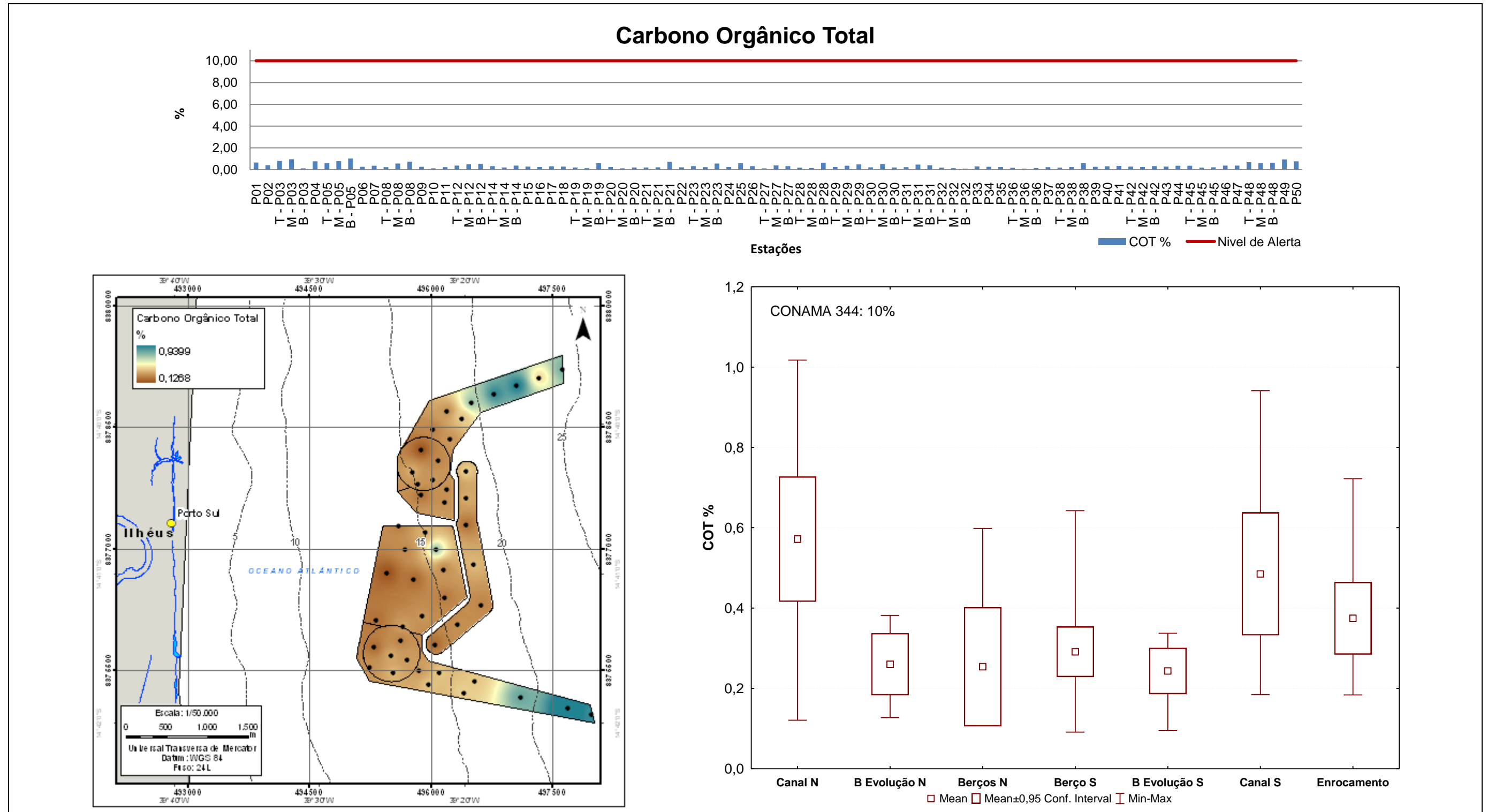


Figura 8.1.7.4.26 - Distribuição do COT (%) nos Sedimentos da Área de Dragagem

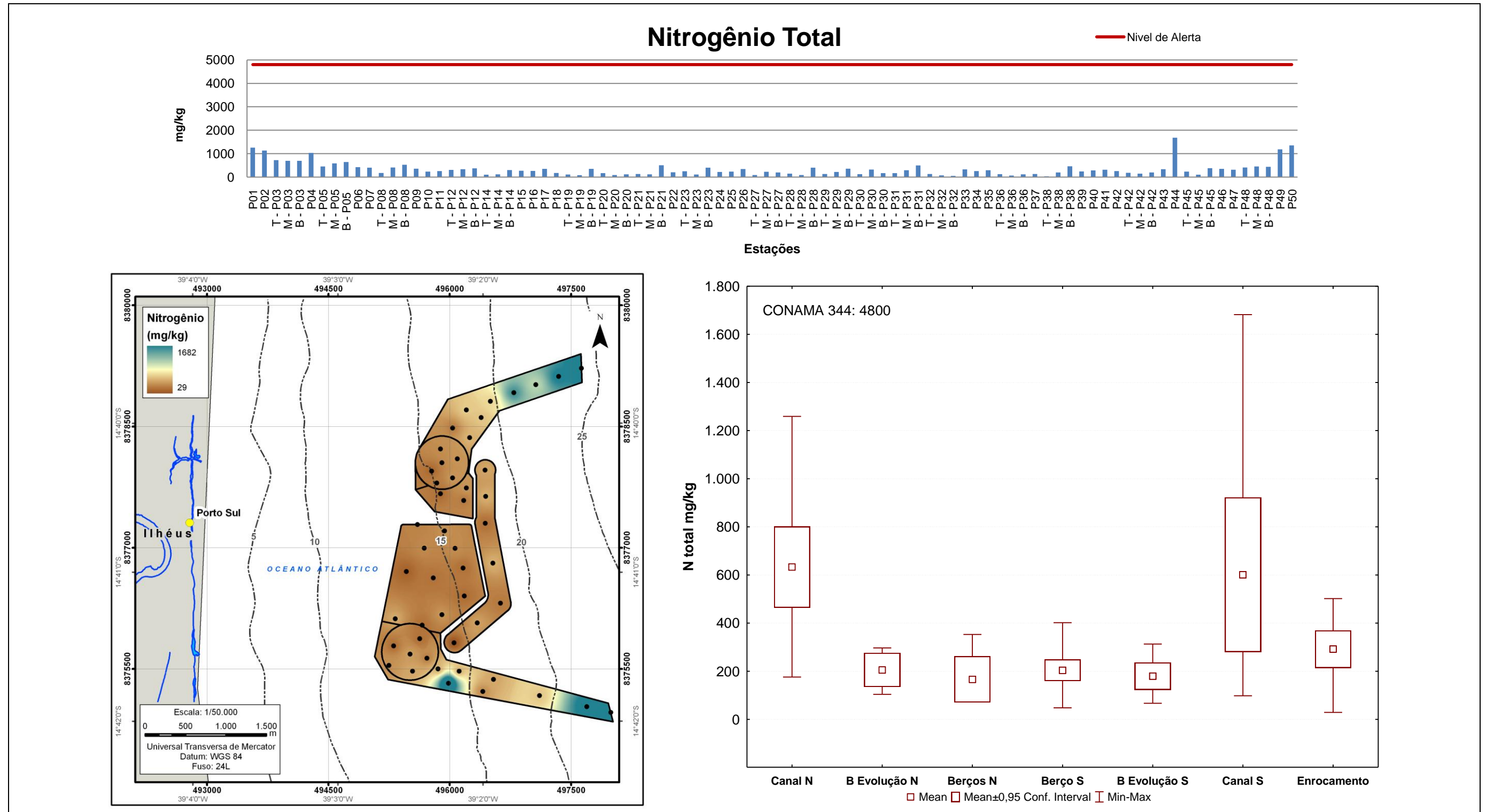


Figura 8.1.7.4.27 - Distribuição do Nitrogênio Total (mg/kg) nos Sedimentos da Área de Dragagem

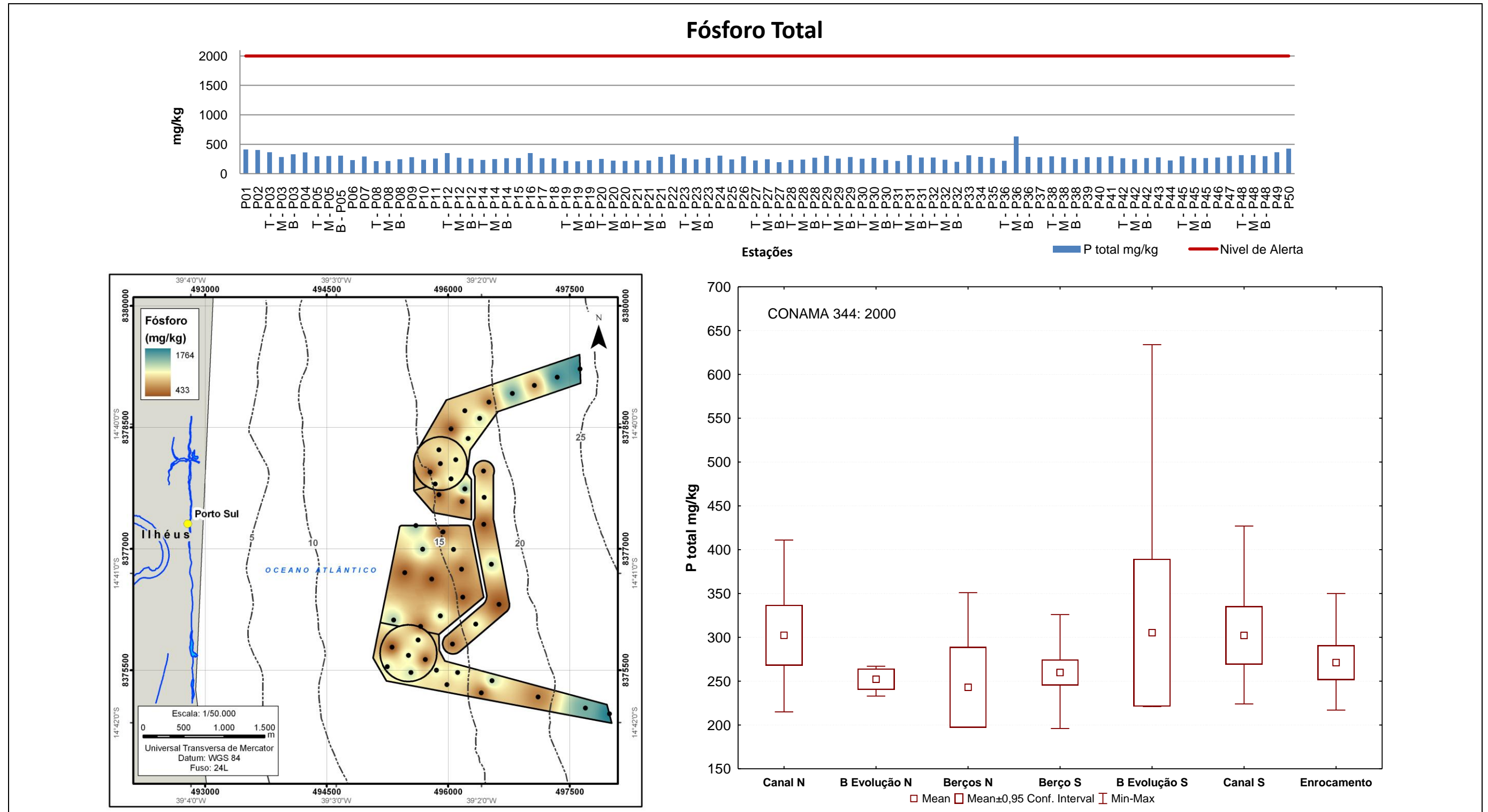


Figura 8.1.7.4.28 - Distribuição do Fósforo (mg/kg) nos Sedimentos da Área de Dragagem

- Considerações Finais

A caracterização geoquímica dos sedimentos das áreas de dragagem do Porto Sul não indicou a presença de contaminantes em concentrações preocupantes. A exceção foi o Arsênio, mas que conforme demonstrado pelas referências apresentadas as concentrações encontradas indicam um provável enriquecimento natural.

Em geral as maiores concentrações de metais e nutrientes foram observadas nas áreas dos canais sul e norte, em profundidades superiores a 20 m. Nessas áreas foram observados também os maiores teores de material fino (lama). Cabe salientar, que nessas áreas os volumes dragados são baixos devido a maior profundidade natural.

Por fim, não foi observada contaminação nos sedimentos por hidrocarbonetos, pesticidas e PCBs.

8.1.7.5 Alternativas Tecnológicas da Dragagem e Disposição do Material Dragado

As áreas a serem dragadas possuem uma camada superior constituída por areias finas, com presença de fragmentos de conchas, silte e argila, com SPT variando de 0 a 15. A camada subsequente é constituída por argilas e siltes arenosos, de um modo geral muito moles, com SPT variando entre 0 e 5. Verificando-se estas informações e considerando-se que as menores profundidades naturais (<-11m DHN) permitem a navegação de embarcações de dragagem de grande porte, não há impedimentos para se executar a dragagem com dragas Hopper com volume de cisterna acima de 10.000 m³.

No deste EIA/RIMA que trata de Alternativas Locacionais está apresentado o sub-item “Alternativas Locacionais de Dragagem” no qual foi considerada para análise de alternativas locacionais das áreas de descarte de material dragado, uma draga de sucção do tipo Hopper (Trailing Suction Hopper Dredging) de capacidade operacional de cisterna de 4.335 m³ e velocidade média de deslocamento de 10 nós. Trata-se do que há de mais adequado para dragagens em portos, tendo como alvo sedimentos inconsolidados (lama, argila ou areia), sendo uma tecnologia de dragagem rápida, eficiente e com desempenho ambiental adequado.

No entanto, existem no mercado dragas de sucção tipo Hopper com diversas especificidades de tamanho e capacidade. Assumindo-se uma draga tipo Hopper maior, com 15.000 m³ de capacidade nominal de cisterna e 13.005 m³ de capacidade operacional, com velocidade de cruzeiro máxima de 15 nós, verificou-se que a duração da operação seria bastante encurtada. Assim, as interferências associadas às plumas de dragagem incidirão sobre o ambiente durante um menor um período de tempo.

Tal equipamento também resultará em aumentos modestos na geração de material particulado na coluna de água, já as demais interferências, como alteração batimétrica, descaracterização de habitat bentônico e etc permaneceriam as mesmas, sendo atingidas as mesmas áreas e volumes de material no final da dragagem.

Um estudo mais detalhado destas alternativas está devidamente apresentado no item Alternativas Locacionais.

8.1.8 Modelagem Hidrodinâmica, de Ondas, de Transporte de Sedimentos e da Variação da Linha de Costa

8.1.8.1 Modelagem Hidrodinâmica

Esta seção apresenta uma síntese da modelagem hidrodinâmica realizada pela empresa Scott Wilson. A modelagem teve por objetivo fornecer os níveis extremos do mar, o clima de ondas e estimar as condições extremas de ondas para o local do empreendimento.

O domínio espacial dos modelos hidrodinâmicos (ondas e correntes) abrange a plataforma continental de Aritaguá (**Anexo 8.1.8.1.1**) desde a linha de costa até a linha isobatimétrica de 200 m com uma área abrangida pelo domínio computacional estendendo-se por 42 km no eixo Norte-Sul e 18 km no eixo Leste-Oeste. A grade definida para as simulações é flexível e possui elementos triangulares de tamanho variável para considerar os detalhes dos contornos geográficos locais (**Anexo 8.1.8.1.2**). Na região da implantação do Porto Sul há um adensamento dos elementos, com uma maior resolução espacial dos mesmos.

- Dados de Entrada do Modelo

Nível do Mar

Os dados dos níveis de maré para a região do Porto de Ilhéus foram adquiridos do “*General Specification for the Harbour Design report N° CP-0000-G122*” e de tábuas de maré. As análises do nível do mar foram realizadas com base nas medições do nível do mar realizadas durante 13 meses por um ADCP fundeado em Ponta da Tulha, a aproximadamente 7 km de Aritaguá (**Figura 8.1.8.1.1**) e de dados publicados, como os de Mesquita *et al* (1986).

Com os dados medidos pelo ADCP foi realizada uma análise harmônica para encontrar a amplitude e a fase dos seis principais constituintes da maré (M2, S2, K1, O1, F4 e F6) para a região.

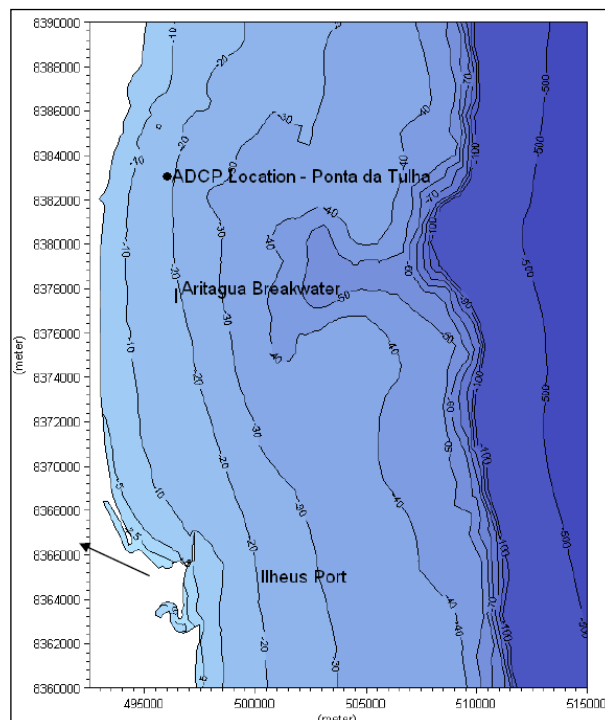


Figura 8.1.8.1.1 - Local Proposto para a Construção do Quebra-mar do Porto Sul, em Aritaguá, e Localização do ADCP, em Ponta da Tulha

A taxa de elevação do nível do mar em Ilha Comprida foi estimada como sendo de 4 mm/ano através de observações realizadas por Gianni *et al* (2009) entre os anos de 1950 a 2000. Dessa forma, a taxa de elevação do nível do mar durante o período do projeto do Porto Sul (30 anos) foi assumido como sendo de 0,12 m.

De acordo com os autores, os níveis extremos de água não podem ser estimados para diferentes períodos sem uma série de observações de campo acima de 10 anos. Estimativas de níveis extremos de água podem ser feitas, no entanto, considerando as diferentes forças que, combinadas, elevam o nível do mar acima do nível de maré previsto. As principais forças responsáveis por essa variação são a pressão atmosférica e o empilhamento de água (*set-up*) causado pelo vento e pelas ondas. O estudo considerou, através de uma análise de 5 anos de dados, que para a região uma variação de pressão de 1007 e 1023 mbar é aceitável, sendo considerado razoável assumir que a variação entre -10 mbar e +10 mbar ocorre em torno de uma pressão média de 1015 mbar. O *set-up* promovido pelo vento foi desconsiderado devido ao local do quebra-mar estar em águas relativamente profundas e pelas baixas velocidades do vento local.

– Dados de Vento e Onda

Dados tri-horários de *hindcast* de vento e de onda do modelo *Wave Watch III* da NOAA, para o período de 01/02/1997 a 31/03/2010 (13 anos) foram considerados na modelagem. Estes dados são referentes à direção e magnitude da velocidade do vento, altura significativa de onda, período de pico e direção de pico de onda. Dados de onda e correntes medidos pelo ADCP fundeado em Ponta da Tulha no período entre Agosto de 2008 e Setembro de 2009 também foram considerados.

Os dados de vento local foram adquiridos do aeroporto de Ilhéus entre 01/01/2005 e 06/01/2011 e cedidos pela CEPEMAR entre 23/07/2007 e 1/07/2009.

Uma comparação entre os dados de vento sugeriu que os ventos *offshore* são mais intensos do que o vento local coletado no aeroporto de Ilhéus e os cedidos pela CEPEMAR. Foi constatado que em todos os locais a velocidade do vento era relativamente fraca e não excedeu 10 m/s.

Modelo de Transformação de Ondas

A geração e transformação das condições extremas de onda foi realizada com a utilização do modelo MIKE21. O modelo simulou o crescimento, decaimento e a transformação das ondas geradas pelo vento nas áreas *offshore* e costeiras.

A transformação de onda foi realizada para o cenário existente, ou seja, sem a inclusão do canal dragado ou do quebra-mar. As condições de onda geradas pelo modelo foram usadas para estimar condições extremas de onda para o layout do quebra-mar e forneceu as condições na antepraia (*nearshore*) para a determinação do transporte longitudinal de sedimentos.

– Batimetria

A batimetria utilizada no modelo de transformação de ondas foi construída com a utilização de cartas náuticas publicadas. Estas cartas foram utilizadas para marcar o datum e o nível médio do mar foi assumido como sendo de 1,1 m (DHN). A **Figura 8.1.8.1.2** exibe o modelo da batimetria para a situação atual e o ponto de extração dos dados para situações de eventos

extremos de onda. A localização do ponto de extração de onda em relação ao quebra-mar pode ser vista na **Figura 8.1.8.1.3**.

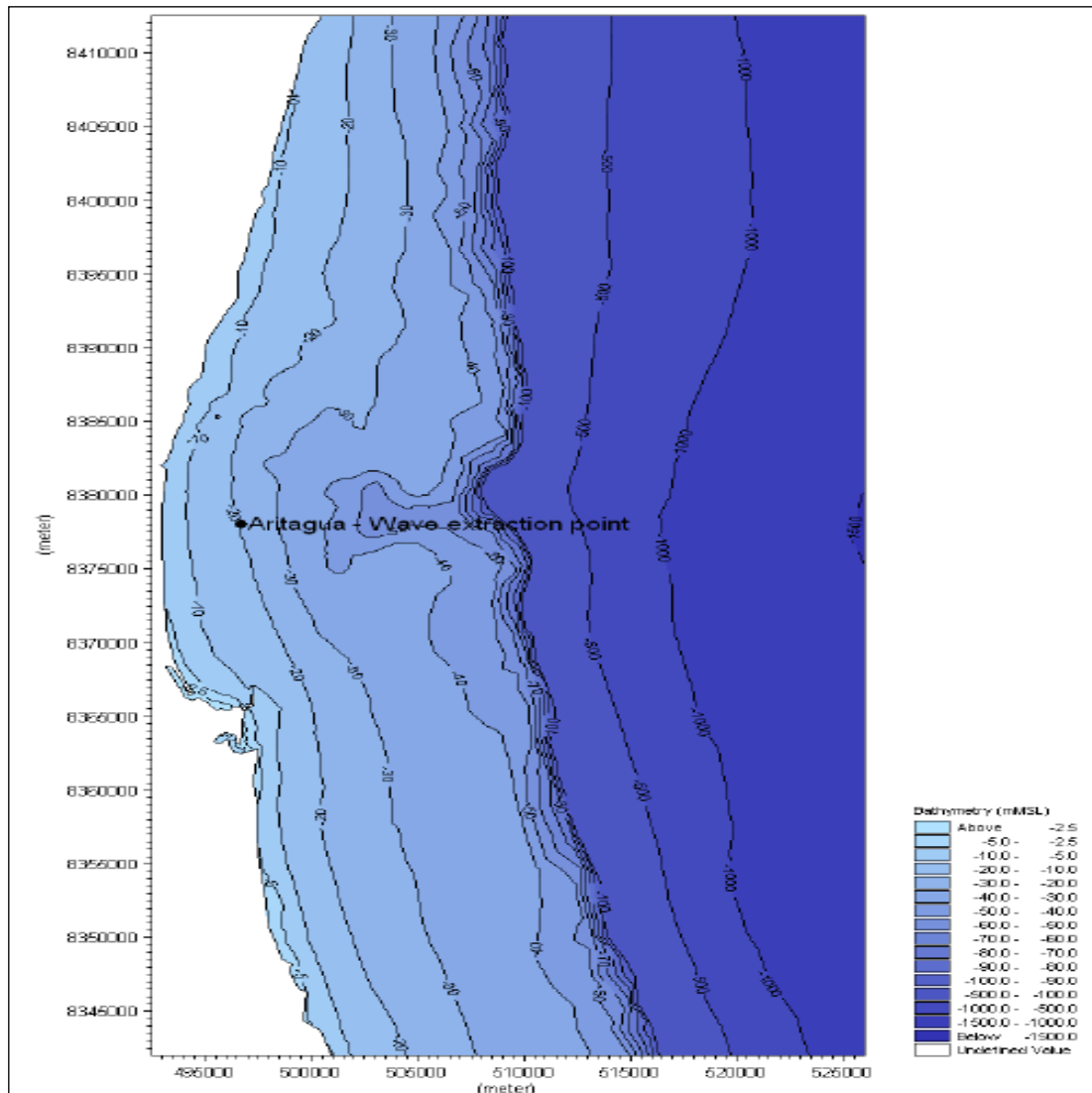


Figura 8.1.8.1.2 - Modelo da Batimetria para a Situação Atual e o Ponto de Extração de Onda

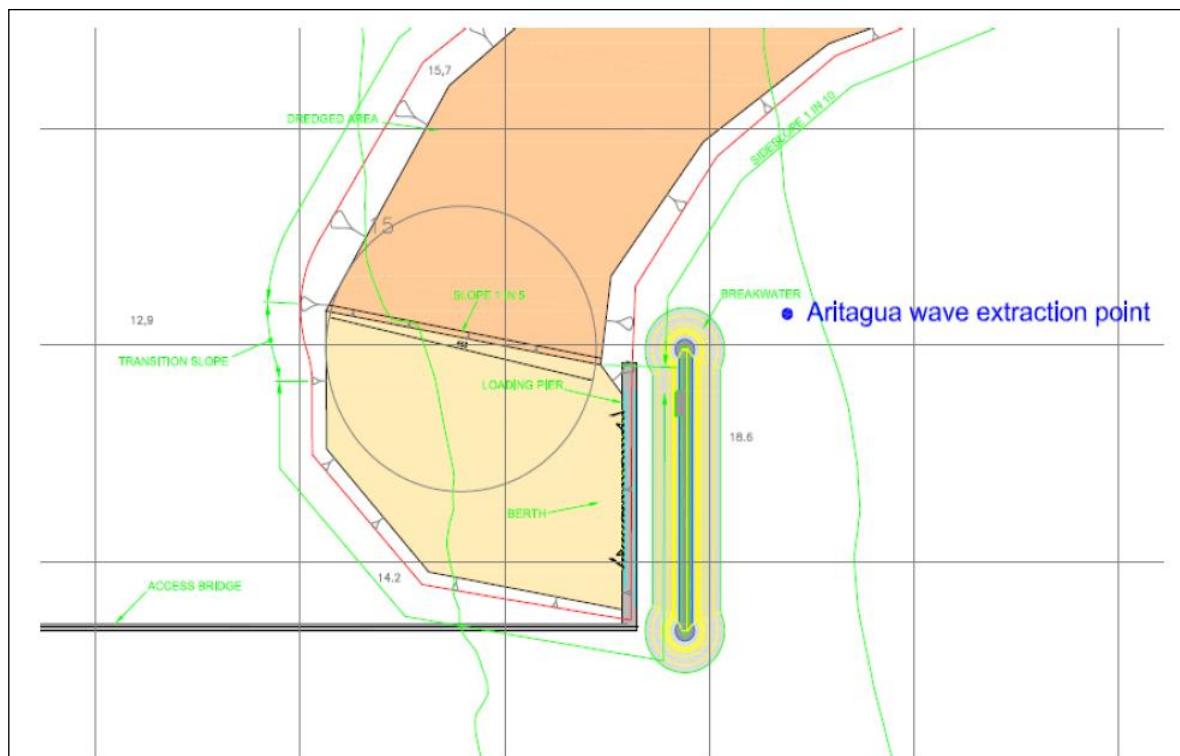


Figura 8.1.8.1.3 - Localização do Ponto de Extração de Onda, em Aritaguá, em Relação ao Quebra-mar do TUP

- Condições de Contorno

Os 13 anos de dados de altura significativa e altura e direção de pico de onda do NOAA foram utilizados. Esses dados foram aplicados nos três contornos (norte, leste e sul). Os dados de vento também foram aplicados como um campo de vento variando com o tempo e espacialmente constante em todo o domínio do modelo.

- Calibração do Modelo

O modelo foi calibrado utilizando as medições de onda realizadas pelo ADCP fundeado em Ponta da Tulha. Os dados foram filtrados para fornecer um dado a cada três horas em substituição aos dados horários e uma comparação quantitativa e qualitativa entre os dados modelados e observados foi realizada. As **Figuras 8.1.8.1.4 e 8.1.8.1.5** exibem, respectivamente, uma comparação das alturas significativas e dos períodos de pico de onda medidos pelo ADCP e modelados.

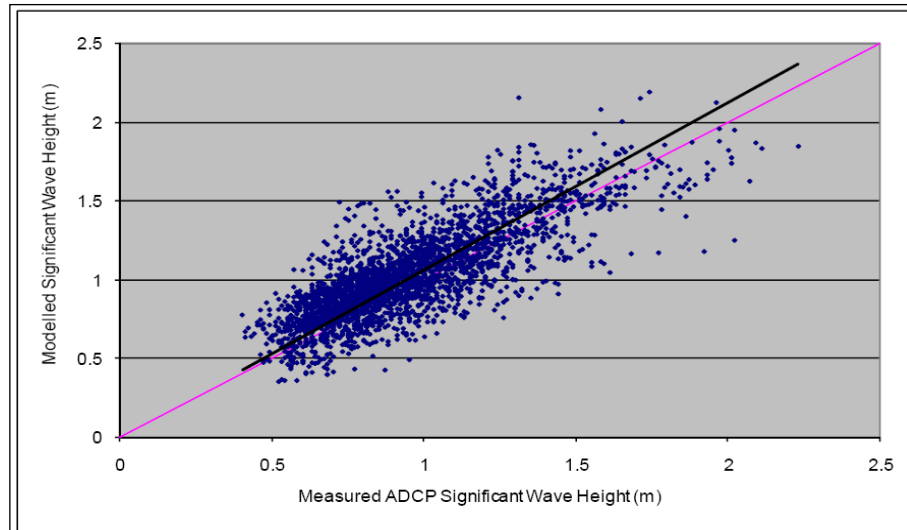


Figura 8.1.8.1.4 - Comparação dos Dados de Altura Significativa de Onda Modelados e Medidos pelo ADCP. A linha Rosa é a Linha de Igualdade e a Linha Preta uma Interpolação Linear do Dado

As análises mostraram que o modelo superestimou, na média, 6% da altura significativa das ondas em relação aos dados coletados.

A calibração do modelo foi considerada razoável e o resultado da análise foi considerado adequado para o objetivo do estudo.

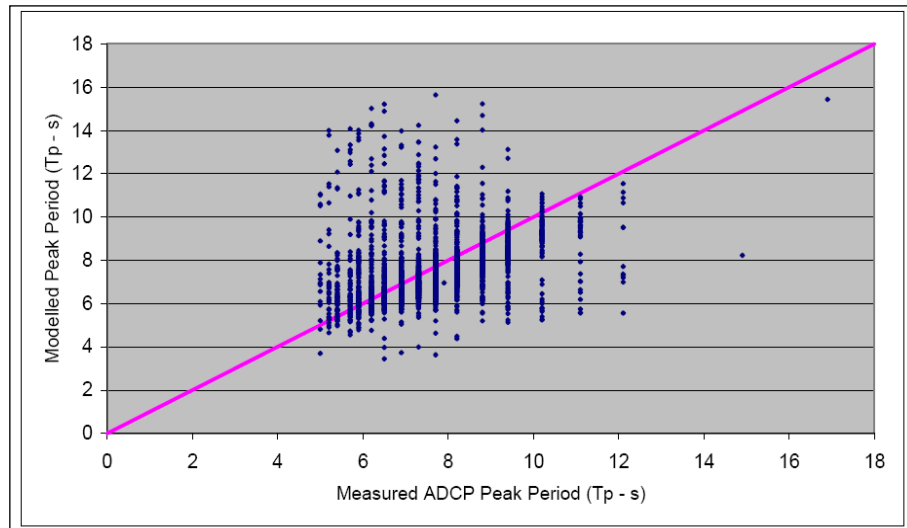


Figura 8.1.8.1.5 - Comparação dos Dados de Período de Pico de Onda Modelados e Medidos pelo ADCP. A Linha Rosa é a Linha de Igualdade

Como pode se visto na **Figura 8.1.8.1.5** há uma grande dispersão em torno da linha de igualdade indicando que há uma fraca correlação entre os dados transformados e os medidos pelo ADCP se comparados às alturas significativas de onda, o que, de acordo com o autor, é típico quando esses tipos de parâmetros são comparados.

- Resultados

Transformação de Ondas

As **Figuras 8.1.8.1.6** e **8.1.8.1.7** exibem os histogramas polares das alturas significativas (m) e dos períodos de pico (segundos) de onda para o ponto de extração de dados em Aritaguá. No geral, a transformação de ondas de regiões *offshore* indicou uma pequena redução na altura das ondas enquanto essas se propagavam para regiões mais *onshore*. A influência do Porto de Ilhéus foi evidente, com significativa redução nas alturas significativas das ondas ocorrendo na região abrigada do quebra-mar. Além disso, houve uma pequena modificação do período de onda durante sua propagação, com exceção das regiões do Porto de Ilhéus.

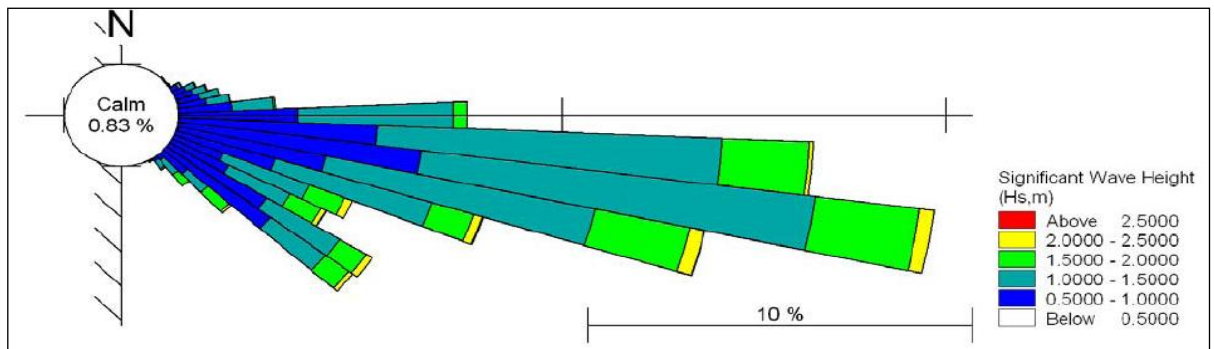


Figura 8.1.8.1.6 - Histograma Polar das Alturas Significativas de Onda (m) Para o Ponto de Extração de Dados de Aritaguá

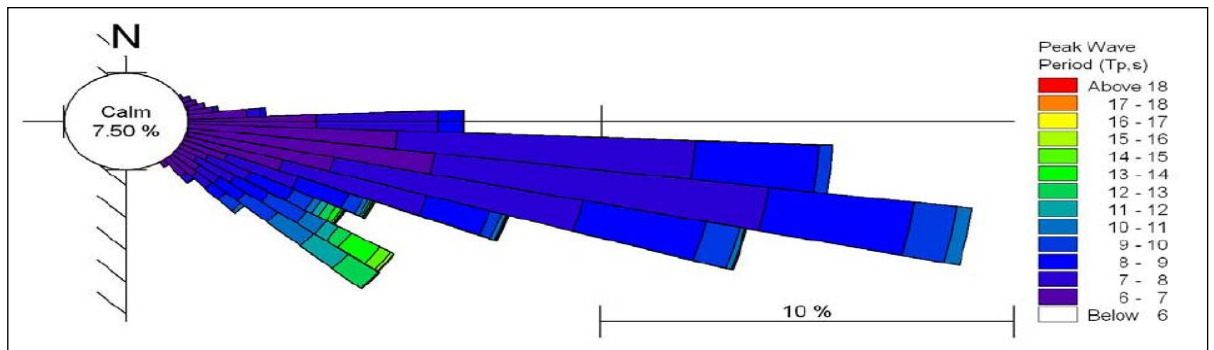


Figura 8.1.8.1.7 - Histograma Polar dos Períodos de Pico de Onda(s) para o Ponto de Extração de Dados de Aritaguá

– Condições Extremas

As alturas de onda em condições extremas têm sido estimadas para uma gama de setores (45° a 90° , 90° a 120° e 120° a 180°) e períodos de retorno (5, 10, 15, 20, 25, 30, 50, 100 e 1000 anos). O resultado das análises é mostrado no **Quadro 8.1.8.1.1**. A análise dos eventos considerou os setores de direções citados anteriormente.

Quadro 8.1.8.1.1 - Alturas Significativas de Onda (m) em Eventos Extremos para o Ponto de Extração de Dados de Aritaguá

Período de Retorno (anos)	Altura significativa de ondas - eventos extremos (m)	Limite de Confiança (90%)
5	2,54	2,37 – 2,72
10	2,65	2,43 – 2,87
15	2,71	2,47 – 2,95
20	2,76	2,50 – 3,01
25	2,79	2,52 – 3,06
30	2,82	2,54 – 3,10
50	2,89	2,59 – 3,21
100	3,00	2,66 – 3,35
500	3,25	2,82 – 3,69
1000	3,35	2,88 – 3,83

– Períodos de Onda

Não há uma relação definitiva entre alturas significativas de onda em eventos extremos e os períodos de pico de onda. As tempestades consideradas possuíam períodos de pico de 7 a 12 s e deve ser considerado que qualquer uma das condições de onda pode ocorrer com períodos dentro dessa faixa. Períodos longos ocorrem, no entanto, isso pode estar associado com a tempestade selecionada.

8.1.8.2 Modelagem Morfodinâmica e Efeitos na Linha de Costa

Esta seção apresenta uma síntese da modelagem morfodinâmica que teve por objetivo geral investigar os potenciais efeitos do quebra-mar proposto para o Porto Sul na linha de costa de Aritaguá, Ilhéus, Bahia. O estudo completo de modelagem realizado pela Scott Wilson é apresentado no **Anexo 8.1.8.2.1**.

Os resultados da modelagem numérica fornecem meios de estimar a extensão e magnitude dos efeitos do quebra-mar proposto para o Porto Sul sobre os processos físicos existentes na área do empreendimento. A modelagem foi realizada baseada em dados disponíveis e as previsões foram comparadas com as informações disponíveis, geralmente de natureza qualitativa. Embora existam algumas incertezas quanto às taxas de transporte de sedimento previstas, os modelos utilizados fornecem uma previsão representativa da resposta da linha de costa para a situação contendo o quebra-mar em relação às condições da linha de costa atual. Não se pretende que os resultados forneçam uma previsão definitiva das posições futuras da linha de costa, porém, esses resultados fornecem uma avaliação indicativa dos efeitos potenciais na linha de costa para uma escala de tempo de 10 a 30 anos.

O *layout* do quebra-mar e a estrutura de apoio para a construção do mesmo, denominada de *load out point* (LOP), estão apresentadas na **Figura 8.1.8.2.1**.

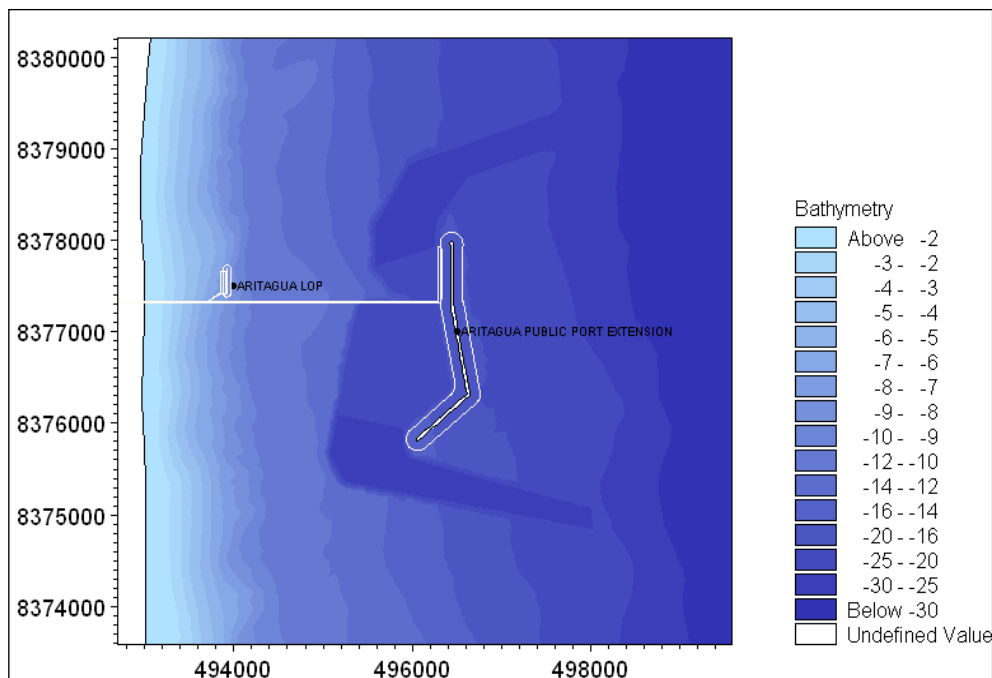


Figura 8.1.8.2.1 - Layout do Porto Sul, Ponte de Acesso ao Porto e Estrutura do LOP

A ponte de acesso aos cais do Porto Sul não foi incluída na modelagem, visto que a influência dos pilares terá um efeito mínimo a longo prazo no transporte de sedimento e na evolução da linha de costa. Isto deverá ser reavaliado após a confirmação do projeto final da estrutura.

- **Objetivos da Modelagem**

Os objetivos específicos da modelagem morfodinâmica foram:

- Estimar taxas de transporte anual de sedimento para a linha de costa atual e para a linha de costa com o quebra-mar do Porto Sul em perfis de praia ao norte e ao sul de Aritaguá.
- Estabelecer os prováveis efeitos do quebra-mar do Porto Sul na evolução da linha de costa de Aritaguá.

No **Anexo 8.1.8.2.1**, além destes objetivos, o relatório apresenta indicações de alternativas de mitigação dos eventuais efeitos potencialmente negativos do desenvolvimento da linha de costa.

- **Metodologia**

Os modelos utilizados na modelagem foram o *LITDRIFT* e o *LITLINE* do *Danish Hydraulic Institute* (DHI, Dinamarca).

O *LITDRIFT* é um modelo numérico determinístico que consiste em dois módulos principais: Módulo Hidrodinâmico e Módulo de Transporte de Sedimentos. Ele calcula o transporte de sedimentos em perfis transversais definidos considerando o regime hidrodinâmico local e possibilita a representação do transporte litorâneo por um período de tempo específico. O *LITDRIFT* foi utilizado para modelar as taxas anuais líquidas da deriva litorânea de Aritaguá

para o caso da linha de costa atual e para o projeto do quebra-mar proposto. Os principais dados de entrada requeridos para o *LITDRIFT* são:

- Perfis transversais de praia;
- Características dos sedimentos;
- Características das ondas.

Após a conclusão da modelagem com o *LITDRIFT*, foi utilizado o *LITLINE* para modelar os efeitos do quebra-mar do Porto Sul no que diz respeito à evolução da linha de costa. O *LITLINE* calcula a posição da linha de costa com base no clima de ondas e na orientação da linha de costa. Os principais dados de entrada requeridos para o *LITLINE* são:

- Perfis transversais de praia;
- Posicionamento da linha de costa;
- Características dos sedimentos;
- Características das ondas.

Através de sucessivas execuções do *LITDRIFT*, o programa *LINTABL* calcula e lista as taxas de transporte de sedimento em função do nível de água, da inclinação da superfície devido às correntes regionais e das alturas, períodos e direções de onda.

As fontes dos dados de entrada utilizados na modelagem estão listadas abaixo:

Linha de costa - para os propósitos deste estudo, adotou-se uma linha de costa uniforme com orientação norte-sul. O modelo da linha de costa atual (*baseline model*) foi calibrado com as condições de onda medidas por um ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler) instalado em Ponta da Tulha, a 7 km ao norte de Aritaguá, em uma profundidade de água de aproximadamente 17 m.

Batimetria - a partir de cartas náuticas da Marinha do Brasil.

Perfis de Praia - Os quatro perfis de praia enviados pela BAMIN foram utilizados para representar quatro trechos da linha de costa de Aritaguá (**Figuras 8.1.8.2.2 e 8.1.8.2.3**).

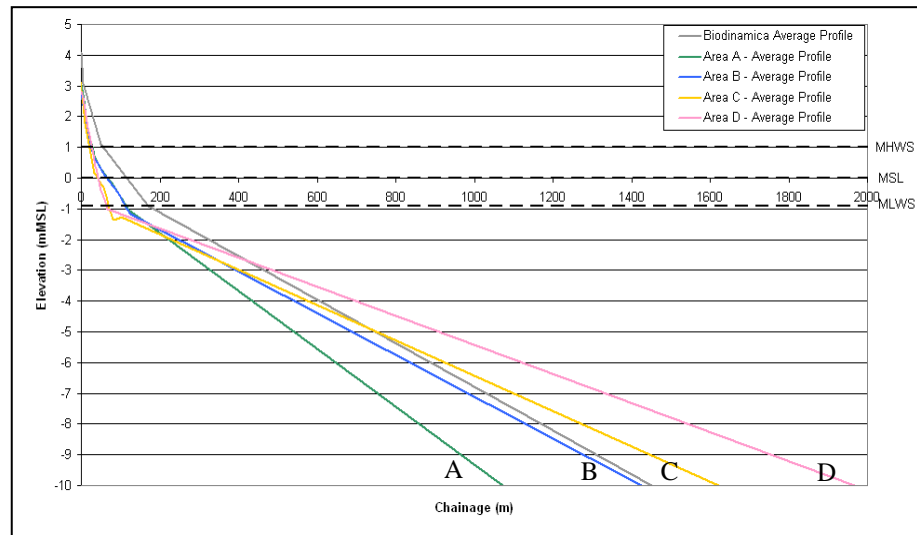


Figura 8.1.8.2.2 - Perfis de Praia Utilizados no LITDRIFT

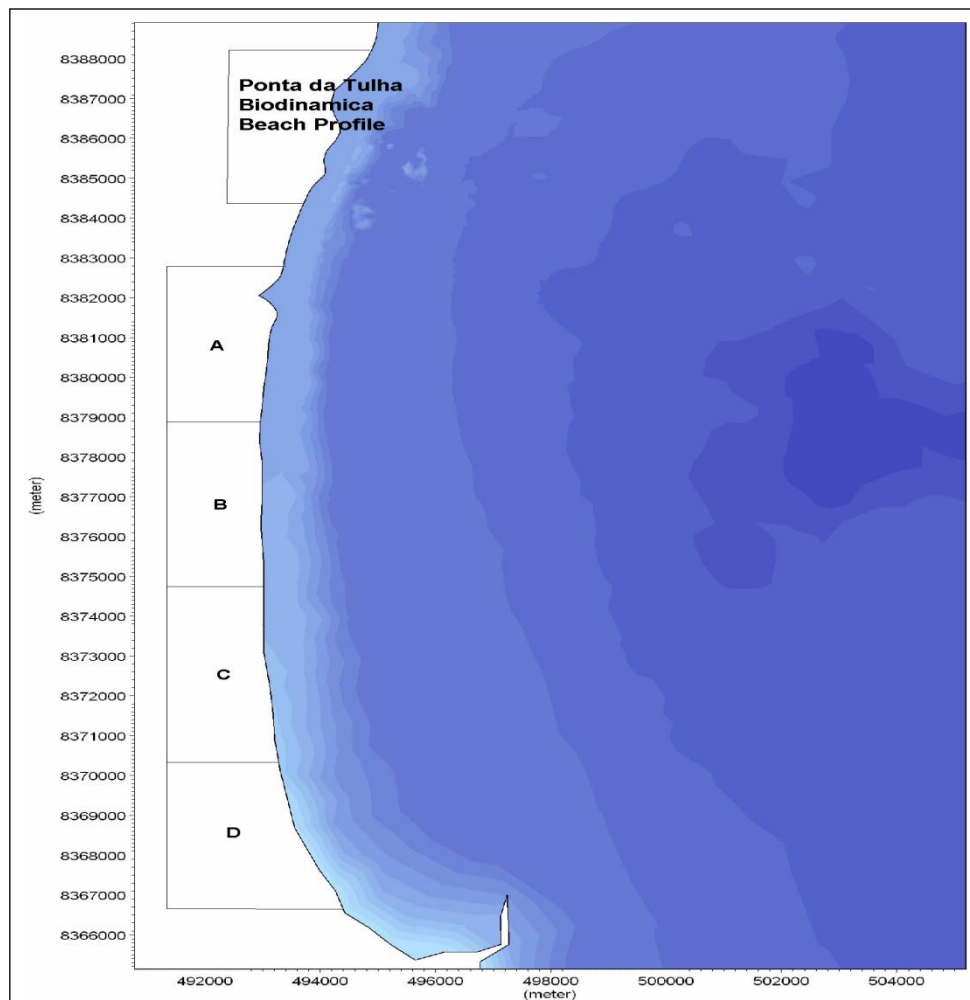


Figura 8.1.8.2.3 - Localização de Áreas de Perfis de Praia ao Longo da Costa de Aritaguá (A, B, C, D) e Região com Medições de Perfis de Praia em Ponta da Tulha

Ondas - as condições de onda da antepraia (*nearshore*) foram geradas pela transformação das condições de onda *offshore*. Os resultados foram utilizados para gerar uma série temporal tri-

horária de condições de onda na antepraia a partir de um registro de 13 anos de dados de *hindcast* do *National Oceanic and Atmospheric Administration dos Estados Unidos* (NOAA). A modelagem de propagação e transformação das ondas foi realizada utilizando o modelo MIKE 21-SW (*Spectral Wave*), desenvolvido pelo *Danish Hydraulic Institute da Dinamarca* (DHI), considerando 7 pontos ao longo da costa de Aritaguá (**Figura 8.1.8.2.4**).

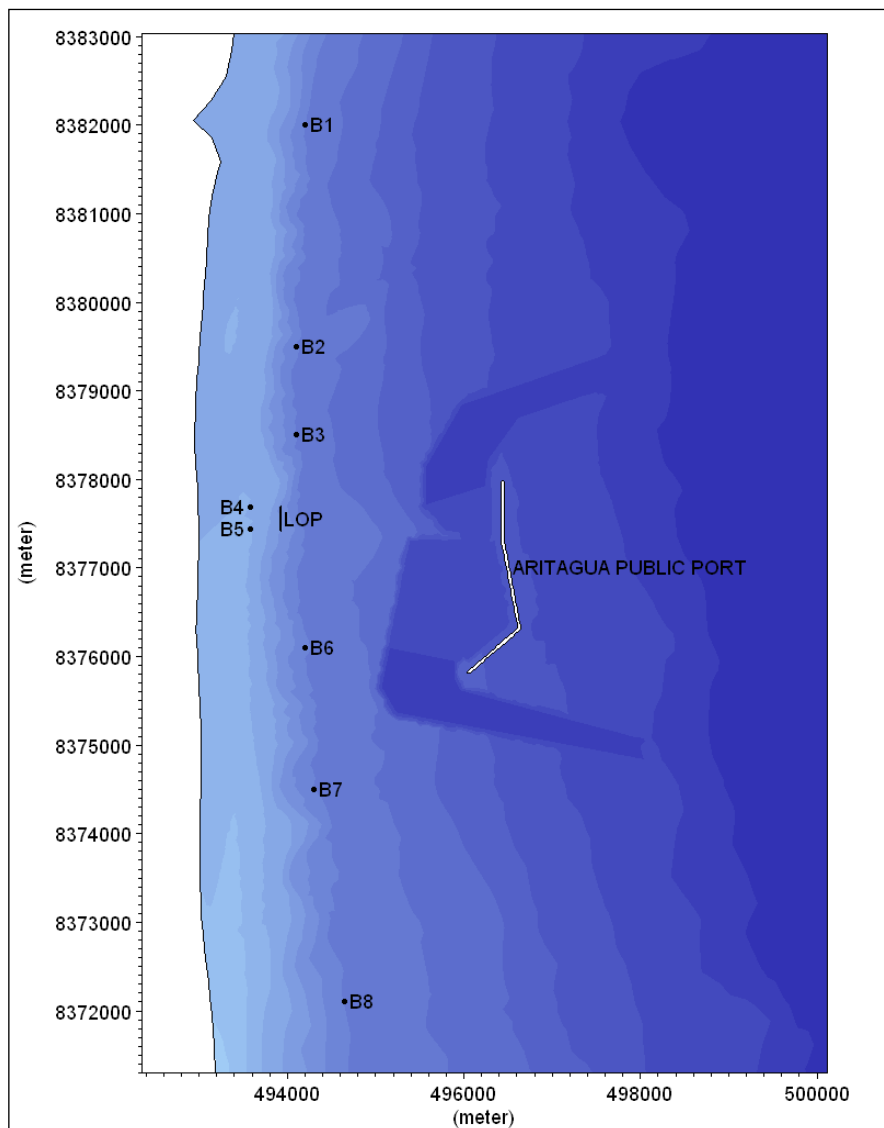


Figura 8.1.8.2.4 - Batimetria da Região de Estudo e Localização dos Pontos de Extração de Dados de Onda

O resultado da modelagem de transformação das ondas (**Figuras 8.1.8.2.5 e 8.1.8.2.6**) mostraram que os quebra-mares do Porto Sul e do LOP fornecem abrigo significativo para as condições de onda típicas, sendo as alturas de onda na antepraia foram reduzidas de 0,8 m para 0,5 m a 0,6 m nos Pontos B2 e B3, e de 0,7 m para 0,5 m a 0,7 m nos Pontos B4 e B5.

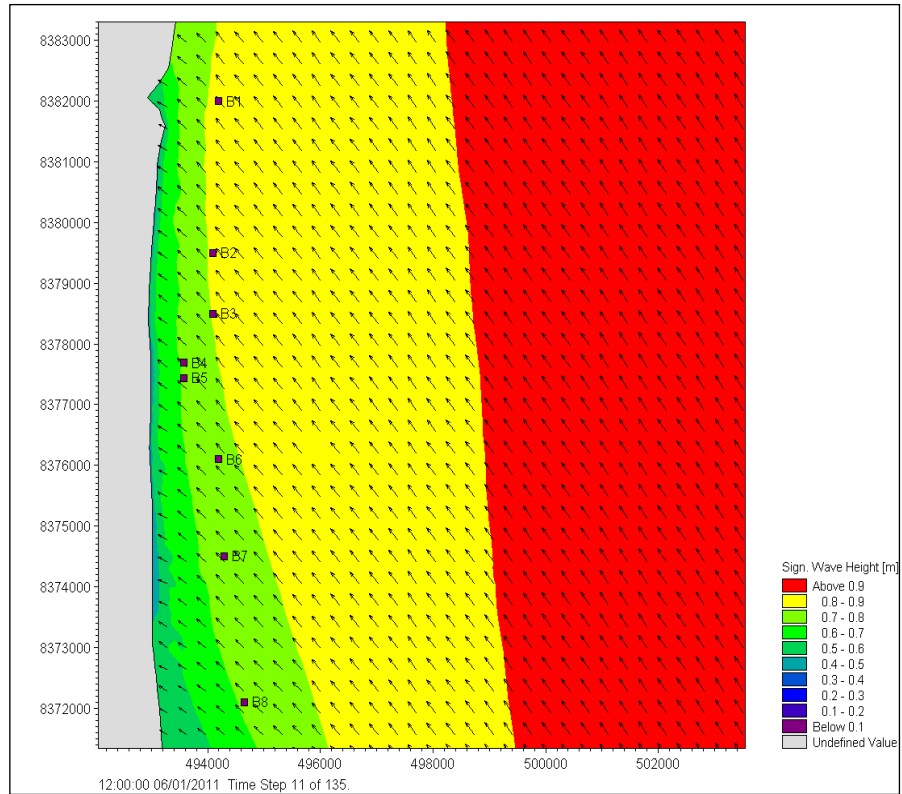


Figura 8.1.8.2.5 - Resultados da Modelagem da Propagação de Ondas para um Evento Típico na Linha de Costa atual

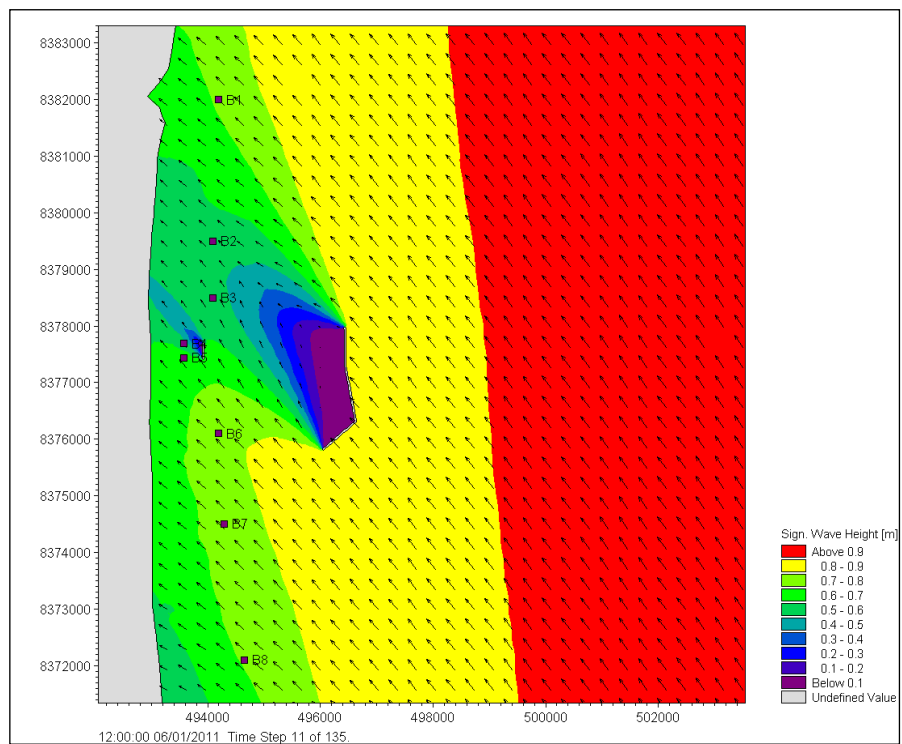


Figura 8.1.8.2.6 - Resultados da Modelagem da Propagação de Ondas para um Evento Típico Contendo o Porto Proposto

As condições das ondas foram posteriormente transformadas ao longo dos perfis definidos utilizando o *LITPACK*. A variação da taxa de transporte de sedimentos ao longo de cada perfil foi calculada e somada para se obter uma taxa bruta para o perfil como um todo.

- **Característica dos Sedimentos:** a partir de todas as amostras de Aritaguá, calculou-se uma distribuição granulométrica média para incluir os parâmetros apropriados de tamanho de grão nos modelos *LITDRIFT* e *LITLINE*. Assim, nas modelagens, foram adotados os valores $D_{50} = 0,4$ mm, $D_{84} = 0,57$ mm e $D_{16} = 0,23$ mm.

A influência das correntes de maré foi excluída do modelo, já que a hidrodinâmica local é dominada por ondas e as correntes de maré são relativamente fracas.

Para os cenários da modelagem, assume-se que o quebra-mar do LOP está presente por 5 anos durante a fase de construção da estrutura do Porto Sul. Os efeitos na linha de costa devido ao quebra-mar durante o período de 5 anos fornecem a linha de costa base para a entrada no modelo *LITLINE* combinando os quebra-mares do Porto Sul e do LOP.

- Resultados

As taxas de transporte de sedimentos calculadas pelo *LITDRIFT*, usando os perfis de praia da costa de Aritaguá, são fornecidas no **Quadro 8.1.8.2.1**. É importante ressaltar que, sem dados de calibração para o transporte litorâneo de sedimentos na costa de Aritaguá, o transporte líquido previsto para a linha de base da costa atual não pôde ser validado em termos quantitativos.

A direção do transporte líquido de sedimentos anual resultante da modelagem ao longo de todos os perfis é de sul para norte, variando aproximadamente de 110.000 a 190.000 m³/ano. Esses números são consistentes com a estimativa da variação da linha de costa obtida da análise histórica das fotos aéreas (**Anexo 8.1.8.2.1**).

Quadro 8.1.8.2.1 - Resumo das Taxas Anuais de Transporte de Sedimento Baseado nos Perfis de Praia da Costa de Aritaguá. Valores Negativos Indicam Transporte de Sedimento de Sul para Norte e Positivos de Norte para Sul

Perfil	Linha de Base da Costa Atual				Desenvolvimento Proposto			
	Deriva líquida (m ³ /ano)	Deriva Bruta (m ³ /ano)	Deriva Norte-Sul (m ³ /ano)	Deriva Sul-Norte (m ³ /ano)	Deriva Líquida (m ³ /ano)	Deriva Bruta (m ³ /ano)	Deriva Norte-Sul (m ³ /ano)	Deriva Sul-Norte (m ³ /ano)
B1	-190,300	199,100	4,400	194,700	-192,200	201,000	4,400	196,600
B2	-160,500	173,000	6,250	166,750	-86,420	100,200	6,890	93,310
B3	-136,300	148,800	6,250	142,550	-3,272	36,430	16,579	19,851
B4	-173,700	185,400	5,850	179,550	-917	54,130	26,607	27,523
B5	-174,600	185,000	5,200	179,800	-86,940	93,320	3,190	90,130
B7	-113,900	129,600	7,850	121,750	-88,110	98,930	5,410	93,520
B8	-117,700	133,900	8,100	125,800	-116,600	133,000	8,200	124,800

A **Figura 8.1.8.2.7** mostra o efeito na linha de costa devido à presença do quebra-mar do LOP após um período de 5 anos de construção, usando os perfis de praia mais recentes e os dados de sedimentos. Neste caso há a formação de um saliente, que representa uma região de aumento da praia próxima ao quebra-mar. A projeção desse saliente é da ordem de 70 m a 110 m de largura e a sua formação é devida ao sombreamento das ondas resultante do quebra-

mar do LOP. A erosão da linha de costa é da ordem de 0 m a 20 m em relação à posição original da linha de costa.

O efeito na linha de costa produzido pelo quebra-mar do LOP forma a linha-base de costa para os estudos da modelagem combinando os quebra-mares do Porto Sul e do LOP.

A **Figura 8.1.8.2.8** mostra a influência dos quebra-mares combinados na posição da linha de costa atual utilizando os perfis de praia medidos e as características dos sedimentos correspondentes a cada perfil. A modelagem sugere que a linha de costa migrará na ordem de 200 m a 240 m direção ao mar, formando um saliente, no período de 30 anos após a construção do quebra-mar do Porto Sul. Além disso, uma erosão ao norte dessa feição deverá ocorrer, dentro da mesma escala de tempo, na ordem de 60 m a 100 m da linha de praia atual.

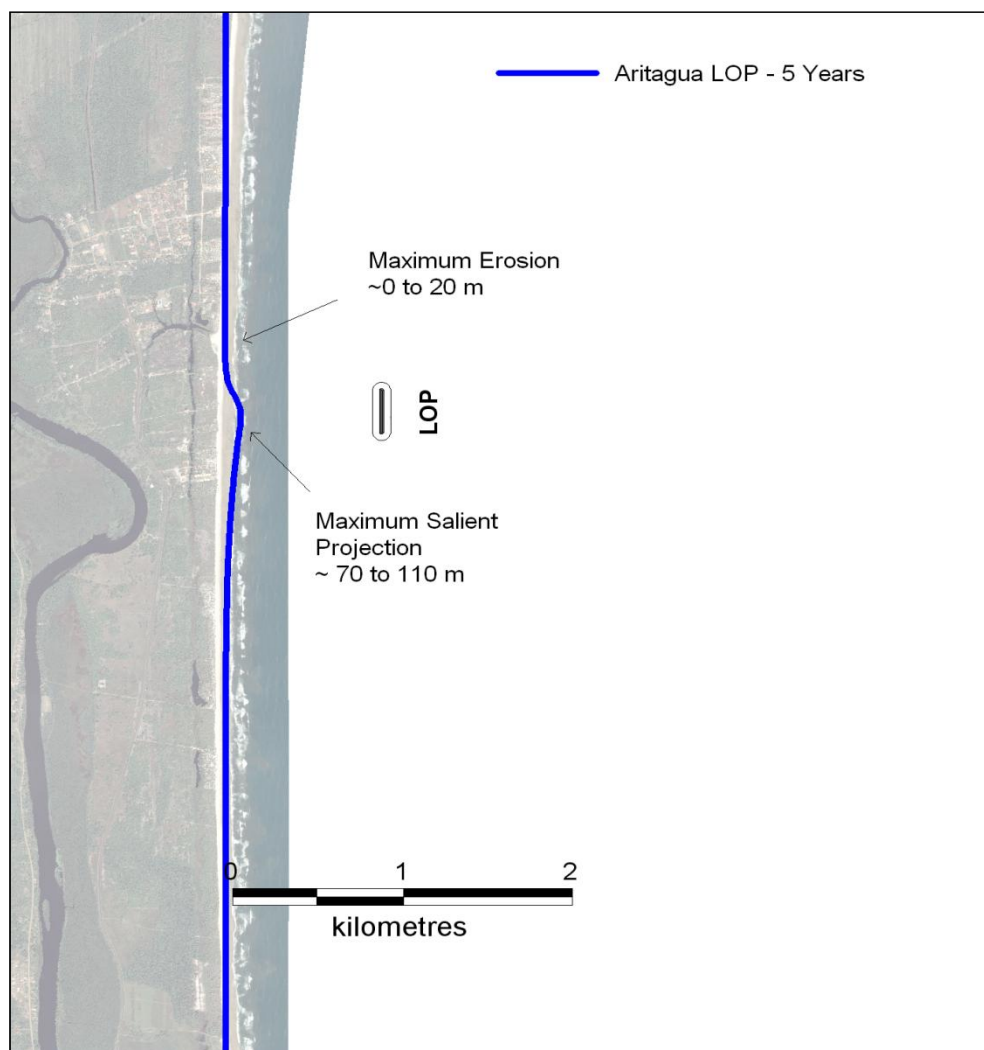


Figura 8.1.8.2.7 - Efeitos na Linha de Costa Considerando Apenas o Quebra-mar do LOP

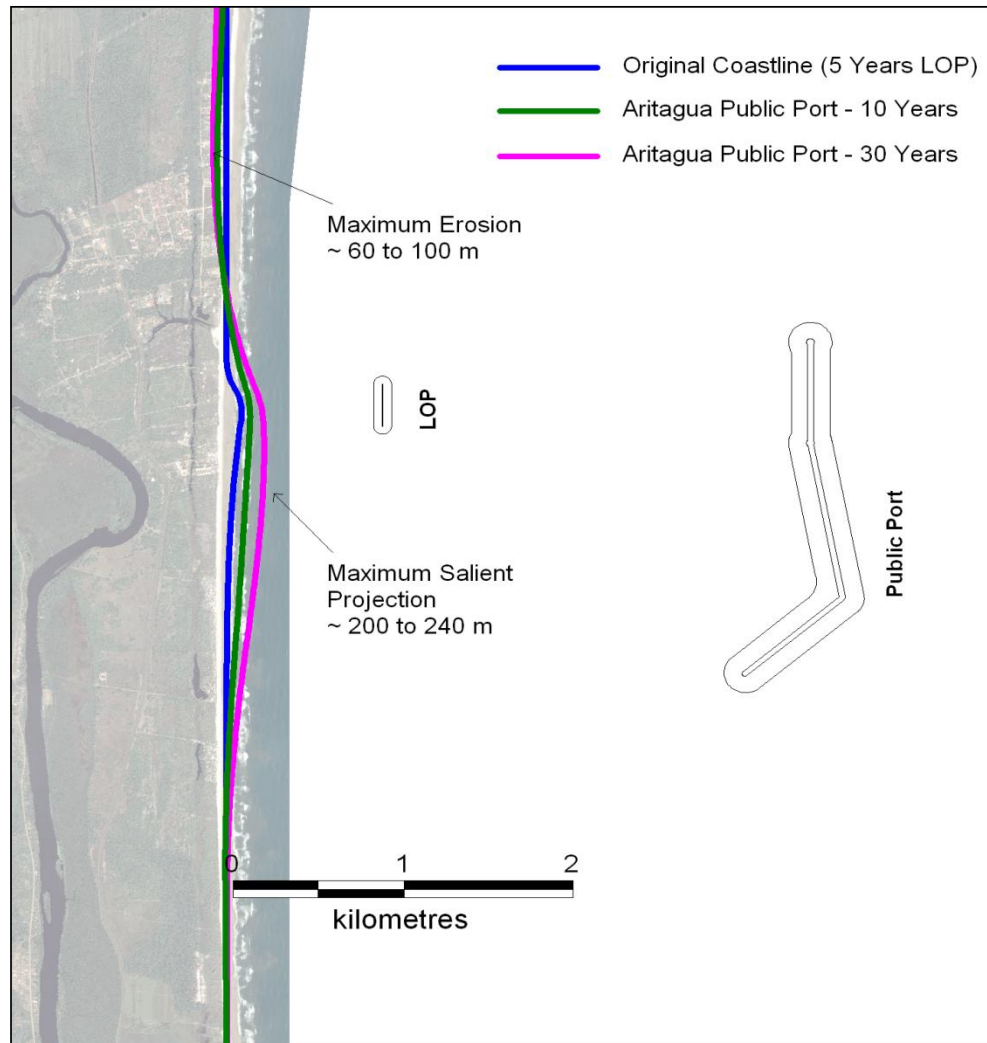


Figura 8.1.8.2.8 - Efeitos na Linha de Costa Considerando a Configuração com os Quebra-mares do Porto Sul e do LOP

Uma análise de sensibilidade foi realizada para investigar o efeito que as variações sazonais das condições de onda podem causar na linha de costa. Para essa análise, o modelo *LITLINE* foi ajustado a fim de registrar a posição da linha de costa para cada mês por um período de 10 anos. Os resultados produzidos pelo *LITLINE* indicaram que não se esperam variações sazonais significativas no crescimento do saliente e na erosão.

A análise do clima sazonal de ondas em Aritaguá sustenta o resultado *LITLINE*, pois, embora os meses de verão sejam caracterizados pela maior ocorrência de ondas de nordeste, as ondas tipo *swell* de sudeste, que causam a maior parte do transporte de sedimentos, continuam ocorrendo.

Como forma de comparar os resultados gerados pela modelagem de evolução da linha de costa, foram utilizados dois métodos empíricos obtidos da literatura especializada. O primeiro relaciona o tamanho do saliente em relação a sua distância da costa (Hsu e Sylvester, 1989). Já o segundo método (U.S. Army Corps of Engineers, USACE, 2002), relaciona a configuração da linha de costa a índices de magnitude do saliente.

Os resultados do uso do método empírico de Hsu e Sylvester (1989), **Quadro 8.1.8.2.2**, mostram a formação de um saliente muito maior em comparação com os resultados da modelagem LITPACK. Em contrapartida, o método do USACE (2002) categoriza a resposta de praia como ‘sem sinuosidade’ para o quebra-mar do LOP e ‘saliente moderado’ para o quebra-mar do Porto Sul. De acordo com a SCOTT WILSON, o método de Hsu e Sylvester (1989) não é recomendado, pois está fora dos limites de aplicação da formulação.

Quadro 8.1.8.2.2 - Resumo dos Resultados das Equações Empíricas

Tipo de Quebra-mar	Método de Classificação (USACE, 2002)	Projeção do Saliente (Hsu e Sylvester, 1989)
LOP	Sem sinuosidade	90 a 130 m
Porto Sul	Saliente moderado	820 a 860 m

- Conclusões

Os resultados gerados pela modelagem *LITLINE* são úteis para fornecer uma representação mais precisa dos efeitos potenciais da linha de costa causados pelo *layout* dos quebra-mares do Porto Sul e do LOP.

Prevê-se que a combinação das configurações de quebra-mar do Porto Sul e do LOP em Aritaguá cause um efeito na linha de costa na forma de um saliente e uma região de erosão. Baseado na modelagem *LITPACK*, estima-se que o crescimento do saliente seja de 200 m a 240 m em relação à linha de costa atual, estendendo-se por uma distância de mais de 3 km ao longo da linha de costa. Os resultados preveem, ainda, uma região de erosão da linha de costa de 60 m a 100 m a norte do saliente.

8.1.8.3 Modelagem da Dispersão de Sedimentos de Dragagem

Esta seção apresenta uma síntese da modelagem da dispersão dos sedimentos finos a serem dragados nas áreas circunvizinhas do Porto Sul, com especial atenção aos recifes de coral ao norte da área do empreendimento. O estudo completo de modelagem realizado pela Scott Wilson é apresentado no **Anexo 8.1.8.3.1**.

- Conjunto de Dados de Campo

Correntes

As medições de correntes foram realizadas por um ADCP (*Acoustic Doppler Current Profiler*) fundeado entre 23/08/08 e 08/09/09 (14.6258° S e 39.0369 W) a uma profundidade aproximada de 16,6 m e em 24/02/2010 (14.6153° S e 39.0303° W), a uma profundidade de 16,6 m. A localização dos ADCPs é apresentada na **Figura 8.1.8.3.2**. Os dados brutos do ADCP foram processados pela CEPEMAR e a análise presente nesta seção foi realizada pela URS/Scott Wilson.

As velocidades de corrente utilizadas para as definições dos cenários de modelagem foram divididas em “típicas” e “críticas” e foram obtidas a partir do processamento dos dados do ADCP (**Quadro 8.1.8.3.1**).

Quadro 8.1.8.3.1 - Velocidades Médias de Corrente em Profundidade dos Cenários Simulados no Modelo Hidrodinâmico

Direção	Velocidade (m/s)	Tipo
Sul	0.10	Típica
Sul	0.30	Crítica
Norte	0.18	Típica
Norte	0.47	Crítica

Maré

Os níveis de maré foram obtidos das “Especificações Gerais para Projetos Portuários”, relatório n° CP-0000-G122, e das Tabelas de Maré da Diretoria de Hidrografia e Navegação da Marinha do Brasil (DHN). As Tabelas de Maré fornecem níveis de maré no Porto de Ilhéus em relação ao Porto de Recife.

Uma análise harmônica das componentes norte-sul e leste-oeste da corrente medida pelo ADCP foi realizada para separar as correntes induzidas pela maré da corrente residual. Como resultado deste estudo, verificou-se que a magnitude da componente leste-oeste é pequena em relação à componente norte-sul. Assim, a componente leste-oeste não foi considerada no estudo. Além disto, verificou-se que a maior componente das correntes na região do Porto Sul são aquelas resultantes da circulação oceânica derivada dos ventos. Visto que as correntes de maré são relativamente fracas, o modelo hidrodinâmico também não considerou as correntes de maré.

Granulometria dos Sedimentos

A análise das amostras de sedimentos indicou que a camada superior de sedimentos próxima ao local do projeto é composta predominantemente por silte argiloso. Este material pode permanecer em suspensão por longos períodos e viajar longas distâncias antes de se depositar no fundo do mar.

Concentração Total de Sedimentos em Suspensão (SST)

Os dados de SST foram coletados em três locais (**Figura 8.1.8.3.1**) entre 27 de Novembro de 2010 e 27 de Janeiro de 2011 (12 amostras por ponto), conforme sintetizado no Quadro 8.1.8.3.2.

Quadro 8.1.8.3.2 - Resumo das Concentrações de SST para Três Pontos de Coleta à Profundidade de 5 m

Ponto	mE	mN	SST min (mg/L)	SST max (mg/L)
Barra Almada	496307	8367354	<10	145
Aritaguá	494551	8378298	<10	177
Tuhla	494550	8383846	<10	167

Com base nas medições de sedimentos em suspensão e descrições visuais das campanhas efetuadas, considerou-se 5 mg/L como o valor de base da concentração de sedimentos em suspensão no ambiente (*environmental background value*). Os resultados dos modelos (plumas) cujas concentrações estiveram abaixo deste nível não foram, portanto, indicadas.

Batimetria

A extensão do modelo hidrodinâmico inclui Ilhéus, ao sul, até a Ponta da Serra Grande, ao norte, e estende-se *offshore* até a isóbata de 300 m. Os dados da batimetria foram obtidos a partir dos dados batimétricos CMAP, que se baseia em cartas de navegação da região. A configuração de fundo inclui um quebra-mar, designado para fornecer proteção ao berço de atracação. O berço de atracação é acessado através de um canal de navegação. O esboço do projeto do quebra-mar, do canal de navegação e do recife de coral ao norte é apresentado nas **Figuras 8.1.8.3.1 e 8.1.8.3.2** e foram obtidos do desenho 4400-D-300 Rev. A.

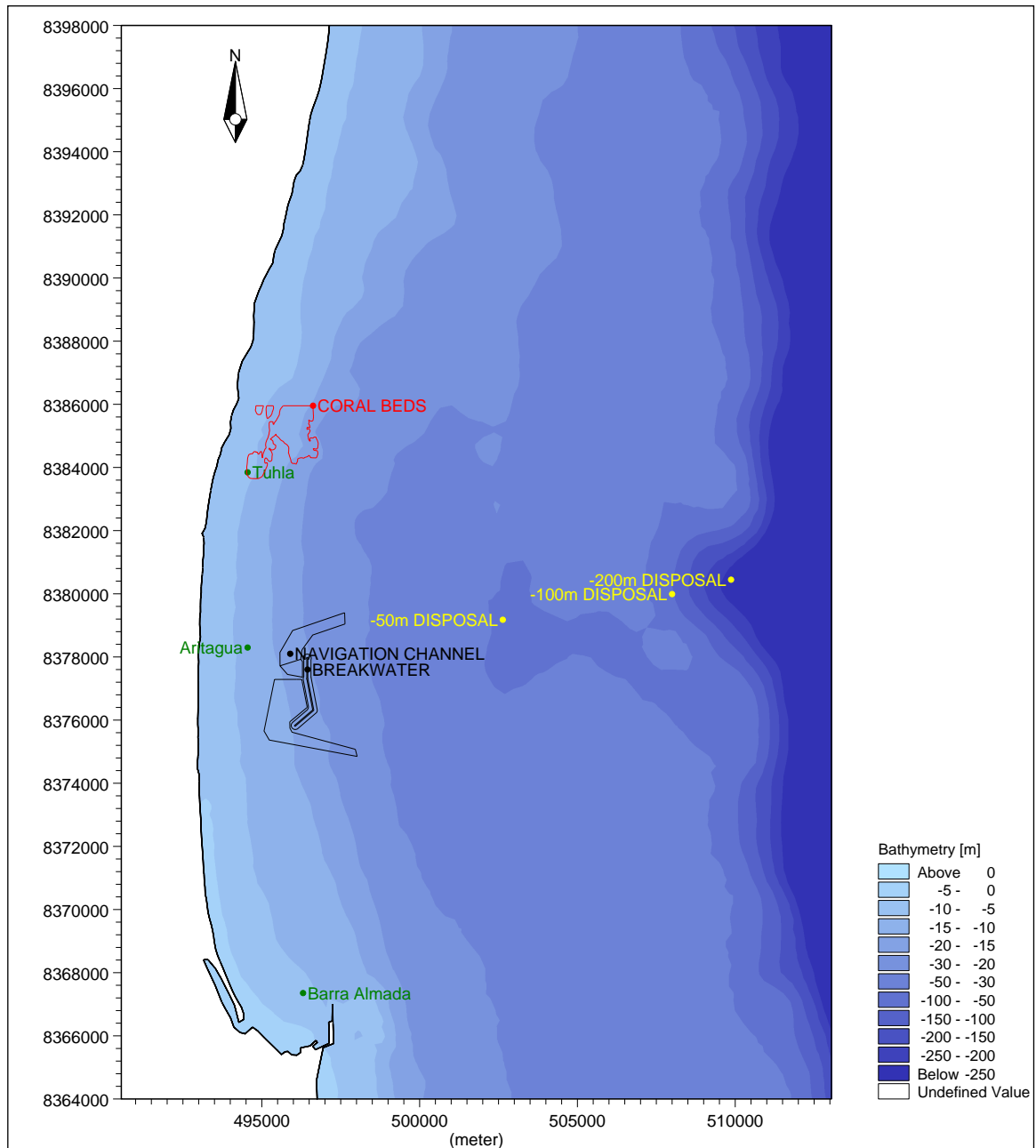


Figura 8.1.8.3.1 - Região de Artagua Indicando o Porto Sul, Batimetria, Localização dos Recifes de Coral e Locais de Disposição (Descarte)

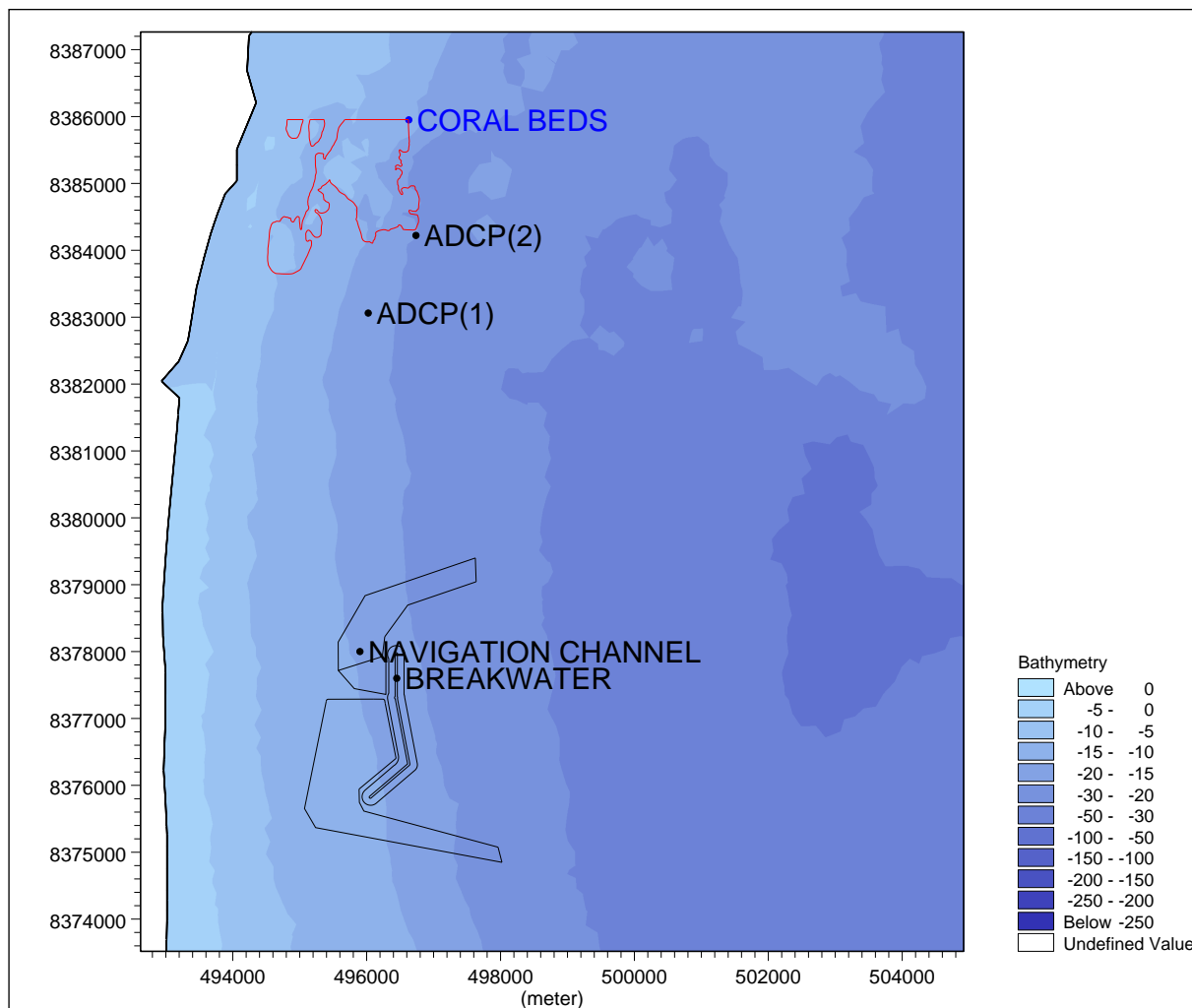


Figura 8.1.8.3.2 - Região de Arataguá Indicando os Pontos do Quebra-mar, Canal de Navegação do Porto Sul, Recifes de Coral e Locais dos ADCPs

- Metodologia de Dragagem e Disposição

Para modelar a pluma de sedimentos de dragagem são necessárias suposições sobre a operação de dragagem e disposição (descarte), período de operação e características do sedimento para determinar uma taxa de lançamento de sedimentos na coluna de água.

O plano de dragagem da URS/Scott Wilson considera que uma única draga de sucção e autotransporte (TSHD, *Trailer Suction Hopper Dredger*) será utilizada para preparar o leito marinho na região de implantação do Porto Sul e dragar a região próxima ao quebra-mar e o canal de navegação.

O modelo considera a situação no início da dragagem, onde a draga de sucção e autotransporte desce seu tubo de sucção (*pipe*) até o fundo e se move lentamente. Os sedimentos finos (lamas) são sugados e armazenados em compartimentos do navio. Uma vez que os depósitos estejam cheios, a sucção cessa e nenhum *overflow* ocorre. A draga ruma ao ponto de disposição e lança a carga armazenada pelo fundo do casco.

Os **Quadros 8.1.8.3.3 a 8.1.8.3.8** apresentam os planos de dragagem considerados. Com base na capacidade da embarcação, duração, velocidade de dragagem, eficiência e distância de

viagem entre os locais de dragagem e disposição, o número total de operações por dia foi calculado e arredondado para o número inteiro mais próximo.

Quadro 8.1.8.3.3 - Plano de Dragagem - Local do Quebra-mar até o Local de Disposição (-50 m)

Tipo da draga	TSHD
Capacidade	4335 m ³
De	Local do quebra-mar
Para	-50 m local de disposição
Operações por dia (ciclos)	14.27
Taxa de produção (m ³ /dia)	61855

Quadro 8.1.8.3.4 - Plano de Dragagem - Canal de Navegação até o Local de Disposição (-50 m)

Tipo da draga	TSHD
Capacidade	4335 m ³
De	Canal de navegação
Para	-50 m local de disposição
Operações por dia (ciclos)	14.77
Taxa de produção (m ³ /dia)	64006

Quadro 8.1.8.3.5 - Plano de Dragagem - Local do Quebra-mar até o local de Disposição (-100 m)

Tipo da draga	TSHD
Capacidade	4335 m ³
De	Site do quebra-mar
Para	-100 m disposição
Operações por dia (ciclos)	10.41
Taxa de produção (m ³ /dia)	45094

Quadro 8.1.8.3.6 - Plano de Dragagem - Canal de Navegação até o Local de Disposição (-100 m)

Tipo da draga	TSHD
Capacidade	4335 m ³
De	Canal de navegação
Para	-100 m disposição
Operações por dia (ciclos)	10.67
Taxa de produção (m ³ /dia)	46226

Quadro 8.1.8.3.7 - Plano de Dragagem - Local do Quebra-mar até o Local de Disposição (-200 m)

Tipo da draga	TSHD
Capacidade	4335 m ³
De	Site do quebra-mar
Para	-200 m disposição
Operações por dia (ciclos)	9.16
Taxa de produção (m ³ /dia)	39713

Quadro 8.1.8.3.8 - Plano de Dragagem - Canal de Navegação até o Local de Disposição (-200 m)

Tipo da draga	TSHD
Capacidade	4335 m ³
De	Canal de navegação
Para	-200 m disposição
Operações por dia (ciclos)	9.37
Taxa de produção (m ³ /dia)	40589

- Operação de Dragagem

Para a modelagem da dispersão de sedimentos, o ciclo de dragagem opera ininterruptamente durante um período de 24 horas. Com base no plano de trabalho de dragagem e nas características do sedimento, a taxa média de lançamento de sedimentos finos na água foi determinada como sendo 41 kg/s (**Quadro 8.1.8.3.9**).

Quadro 8.1.8.3.9 - Taxa de Lançamento de Sedimentos Finos - Operação de Dragagem (Local)

Tipo de Draga	TSHD	
Carga real da cisterna	4335	m ³
Duração da operação de dragagem	0.53	horas
Porcentagem de sedimentos finos	2	%
Conteúdo de finos	80	%
Densidade	1100	kg/m ³
Taxa média de lançamento	41	kg/s

- Operação de Disposição

A metodologia assume que os materiais dragados serão descartados em lâmina d'água de 50 m, 100 m ou 200 m. Supõe-se que, em qualquer dos casos, o lançamento dos sedimentos será realizado pela parte inferior do casco da draga e os sedimentos descem diretamente para o fundo do mar. Ao lançar os sedimentos dragados pelo fundo, um volume significativo de material é lançado rapidamente quando em comparação com o processo de dragagem, onde pequenos volumes de sedimento são liberados por um período longo, que dura tanto quanto o período de realização da dragagem. Para a disposição, considerou-se que o material descartado pela draga inclui 78% de silte. Com base no plano de trabalho de dragagem, uma

taxa de lançamento de sedimentos finos foi determinada para o local de disposição (**Quadro 8.1.8.3.10**).

Quadro 8.1.8.3.10 - Taxa de Lançamento de Sedimentos Finos - Operação de Disposição

Tipo de draga	TSHD	
Carga real da cisterna	4335	m ³
Duração da operação de dragagem	0.25	horas
Porcentagem de sedimentos finos	5	%
Conteúdo de finos	78	%
Densidade	1100	kg/m ³
Taxa média de lançamento	213	kg/s

- Validação do Modelo¹

O modelo Mike21 foi executado repetidas vezes e suas condições de contorno foram ajustadas até que a velocidade de corrente medida pelo ADCP fosse alcançada.

- Modelo de Transporte de Lama

O modelo hidrodinâmico validado foi utilizado pelo modelo de transporte de lama (MIKE 21 MT) para simular o destino dos sedimentos finos associados com a dragagem. Os resultados do modelo mostram a dispersão e o pico de concentração de sedimentos da pluma de dragagem e permitem que as taxas de acreção de sedimentos em pontos definidos sejam obtidas. Os principais pontos de extração de resultados do modelo são os recifes de coral ao norte do quebra-mar, os quais poderiam ser seriamente afetados pela deposição de grandes volumes de sedimento fino, se tal fato viesse a ocorrer.

Os parâmetros utilizados nas simulações foram os seguintes:

- Densidade de lama seca e inconsolidada: 100 kg/m³;
- Velocidade de queda do sedimento em suspensão: 0.2 mm/s;
- Tensão de cisalhamento para deposição: 0.1 N/m²;
- Tensão de cisalhamento para erosão: 0.2 N/m²;
- Constante de erosão: 1.0x10⁻⁵ kg/m²/s.

- Cenários Simulados

A URS/Scott Wilson definiu o escopo e a abordagem a ser adotada na modelagem da dispersão de dragagem. O escopo considerou as condições atuais e o projeto do quebra-mar considerando as dragagens associadas e o canal de navegação. Com base no escopo e metodologia acordados, as modelagens hidrodinâmicas foram executadas de acordo com a **Quadro 8.1.8.3.11**.

¹ O detalhamento da validação do modelo é apresentado no Anexo 8.1.8.3.1.

Quadro 8.1.8.3.11 - Simulações

Simulação	Velocidade de Corrente	Direção de Corrente
A	Típica	Norte
B	Crítica	Norte
C	Típica	Sul
D	Crítica	Sul

Os procedimentos de dragagem e disposição foram configurados em cada simulação tal como resumido no **Quadro 8.1.8.3.12**. Os locais de dragagem foram selecionados para representar os efeitos mais significativos sobre os recifes de coral ao norte do local de estudo.

Quadro 8.1.8.3.12 - Casos de Dragagem e Disposição

Cenário	Draga	mE	mN	Profundidade Aproximada (m)	Descrição
1	TSHD	496900	8378000	16	Canal de navegação (draga)
2	TSHD	496450	8379178	19	Quebra-mar (draga)
3	TSHD	502635	8379178	50	-50 m (disposição)
4	TSHD	508000	8380000	100	-100 m (disposição)
5	TSHD	509869	8380446	200	-200 m (disposição)

- Efeitos das Operações de Dragagem

Análise Geral do Potencial de Siltação

- Velocidade das Correntes e Transporte de Sedimentos

Os resultados do modelo mostram que, na maior parte da área costeira, incluindo o quebra-mar e o canal de navegação, sob velocidades de corrente típicas de norte e sul, as tensões de cisalhamento de fundo estão abaixo do limiar de suspensão e ressuspensão e, portanto, a deposição deve ocorrer. Sob altas velocidades de corrente para o norte, a tensão de cisalhamento é suficiente para mobilizar sedimentos finos no local e erodir sedimentos marinhos consolidados na entrada do canal de navegação.

- Taxas de Deposição

As taxas de deposição fornecidas nas seções seguintes referem-se ao acúmulo de lama não consolidada com densidade de 100 kg/m³. Os limites admissíveis para a deposição de sedimentos nos corais estão indicados no **Quadro 8.1.8.3.13** com base em Rogers (1990).

Quadro 8.1.8.3.13 - Limites para Deposição em Recifes de Coral

Taxa de sedimentação diária	Sedimento inconsolidado (por dia)	Comentário
1-10 mg/cm ²	0.1-1mm	Nível normal

- Sedimentos em Suspensão Totais

Para cada cenário foi determinada uma distribuição espacial da concentração total de sedimentos em suspensão durante o período de 24 horas. Estes valores são os máximos para

os períodos simulados, não ocorrendo ao mesmo tempo. Os limites de concentração de sedimentos nos corais são indicados no **Quadro 8.1.8.3.14** com base em Rogers (1990).

No entanto, deve-se notar que a resposta dos recifes de coral a mudanças na deposição de sedimentos depende do tipo das espécies, orientação, hábito de crescimento e comportamento do coral, além da quantidade e do tipo de sedimento. Apesar de não terem sido identificados no local do empreendimento, recifes de corais estão localizados a aproximadamente 6 a 7 km para o norte.

Quadro 8.1.8.3.14 - Limites de Concentração de Sedimentos em Suspensão Sobre Recifes de Coral

Concentração	Comentário
5 mg/L	Nível de Base no Ambiente
10 mg/L	Nível Normal / Aceitável
40 mg/L	Nível Crítico

As concentrações de sedimentos em suspensão são valores em excesso, ou seja, valores acima do nível base do meio ambiente que é de 5 mg/L. As fotografias aéreas analisadas pela URS/Scott Wilson sugerem que as concentrações muito baixas de sedimentos em suspensão ocorrem, em geral, fora da zona de arrebentação. No entanto, como demonstrado pela amostragem de sedimentos em suspensão, as concentrações podem aumentar, em períodos de alta descarga de sedimentos do rio Almada.

- Resultados Da Dispersão De Dragagem

Os quatro casos de dragagem/disposição foram modelados e forneceram uma compreensão do transporte de sedimentos finos em suspensão, da sua dispersão e da taxa de deposição ao longo de um período de 24 horas.

O estudo não considerou o efeito combinado das correntes e ondas na deposição de sedimentos. Em geral, as correntes elevam a tensão de cisalhamento nas águas mais profundas e a força das ondas induzem um cisalhamento em águas mais rasas, onde a interação das ondas com o fundo do mar é maior. A **Figura 8.1.8.3.3** mostra que, sob condições anuais médias, o cisalhamento induzido pelas ondas sobre a maior parte da região de estudo é suficiente para prevenir a deposição de sedimentos finos ($> 0,1 \text{ N/m}^2$) e para ressuspender ($> 0,2 \text{ N/m}^2$) qualquer material fino que se deposite. Em condições calmas, a tensão de cisalhamento induzida pelas ondas pode cair o suficiente para que haja a deposição em áreas de corais.

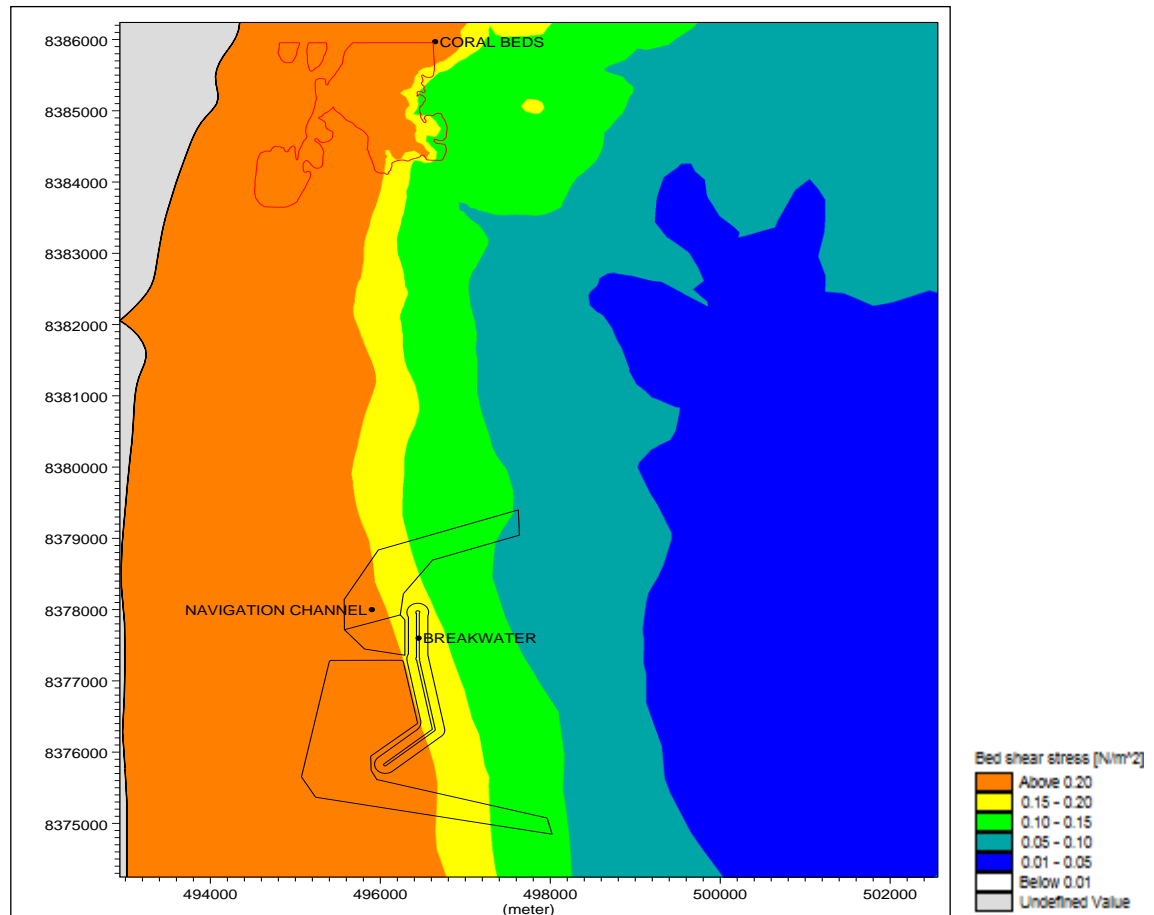


Figura 8.1.8.3.3 - Tensão Média de Cisalhamento no Fundo para a Situação Batimétrica Atual Considerando o Clima de Ondas Anual

Os cenários do modelo consideram apenas as correntes sem o efeito das ondas, garantindo que a metodologia adotada é conservadora. Os principais resultados da modelagem são discutidos e apresentados em uma série de figuras a seguir para cada caso de dragagem e disposição.

- Cenário 1

Dragagem do Canal de Navegação em Condição de Correntes Típicas para o Norte. A **Figura 8.1.8.3.4** mostra as concentrações máximas de sedimentos em suspensão durante uma corrente típica para o norte. Note que estes valores são máximos para o período de simulação e não ocorrem ao mesmo tempo. Em qualquer instante no tempo, a área coberta pela pluma é, portanto, provavelmente menor do que o mostrado.

No ponto de dragagem, as concentrações máximas de sedimentos em suspensão estão na faixa de 10 a 40 mg/L. Estes níveis são reduzidos de acordo com a distância à medida que o material é dispersado na água e se deposita no fundo do mar. A pluma de dragagem se dispersa abaixo do nível de base (background) de 5 mg/L em torno de 2.5 km ao Norte do local de dragagem.

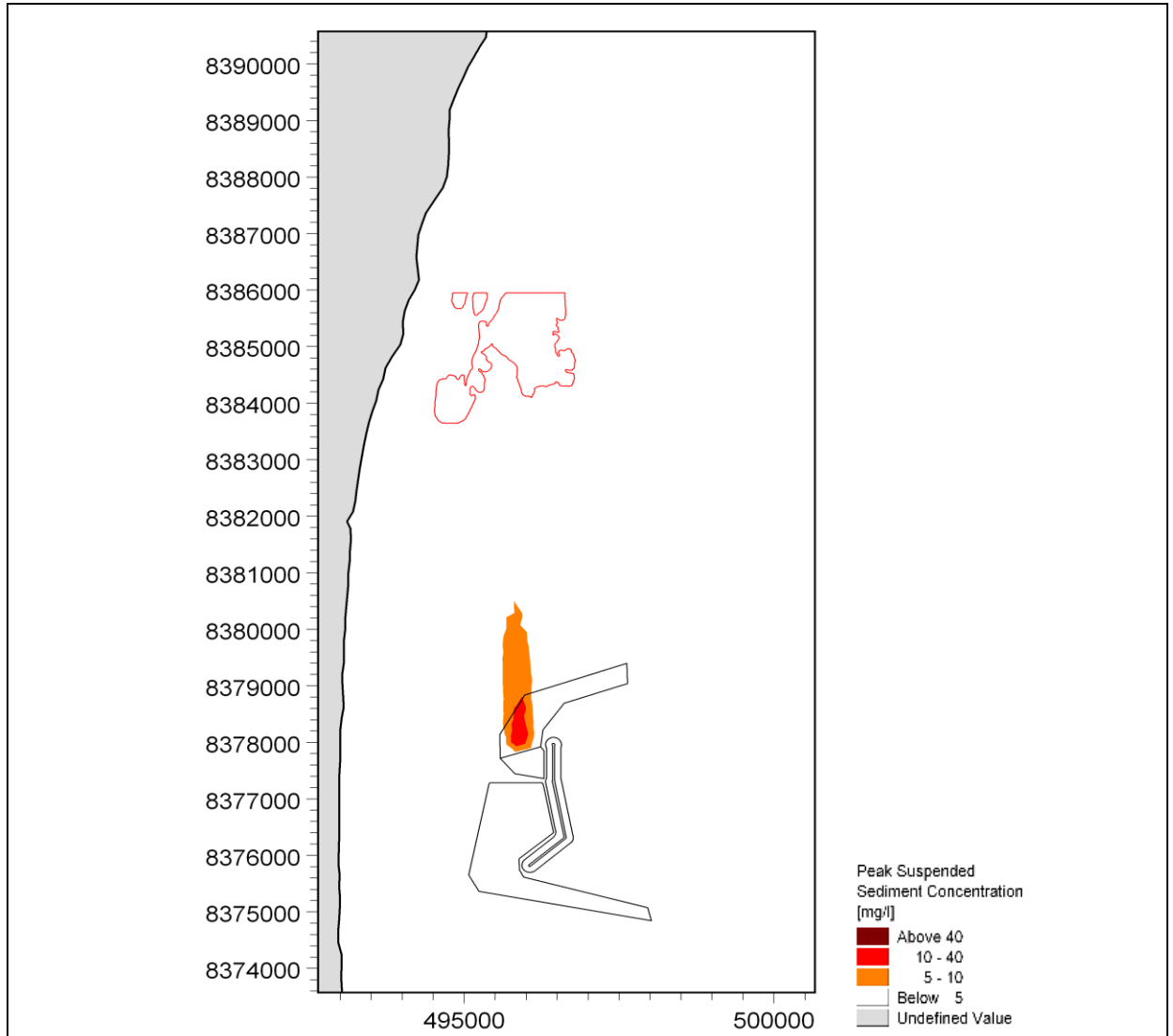


Figura 8.1.8.3.4 - Concentrações Máximas de Sedimento Durante uma Corrente Típica para o Norte. Dragagem do Canal de Navegação - A

Embora os cenários considerem um local de dragagem único, devido à uniformidade do campo de fluxo local, estes resultados podem ser utilizados para inferir o grau relativo de impacto para outros locais dentro da área do projeto.

A **Figura 8.1.8.3.5** mostra a deposição diária de material inconsolidado no fundo do mar para uma corrente típica para o norte. Os níveis de deposição de sedimentos são mais altos a aproximadamente 1 km para o norte da atividade de dragagem, com uma espessura de material não consolidado entre 1 mm e 2 mm/dia. Mais ao norte, a 1,5 km de distância da dragagem, a espessura é reduzida para menos de 1 mm/dia. O coral está de 6 a 7 km ao Norte do porto onde a concentração de sólidos em suspensão cai para um nível bem menor do que o nível de base (*background*).

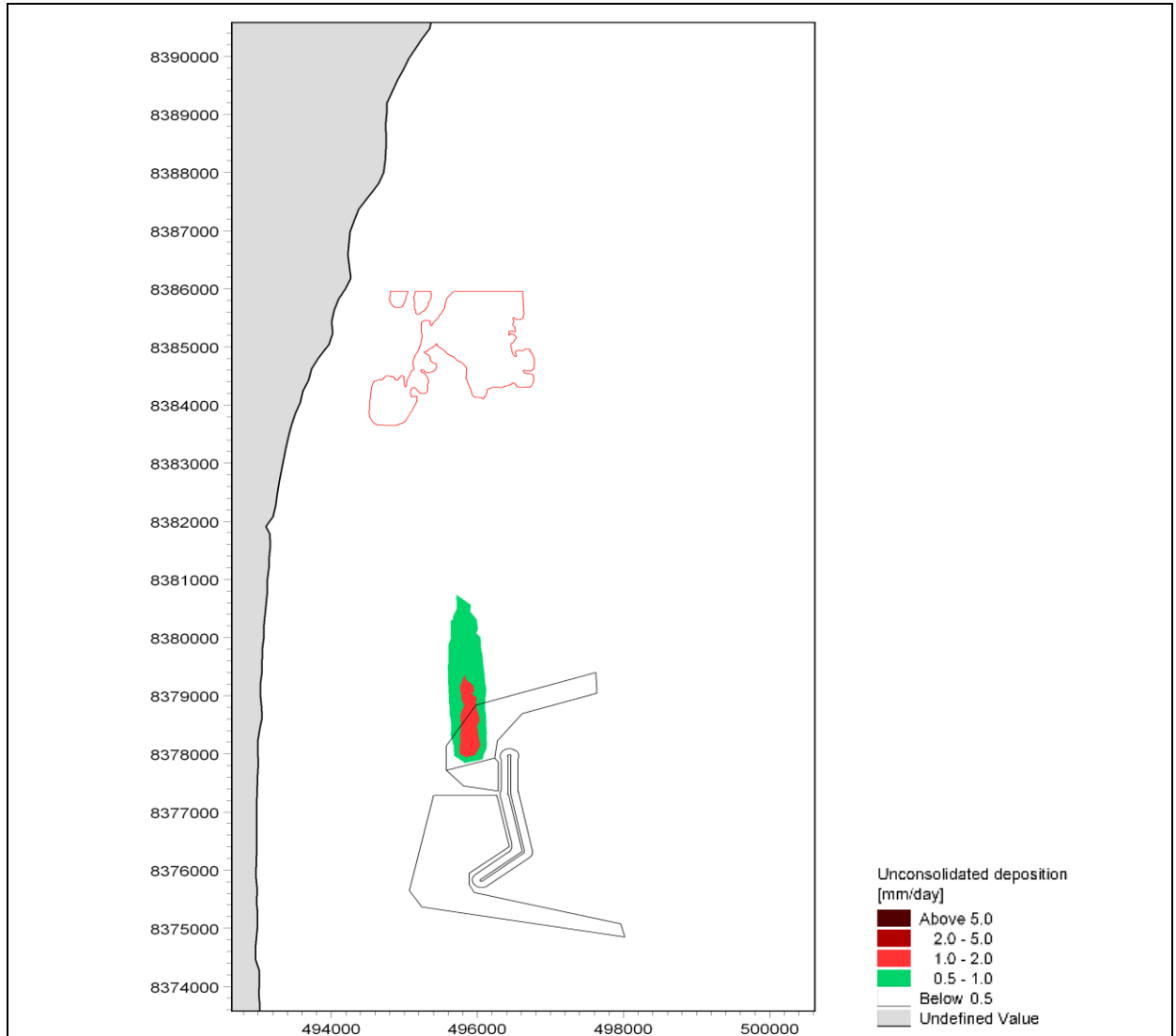


Figura 8.1.8.3.5 - Taxa de Deposição Diária de Material Inconsolidado Durante uma Corrente Típica para o Norte. Dragagem do Canal de Navegação - A

Dragagem do Canal de Navegação em Condição de Correntes Críticas Para o Norte - B

Na simulação com correntes críticas para o norte (**Figura 8.1.8.3.6**), a pluma de sedimentos em suspensão se estende para o norte, no entanto, é significativamente reduzida em concentração se comparada com a velocidade típica de corrente. Devido à maior velocidade da corrente, os sedimentos se dispersam a níveis da ordem 5 a 10 mg/L. A concentração de sedimentos da pluma de dragagem decresce abaixo do nível de sólidos em suspensão do ambiente, ficando a 4,5 km dos recifes do coral no Norte. A análise dos resultados mostra que a deposição, devido ao aumento da tensão de cisalhamento associada à alta velocidade de corrente faz com que o sedimento fino seja incapaz de se depositar sobre os recifes de coral e permaneça em suspensão.

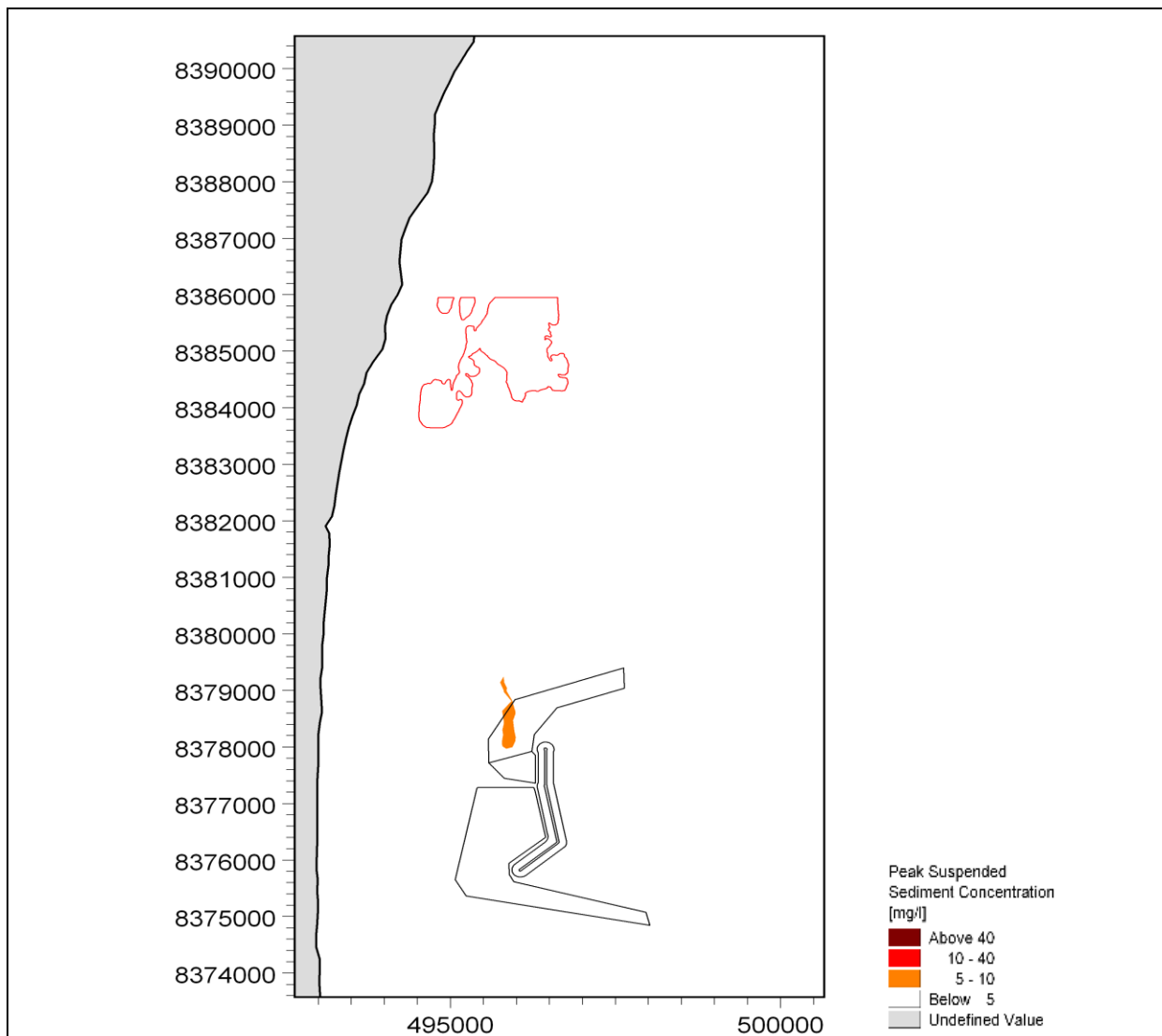


Figura 8.1.8.3.6 - Concentrações Máximas de Sedimento Durante uma Corrente Crítica para o Norte. Dragagem do Canal de Navegação - B

Dragagem do Canal de Navegação em Condição e Correntes Típicas Para O Sul - C

Durante a corrente típica para o sul, a pluma de dragagem é advectada para longe dos recifes de coral (**Figura 8.1.8.3.7**). As concentrações máximas de sedimentos em suspensão estão na faixa de 10 a 40 mg/L no ponto de dragagem, mas reduzem para menos de 10 mg/L a uma distância de 1 quilômetro. A 4 km ao sul, as concentrações caem para menos de 5 mg/L. Devido à dispersão reduzida e ao transporte dos sedimentos em suspensão, a deposição de materiais não consolidados no fundo do mar é concentrada em uma área um pouco menor que a corrente típica do norte com taxas de 1 a 2 mm/dia no ponto de dragagem, reduzindo para menos de 1 mm/dia a 1,5 km para o sul (**Figura 8.1.8.3.8**).



Figura 8.1.8.3.7 - Concentrações Máximas de Sedimento Durante uma Corrente Típica para o Sul. Dragagem do Canal de Navegação - C

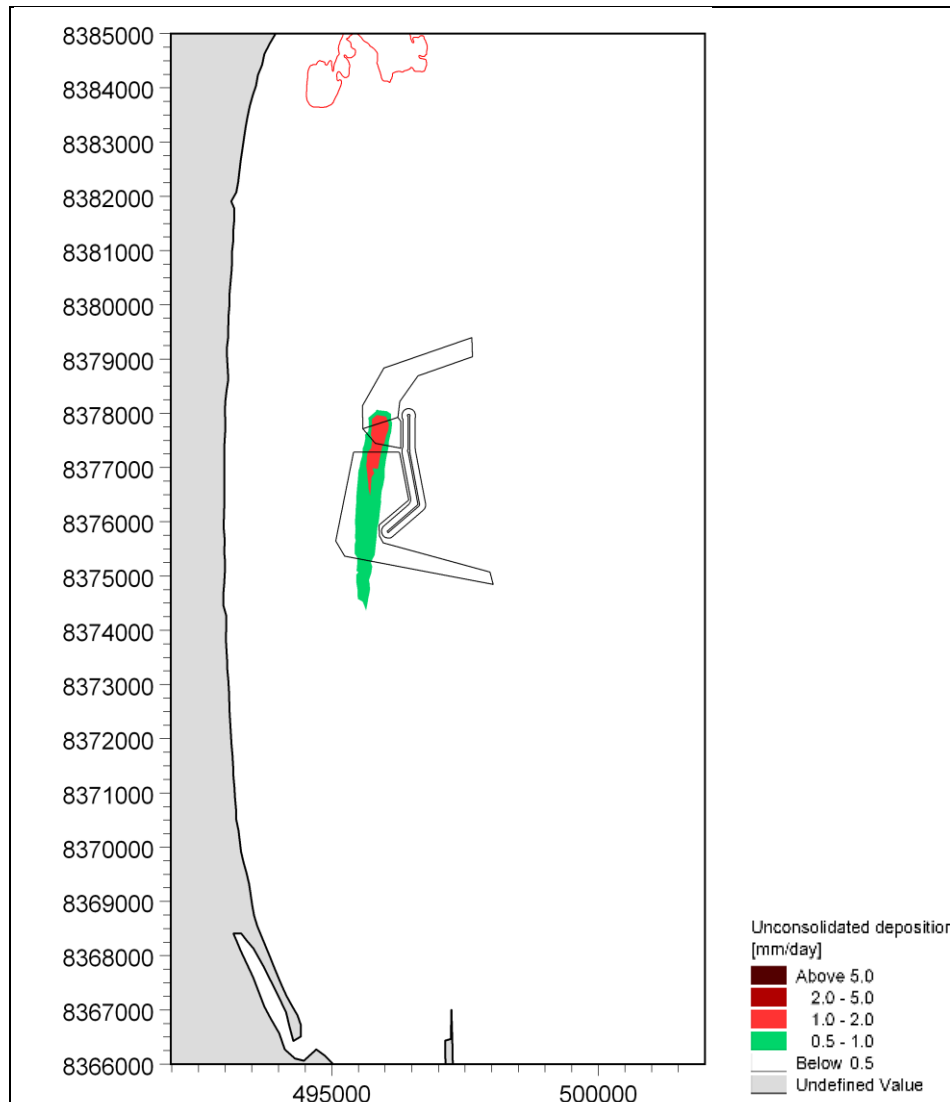


Figura 8.1.8.3.8 - Taxa de Deposição Diária de Material Inconsolidado Durante uma Corrente Típica para o Sul. Dragagem do Canal de Navegação - C

Dragagem do Canal de Navegação em Condições de Corrente Crítica Para O Sul - D

Para o caso da corrente crítica para o sul, a pluma de dragagem é carregada para longe do local de dragagem e dos recifes de coral. A espessura da camada de material inconsolidado é semelhante ao da corrente crítica para o norte. Os sedimentos são incapazes de se consolidar devido às magnitudes das correntes e à tensão de cisalhamento do fundo.

Taxas Máximas de Suspensão e Deposição de Sedimentos

Para os casos do cenário 1, as concentrações máximas de sedimentos em suspensão atingem valores abaixo do nível típico do meio ambiente (*background* - 5 mg/L) a 2,5 km em direção aos recifes de coral e é muito menor do que a concentração máxima registrada de mais de 140 mg/L. Para as simulações com correntes para o sul, o nível de *background* é alcançado em 4 km a partir do local da dragagem. A deposição de material não consolidado a partir do local de dragagem cai abaixo de 0,5 mm/L dentro de 3 km para o norte e 4 km para o sul.

- Cenário 2

Dragagem do Local do Quebra-Mar

Os resultados mostram que as concentrações máximas de sedimentos em suspensão são muito semelhantes às da dragagem no canal de navegação, como considerado no cenário 1, com concentrações de 10 a 40 mg/L no ponto de dragagem (**Figura 8.1.8.3.9**). As concentrações reduzem rapidamente de acordo com a distância ao ponto de dragagem, alcançando uma concentração de 5 a 10 mg/L a uma distância de 500 m a norte. A 2,5 quilômetros ao norte, as concentrações caem para menos do que o nível de *background* de 5 mg/L.

Embora os cenários considerem um local de dragagem único, devido à uniformidade do campo de fluxo local estes resultados podem ser usados para inferir o grau relativo de efeito para outros locais dentro da área do projeto.

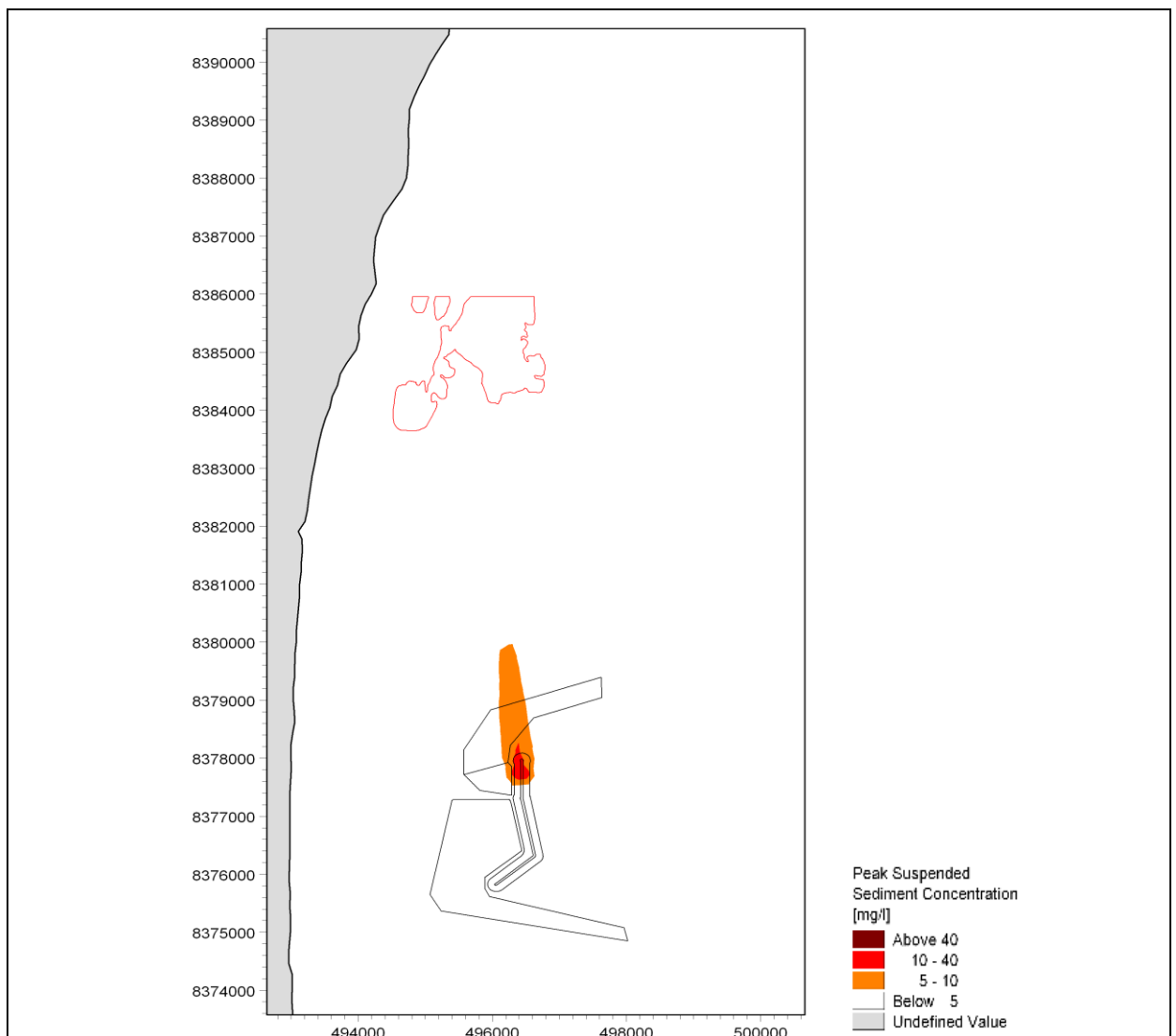


Figura 8.1.8.3.9 - Concentrações Máximas de Sedimento Durante uma Corrente Típica para o Norte. Dragagem do local do Quebra-mar - A

Os resultados da espessura dos sedimentos não consolidados são os mais altos em torno da atividade de dragagem de 0,5 a 1 mm por dia (**Figura 8.1.8.3.10**). Num raio de 1,5 km do

ponto de dragagem, a espessura dos sedimentos não consolidados reduziu para menos de 0,5 mm/dia, bem abaixo do limiar do nível do recife de coral (1 mm/dia).

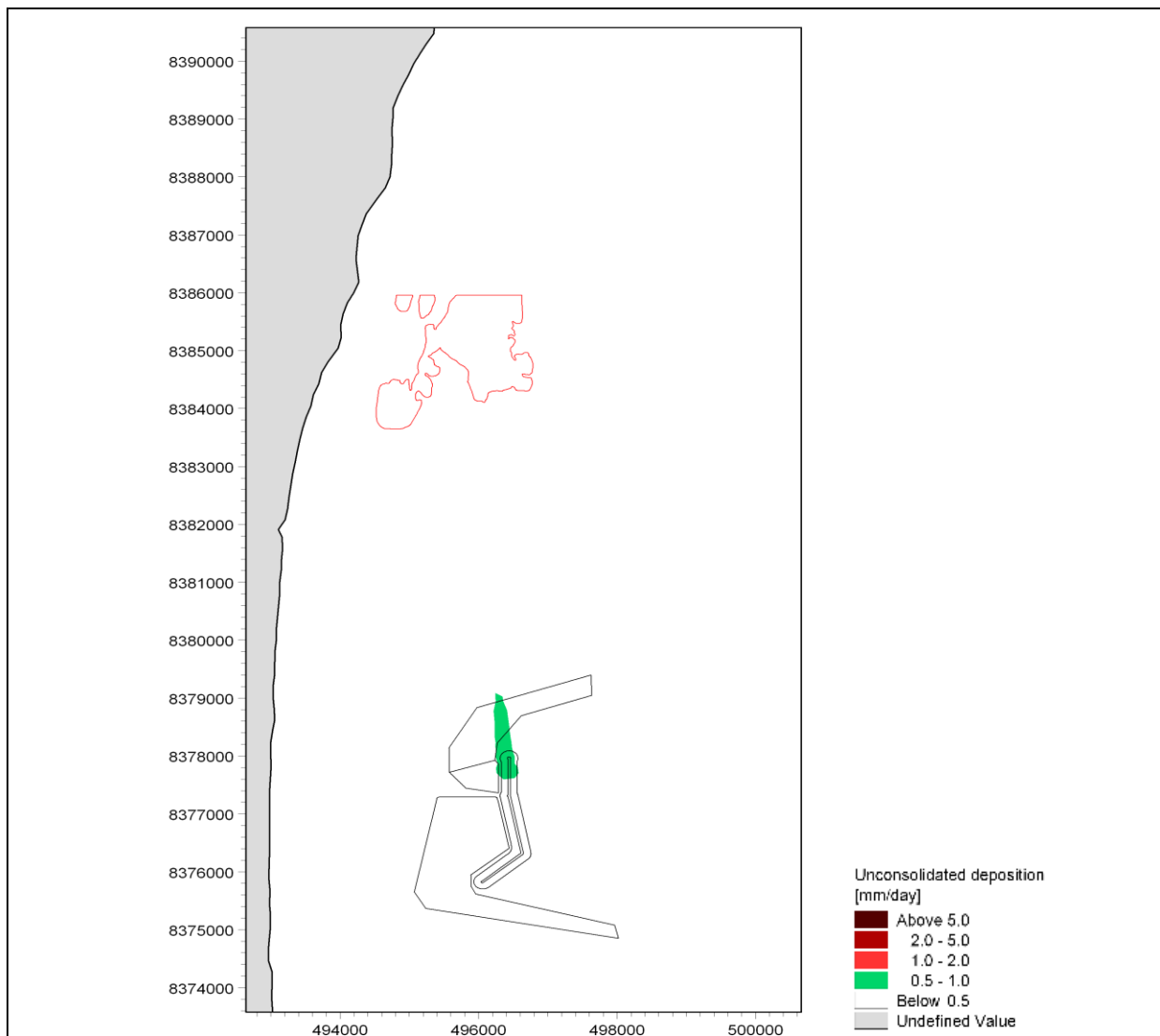


Figura 8.1.8.3.10 - Taxa de Deposição Diária de Material Inconsolidado Durante uma Corrente Típica para o Norte. Dragagem do Local do Quebra-mar - A

Taxas Máximas de Suspensão e Deposição de Sedimentos

Para os casos do cenário 2, a concentração máxima de sedimentos em suspensão decresce até o nível de *background* de 5 mg/L num raio de 2,5 km da dragagem para as correntes que fluem para o norte em direção aos recifes de coral e é muito menor do que a concentração máxima registrada de mais de 140 mg/L. A deposição de materiais não consolidados a partir do local da dragagem é menor que 0,5 mm/d a 1,5 km para o norte.

- Cenário 3

Disposição no Local a -50 metros.

O lançamento do material dragado no local a -50 m através da parte inferior do casco da draga produz uma nuvem de sedimentos em suspensão que segue a direção da corrente

predominante. A pluma se estende para o norte, mas, devido à profundidade significativa da água, ela permanece abaixo do limiar dos 5 mg/L e, portanto, não é mostrada na **Figura 8.1.8.3.11**. A concentração máxima no ponto de descarga é de 3 mg/L. Um padrão semelhante de resultados foi observado para o cenário de correntes típicas para o sul, com a pluma de dragagem se estendendo pelo sul do ponto de dragagem com uma concentração de 3 mg/L.

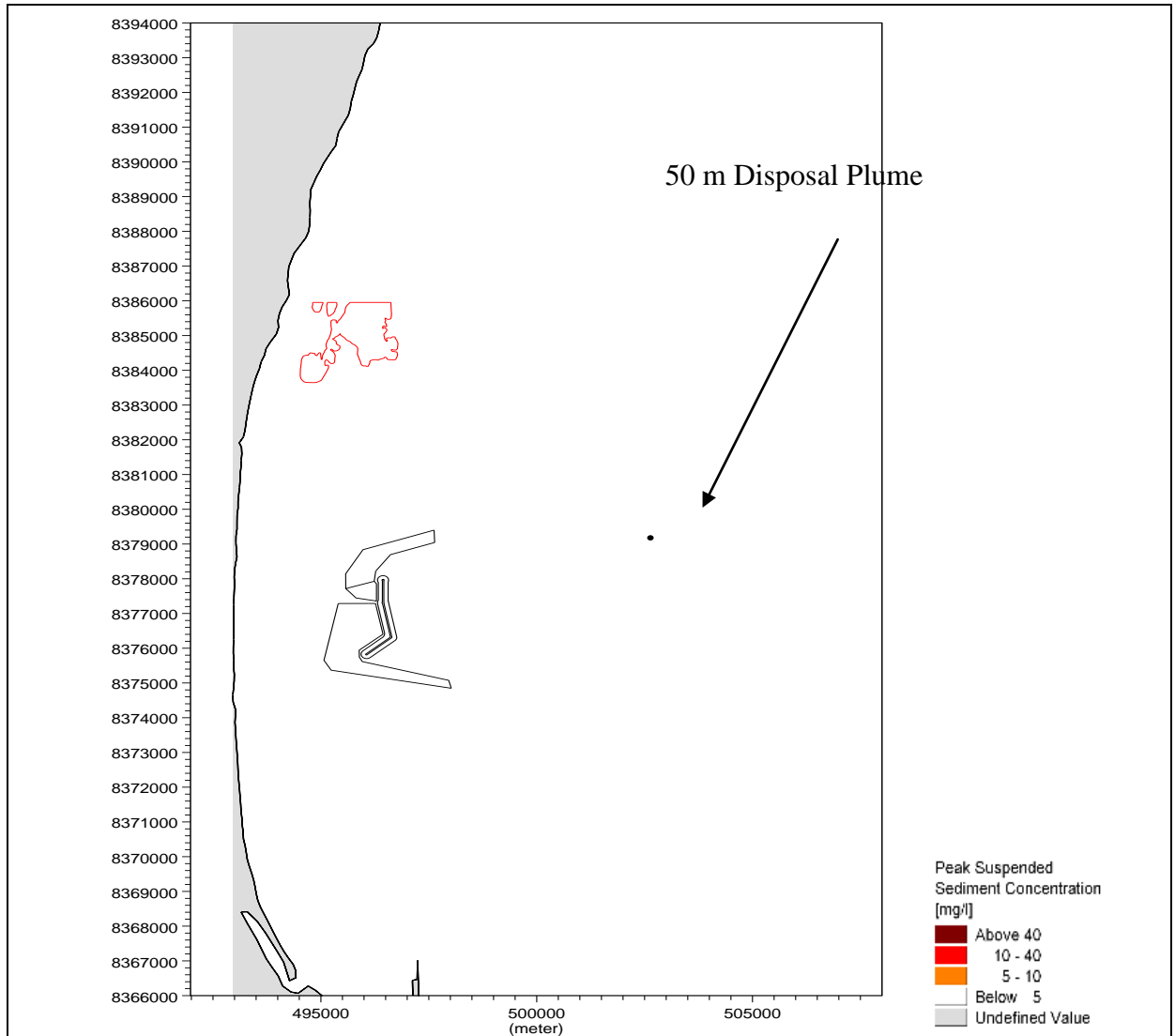


Figura 8.1.8.3.11 - Concentrações Máximas de Sedimento Durante uma Corrente Típica para o Norte. Disposição no Local a -50 m

- Cenário 4

Disposição no Local a -100 metros.

A disposição de material no local a -100 m produz uma pluma estreita de sedimentos em suspensão semelhante à do local de disposição a -50 m. Devido ao aumento da profundidade da coluna de água, a concentração de sedimentos em suspensão é ainda mais reduzida (2 mg/L) e continua bem abaixo do limite ambiental de 5 mg/L, portanto os resultados não foram apresentados. Um resultado semelhante foi observado para o cenário das correntes típicas para o sul.

Disposição no Local a -200 metros.

A disposição de material no local a -200m produz uma pluma de sedimentos menos densa que as plumas dos cenários de -50 m e -100 m. Devido ao aumento da profundidade da água, os sedimentos finos se dispersam de forma mais abrangente, reduzindo a concentração de sedimentos em suspensão. As concentrações de sedimentos em suspensão próximo ao ponto de disposição são aproximadamente 1 mg/L, continuando bem abaixo do limite ambiental de 5 mg/L.

- Conclusões

Estudos de Dispersão da Dragagem

Os efeitos potenciais das atividades de dragagem associados com a preparação do local para a implantação do Porto Sul e com a disposição de material a ser dragado foram avaliados em termos das concentrações de sedimentos em suspensão e da deposição de silte não consolidado derivado da pluma de dragagem. Os efeitos adversos potenciais sobre os recifes de coral, com base nas alterações previstas para o ambiente físico, são descritos no presente relatório visando o Estudo de Impacto Ambiental (EIA). Considera-se também o efeito do total de sedimentos acumulados e retrabalhados.

A análise das medições em campo disponíveis de velocidade de corrente, indicou que a região de estudo é dominada por correntes de circulação oceânica, da ordem de 0,1 a 0,47 m/s, e estas são dominantes sobre as correntes de maré. As correntes ocorrem tanto para norte quanto para sul e seguem a orientação da linha de costa. A região também é exposta a níveis de sedimentos em suspensão de até 177 mg/L, considerados como associados às descargas sazonais do rio Almada. Este estudo considera o efeito potencial do aumento dos níveis de sedimentos em suspensão devido à dragagem em relação a estes aumentos sazonais de sedimentos em suspensão.

O modelo hidrodinâmico foi configurado para simular condições típicas e críticas de magnitude de corrente e foi aplicado para simular quatro cenários potenciais de dragagem e disposição, para fornecer uma compreensão do transporte de sedimentos finos em suspensão, sua dispersão e taxa de deposição ao longo de um período de 24 horas. A metodologia da modelagem foi baseada no *layout* do quebra-mar do Porto Sul e no projeto conceitual de dragagem e assume a inexistência do transbordamento de sedimentos na draga (*overflow*), reduzindo significativamente o volume de sedimentos finos lançados no mar.

A abordagem da modelagem foi conservadora em termos das taxas de lançamento de sedimentos finos superestimando os níveis de acumulação dos sedimentos, uma vez que o modelo negligencia a influência de tensões de cisalhamento induzidas pela força das ondas.

Na condução do estudo de dispersão de sedimentos derivados da dragagem, foi considerada uma série de valores-limite de concentração de sedimentos em suspensão e de taxas de deposição de sedimentos por dia. Estes valores são baseados em valores típicos para recifes de coral, no entanto, a resposta dos recifes de coral a mudanças na concentração de sedimentos depende do tipo das espécies, orientação, hábito de crescimento e comportamento, além da quantidade e do tipo de sedimento.

Previsões de Dispersão da Dragagem

- Quando se draga o canal de navegação, as concentrações máximas de sedimentos em suspensão atingem níveis abaixo do nível de *background* ambiental (5 mg/L) dentro de 2,5 km, para correntes que fluem para o norte em direção aos recifes de coral, e possui uma concentração máxima bem menor que a registrada (mais de 140 mg/L). Para correntes que rumam para o sul, o nível de *background* ambiental é atingido dentro de um raio de 4 km da dragagem. A deposição de materiais não consolidados a partir do local de dragagem fica abaixo de 0,5 mm/L dentro de 3 km para o norte e 4 km para o sul.
- Para dragagem do quebra-mar, as concentrações máximas de sedimentos em suspensão atingem níveis abaixo do *background* ambiental (5 mg/L) a 2,5 km do local de dragagem para correntes que fluem para o norte em direção aos recifes de coral e é, novamente, muito menor do que as concentrações máximas registradas (mais de 140 mg/L). A deposição de materiais não consolidados a partir do local de dragagem fica abaixo de 0,5 mm/L num raio de 1,5 km para o norte.
- Não há previsão de ocorrerem acumulações significativas de sedimentos sobre os recifes de coral devido à atividade de dragagem.
- Em toda a região costeira, a lama consolidada pode ser posteriormente ressuspensa e remobilizada por correntes mais fortes para o norte ou por ondas ou por uma combinação de ambos.
- A disposição de sedimentos a partir da parte inferior do casco da draga nos locais de 50 m, 100 m ou 200 m de profundidade leva a um aumento local da concentração de sedimentos em suspensão, mas estes continuam bem abaixo do nível definido em todos os casos e não têm efeito perceptível na costa.