

SUMÁRIO

| | |
|---|------------|
| 5.1. Meio Físico | 11 |
| 5.1.1. Metodologia Aplicada | 11 |
| 5.1.1.1. Clima e Condições Meteorológicas | 11 |
| 5.1.1.2. Geologia/Pedologia..... | 12 |
| 5.1.1.3. Geomorfologia | 20 |
| 5.1.1.4. Recursos Hídricos..... | 21 |
| 5.1.1.5. Oceanografia e Hidrodinâmica Costeira..... | 34 |
| 5.1.1.6. Assoreamento, necessidade de dragagem de aprofundamento e previsão de dragagens de manutenção | 37 |
| 5.1.1.7 Modelagem | 42 |
| 5.1.2. Clima e Condições Meteorológicas..... | 43 |
| 5.1.2.1. Temperatura | 43 |
| 5.1.2.2. Precipitação | 47 |
| 5.1.2.3. Evaporação..... | 49 |
| 5.1.2.4. Umidade Relativa..... | 50 |
| 5.1.2.5. Pressão Atmosférica | 51 |
| 5.1.2.6. Regime dos Ventos..... | 52 |
| 5.1.3. Geologia/Pedologia | 61 |
| 5.1.3.1. Geologia | 61 |
| 5.1.3.2. Pedologia..... | 71 |
| 5.1.4. Geomorfologia..... | 78 |
| 5.1.4.1. Geomorfologia da Área Emersa..... | 78 |
| 5.1.4.2 Área Submersa..... | 83 |
| 5.1.5. Recursos Hídricos..... | 84 |
| 5.1.5.1. Hidrologia..... | 84 |
| 5.1.5.2. Hidrogeologia Continental..... | 100 |
| 5.1.5.3. Qualidade da água..... | 133 |
| 5.1.6. Oceanografia e Hidrodinâmica Costeira..... | 218 |
| 5.1.6.1 Caracterização oceanográfica do Canal de São Roque | 218 |
| 5.1.6.2 Considerações Finais..... | 245 |
| 5.1.7. Assoreamento, necessidade de dragagem de aprofundamento e previsão de dragagens de manutenção. | 246 |
| 5.1.7.1 Caracterização das necessidades de dragagem..... | 246 |
| 5.1.7.2. Caracterização dos sedimentos superficiais do canal do rio Paraguaçu. | 246 |
| 5.1.7.3. Caracterização dos sedimentos subsuperficiais da área do Corujão..... | 262 |
| 5.1.8. Modelagem..... | 270 |
| 5.1.8.1. Modelagem de interferências na hidrodinâmica | 270 |
| 5.1.8.2. Modelagem das plumas de dragagem | 273 |
| 5.1.8.3. Considerações finais | 283 |

ANEXOS

| | |
|---|------------|
| ANEXO 5.1-1 – Mapa de Localização dos Pontos de Amostragem de Água | 285 |
| ANEXO 5.1-2 – Mapa de Localização dos Pontos de Amostragem de Sedimento | 287 |
| ANEXO 5.1-3 – Modelagem | 289 |
| ANEXO 5.1-4 – Dados Meteorológicos da Área de Influência e Regiões Vizinhas..... | 291 |
| ANEXO 5.1-5 – Mapa dos Solos | 293 |
| ANEXO 5.1-6 – Perfis Pedológicos Descritos na área de influência do empreendimento | 295 |
| ANEXO 5.1-7 Localização geográfica dos poços perfurados cadastrados na Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), nos municípios de Salinas de Margarida e Maragogipe. . | 297 |
| ANEXOS 5.1-8A e B – Laudos de Análise das Águas que drenam ao rio Paraguaçu e Laudos de Análise das Águas da Porção Terminal do Estuário do Paraguaçu, respectivamente..... | 299 |
| ANEXO 5.1-9 – Campos de Velocidade da Água no Canal de São Roque | 301 |
| ANEXO 5.1-10 – Laudos de Análise das amostras de Sedimentos..... | 303 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| FIGURA 5.1.1.1- 1– Estação meteorológica – Localizada no Canal do Paraguaçu..... | 11 |
| FIGURA 5.1.1.2- 1– Localização das amostras de sedimento superficial de fundo..... | 15 |
| FIGURA 5.1.1.2- 2 – Rotina de coleta das amostras de sedimentos para análises granulométricas. | 17 |
| FIGURA 5.1.1.4- 1 - Bacia hidrográfica do Rio Paraguaçu..... | 22 |
| FIGURA 5.1.1.4- 2 – Sonda multi-paramétrica do fabricante HYDROLAB, modelo QUANTA..... | 31 |
| FIGURA 5.1.1.4- 3 – Imagens da campanha de amostragem de águas salinas do canal do rio Paraguaçu. A – Preparação e arrumação dos recipientes de coleta; B – Tipo de embarcação utilizada; C – Coleta das amostras de óleos e graxas; D – Disco de Secchi; E – Garrafa amostradora de van Dorn; F – Enchimento dos demais recipientes de coleta. | 32 |
| FIGURA 5.1.1.4- 4 – A – Coleta de coliformes termotolerantes; B – Coleta; C – sonda multi-paramétrica; D – filtragem das amostras de metais dissolvidos; E – Registro de localização em GPS das estações de amostragem; F – Via de acesso a uma das estações. | 33 |
| FIGURA 5.1.1.5- 1 - Seções de monitoramento das correntes e hidrografia. Os pontos do perfil longitudinal (▪) indicam a distancia em quilômetros a partir da desembocadura (km 0) onde foram medidas as características hidrográficas por Genz (2006). | 35 |
| FIGURA 5.1.1.5- 2 – Imagem ilustrativa de um correntômetro Doppler da RD Instruments (A) e Opções de instalação de um correntômetro Doppler (RD Instruments - Data Sheet) (B)..... | 36 |
| FIGURA 5.1.1.6- 1 – A – Draga Van Veen I; B – Estaleiro de São Roque; C – Coleta com tubo PVC, D – Pau de carga; E – Bandeja plástica; F – Acondicionamento da amostra em recipiente adequado. | 40 |
| FIGURA 5.1.2.1- 1– Gráfico da Temperatura Mínima, obtido a partir das Normais Climatológicas do INMET para a Estação de Salvador- FONTE: INMET, acessado em 2009..... | 44 |
| FIGURA 5.1.2.1- 2– Gráfico da Temperatura Máxima, obtido a partir das Normais Climatológicas do INMET para a Estação de Salvador- FONTE: INMET, acessado em 2009..... | 45 |
| FIGURA 5.1.2.1- 3– Gráfico da Temperatura Média, obtida a partir das Normais Climatológicas do INMET para a Estação de Salvador - FONTE: INMET, acessado em 2009..... | 46 |
| FIGURA 5.1.2.1- 4 – Variação da temperatura do ar e pressão atmosférica durante o período de monitoramento..... | 47 |
| FIGURA 5.1.2.2- 1 – Gráfico da Precipitação Média (mm), obtido das Normais Climatológicas do INMET para a Estação de Salvador - FONTE: INMET acessado em 2009..... | 48 |
| FIGURA 5.1.2.2- 2 – Gráfico da Precipitação Máxima 24hrs (mm) obtido das Normais Climatológicas do INMET para a Estação de Salvador - FONTE: INMET acessado em 2009..... | 49 |

| | |
|---|----|
| FIGURA 5.1.2.3- 1 – Gráfico da Evaporação (mm) obtido das Normais Climatológicas do INMET para a Estação de Salvador - FONTE: INMET acessado em 2009..... | 50 |
| FIGURA 5.1.2.4- 1 – Gráfico da Umidade Relativa (%) obtido das Normais Climatológicas do INMET para a Estação de Salvador - FONTE: INMET acessado em 2009..... | 51 |
| FIGURA 5.1.2.5- 1 – Gráfico da Pressão Atmosférica (hPa) obtido das Normais Climatológicas do INMET para a Estação de Salvador - FONTE: INMET acessado em 2009. | 52 |
| FIGURA 5.1.2.6- 1 - Velocidade do vento médio registrado ao longo dos anos de 1990 a 2008 – Estação de Salvador, Bahia. | 54 |
| FIGURA 5.1.2.6- 2- Direção do vento médio registrado ao longo dos anos de 1990 a 2008 – Estação de Salvador, Bahia. | 54 |
| FIGURA 5.1.2.6- 3 – Comportamento do vento, dias 09 e 10 de março de 2009..... | 55 |
| FIGURA 5.1.2.6- 4 - Variação da direção dos ventos a cada seis horas – UTC para o período de 09 a 10 de março de 2009 na região de estudo. | 56 |
| FIGURA 5.1.2.6- 5 – Localização esquemática das estações meteorológicas no entorno da área de estudo - INMET. | 57 |
| FIGURA 5.1.2.6- 6 – Comportamento do vento para os dias 09 e 10 de março de 2009 em Cruz das Almas..... | 57 |
| FIGURA 5.1.2.6- 7 – Comportamento do vento para os dias 09 e 10 de março de 2009 em Amargosa - Fonte: INMET | 58 |
| FIGURA 5.1.2.6- 8 – Comportamento do vento para os dias 09 e 10 de março de 2009 em Salvador. Fonte: INMET | 58 |
| FIGURA 5.1.2.6- 9 – Comportamento do vento para os dias 10 e 11 de março de 2009 em Cruz das Almas. Fonte: INMET | 59 |
| FIGURA 5.1.2.6- 10 – Comportamento do vento para os dias 10 e 11 de março de 2009 em Amargosa. Fonte: INMET | 59 |
| FIGURA 5.1.3.1- 1 – Geologia da área de estudo, com sombreamento do relevo. | 61 |
| FIGURA 5.1.3.1- 2 – Afloramento dos arenitos eólicos da Formação Sergi. | 62 |
| FIGURA 5.1.3.1- 3 – Blocos caídos de arenito silicificado, na margem do canal do Paraguaçu. | 63 |
| FIGURA 5.1.3.1- 4 – Localização das amostras de sedimento superficial de fundo..... | 64 |
| FIGURA 5.1.3.1- 5 – Distribuição da fração areia no sedimento superficial de fundo. | 65 |
| FIGURA 5.1.3.1- 6 – Distribuição da fração lama no sedimento superficial de fundo..... | 65 |
| FIGURA 5.1.3.1- 7 – Distribuição da fração cascalho no sedimento superficial de fundo. | 66 |
| FIGURA 5.1.3.1- 8 – Valores da Mediana (D50) no sedimento superficial de fundo. | 66 |
| FIGURA 5.1.3.1- 9 – Diagrama triangular ilustrando a classificação textural do sedimento de fundo coletado na área de estudo. C = Cascalho, CA = Cascalho Arenoso, CL = Cascalho Lamoso, A = Areia, AC = Areia Cascalhosa, AL = Areia Lamosa, L = Lama, LC = Lama Cascalhosa, LA = Lama Arenosa. | 67 |
| FIGURA 5.1.3.1- 10 – Exemplo de queda de blocos em falésia dos arenitos eólicos. | 68 |
| FIGURA 5.1.3.1- 11 – Exemplo de queda de blocos em falésia dos arenitos eólicos. | 69 |
| FIGURA 5.1.3.1- 12 – Exemplo de queda de blocos e de fluxo de detritos (seta) em falésia dos arenitos eólicos. | 69 |
| FIGURA 5.1.3.1- 13 – Exemplo de voçoroca. | 70 |
| FIGURA 5.1.3.1- 14 – Exemplo de voçoroca. | 70 |
| FIGURA 5.1.5.1- 1: Estuário do rio Paraguaçu e sua indicação batimétrica. BI (Baía de Iguape) e BTS (Baía de Todos os Santos). A falha geológica de Maragogipe (linha preta cruzando a margem oeste da Baía de Iguape) limita a Bacia do Recôncavo a oeste (GENZ et al., 2008)..... | 85 |
| FIGURA 5.1.5.1- 2: Vazão média anual afluente a Barragem Pedra do Cavalo (Montante PC) e vazão média anual liberada ao estuário do Rio Paraguaçu (Jusante PC) (GENZ, 2006). | 87 |
| FIGURA 5.1.5.1- 3: Vazões máximas anuais liberadas pela barragem de Pedra do Cavalo e seus respectivos tempos de retorno (CRA, 2000)..... | 87 |
| FIGURA 5.1.5.1- 4: Vazões médias mensais (1987-2003) descarregadas pela Barragem de Pedra do Cavalo (GENZ et al., 2008). | 88 |

| | |
|---|-----|
| FIGURA 5.1.5.1- 5: Curvas de permanência a montante e jusante da Barragem Pedra do Cavalo (PC) entre 10 e 100% – período 1986 a 2003 (GENZ, 2006)..... | 88 |
| FIGURA 5.1.5.1- 6 - Vazões mensais médias: Rio Paraguaçu (Argoim) e Rio Jacuípe (Ponte Rio Branco). (Genz, 2006)..... | 90 |
| FIGURA 5.1.5.1- 7 - Vazões mensais históricas máximas: Rio Paraguaçu (Argoim) e Rio Jacuípe (Ponte Rio Branco). (Genz, 2006)..... | 90 |
| FIGURA 5.1.5.1- 8 - Vazões mensais históricas mínimas: Rio Paraguaçu (Argoim) e Rio Jacuípe (Ponte Rio Branco) (Genz, 2006)..... | 91 |
| FIGURA 5.1.5.1- 9 - Isoietas de precipitação média anual na região estuarina e entorno (BAHIA, 2003; GENZ, 2006)..... | 92 |
| FIGURA 5.1.5.1- 10 - Distribuição da precipitação ao longo do ano no estuário do rio Paraguaçu (GENZ, 2006). Chuvas na região estuarina (Estuário) e no interior do estado (Porto), localizado no município de Lençóis, na borda da Chapada Diamantina..... | 93 |
| | |
| FIGURA 5.1.5.2- 1 - Províncias Hidrogeológicas do Brasil (Brasil, DNPM, CPRM, 1981)..... | 101 |
| FIGURA 5.1.5.2- 2 - Divisão por Setores de Demanda – Bahia- Fonte: Agência Nacional de Águas, 2005. | 107 |
| FIGURA 5.1.5.2- 3 - Tipos de Captação no Estado- Fonte: Agência Nacional de Águas, 2005. | 107 |
| FIGURA 5.1.5.2- 4 – Mapa topográfico da ADA..... | 111 |
| FIGURA 5.1.5.2- 5 - Mapa topográfico e de localização dos furos de sondagens da ADA. .. | 113 |
| FIGURA 5.1.5.2- 6 - Distribuição espacial da espessura de sedimentos arenosos inconsolidados na ADA..... | 119 |
| FIGURA 5.1.5.2- 7 - Distribuição das ocorrências e sua espessura das camadas de silte argiloso, argila siltosa, areia com matéria orgânica e areia com presença de conchas.. | 121 |
| FIGURA 5.1.5.2- 8 - Mapa potenciométrico do aquífero livre e freático da ADA. | 123 |
| FIGURA 5.1.5.2- 9 - Metodologia de vulnerabilidade (Método GOD – Foster & Hirata 1991. (Fonte: Meaulo, 2006). | 128 |
| FIGURA 5.1.5.2- 10 - Esquema de sobreposição de cada parâmetro avaliado, por meio da multiplicação dos parâmetros para determinação do índice de vulnerabilidade em mapa. (Fonte: Meaulo 2006) | 129 |
| FIGURA 5.1.5.2- 11 - Mapa de Vulnerabilidade Natural de Aquíferos. | 131 |
| | |
| FIGURA 5.1.5.3- 1 - Valores de Coliformes Termotolerantes obtidos nas Estações de Amostragem, Afluentes do Rio Paraguaçu..... | 138 |
| FIGURA 5.1.5.3- 2 - Valores de Escherichia Coli obtidos nas Estações de Amostragem, Afluentes do Rio Paraguaçu..... | 139 |
| FIGURA 5.1.5.3- 3 - Valores de Enterococcus obtidos nas Estações de Amostragem, Afluentes do Rio Paraguaçu..... | 139 |
| FIGURA 5.1.5.3- 4 - Valores de Condutividade obtidos nas Estações de Amostragem, Afluentes do Rio Paraguaçu..... | 140 |
| FIGURA 5.1.5.3- 5 - Valores de pH obtidos nas Estações de Amostragem, Afluentes do Rio Paraguaçu..... | 141 |
| FIGURA 5.1.5.3- 6 - Valores de Dureza obtidos nas Estações de Amostragem, Afluentes do Rio Paraguaçu..... | 142 |
| FIGURA 5.1.5.3- 7 - Valores de Ferro Dissolvido obtidos nas Estações de Amostragem, afluentes do Rio Paraguaçu..... | 142 |
| FIGURA 5.1.5.3- 8 - Valores de Sulfato obtidos nas Estações de Amostragem, Afluentes do Rio Paraguaçu..... | 143 |
| FIGURA 5.1.5.3- 9 - Valores de Cloreto obtidos nas Estações de Amostragem, Afluentes do Rio Paraguaçu..... | 143 |
| FIGURA 5.1.5.3- 10 - Valores de Turbidez obtidos nas Estações de Amostragem, Afluentes do Rio Paraguaçu..... | 144 |

| | |
|--|-----|
| FIGURA 5.1.5.3- 11 - Valores de Sólidos Totais obtidos nas Estações de Amostragem, Afluentes do Rio Paraguaçu..... | 145 |
| FIGURA 5.1.5.3- 12 - Valores de Temperatura obtidos nas Estações de Amostragem, Afluentes do Rio Paraguaçu..... | 146 |
| FIGURA 5.1.5.3- 13 - Valores de Oxigênio Dissolvido obtidos nas Estações de Amostragem, Afluentes do Rio Paraguaçu..... | 147 |
| FIGURA 5.1.5.3- 14 - Representação Gráfica do Oxigênio Saturado nas Estações de Amostragem, afluentes do Rio Paraguaçu..... | 147 |
| FIGURA 5.1.5.3- 15 - Valores de Nitrogênio Total obtidos nas Estações de Amostragem, Afluentes do Rio Paraguaçu..... | 149 |
| FIGURA 5.1.5.3- 16 - Valores de Nitrogênio Total obtidos nas Estações de Amostragem, Afluentes do Rio Paraguaçu..... | 150 |
| FIGURA 5.1.5.3- 17 - Valores de Fósforo Total obtidos nas Estações de Amostragem, Afluentes do Rio Paraguaçu..... | 151 |
| FIGURA 5.1.5.3- 18 - Valores de Carbono Orgânico Total obtidos nas Estações de Amostragem, Afluentes do Rio Paraguaçu..... | 152 |
| FIGURA 5.1.5.3- 19 - Valores de Alumínio Dissolvido obtidos nas Estações de Amostragem, Afluentes do Rio Paraguaçu..... | 153 |
| FIGURA 5.1.5.3- 20 - Valores de Estrôncio obtidos nas Estações de Amostragem, Afluentes do Rio Paraguaçu..... | 153 |
| FIGURA 5.1.5.3- 21 - Valores de Bário obtidos nas Estações de Amostragem, Afluentes do Rio Paraguaçu..... | 154 |
| FIGURA 5.1.5.3- 22 - Valores de Cobre Dissolvido obtidos nas Estações de Amostragem, Afluentes do Rio Paraguaçu..... | 154 |
| FIGURA 5.1.5.3- 23 - Valores de Manganês Total obtidos nas Estações de Amostragem, afluentes do Rio Paraguaçu..... | 155 |
| FIGURA 5.1.5.3- 24 - Valores de Zinco obtidos nas Estações de Amostragem, afluentes do Rio Paraguaçu..... | 155 |
| FIGURA 5.1.5.3- 25 - Valores de Ferro Dissolvido obtidos nas Estações de Amostragem, afluentes do Rio Paraguaçu..... | 156 |
| FIGURA 5.1.5.3- 26 - Valores de DQO obtidos nas Estações de Amostragem, Afluentes do Rio Paraguaçu..... | 158 |
| FIGURA 5.1.5.3- 27 - Valores de Clorofila A obtidos nas Estações de Amostragem, Afluentes do Rio Paraguaçu..... | 159 |
| FIGURA 5.1.5.3- 28 - Valores de Fenóis obtidos nas Estações de Amostragem, Afluentes do Rio Paraguaçu..... | 160 |
| FIGURA 5.1.5.3- 29 – Comparação da temperatura observada em cada trecho avaliado entre as campanhas de verão e inverno, na área do Canal do Paraguaçu, no ano de 2009..... | 185 |
| FIGURA 5.1.5.3- 30 – Comparação da temperatura observada em cada estrato (acima) e maré (abaixo) avaliados ao longo das campanhas de verão e inverno, na área do Canal do Paraguaçu, no ano de 2009..... | 186 |
| FIGURA 5.1.5.3- 31 – Comparação dos teores de oxigênio dissolvido em cada trecho avaliado entre as campanhas de verão e inverno, na área do Canal do Paraguaçu, no ano de 2009..... | 187 |
| FIGURA 5.1.5.3- 32 – Comparação dos teores de oxigênio em cada estrato (acima) e maré (abaixo) avaliados ao longo das campanhas de verão e inverno, na área do Canal do Paraguaçu, no ano de 2009..... | 188 |
| FIGURA 5.1.5.3- 33 – Comparação do pH observado em cada trecho avaliado entre as campanhas de verão e inverno, na área do Canal do Paraguaçu, no ano de 2009..... | 189 |
| FIGURA 5.1.5.3- 34 – Comparação do pH observado em cada estrato (acima) e maré (abaixo) avaliados ao longo das campanhas de verão e inverno, na área do Canal do Paraguaçu, no ano de 2009..... | 190 |
| FIGURA 5.1.5.3- 35 – Comparação da salinidade observada em cada trecho avaliado entre as campanhas de verão e inverno, na área do Canal do Paraguaçu, no ano de 2009..... | 191 |
| FIGURA 5.1.5.3- 36 – Comparação da salinidade observada em cada estrato (acima) e maré (abaixo) avaliados ao longo das campanhas de verão e inverno, na área do Canal do Paraguaçu, no ano de 2009..... | 192 |

| | |
|---|-----|
| FIGURA 5.1.5.3- 37 – Comparação da clorofila a observada em cada trecho avaliado entre as campanhas de verão e inverno, na área do Canal do Paraguaçu, no ano de 2009..... | 193 |
| FIGURA 5.1.5.3- 38 – Comparação da clorofila a observada entre as marés, por campanha, na área do Canal do Paraguaçu, no ano de 2009..... | 194 |
| FIGURA 5.1.5.3- 39 – Comparação dos teores de Coliformes Termotolerantes e Enterococos observados na área de estudo ao longo das campanhas de verão e inverno no ano de 2009. | 195 |
| FIGURA 5.1.5.3- 40 – Comparação do COT observado em cada trecho avaliado entre as campanhas de verão e inverno, na área do Canal do Paraguaçu, no ano de 2009. | 196 |
| FIGURA 5.1.5.3- 41 – Comparação do COT observado em cada estrato (acima) e maré (abaixo) avaliados ao longo das campanhas de verão e inverno, na área do Canal do Paraguaçu, no ano de 2009..... | 197 |
| FIGURA 5.1.5.3- 42 – Comparação do N. Total observado em cada trecho avaliado entre as campanhas de verão e inverno, na área do Canal do Paraguaçu, no ano de 2009..... | 198 |
| FIGURA 5.1.5.3- 43 – Comparação do N. kjeldhal observado em cada estrato (acima) e maré (abaixo) avaliados ao longo das campanhas de verão e inverno, na área do Canal do Paraguaçu, no ano de 2009. | 199 |
| FIGURA 5.1.5.3- 44 – Comparação dos teores de óleos e graxas observados em cada trecho avaliado entre as campanhas de verão e inverno, na área do Canal do Paraguaçu, no ano de 2009..... | 200 |
| FIGURA 5.1.5.3- 45 – Comparação da turbidez observada em cada trecho avaliado entre as campanhas de verão e inverno, na área do Canal do Paraguaçu, no ano de 2009..... | 201 |
| FIGURA 5.1.5.3- 46 – Comparação da turbidez observada em cada estrato (acima) e maré (abaixo) avaliados ao longo das campanhas de verão e inverno, na área do Canal do Paraguaçu, no ano de 2009. | 202 |
| FIGURA 5.1.5.3- 47 – Comparação dos teores sólidos observados em cada trecho avaliado entre as campanhas de verão e inverno, na área do Canal do Paraguaçu, no ano de 2009. Acima os dados de sólidos dissolvidos, abaixo os sólidos suspensos..... | 204 |
| FIGURA 5.1.5.3- 48 – Comparação dos teores sólidos observados por maré, em cada trecho avaliado nas campanhas de verão e inverno, na área do Canal do Paraguaçu, no ano de 2009. Acima os dados de sólidos dissolvidos, abaixo os sólidos suspensos..... | 205 |
| FIGURA 5.1.5.3- 49 – Comparação dos teores de cloretos observados em cada trecho avaliado entre as campanhas de verão e inverno, na área do Canal do Paraguaçu, no ano de 2009..... | 206 |
| FIGURA 5.1.5.3- 50 – Comparação dos teores de sulfatos observados em cada trecho avaliado entre as campanhas de verão e inverno, na área do Canal do Paraguaçu, no ano de 2009..... | 207 |
| FIGURA 5.1.5.3- 51 – Comparação valores de alcalinidade (acima) e dureza (abaixo) observados em cada trecho avaliado entre as campanhas de verão e inverno, na área do Canal do Paraguaçu, no ano de 2009..... | 208 |
| FIGURA 5.1.5.3- 52 – Comparação dos valores de magnésio observados em cada trecho avaliado entre as campanhas de verão e inverno, na área do Canal do Paraguaçu, no ano de 2009..... | 209 |
| FIGURA 5.1.5.3- 53 – Gráficos ilustrativos da avaliação histórica dos parâmetros indicadores da qualidade das águas na desembocadura do rio Paraguaçu nos anos 2000, 2001 e 2009..... | 215 |
| FIGURA 5.1.5.3- 54 – Gráficos ilustrativos da avaliação histórica dos parâmetros indicadores da qualidade das águas na desembocadura do rio Paraguaçu nos anos 2000, 2001 e 2009..... | 216 |
| FIGURA 5.1.6.1- 1 – Localização da área em estudo..... | 219 |
| FIGURA 5.1.6.1- 2 – Curvas de permanência das vazões à montante (vazão fluvial) e à jusante (vazão do reservatório) da represa de Pedra do Cavalo (Genz, 2006)..... | 220 |
| FIGURA 5.1.6.1- 3 - Variação espacial da amplificação da altura da maré no interior da BTS em relação à maré no oceano (Lessa et al. 2009)..... | 221 |
| FIGURA 5.1.6.1- 4 - Registro simultâneo da maré no oceano e em 3 estações dispostas ao longo do eixo longitudinal da BTS (fonte: Cirano e Lessa 2007)..... | 221 |
| FIGURA 5.1.6.1- 5 - Campo de correntes no Canal de São Roque a meia maré de vazante (esquerda) e meia maré enchente (direita) em situação de sizígia (adaptado de Lessa et al 2009). Observar a maior intensidade da corrente de vazante. | 222 |
| FIGURA 5.1.6.1- 6 - Perfis longitudinais de salinidade resultantes de um hidrograma de cheia liberado pela represa em novembro/2001. Estágios da maré e vazões médias diárias: a) baixa-mar e $13 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$; b) baixa-mar e $402 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$; c) preamar e $402 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$; d) preamar e $58 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$. Canal = Canal de São Roque; BI – Baía de Iguape; BC – Baixo curso do rio. (Genz et al. 2007). | 223 |

| | |
|---|-----|
| FIGURA 5.1.6.1- 7 - Velocidade média na seção 1 e maré prevista em S18 – 26/10/2003 – sizígia – Q= 15,6 m ³ /s..... | 224 |
| FIGURA 5.1.6.1- 8 - Campos de velocidades [m/s] característicos– 26/10/2003 – sizígia – Q= 15,6 m ³ /s. Seção 1 – Canal do Paraguaçu. | 226 |
| FIGURA 5.1.6.1- 9 - Velocidade média na seção I e maré prevista – 02/11/2003 – quadratura – Q= 15,6 m ³ /s..... | 227 |
| FIGURA 5.1.6.1- 10 - Campos de velocidades [m/s] característicos – 02/11/2003 – quadratura – Q= 15,6 m ³ /s.Seção 1 – Canal do Paraguaçu. | 228 |
| FIGURA 5.1.6.1- 11 - Variação temporal da salinidade (a), temperatura (b), velocidade (c), e sedimentos em suspensão (d) – 26/10/2003 – CTD 2 - Canal do Paraguaçu – sizígia e Q = 15,6 m ³ /s. | 230 |
| FIGURA 5.1.6.1- 12 - Variação temporal da salinidade (a), temperatura (b), velocidade (c), e sedimentos em suspensão (d) – 02/11/2003 – CTD 2 - Canal do Paraguaçu – quadratura e Q = 15,6 m ³ /s – Seção 1. | 231 |
| FIGURA 5.1.6.1- 13 - Perfis médios de salinidade (a), temperatura (b), velocidade (c) e sedimentos em suspensão (d) – Canal do Paraguaçu – seção 1. | 232 |
| FIGURA 5.1.6.1- 14 – Variação da maré no Canal de São Roque (local de monitoramento) e no Porto de Salvador. | 233 |
| FIGURA 5.1.6.1- 15 - Variação da maré, das vazões instantâneas e correntes médias - Seção transversal 2 - 10 e 11 de março de 2009. | 234 |
| FIGURA 5.1.6.1- 16 - Distribuição do campo de velocidades instantâneas no dia 10/03, em momento de máximas velocidades de vazante (a), próximo à estufa de baixa-mar (b), máximas velocidades de enchente (c) e estufa de preamar (d)..... | 236 |
| FIGURA 5.1.6.1- 17 - Variação temporal dos perfis verticais: salinidade (A,B), temperatura (C,D) e turbidez (E,F) – 10 e 11/03/2009 – Seção 2. | 238 |
| FIGURA 5.1.6.1- 18 - Perfis médios de salinidade, temperatura e turbidez nos dois dias de campanha | 239 |
| FIGURA 5.1.6.1- 19 - Variação da maré, das vazões instantâneas e correntes médias - Seção transversal 2 – 05 de outubro de 2009. | 240 |
| FIGURA 5.1.6.1- 20 – Distribuição do campo de velocidades instantâneas no dia 05/10/2009, em momento próximo a estufa de preamar (A), de máximas velocidades de vazante (B), próximo à estufa de baixa-mar (C) e máximas velocidades de enchente (D)..... | 242 |
| FIGURA 5.1.6.1- 21 - Variação temporal dos perfis verticais: salinidade (A), temperatura (B) e turbidez (C) – Seção 2 – 05/10/2009. | 243 |
| FIGURA 5.1.6.1- 22 - Perfis médios de salinidade (A), temperatura (B), turbidez (C) e velocidade residual (D) – 05/10/2009..... | 244 |
| FIGURA 5.1.6.1- 23 - Diagrama de estratificação e circulação (Hansen e Rattray, 1966) – Seção 1 – 2003 (Genz, 2006). | 245 |
| FIGURA 5.1.6.1- 24- Diagrama de estratificação e circulação (Hansen e Rattray, 1966) – Seção 2 – maré de sizígia - 10 e 11 de março de 2009 (A) e 5 de outubro de 2009 (B). | 245 |
| FIGURA 5.1.7.2- 1 - Valores de chumbo obtidos nos sedimentos do Canal do rio Paraguaçu. | 251 |
| FIGURA 5.1.7.2- 2 – Valores de cobre obtidos nos sedimentos do Canal do rio Paraguaçu. | 252 |
| FIGURA 5.1.7.2- 3 - Valores de cromo obtidos nos sedimentos do Canal do rio Paraguaçu. | 252 |
| FIGURA 5.1.7.2- 4 - Valores de níquel obtidos nos sedimentos do Canal do rio Paraguaçu. | 253 |
| FIGURA 5.1.7.2- 5 - Valores de zinco obtidos nos sedimentos do Canal do rio Paraguaçu. | 253 |
| FIGURA 5.1.7.2- 6 - Valores de arsênio obtidos nos sedimentos do Canal do rio Paraguaçu. | 254 |
| FIGURA 5.1.7.2- 7 - Valores de mercúrio obtidos nos sedimentos do Canal do rio Paraguaçu..... | 254 |
| FIGURA 5.1.7.2- 8 - Valores de HPAs obtidos nos sedimentos do Canal do rio Paraguaçu..... | 256 |
| FIGURA 5.1.7.2- 9 - Valores de COT obtidos nos sedimentos do Canal do rio Paraguaçu. | 257 |
| FIGURA 5.1.7.2- 10 - Valores de nitrogênio total obtidos nos sedimentos do Canal do rio Paraguaçu. | 258 |
| FIGURA 5.1.7.2- 11 - Valores de fósforo total obtidos nos sedimentos do Canal do rio Paraguaçu..... | 258 |
| FIGURA 5.1.7.2- 12 - Classificação granulométrica X percentual de ocorrência nas cinco amostras de sedimento das estações referentes ao canal do rio Paraguaçu. | 259 |
| FIGURA 5.1.7.2- 13 – Distribuição das frações granulométricas em cada uma das estações avaliadas no canal do rio Paraguaçu. | 260 |

| | |
|---|-----|
| FIGURA 5.1.7.3- 1 - Valores de arsênio obtidos nos testemunhos analisados da ADA, na Ponta do Corujão. | 262 |
| FIGURA 5.1.7.3- 2 - Valores de chumbo obtidos nos testemunhos analisados da ADA, na Ponta do Corujão. | 263 |
| FIGURA 5.1.7.3- 3 - Valores de cobre obtidos nos testemunhos analisados da ADA, na Ponta do Corujão. | 263 |
| FIGURA 5.1.7.3- 4 - Valores de cromo obtidos nos testemunhos analisados da ADA, na Ponta do Corujão. | 264 |
| FIGURA 5.1.7.3- 5 - Valores de mercúrio obtidos nos testemunhos analisados da ADA, na Ponta do Corujão. | 264 |
| FIGURA 5.1.7.3- 6 - Valores de níquel obtidos nos testemunhos analisados da ADA, na Ponta do Corujão. | 265 |
| FIGURA 5.1.7.3- 7 - Valores de zinco obtidos nos testemunhos analisados da ADA, na Ponta do Corujão. | 265 |
| FIGURA 5.1.7.3- 8 - Valores de HPAs obtidos nos testemunhos analisados da ADA, na Ponta do Corujão. | 266 |
| FIGURA 5.1.7.3- 9 - Percentuais de COT obtidos nos testemunhos analisados da ADA, na Ponta do Corujão. | 267 |
| FIGURA 5.1.7.3- 10 - Valores de nitrogênio total obtidos nos testemunhos analisados da ADA, na Ponta do Corujão. | 267 |
| FIGURA 5.1.7.3- 11 - Valores de fósforo obtidos nos testemunhos analisados da ADA, na Ponta do Corujão. | 268 |
| FIGURA 5.1.7.3- 12 - Classificação granulométrica X percentual de ocorrência nas 16 amostras de sedimento das estações referentes ao Corujão (Testemunho). | 269 |
| FIGURA 5.1.8.1- 1 – Variação batimétrica anual (em centímetros) como resultado da simulação numérica na região da Ponta do Corujão (Fonte: ASA, 2009). | 271 |
| FIGURA 5.1.8.1- 2 – Variação batimétrica anual (em centímetros) como resultado da simulação numérica, para a Região da Ponta do Corujão, com a configuração futura. (Fonte: ASA, 2009). | 272 |
| FIGURA 5.1.8.2- 1 – Localização das áreas de dragagem e descarte de material (Fonte: ASA, 2009). | 273 |
| FIGURA 5.1.8.2- 2 – Área total das trajetórias das plumas e concentração na coluna d’água no instante final de um único ciclo da operação de dragagem, durante o período de verão (Fonte: ASA, 2009). .. | 274 |
| FIGURA 5.1.8.2- 3 – Área total das trajetórias das plumas e concentração na coluna de água ao final de dois ciclos de operação de dragagem, durante o período de verão. (Fonte: ASA, 2009). | 275 |
| FIGURA 5.1.8.2- 4 – Área total das trajetórias das plumas e concentração da coluna de água ao final de oito ciclos da operação de dragagem, durante o período de verão. | 276 |
| FIGURA 5.1.8.2- 5 – Área total das trajetórias das plumas e concentração na coluna de água no instante final de um único ciclo de operação de dragagem, durante o período de inverno. | 277 |
| FIGURA 5.1.8.2- 6 – Área total das trajetórias das plumas e concentração na coluna de água ao final de dois ciclos de operação de dragagem, no período de inverno. (Fonte: ASA, 2009). | 278 |
| FIGURA 5.1.8.2- 7 – Área total das trajetórias das plumas e concentração na coluna de água ao final de oito ciclos de operação de dragagem, no período de inverno. (Fonte: ASA, 2009). | 279 |
| FIGURA 5.1.8.2- 8 – Área total das trajetórias das plumas e concentração na coluna de água no instante final dos descartes realizados durante 30 dias de operações, durante o período de verão. (Fonte: ASA, 2009). | 280 |
| FIGURA 5.1.8.2- 9 – Área total das trajetórias das plumas e concentração na coluna de água no instante final dos descartes realizados durante 30 dias de operações, durante o período de inverno (Fonte: ASA, 2009). | 281 |
| FIGURA 5.1.8.2- 10 – Espessura (mm) de sedimentos depositados estimados durante o tempo total de descartes (182,5 dias), no período de verão (Fonte: ASA, 2009). | 282 |
| FIGURA 5.1.8.2- 11- Espessura (mm) de sedimentos depositados estimados durante o tempo total de descartes (182,5 dias), no período de inverno (Fonte: ASA, 2009). | 283 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|-----|
| TABELA 5.1.1.2- 1 – Coordenadas geográficas dos pontos de coleta de sedimento para análises granulométricas no Canal do Paraguaçu. Datum Horizontal: WGS 84. Projeção cartográfica UTM. Fuso 24S. | 12 |
| TABELA 5.1.1.2- 2 - Perfis amostrados na área do empreendimento e suas respectivas coordenadas geográficas. | 18 |
| TABELA 5.1.1.2- 3 Vértices da porção amostrada da área do Corujão 18 | 18 |
| TABELA 5.1.1.4- 1 – Coordenadas geográficas das estações de amostragem de água no Canal do Paraguaçu e seus afluentes. Datum Horizontal: SAD 69. Projeção cartográfica UTM. Fuso 24S..... | 26 |
| TABELA 5.1.1.4- 2 – Parâmetros, unidade de medida, limite de quantificação(LQ), método de análise e limite CONAMA 357/05 Classe 1 selecionados para avaliação da qualidade das águas salinas das duas campanhas realizadas no rio Paraguaçu..... | 27 |
| TABELA 5.1.1.4- 3 – Parâmetros, unidades de medida, limites de quantificação (LQ), métodos de análise e limites CONAMA 357 ART 15 Classe 2 selecionados para avaliação da qualidade das águas doces dos afluentes do rio Paraguaçu..... | 28 |
| TABELA 5.1.1.6- 1 – Coordenadas Geográficas e localização dos pontos de coleta de sedimento (UTM-Datum SAD - 69) da campanha de inverno. | 38 |
| TABELA 5.1.1.6- 2 - Parâmetros, unidades de medida, limites de quantificação(LQ), métodos de análise e limites CONAMA 344/04 Níveis 1 e 2 selecionados para avaliação dos sedimentos superficiais e sub-superficiais..... | 41 |
| TABELA 5.1.2.6- 1 – Normais Climatológicas (1961 a 1990) – Estação de Salvador, Bahia - Fonte: INMET. | 53 |
| TABELA 5.1.5.2- 1 - Descrição sumária dos Aquíferos da Província Hidrogeológica Costeira - Elaborado por ERM Brasil - Fonte: CPRM, 1997. Em negrito destacam-se as informações sobre a área de estudo. | 102 |
| TABELA 5.1.5.2- 2 - Domínios Hidrogeológicos do Estado da Bahia- Fonte: ANA, 2005 - Atlas Nordeste – Abastecimento Urbano de Água. | 103 |
| TABELA 5.1.5.2- 3 - Demandas de Recursos Hídricos para Bahia- Fonte: Agência Nacional de Águas, 2005..... | 106 |
| TABELA 5.1.5.2- 4 - Projeções da criticidade da oferta de água – Município: Maragogipe-BA..... | 108 |
| TABELA 5.1.5.2- 5 - Projeções da criticidade da oferta de água – Município: Saubara-BA..... | 108 |
| TABELA 5.1.5.2- 6 - Estimativas de permeabilidade intrínseca e condutividade hidráulica de acordo com o tipo de material (FETTER 1994) | 125 |
| TABELA 5.1.5.2- 7 - Índice de vulnerabilidade dos aquíferos na área de trabalho – Método GOD, adaptado para aquífero fissural..... | 129 |
| TABELA 5.1.5.3- 1– Resultados obtidos para os parâmetros indicadores da qualidade das águas doces em setembro de 2009. | 135 |
| TABELA 5.1.5.3- 2 – Avaliação histórica da qualidade da água no ponto situado na região de Cachoeira / São Felix nos anos 2001, 2008 e 2009..... | 161 |
| TABELA 5.1.5.3- 3 – Valores de p obtidos a partir dos agrupamentos realizados com os dados obtidos nas amostras de água salina do Canal do rio Paraguaçu nas duas campanhas de amostragem realizadas em março e setembro de 2009..... | 163 |
| TABELA 5.1.5.3- 4 – Resultados obtidos nas amostras de água salina do Canal do rio Paraguaçu na campanha de verão, em março de 2009, maré vazia..... | 165 |
| TABELA 5.1.5.3- 5 – Resultados obtidos nas amostras de água salina do Canal do rio Paraguaçu na campanha de verão, em março de 2009, maré cheia..... | 171 |
| TABELA 5.1.5.3- 6 – Resultados obtidos nas amostras de água salina do Canal do rio Paraguaçu na campanha de inverno, em setembro de 2009, maré vazia..... | 177 |
| TABELA 5.1.5.3- 7 – Resultados obtidos nas amostras de água salina do Canal do rio Paraguaçu na campanha de inverno, em setembro de 2009, maré cheia..... | 181 |
| TABELA 5.1.5.3- 8– Avaliação histórica dos parâmetros indicadores da qualidade das águas na desembocadura do rio Paraguaçu nos anos 2000, 2001 e 2009. | 213 |
| TABELA 5.1.6.1- 1 - Resumo com os valores característicos dos ciclos monitorados no Canal do Paraguaçu. | 224 |
| TABELA 5.1.6.1- 2 - Valores horários de velocidade, área da seção transversal e vazão..... | 235 |

| | |
|---|-----|
| TABELA 5.1.6.1- 3 - Valores característicos dos ciclos de maré..... | 237 |
| TABELA 5.1.6.1- 4 - Valores característicos dos ciclos de maré – 05/10/09..... | 240 |
| TABELA 5.1.6.1- 5 - Valores horários de velocidade, área da seção transversal e vazão – 05/10/09 . | 241 |
| TABELA 5.1.7.2- 1 - Resultados obtidos para caracterização geoquímica dos sedimentos referentes as amostra do canal do rio Paraguaçu..... | 247 |
| TABELA 5.1.7.2- 2 - Resultados obtidos para caracterização geoquímica dos sedimentos superficiais e sub-superficiais referentes as amostra da área do Corujão (Testemunho)..... | 249 |
| TABELA 5.1.7.2- 3 – Matriz de correlação de Pearson (r) elaborada a partir do cruzamento entre a textura do sedimento e os demais parâmetros, nas amostras de sedimentos superficiais..... | 261 |
| TABELA 5.1.7.3- 1 – Matriz de correlação de Pearson (r) elaborada a partir do cruzamento entre a textura do sedimento e os demais parâmetros, nas amostras de sedimentos dos 16 testemunhos realizados na área da Ponta do Corujão em setembro de 2009..... | 270 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|---|-----|
| QUADRO 5.1.1.2- 1 – Análises químicas e físicas dos solos e suas respectivas metodologias, de acordo como o Laboratório do DNOCS, localizado em Salvador/BA. | 19 |
| QUADRO 5.1.3.2- 1 - Áreas amostradas do Corujão e suas características pedológicas – São Roque do Paraguaçu..... | 75 |
| QUADRO 5.1.5.1- 1 - Resumo das atividades desenvolvidas pelo homem na bacia hidrográfica do Rio Paraguaçu (INGA, 2008a). | 99 |
| QUADRO 5.1.5.2- 1 - Coluna Estratigráfica da Bacia Sedimentar do Recôncavo. | 103 |
| QUADRO 5.1.5.2- 2 - Outorgas em mananciais subterrâneos nos municípios de Maragojipe e Saubara. | 108 |
| QUADRO 5.1.5.2- 3 - Poços Cadastrados na CPRM – Salinas da Margarida e Maragojipe | 109 |

5.1. Meio Físico

Este item tem como objetivo diagnosticar os principais fatores ambientais que caracterizam o ambiente físico da área a ser potencialmente afetada pelas atividades do empreendimento previstas para região noroeste da Baía de Todos os Santos, em especial a porção terminal do estuário do Paraguaçu/BA. O qual abrange os aspectos climatológicos; geológicos; pedológicos; geomorfológicos; hidrológicos; hidrogeológicos; referentes à qualidade da água e hidrodinâmica costeira; oceanográficos; e questões ligadas à implantação do empreendimento, tais como: necessidades de dragagem e modelagens capazes de simular a interferência do empreendimento no meio hidrodinâmico da área de influência.

5.1.1. Metodologia Aplicada

5.1.1.1. Clima e Condições Meteorológicas

A caracterização meteorológica da área em estudo foi realizada através da análise de dados obtidos, entre 1931 a 2008, junto ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) – Estação Meteorológica de Salvador (a mais próxima do local em que será implantado o empreendimento), além de estudos científicos realizados na região da Bahia de Todos os Santos e São Roque do Paraguaçu e de medições realizadas em monitoramentos de campo tanto a montante quanto a jusante da localidade de São Roque do Paraguaçu.

Para a coleta de dados em campo uma estação meteorológica La Crosse (**FIGURA 5.1.1.1-1**) foi instalada no píer da Fazenda Caju, na extremidade da seção de medição das correntes. Os dados meteorológicos foram registrados continuamente entre 09/03/09 14:45 h e 11/03/09 04:15 h. A estação registrou em intervalos de 10 e 15 minutos os valores de pressão atmosférica, temperatura e velocidade e direção do vento (corrigida para o desvio da agulha) a cerca de 4 m acima do nível médio do mar no local (2 m acima do solo).



A



B

FIGURA 5.1.1.1- 1– Estação meteorológica – Localizada no Canal do Paraguaçu.

5.1.1.2. Geologia/Pedologia

Geologia

Geologia da Área Emersa

A caracterização da geologia da área do empreendimento e seu entorno foi realizada a partir da integração da literatura geológica, da geomorfologia e de dados coletados durante trabalhos de campo. O mapa geológico final foi confeccionado a partir da fotointerpretação de uma imagem de satélite SPOT de 19/07/2006.

Geologia da Área Submersa

A geologia da área submersa foi caracterizada de acordo com as suas fisionomias granulométricas. A coleta de sedimentos foi realizada, entre os dias 17/04/09 e 20/04/09, a partir de uma malha amostral com 96 estações, cujas coordenadas são apresentadas na **TABELA 5.1.1.2-1**. Entretanto, a coleta não foi possível em seis delas, a saber: 01, 07, 09, 11, 47 e 56. O mapa destas 90 amostras do sedimento superficial de fundo, as quais foram realizadas análises granulométricas para determinação dos teores de areia, lama, cascalho e do D50 (mediana), é representado na **FIGURA 5.1.1.2-1**. Estes dados integrados às sondagens do tipo “jet probe” realizadas no canal de São Roque do Paraguaçu, permitiram caracterizar a geologia da área submersa na região estudada.

TABELA 5.1.1.2- 1 – Coordenadas geográficas dos pontos de coleta de sedimento para análises granulométricas no Canal do Paraguaçu. Datum Horizontal: WGS 84. Projeção cartográfica UTM. Fuso 24S.

| AMOSTRA | X | Y | DATA DA COLETA | AMOSTRA | X | Y | DATA DA COLETA |
|---------|--------|---------|----------------|---------|--------|---------|----------------|
| 1 | 514789 | 8582011 | - | 49 | 519607 | 8578991 | 18/04/2009 |
| 2 | 514966 | 8582150 | 19/04/2009 | 50 | 519660 | 8579332 | 18/04/2009 |
| 3 | 515049 | 8582227 | 19/04/2009 | 51 | 519737 | 8579609 | 18/04/2009 |
| 4 | 515175 | 8582278 | 17/04/2009 | 52 | 519856 | 8580146 | 18/04/2009 |
| 5 | 515320 | 8582361 | 17/04/2009 | 53 | 520104 | 8579884 | 18/04/2009 |
| 6 | 515736 | 8581984 | 17/04/2009 | 54 | 520238 | 8579532 | 18/04/2009 |
| 7 | 515565 | 8581843 | - | 55 | 520474 | 8579191 | 18/04/2009 |
| 8 | 515441 | 8581796 | 19/04/2009 | 56 | 520779 | 8578867 | - |
| 9 | 515296 | 8581707 | - | 57 | 521297 | 8579308 | 18/04/2009 |
| 10 | 515676 | 8580920 | 17/04/2009 | 58 | 521099 | 8579500 | 18/04/2009 |
| 11 | 515957 | 8581103 | - | 59 | 520922 | 8579654 | 18/04/2009 |
| 12 | 516151 | 8581223 | 19/04/2009 | 60 | 520698 | 8579869 | 18/04/2009 |
| 13 | 516354 | 8581368 | 17/04/2009 | 61 | 520472 | 8580059 | 18/04/2009 |
| 14 | 516524 | 8581498 | 17/04/2009 | 62 | 520816 | 8580715 | 18/04/2009 |
| 15 | 516797 | 8581685 | 17/04/2009 | 63 | 521061 | 8580549 | 18/04/2009 |
| 16 | 517296 | 8581547 | 17/04/2009 | 64 | 521257 | 8580402 | 18/04/2009 |
| 17 | 517023 | 8581319 | 17/04/2009 | 65 | 521425 | 8580259 | 18/04/2009 |
| 18 | 516763 | 8581091 | 17/04/2009 | 66 | 521683 | 8580050 | 18/04/2009 |
| 19 | 516569 | 8580907 | 17/04/2009 | 67 | 521265 | 8581487 | 19/04/2009 |
| 20 | 516305 | 8580671 | 17/04/2009 | 68 | 521560 | 8581254 | 19/04/2009 |
| 21 | 515974 | 8580370 | 17/04/2009 | 69 | 521783 | 8581063 | 19/04/2009 |
| 22 | 516362 | 8579818 | 17/04/2009 | 70 | 521937 | 8580901 | 19/04/2009 |
| 23 | 516544 | 8580027 | 17/04/2009 | 71 | 522088 | 8580743 | 19/04/2009 |
| 24 | 516703 | 8580185 | 17/04/2009 | 72 | 522225 | 8580581 | 19/04/2009 |
| 25 | 516917 | 8580398 | 17/04/2009 | 73 | 522914 | 8581376 | 19/04/2009 |
| 26 | 517183 | 8580651 | 17/04/2009 | 74 | 523747 | 8581689 | 19/04/2009 |

| AMOSTRA | X | Y | DATA DA COLETA | AMOSTRA | X | Y | DATA DA COLETA |
|---------|--------|---------|----------------|---------|--------|---------|----------------|
| 27 | 517319 | 8580822 | 17/04/2009 | 75 | 524560 | 8582031 | 19/04/2009 |
| 28 | 517767 | 8580462 | 17/04/2009 | 76 | 525313 | 8582355 | 19/04/2009 |
| 29 | 517609 | 8580289 | 17/04/2009 | 77 | 525997 | 8582652 | 20/04/2009 |
| 30 | 517458 | 8580138 | 17/04/2009 | 78 | 526241 | 8583248 | 20/04/2009 |
| 31 | 517315 | 8579950 | 17/04/2009 | 79 | 526481 | 8582840 | 20/04/2009 |
| 32 | 517126 | 8579773 | 17/04/2009 | 80 | 526677 | 8582476 | 20/04/2009 |
| 33 | 516978 | 8579532 | 17/04/2009 | 81 | 527018 | 8583052 | 20/04/2009 |
| 34 | 516865 | 8579355 | 17/04/2009 | 82 | 527510 | 8583140 | 20/04/2009 |
| 35 | 517776 | 8578822 | 17/04/2009 | 83 | 527878 | 8583568 | 20/04/2009 |
| 36 | 517891 | 8579046 | 17/04/2009 | 84 | 527954 | 8583180 | 20/04/2009 |
| 37 | 518002 | 8579193 | 17/04/2009 | 85 | 528038 | 8582780 | 20/04/2009 |
| 38 | 518217 | 8579464 | 17/04/2009 | 86 | 528530 | 8583220 | 20/04/2009 |
| 39 | 518373 | 8579758 | 17/04/2009 | 87 | 529283 | 8582864 | 20/04/2009 |
| 40 | 519046 | 8579470 | 17/04/2009 | 88 | 529199 | 8583252 | 20/04/2009 |
| 41 | 519031 | 8579180 | 17/04/2009 | 89 | 529035 | 8583784 | 20/04/2009 |
| 42 | 518950 | 8578937 | 17/04/2009 | 90 | 529716 | 8583320 | 20/04/2009 |
| 43 | 518786 | 8578686 | 17/04/2009 | 91 | 530060 | 8582852 | 20/04/2009 |
| 44 | 518645 | 8578424 | 17/04/2009 | 92 | 530152 | 8583184 | 20/04/2009 |
| 45 | 518579 | 8578202 | 17/04/2009 | 93 | 530228 | 8583648 | 20/04/2009 |
| 46 | 519360 | 8578136 | 18/04/2009 | 94 | 530656 | 8583180 | 20/04/2009 |
| 47 | 519709 | 8578332 | - | 95 | 531085 | 8583196 | 20/04/2009 |
| 48 | 519635 | 8578711 | 18/04/2009 | 96 | 531881 | 8583108 | 20/04/2009 |

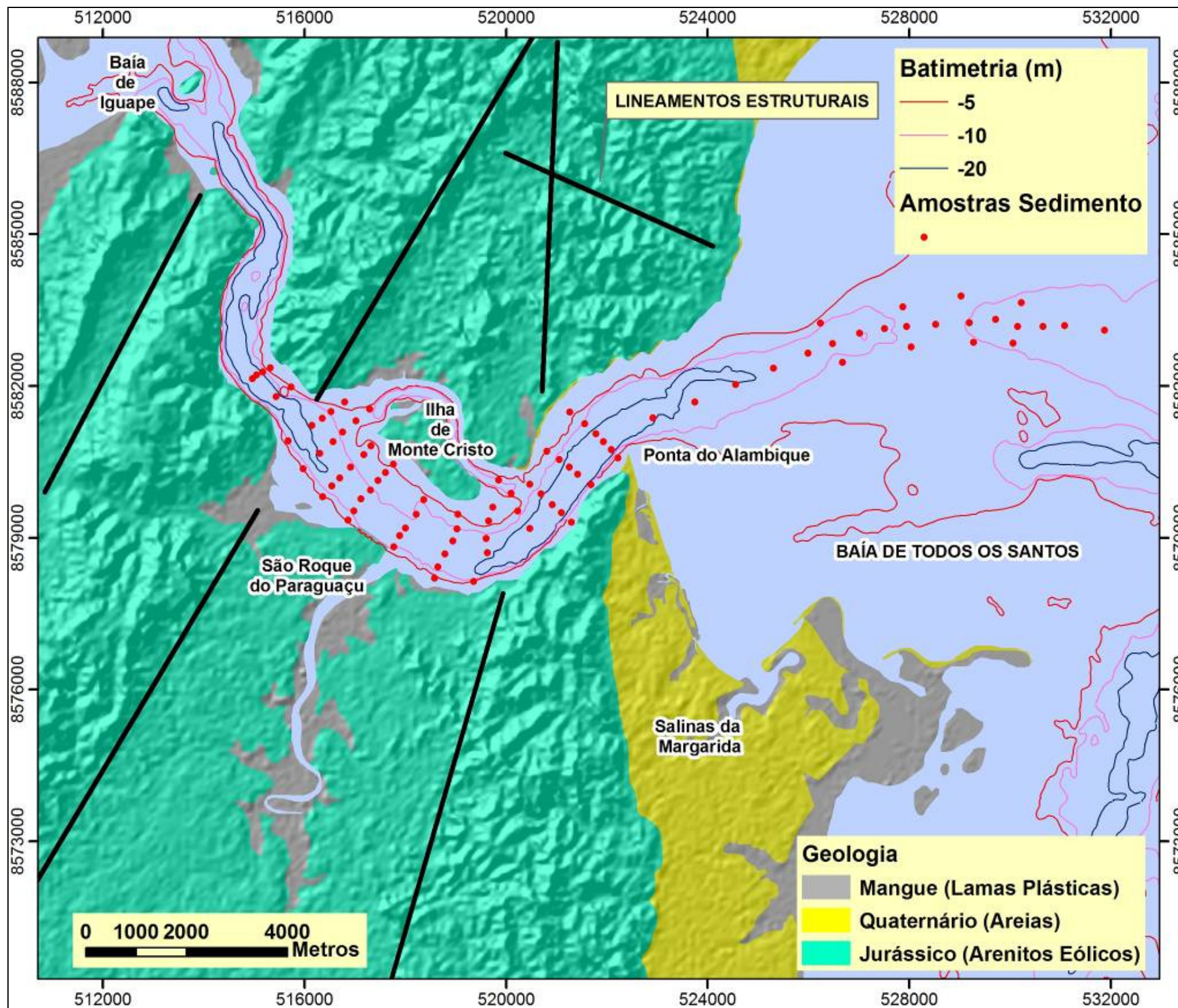


FIGURA 5.1.1.2- 1- Localização das amostras de sedimento superficial de fundo.

As amostras de sedimento foram coletadas por meio do uso de draga de van Veen, executada a bordo de um barco motorizado de pequeno porte (**FIGURA 5.1.1.2-2**). O material coletado foi acondicionado em sacos plásticos etiquetados e armazenado em engradados plásticos à temperatura ambiente. Após as análises granulométricas, foram confeccionados o diagrama triangular da classificação textural e mapas de distribuição espacial do sedimento no Canal do Paraguaçu.



FIGURA 5.1.1.2- 2 – Rotina de coleta das amostras de sedimentos para análises granulométricas.

Características Geotécnicas

A caracterização geotécnica da região deu-se através de observações e registros fotográficos em campo. Na qual se descreveu: o potencial erosivo da região, as

características geotécnicas das unidades aflorantes da região e os mecanismos condicionantes de movimento de massa.

Pedologia

Para a caracterização pedológica das áreas de influência do empreendimento os trabalhos foram desenvolvidos em cinco etapas: estudo prévio, definição da malha de amostragem, parâmetros selecionados, coleta e processamento dos dados. A seguir é feita a descrição detalhada de cada uma delas.

Estudo Prévio

Anteriormente à execução dos serviços de campo, foi feita uma pesquisa e análise das informações existentes sobre a área de estudo, particularmente associados ao meio físico, tais como: clima, vegetação, relevo, geologia, geomorfologia e pedologia. O material cartográfico levantado foi constituído de cartas na escala 1:10.000. O desenho amostral foi proposto através da seleção dos locais para estudo no campo, identificando aqueles que seriam objeto de estudo de perfis em trincheira, tradagens e coleta de amostras de solo, para análise completa. Por fim, foi elaborada uma programação detalhada da execução dos trabalhos de campo, estabelecendo prioridade e apoio logístico necessário à equipe mobilizada.

Malha de Amostragem

A malha de amostragem foi definida a partir das informações obtidas no estudo prévio e avaliação da área de influência do empreendimento. Para tanto foi selecionada uma porção de 146,91ha da área do Corujão. Onde foram identificadas as seções pedológicas e abertos perfis nas regiões do estudo. A seguir são apresentadas as coordenadas geográficas dos perfis abertos (**TABELA 5.1.1.2-2**) e dos vértices da porção amostrada (**TABELA 5.1.1.2-3**).

TABELA 5.1.1.2- 2 - Perfis amostrados na área do empreendimento e suas respectivas coordenadas geográficas.

| Unidade de Mapeamento | Perfis Descritos | Coordenadas Geográficas |
|-----------------------|------------------|-------------------------|
| PAad3 | BE 4 | UTM 518166/8577678 |
| PAad1 | BE 7 | UTM 517780/8577745 |
| PAad5 | BE 6 | UTM 517568/8577898 |
| RQd1 | BE 2 | UTM 517602/8577678 |
| RQG | BE 1 | UTM 517948/8578050 |
| EQad | BE 3 | UTM 517820/8577600 |
| | BE 5 | UTM 518448/8577746 |

TABELA 5.1.1.2- 3 Vértices da porção amostrada da área do Corujão

| Ponto | X | Y |
|-------|----------|-----------|
| VF01 | 518704,1 | 8578034,9 |
| VF02 | 517804,8 | 8578298,9 |
| VF03 | 517488,6 | 8577987,0 |
| VF04 | 517529,5 | 8577836,8 |
| VF05 | 517380,1 | 8577267,8 |

| Ponto | X | Y |
|-------|----------|-----------|
| VF06 | 517506,9 | 8577183,3 |
| VF07 | 517559,8 | 8577068,6 |
| VF08 | 517559,6 | 8576759,1 |
| VF09 | 517558,8 | 8576530,0 |
| VF10 | 518205,8 | 8576526,0 |
| VF11 | 518309,9 | 8576760,5 |
| VF12 | 518305,6 | 8577199,9 |
| VF13 | 518064,4 | 8577197,6 |
| VF14 | 518149,0 | 8577271,1 |
| VF15 | 518335,7 | 8577272,9 |
| VF16 | 518458,3 | 8577569,8 |

Parâmetros Selecionados

Os parâmetros foram selecionados a partir dos conceitos utilizados pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, da EMBRAPA, e Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (SNLCS). Estes são discriminados em três tipos: físicos, químicos e classificatórios. E têm por finalidade caracterizar a taxa de infiltração, escoamento superficial, erosão e a qualidade dos solos entre outros. Os parâmetros físicoquímicos e seus respectivos métodos de determinação estão ilustrados no **QUADRO 5.1.1.2-1**. A classificação e descrição dos solos foram realizadas com base nos seguintes indicadores: Saturação de Bases e Saturação com Alumínio; Horizontes Diagnósticos; Textura e Profundidade Efetiva do Solo. Para a classificação textural foi adotado o critério com base nas análises de laboratórios e texturas de campo.

QUADRO 5.1.1.2- 1 – Análises químicas e físicas dos solos e suas respectivas metodologias, de acordo como o Laboratório do DNOCS, localizado em Salvador/BA.

| ANÁLISE | PARÂMETRO | METODO DE ANÁLISE |
|---------|--|---|
| FÍSICA | Densidade Aparente | Determinada pelo método do anel volumétrico, 300 ml ou em algumas amostras pelo método da proveta volumétrica. |
| | Densidade Real | Método do picnômetro; determinação feita em 20 g de solo seco em estufa, com emprego de álcool etílico, para obtenção do volume de solo correspondente. |
| | Umidade a 15 atmosferas | Método de membrana de tensão de Richards, segundo o U.S. Salinity Laboratory. Dados expressos em % de solo seco a 105 ^o C. |
| | Umidade a 1/3 e 1/10 atmosferas | Método da "placa porosa", segundo a U.S. Salinity Laboratory. Dados expressos em % de solo seco a 105 ^o C. |
| | Análise Granulométrica/Dispersão Total | Método do densímetro com emprego do hexametáfosfato ou do hidróxido de sódio como dispersante. Separação das frações segundo a escala americana (areia grossa: 2-0,2 mm; areia fina: 0,2-0,05 mm; silte: 0,05-0,002 mm e argila: menor que 0,002 mm). |
| | Análise Granulométrica/Dispersão Natural | Método similar ao anterior, com a determinação da argila sem o uso do dispersante. |
| | Classificação Textural | Baseado no triângulo de classificação americano, segundo o Soil Survey Manual, e denominação de classe de acordo com a tradução sugerida pela Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. |
| QUÍMICA | pH (água) | Método potenciométrico, utilizando-se a relação solo: água de 1:2,5. |
| | pH (cloreto de potássio) | Método potenciométrico, utilizando-se a relação 1:2,5, de solução de cloreto de potássio normal/solo. |

| ANÁLISE | PARÂMETRO | METODO DE ANÁLISE |
|---------|--|--|
| | Fósforo Assimilável | Método clorimétrico usando-se o extrator ácido de North Caroline. Dados expressos em mg de P_2O_5 por Kg de solo. |
| | Carbono | Método volumétrico. Oxidação pelo bicromato de potássio. Dados em Dg/Kg de solo. |
| | Matéria Orgânica | Calculada em função do teor de carbono pela expressão $C \times 1,724$. Dg/Kg de solo. |
| | Completo Sortivo | Extração pelo acetato de amônio normal (pH 7) e relação solo: solução extratora de 1:10. |
| | Cálcio | Método volumétrico, com titulação pela EDTA. Dados em Cmol/Kg de solo. |
| | Magnésio | Método volumétrico pelo EDTA. Dados Cmol/Kg de solo. |
| | Sódio | Determinado pelo fotômetro de chama diretamente no extrato acético de solo. Dados em Cmol/Kg de solo. |
| | Potássio | Determinado pelo fotômetro de chama diretamente no extrato acético de solo. Dados em Cmol/Kg de solo. |
| | Valor S (soma das bases) | Obtido pela expressão $Ca^{++} + Mg^{++} + K^+ + Na^+$. Dados em Cmol/Kg de solo. |
| | Hidrogênio Trocável | Método volumétrico. Extração pelo acetato de cálcio normal (pH 7) e dosagem pelo hidróxido de sódio. Dados em Cmol/Kg de solo. |
| | Alumínio Trocável | Método volumétrico. Extração pelo cloreto de potássio normal e titulação com o hidróxido de sódio. Dados em Cmol/Kg de solo. |
| | Valor T (capacidade total de troca de cátions) | Soma dos valores $S + H^+ + Al^{+++}$. Dados em Cmol/Kg de solo. |
| | Valor V (porcentagem de saturação de bases) | Calculado pela expressão: $\frac{100 \times S}{T}$ |

Coleta de Dados

A coleta dos dados foi realizada, no dia 24/09/09, nas estações previamente selecionadas, através do trânsito em estradas vicinais e caminhadas ao longo de diversas propriedades. Nestas áreas foram realizadas: a abertura e descrição de perfis; caminhamentos acompanhados de tradagens de observação para avaliação dos aspectos morfológicos dos solos e coleta de amostras. As amostras de solos coletadas foram enviadas para o Laboratório do DNOCS, localizado em Salvador/BA, onde as análises foram executadas, no dia 24/09/2009, segundo as normas estabelecidas pelo Centro Nacional de Pesquisa de Solo – EMBRAPA, Rio de Janeiro, 1997.

Processamento de Dados

A fase de processamentos de dados foi realizada em escritório, a partir da ordenação e classificação dos dados obtidos nos trabalhos de campo e laboratório. Esta fase do trabalho consistiu em avaliar os resultados das análises de laboratório, elaborar o mapas dos solos na escala 1:5.000 com localização dos perfis, e gerar as fichas de descrição geral, morfológica, química e física dos perfis.

5.1.1.3. Geomorfologia

A caracterização geomorfológica da área de estudo foi feita a partir dos modelos numéricos SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*), gerados pela NASA. Este modelo está disponível no formato *raster* com célula 90x90 m. Os dados SRTM foram reinterpolados utilizando uma célula menor (10x10m) de modo a melhorar a sua apresentação gráfica. A caracterização geomorfológica que se segue foi feita a partir da

análise deste MNT (Modelo Numérico do Terreno) complementada pelos dados coletados em campo.

5.1.1.4. Recursos Hídricos

Hidrologia

O presente estudo visa caracterizar o regime hidrológico na bacia hidrográfica em que se insere a área de influência direta do empreendimento em questão. O local do empreendimento está situado no baixo curso (região estuarina) do rio Paraguaçu, a jusante da barragem de Pedra do Cavalo (**FIGURA 5.1.1.4-1**). O fato da área de estudo estar localizada a jusante da Barragem de Pedra do Cavalo, implica que o regime hidrológico do curso d'água principal do baixo Paraguaçu é essencialmente controlado pelas regras de operação da barragem a montante (GENZ *et al*, 2008)¹. Serão apresentados, neste relatório, os dados referentes ao Regime de descargas defluentes da barragem de Pedra do Cavalo, As vazões mensais do Rio Paraguaçu e do Rio Jacuípe, As vazões das sub-bacias contribuintes ao curso d'água do Rio Paraguaçu a jusante da barragem de Pedra do Cavalo e Uso das Águas. Além da elaboração de um Mapa detalhado dos principais cursos d'água contribuintes ao estuário do rio Paraguaçu.

¹ GENZ, F., LESSA, G.C. & CIRANO, M., 2008. Vazão Mínima para Estuários: Um Estudo de caso no Rio Paraguaçu/BA. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, 13, pp.73-82

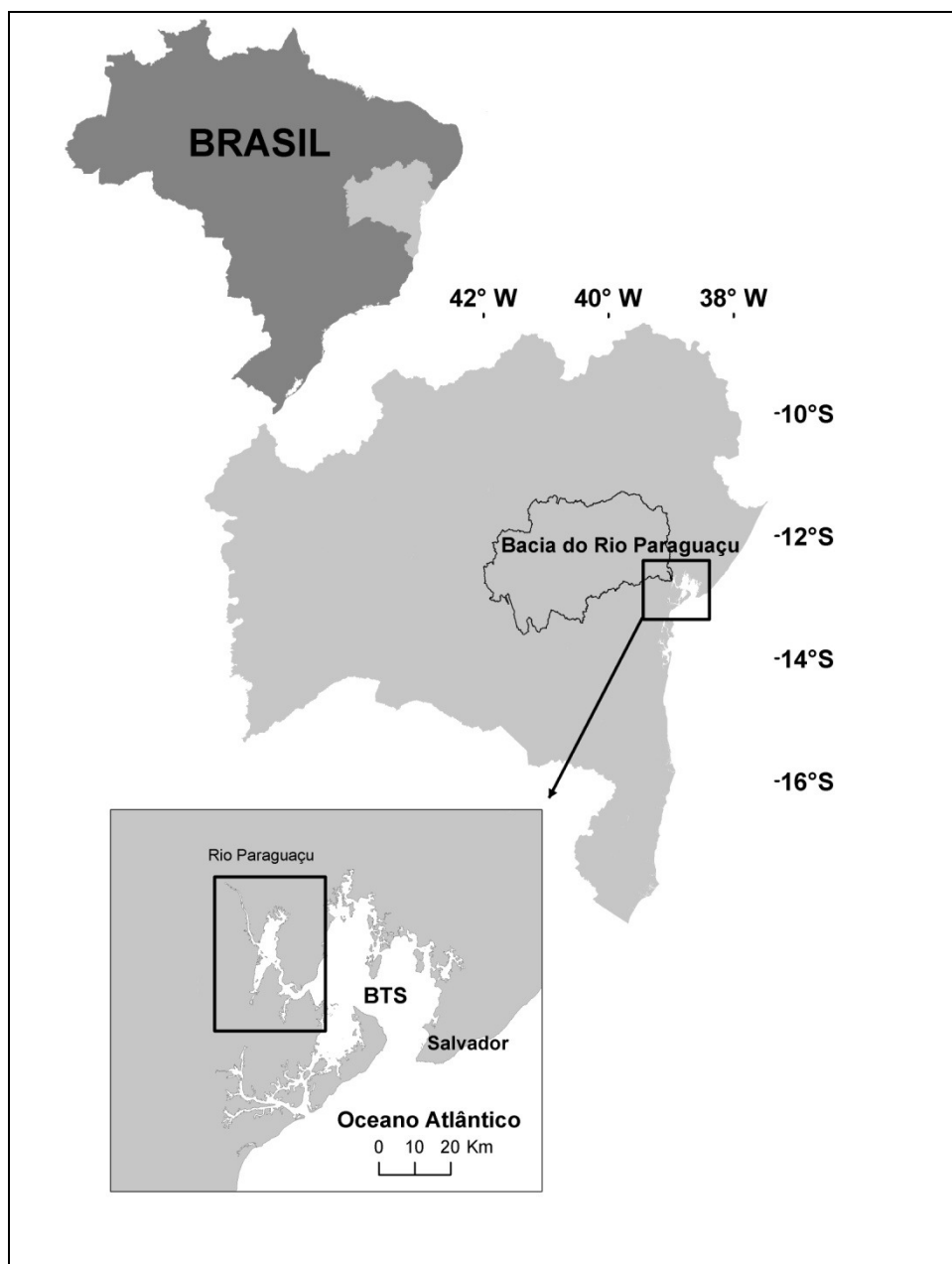


FIGURA 5.1.1.4- 1 - Bacia hidrográfica do Rio Paraguaçu.

Regime de descargas defluentes da barragem de Pedra do Cavalo

Para a caracterização do regime de descargas defluentes da barragem de Pedra do Cavalo foi realizado um levantamento bibliográfico, correspondente à mesma. Utilizou-se dados de BAHIA (1987)², DESENVALE (1984)³, Genz (2006)⁴, CRA (2000)⁵ e Genz et al.

² BAHIA, 1987. Aproveitamento Pedra do Cavalo. Projeto Básico - Memorial Descritivo. Companhia de Desenvolvimento do Vale do Paraguaçu – DESENVALE. Governo do Estado da Bahia. p.123.

³ DESENVALE, 1984. *Aproveitamento Pedra do Cavalo*. Projeto Básico – Memorial Descritivo. Companhia de Desenvolvimento do Vale do Paraguaçu. Governo do Estado da Bahia. p.123.

⁴ Genz, F. 2006 Avaliação dos efeitos da Barragem de Pedra do Cavalo sobre a Circulação Estuarina do Rio Paraguaçu e Baía de Iguape. Tese de Doutorado, Curso de Pós Graduação em Geologia, Universidade Federal da Bahia, 266 p.

(2008). Além da discussão e elaboração de gráficos referentes ao regime hidrológico da barragem de Pedra do Cavalo.

Vazões Mensais

A caracterização das vazões médias da área de influência do empreendimento foi descrita com base nos dados apresentados por Genz (2006). Os dados utilizados correspondem à vazão do Rio Paraguaçu, referentes à jusante do reservatório de Pedra do Cavalo, e à vazão do Rio Jacuípe, por ser o principal afluente do Rio Paraguaçu (Genz, 2006). Foram analisados os valores de vazões mensais médias, históricos mínimos e máximos, considerando a sazonalidade.

Vazões das sub-bacias contribuintes ao curso d'água do rio Paraguaçu a jusante da barragem de Pedra do Cavalo

Existe também, a contribuição de pequenas bacias hidrográficas, circundantes ao curso principal do baixo Paraguaçu, cujo comportamento hidrológico está associado ao mesmo regime de chuvas que precipita sobre a Baía de Todos os Santos (CRA, 2000). Devido à inexistência de dados de estações fluviométricas para as pequenas bacias hidrográficas afluentes ao baixo Paraguaçu, os dados de vazão que serão apresentados para estas bacias foram obtidos através de modelos do tipo “*chuva-vazão*”, que estimam a descarga de água em função da precipitação média e nas características fisiográficas da bacia (CRA, 2000).

Usos da Água

No que diz respeito aos usos da água, utilizou-se dados do INGA, Instituto de Gestão das Águas e Clima. E a partir destes dados foi construída uma tabela, que ilustra as principais atividades ligadas à utilização da água.

Hidrogeologia Continental

Hidrogeologia e Uso dos Recursos Hídricos da Área de Influência Direta

A Hidrologia e o Uso dos Recursos Hídricos da Área de Influência Direta foram elaborados a partir do levantamento bibliográfico correspondente aos objetivos do estudo. Neste observou-se que os municípios inseridos na AID do Pólo Naval são: Maragojipe, Saubara e Salinas da Margarida. A partir destas informações pôde-se delinear o escopo do trabalho, o qual será apresentado a seguir.

O escopo das atividades compreendeu:

- 1) O levantamento de dados secundários sobre a caracterização hidrogeológica e os principais usos da água subterrânea na Área de Influência Direta (AID) do Pólo Naval, deu-se através de consulta a materiais bibliográficos, estudos ambientais e consulta aos órgãos competentes (CRPM, INGA, IMA, ANA);
- 2) A elaboração, do presente relatório, foi realizada a partir dos dados obtidos, com a caracterização hidrogeológica regional, indicando os principais usos dos recursos

⁵ CRA, 2000. Centro de Recursos Ambientais. Saneamento ambiental da Baía de Todos os Santos – Modelamento e Avaliação Ambiental. Relatório de Estudos Básicos. Nº RT-257-03-GR-002- RF, 109 pp.

hídricos subterrâneos dos municípios de Saubara, Maragojipe e Salinas de Margarida.

Hidrogeologia da Área Diretamente Afetada

A caracterização da hidrogeologia da área diretamente afetada do empreendimento é apresentada neste item, o qual visa entender o comportamento local das águas subterrâneas na Área Diretamente Afetada (ADA) do empreendimento, e de sua vulnerabilidade natural à contaminação antrópica.

A área situa-se na margem direita do rio Paraguaçu, próxima à baía de Todos os Santos. De acordo com a caracterização da geologia regional do presente relatório, a área diretamente afetada apresenta rochas de arenitos eólicos do Grupo Brotas (Formação Sergi) de idade Jurássico Superior, especificamente a porção superior da Seqüência I, basal. De acordo com a caracterização da geologia da área de estudo, essas rochas afloram na forma de corpos tabulares com estratificações cruzadas de grande porte.

Os arenitos apresentam grãos de tamanho entre areia fina a média, bem selecionados e bem arredondados, típicos de arenitos de origem eólica. Estas características fazem com que os mesmos sejam caracterizados por boa porosidade e permeabilidade. Os arenitos da Formação Sergi na área, não apresentam sinais de deformação tectônica, apresentando-se horizontalizados, porém existem fraturas/falhas. As maiores elevações apresentadas por esta unidade, formando morros orientados SW-NE, alcançam até 200m de altitude e parecem estar associadas a horizontes mais silicificados, conforme atestam blocos caídos nas margens do canal do Paraguaçu.

A área ainda apresenta areias inconsolidadas do Quaternário, associadas a (i) depósitos de leques aluviais pleistocênicos, e (ii) depósitos das praias atuais. Estes depósitos não foram diferenciados por estarem afastados da área de intervenção principal. Os depósitos de leques aluviais pleistocênicos ocorrem principalmente na região de Salinas da Margarida, encostados aos arenitos da Formação Sergi. Lamas plásticas, de idade holocênica, ricas em matéria orgânica associadas aos mangues atuais, ocorrem associados a reentrâncias da linha de costa, atrás de pontais arenosos e nas desembocaduras dos pequenos cursos d' água que ocorrem na região.

Em termos hidrogeológicos, a área está situada na Província Hidrogeológica Costeira, na Sub - província Tucano – Recôncavo – Jatobá. As rochas da Formação Sergi, ocorrentes na ADA, constituem-se do sistema aquífero inferior juntamente com o Aquífero Aliança.

A caracterização hidrogeológica da área diretamente afetada, então apresenta o seguinte procedimento de avaliação:

- Leitura da documentação científica e relatórios técnicos sobre a geologia e hidrogeologia da região;
- Montagem dos mapas existentes da ADA: topográficos e dos furos de sondagens.
- Análise dos furos de sondagens realizadas na ADA; constituem-se de 112 furos de sondagens, com a descrição do material perfurado e/ou ocorrência de nível de água. A análise foi realizada com os seguintes desenvolvimentos:

- Organização das informações contidas nos furos de sondagens em planilha eletrônica;
- Análise do mapa topográfico e seu contexto mais regional;
- Definição dos aquíferos da ADA; e análise da distribuição espacial dos sedimentos;
- Elaboração do mapa potenciométrico da ADA e do modelo de circulação da água subterrânea local;
- Elaboração do mapa de vulnerabilidade dos aquíferos de acordo com a Metodologia GOD (Foster & Hirata 1991)⁶.

Qualidade da Água

A caracterização da qualidade das águas da área de influência do empreendimento foi feita mediante a realização de duas campanhas de amostragem. A primeira campanha, realizada no dia 10/03/2009, abordou em sua malha de amostragem apenas águas salinas. Na segunda campanha foi realizada amostragem de águas salinas no dia 03/09/2009 e amostragem de águas doces nos dias 14/09, 15/09 e 16/09/2009. As coletas de sedimentos para análises granulométricas foram realizadas entre os dias 17/04 e 20/04/2009 para a primeira campanha e os dias 05/09 e 06/09/2009 para a segunda campanha. Neste subitem são apresentados somente os procedimentos metodológicos aplicados na avaliação da qualidade das águas.

As campanhas de avaliação da qualidade das águas salinas foram realizadas ao longo do ciclo de marés (períodos de maré cheia e maré vazia) para a duas campanhas, no período lunar que corresponde à maré de sizígia, de forma a refletir as variações nas condições ambientais que estão vinculadas a ciclo de marés. A amostragem das águas doces nos afluentes do canal do Paraguaçu foi realizada em período de maré vazia, com intuito de obtenção de resultados fidedignos a esses corpos d'água, ou seja, sem intervenção das águas salinas provenientes do canal do Paraguaçu.

Malha de amostragem

A malha de amostragem para avaliação da qualidade da água na primeira campanha foi composta de 14 (quatorze) estações situadas no canal do Paraguaçu (águas salinas) e na segunda campanha foi utilizada uma malha de amostragem composta por nove estações situadas no canal do Paraguaçu (águas salinas), número este, inferior ao da primeira campanha por conta da exclusão de uma das áreas de intervenção do empreendimento. Em ambas as campanhas foram realizadas amostragens em três estratos para águas salinas: 1 - à superfície; 2 - profundidade de desaparecimento do Disco de Secchi e; 3 - a 1 (um) metro acima ao fundo, com exceção dos parâmetros Coliformes termotolerantes, Enterococos e óleos e graxas (que foram determinados apenas à superfície). Para o parâmetro Clorofila a, a determinação foi feita à superfície e profundidade de Secchi. Ainda referente à malha de amostragem da segunda campanha, foram incluídas 10 (dez) estações situadas em afluentes do rio Paraguaçu (águas doces) onde foram realizadas, também para avaliação da qualidade da água, apenas amostragem de água superficial.

⁶ Foster, S; Hirata, R. 1991. Determinacion del riesgo de contaminación de águas subterráneas. *Una metodología baseada en datos existentes*. Lima, Peru.

A **TABELA 5.1.1.4-1** apresenta as coordenadas geográficas das estações de amostragem das duas campanhas realizadas. O **ANEXO 5.1-1** apresenta o mapa de localização dos pontos de amostragem de qualidade da água.

TABELA 5.1.1.4- 1 – Coordenadas geográficas das estações de amostragem de água no Canal do Paraguaçu e seus afluentes. Datum Horizontal: SAD 69. Projeção cartográfica UTM. Fuso 24S.

| PONTO | X | Y |
|---------|--------|---------|
| PNAV01 | 530781 | 8582333 |
| PNAV02 | 520463 | 8579725 |
| PNAV03 | 519090 | 8578179 |
| PNAV04 | 518206 | 8578502 |
| PNAV05 | 518051 | 8578926 |
| PNAV06 | 515656 | 8580271 |
| PNAV07 | 512417 | 8594688 |
| PNAV08 | 514177 | 8588760 |
| PNAV09 | 510201 | 8587062 |
| PNAV10 | 513698 | 8590588 |
| PNAV10B | 527441 | 8583195 |
| PNAV10C | 524887 | 8581945 |
| PNAV10D | 522984 | 8581538 |
| PNAV10E | 515072 | 8584268 |
| AD1 | 501350 | 8607966 |
| AD2 | 503867 | 8606248 |
| AD3 | 508567 | 8587504 |
| AD4 | 508802 | 8590488 |
| AD5 | 507997 | 8576866 |
| AD6 | 510884 | 8579130 |
| AD7 | 514213 | 8574966 |
| AD8 | 524431 | 8584710 |
| AD9 | 523127 | 8584044 |
| AD10 | 524269 | 8583842 |

Parâmetros de amostragem

Os parâmetros selecionados para a avaliação da qualidade das águas salinas do canal do rio Paraguaçu e águas doces dos afluentes do mesmo estão apresentados nas **TABELAS 5.1.1.4-2** e **5.1.1.4-3** respectivamente. Nestas também estão apresentadas as seguintes informações: unidades de medida, limites de quantificação, códigos das metodologias de análise empregada e valores máximos permitidos pelo CONAMA nas resoluções 357/05 com padrões de referência da Classe 1 para águas salinas e 357 ART 15 Classe 2 para águas doces.

TABELA 5.1.1.4- 2 – Parâmetros, unidade de medida, limite de quantificação (LQ), método de análise e limite CONAMA 357/05 Classe 1 selecionados para avaliação da qualidade das águas salinas das duas campanhas realizadas no rio Paraguaçu.

| PARÂMETROS | UNID. | LQ 1ªCampanha | LQ 2ªCampanha | MÉTODO DE ANÁLISE | LIMITE CONAMA 357/05 ÁGUAS SALINAS CLASSE 1 |
|---------------------------------|-----------|---------------|---------------|-----------------------|---|
| Profundidade | m | - | - | Sonda Hydrolab Quanta | - |
| Secchi | m | - | - | Sonda Hydrolab Quanta | - |
| Temperatura | °C | - | - | Sonda Hydrolab Quanta | - |
| Oxigênio | mg/L | - | - | Sonda Hydrolab Quanta | ≥ 6,0 |
| pH | - | - | - | Sonda Hydrolab Quanta | 6,5 - 8,5 |
| Condutividade | mS/cm | - | - | Sonda Hydrolab Quanta | - |
| Salinidade | - | - | - | Sonda Hydrolab Quanta | - |
| Coliformes termotolerantes | UFC/100mL | 1,0 | 1,0 | SMEWW 9222 D | - |
| Enterococos | UFC/100mL | 1,0 | 1,0 | SMEWW 9230 C | - |
| Turbidez (NTU) | UNT | 0,1 | 0,1 | SMEWW 2130 B | - |
| Sólidos Totais | mg/L | 2,0 | 2,0 | SMEWW 2540 B | - |
| Sólidos Suspensos Totais | mg/L | 2,0 | 2,0 | SMEWW 2540 D | - |
| Clorofila a | µg/L | 3,0 | 3,0 | SMEWW 10200 H | - |
| Carbono Orgânico Total | mg/L | 0,5 | 0,5 | SMEWW 5310 B | 3,0 |
| Nitrogênio Total | mg/L | 0,5 | 0,5 | SMEWW 4500 B | - |
| Nitrogênio Orgânico | mg/L | 0,1 | 0,1 | SMEWW 4500 B | - |
| Nitrogênio Total Kjeldahl | mg/L | 0,2 | 0,2 | SMEWW 4500 B | - |
| Nitrogênio Amoniacal | mg/L | 0,1 | 0,1 | SMEWW 4500 F | 0,40 |
| Nitrato | mg/L | 0,1 | 0,1 | EPA 300.1 | 0,40 |
| Nitrito | mg/L | 0,02 | 0,02 | EPA 300.1 | 0,07 |
| Fósforo Total | mg/L | 0,01 | 0,05 | SMEWW 4500 P-E | 0,062 |
| Fosfato (como PO ₄) | mg/L | 0,03 | 0,03 | SMEWW 4500 P-E | - |
| Óleos e Graxas | mg/L | 1,0 | 1,0 | SMEWW 5520 B | Ausentes |
| Cromo | mg/L | 0,05 | 0,01 | SMEWW 3120 B | 0,05 |
| Cromo Hexavalente | mg/L | 0,01 | 0,01 | SMEWW 3500 – Cr - B | - |
| Cianeto | mg/L | 0,005 | 0,001 | OIA-1678 | 0,001 |

| PARÂMETROS | UNID. | LQ 1ª Campanha | LQ 2ª Campanha | MÉTODO DE ANÁLISE | LIMITE CONAMA 357/05 ÁGUAS SALINAS CLASSE 1 |
|---------------------|-------|----------------|----------------|-------------------|---|
| Índices Fenóis | mg/L | 0,001 | 0,001 | SMEWW 3120 B | - |
| Arsênio | mg/L | 0,05 | 0,05 | SMEWW 3120 B | 0,01 |
| Mercúrio | mg/L | 0,000058 | 0,000058 | EPA 245.7 | 0,0002 |
| Antimônio | mg/L | 0,025 | 0,025 | SMEWW 3120 B | - |
| Cádmio | mg/L | 0,005 | 0,005 | SMEWW 3120 B | 0,005 |
| Chumbo | mg/L | 0,05 | 0,05 | SMEWW 3120 B | 0,01 |
| Zinco | mg/L | 0,05 | 0,05 | SMEWW 3120 B | 0,09 |
| Vanádio | mg/L | 0,05 | 0,05 | SMEWW 3120 B | - |
| Níquel | mg/L | 0,05 | 0,05 | SMEWW 3120 B | 0,025 |
| Bário | mg/L | 0,05 | 0,05 | SMEWW 3120 B | 1,0 |
| Molibdênio | mg/L | 0,05 | 0,05 | SMEWW 3120 B | - |
| Manganês | mg/L | 0,05 | 0,05 | SMEWW 3120 B | 0,1 |
| Magnésio | mg/L | 2,5 | 2,5 | SMEWW 3120 B | - |
| Estrôncio | mg/L | 0,05 | 0,05 | SMEWW 3120 B | - |
| Cobalto | mg/L | 0,025 | 0,025 | SMEWW 3120 B | - |
| Alumínio Dissolvido | mg/L | 0,05 | 0,05 | SMEWW 3120 B | 1,5 |
| Cobre Dissolvido | mg/L | 0,025 | 0,025 | SMEWW 3120 B | 0,005 |
| Ferro Dissolvido | mg/L | 0,05 | 0,05 | SMEWW 3120 B | 0,3 |
| Alcalinidade | mg/L | 5 | 5 | SMEWW 2320 B | - |
| Dureza | mg/L | 5 | 5 | SMEWW 2340 C | - |
| Cloreto | mg/L | 1 | 1 | EPA 300.1 | - |
| Sulfato | mg/L | 1 | 1 | EPA 300.1 | - |

TABELA 5.1.1.4- 3 – Parâmetros, unidades de medida, limites de quantificação (LQ), métodos de análise e limites CONAMA 357 ART 15 Classe 2 selecionados para avaliação da qualidade das águas doces dos afluentes do rio Paraguaçu.

| PARÂMETROS | UNID. | LQ | MÉTODO DE ANÁLISE | VMP CONAMA 357 ART 15 CLASSE 2 |
|---------------------------------|-----------|------|--|--------------------------------|
| Temperatura | °C | - | Sonda Hydrolab Quanta | - |
| Oxigênio | mg/L | - | Sonda Hydrolab Quanta | ≥ 6,0 |
| pH | - | - | Sonda Hydrolab Quanta | 6,5 - 8,5 |
| Condutividade | mS/cm | - | Sonda Hydrolab Quanta | - |
| Coliformes termotolerantes | UFC/100mL | 1,0 | SMEWW 9223 B | 1000 |
| Enterococos | UFC/100mL | 1,0 | SMEWW 9230 C | - |
| Turbidez (NTU) | UNT | 0,1 | SMWW 2130 B. | 100 |
| Sólidos Totais | mg/L | 2,0 | SMWW 2540B | - |
| Sólidos Suspensos Totais | mg/L | 2,0 | SMWW 2540D | - |
| Clorofila a | µg/L | 3,0 | SMWW 10200 H | 30 |
| Carbono Orgânico Total | mg/L | 0,5 | SMEWW 5310-B | - |
| Nitrogênio Total | mg/L | 0,5 | Thermocatalytic oxidation with chemiluminescent detector (CLD) | - |
| Nitrogênio Orgânico | mg/L | 0,1 | SMEWW 4500 | - |
| Nitrogênio Total Kjeldahl | mg/L | 0,1 | SMEWW 4500 | - |
| Nitrogênio Amoniacal | mg/L | 0,1 | SMWW 4500 NH3 E | Obs(1) |
| Nitrato (com N) | mg/L | 0,2 | SW 846 – 300.1 | 10 |
| Nitrito (com N) | mg/L | 0,04 | SW 846 – 300.1 | 1 |
| Fósforo Total | mg/L | 0,01 | SMWW 4500 P - E | Obs(2) |
| Fosfato (como PO ₄) | mg/L | 0,03 | USEPA SW 846 – 300.1 | - |
| Óleos e Graxas | mg/L | 1,0 | SMEWW 5520 B | - |

| PARÂMETROS | UNID. | LQ | MÉTODO DE ANÁLISE | VMP CONAMA 357 ART 15 CLASSE 2 |
|---------------------|-----------|--------|-------------------|--------------------------------|
| Cromo | mg/L | 0,0001 | SMWW 3500-Cr B | 0,05 |
| Cromo Hexavalente | mg/L | 0,01 | SMWW 3500-Cr B | - |
| Cianeto Livre | mg/L | 0,001 | OIA-1677 | 0,005 |
| Escherichia coli | NMP/100mL | 1 | SMEWW 9223 B | - |
| Arsênio | mg/L | 0,0001 | SMWW 3125 B | 0,01 |
| Mercúrio | mg/L | 0,0001 | SMWW 3125 B | 0,0002 |
| Antimônio | mg/L | 0,0001 | SMWW 3125 B | 0,005 |
| Cádmio | mg/L | 0,0001 | SMWW 3125 B | 0,001 |
| Chumbo | mg/L | 0,0005 | SMWW 3125 B | 0,01 |
| Zinco | mg/L | 0,0001 | SMWW 3125 B | 0,18 |
| Vanádio | mg/L | 0,0005 | SMWW 3125 B | 0,1 |
| Níquel | mg/L | 0,0001 | SMWW 3125 B | 0,025 |
| Bário | mg/L | 0,0005 | SMWW 3125 B | 0,7 |
| Molibdênio | mg/L | 0,0001 | SMWW 3125 B | - |
| Manganês | mg/L | 0,0001 | SMWW 3125 B | 0,1 |
| DQO | mg/L | 5 | SMWW 5220 D mod | - |
| Estrôncio | mg/L | 0,0005 | SMWW 3125 B | - |
| Cobalto | mg/L | 0,0001 | SMWW 3125 B | 0,05 |
| Alumínio Dissolvido | mg/L | 0,0001 | SMWW 3125 B | 0,1 |
| Cobre Dissolvido | mg/L | 0,0001 | SMWW 3125 B | 0,009 |
| Ferro Dissolvido | mg/L | 0,0005 | SMWW 3125 B | 0,3 |
| Alcalinidade total | mg/L | 5 | SMWW 2320 B | - |
| Dureza | mg/L | 5 | SMWW 2340 A, B, C | - |
| Cloreto | mg/L | 2 | SW 846 – 300.1 | 250 |
| Sulfato | mg/L | 2 | SW 846 – 300.1 | 250 |

Coletas 1ª campanha

As coletas nas 14 estações de amostragem da primeira campanha foram realizadas em único dia, contemplando 02 intervalos de maré: enchente e vazante. Para tanto foram constituídas 04 equipes de coleta, cada qual em uma embarcação, que foram subdividas da seguinte maneira:

- Equipe 01 – composta por dois coletores a bordo de uma lancha rápida, responsável pela realização das amostragens nas estações situadas na porção mais superior do canal, na Baía de Iguape: PNAV-07, PNAV-08, PNAV09 e PNAV10.
- Equipe 02 – composta por 03 coletores a bordo de uma lancha de rápida, responsável pela coleta nas estações situadas na porção central do canal avaliado, entre o canteiro de São Roque e o Forte da Salamina: PNAV-03, PNAV04, PNAV-05, PNAV-06 e PNAV10E.
- Equipe 03 – composta por dois coletores a bordo de uma lancha rápida, responsável pela realização das amostragens nas estações situadas na saída do estuário entre o canteiro de São Roque e a Ilha do Medo, na Baía de Todos os Santos: PNAV-01, PNAV-02, PNAV-10B, PNAV-10C e PNAV-10D.
- Equipe 04 – composta por dois biólogos, que ficou responsável pela obtenção dos dados de campo (temperatura, condutividade, pH, salinidade, profundidade secchi e oxigênio dissolvido) em todas as estações de amostragem.

Coletas 2ª campanha

As coletas de águas salinas nas nove estações de amostragem referentes à segunda campanha foram realizadas também em único dia, contemplando 02 intervalos de maré: enchente e vazante. Para tanto foram constituídas duas equipes de coleta, cada qual em uma embarcação, que foram subdivididas da seguinte maneira:

- Equipe 01 – composta por três coletores a bordo de uma embarcação de madeira do tipo escuna, responsável pela realização das amostragens nas estações situadas nas porções superior e central do canal do rio Paraguaçu: PNAV-08, PNAV-03, PNAV-04 e PNAV-05.
- Equipe 02 – composta por quatro coletores a bordo de uma lancha de rápida, responsável pela medição dos parâmetros em campo de toda a malha de amostragem com auxílio de uma sonda multi-paramétrica e coleta nas estações situadas na porção final do canal do rio Paraguaçu: PNAV-01, PNAV02, PNAV-10B, PNAV-10C e PNAV10D.

A amostragem de água superficial nas 10(dez) estações referentes aos afluentes do canal do Paraguaçu foi realizada por terra, em três dias corridos, contemplando apenas período de maré vazia. Para tanto foi mobilizada uma única equipe, composta por dois coletores que subdividiram os dias para realização das coletas da seguinte maneira:

- 1º dia - Coletas efetuadas nas estações AD5, AD6 e AD7 situadas nas mediações do distrito de São Roque do Paraguaçu, município de Maragogipe – Bahia.
- 2º dia – Coletas efetuadas nas estações AD8, AD9 e AD10 situadas nas mediações dos distritos de Bom Jesus dos Pobres e Cabuçu, município de Saubara.
- 3º dia – Coletas efetuadas nas estações AD1, AD2, AD3 E AD4 situadas nas mediações dos municípios Cachoeira, São Félix e Maragogipe.

As primeiras amostras a serem obtidas foram as de óleos e graxas, coliformes termotolerantes e enterococos tanto para as amostras de águas salinas como para as de águas doces, pois as mesmas eram coletadas de forma direta (imersão do próprio recipiente na água). Em seguida, para as amostras de águas salinas, foi feito o lançamento da garrafa amostradora à 0,5m de profundidade para obtenção das amostras de superfície. O conteúdo da garrafa era vertido em um balde previamente lavado com a própria água do ponto de amostragem e com o auxílio de um Becker plástico, os recipientes eram cheios. O próximo passo para as amostras de águas salinas foi a determinação da profundidade secchi, a qual foi realizada com a utilização de um disco de secchi. Então, em mesma profundidade mensurada pelo disco, foram obtidas as amostras de secchi com auxílio da garrafa amostradora de van Dorn. Por último, foram feitos os lançamentos da garrafa para obtenção das amostras de fundo. Para as amostras de águas superficiais nos afluentes do rio Paraguaçu foi utilizada a mesma metodologia supracitada para óleos e graxas, coliformes termotolerantes e enterococos. Para o restante das amostras foi utilizado um balde inox enchido diretamente na superfície d'água e um Becker plástico utilizado para transferência da água do balde para os recipientes.

Os parâmetros de campo foram medidos por meio do uso de uma sonda multi-paramétrica do fabricante HYDROLAB, modelo QUANTA (**FIGURA 5.1.1.4-3**).



FIGURA 5.1.1.4- 2 – Sonda multi-paramétrica do fabricante HYDROLAB, modelo QUANTA.

As **FIGURAS 5.1.1.4-4 e 5.1.1.4-5** apresentam alguns registros fotográficos das campanhas de amostragem, realizadas no canal do rio Paraguaçu e seus afluentes.

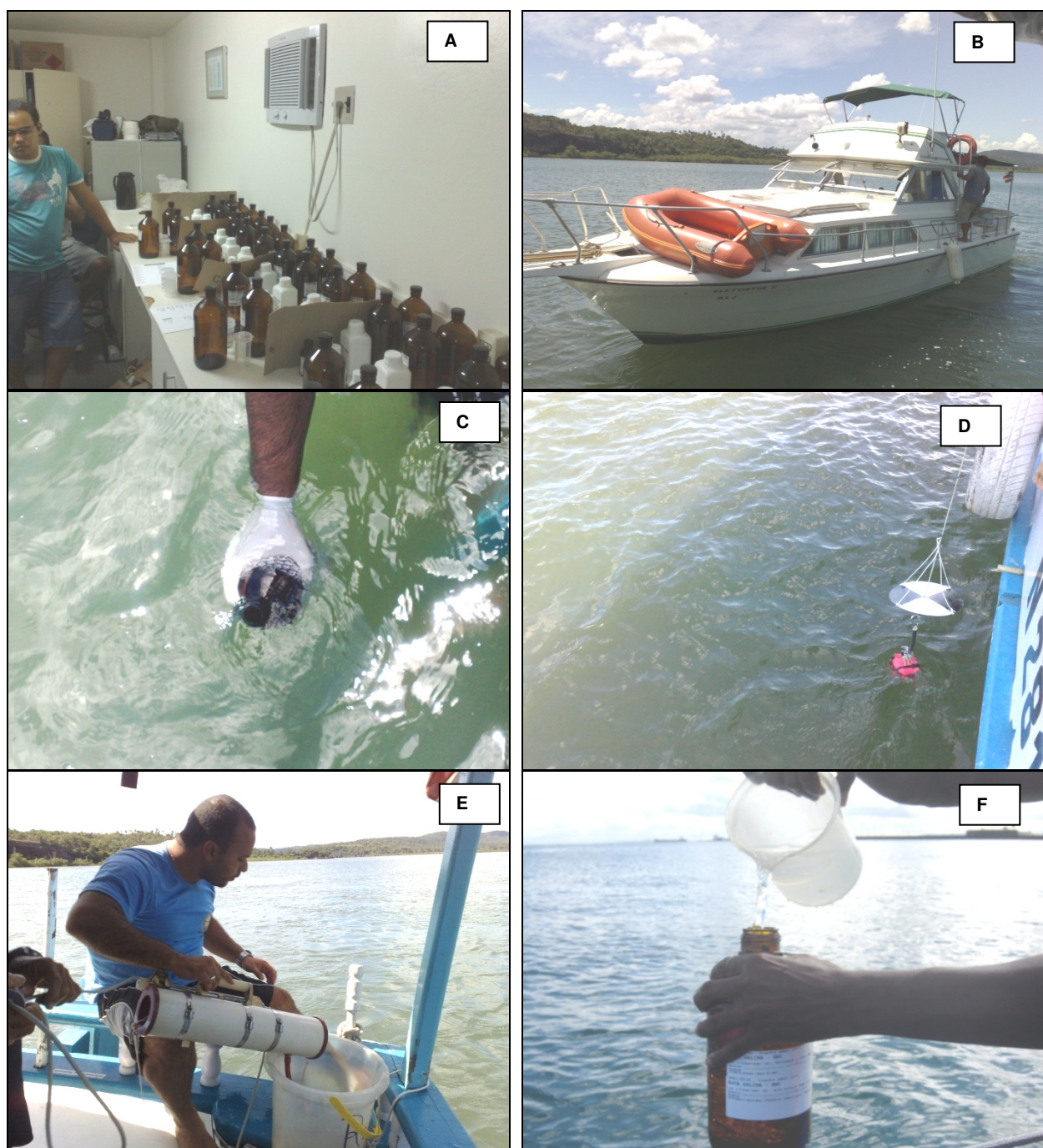


FIGURA 5.1.1.4- 3 – Imagens da campanha de amostragem de águas salinas do canal do rio Paraguaçu. A – Preparação e arrumação dos recipientes de coleta; B – Tipo de embarcação utilizada; C – Coleta das amostras de óleos e graxas; D – Disco de Secchi; E – Garrafa amostradora de van Dorn; F – Enchimento dos demais recipientes de coleta.



FIGURA 5.1.1.4- 4 – A – Coleta de coliformes termotolerantes; B – Coleta; C – sonda multi-paramétrica; D – filtragem das amostras de metais dissolvidos; E – Registro de localização em GPS das estações de amostragem; F – Via de acesso a uma das estações.

Acondicionamento e envio das amostras

Todas as amostras de água foram acondicionadas em caixas isotérmicas (isopor) contendo gelo, o que permitia a manutenção dos recipientes a uma temperatura estimada de 4 °C.

Após a coleta as amostras foram encaminhadas no mesmo dia ao laboratório BIOAGRI em Piracicaba-SP, por via aérea. Das amostras enviadas foi registrado o extravio do recipiente de coleta para análise de clorofila a da estação PNAV 01-superfície-maré cheia referente à primeira campanha. Na segunda campanha nenhum problema foi detectado.

Foram também registrados problemas durante as análises de DQO para as amostras de águas salinas, pois a interferência provocada pela salinidade elevada estava causando desvios anormais nos resultados. Por isso, optou-se pelo cancelamento deste parâmetro para as amostras de água salina das duas campanhas realizadas, permanecendo então as análises de DQO apenas para as amostras de águas doces da segunda campanha.

Considerando o objetivo pretendido com a análise da DQO, que é um indicador da concentração de matéria orgânica na água, a perda deste parâmetro não traz maiores consequências, devido à presença do parâmetro COT (carbono orgânico total) nas análises. O COT é um indicador direto da quantidade de matéria orgânica da amostra, ao passo que a DQO é um indicador indireto.

5.1.1.5. Oceanografia e Hidrodinâmica Costeira

Este item apresenta uma caracterização sumária da oceanografia do Canal de São Roque e dos valores de vazão, velocidade de corrente e propriedades hidrográfica obtidos em monitoramentos de campo tanto a montante bem como a jusante da localidade de São Roque do Paraguaçu (**FIGURA 5.1.1.5-1**).

As propriedades hidrográficas ao longo do estuário do rio Paraguaçu foram caracterizadas com base nos dados apresentados por Genz (2006) e monitoramento de campo. Os resultados são referentes ao monitoramento de duas seções transversais, a saber, Seção 1 e Seção 2. A descrição das correntes na seção transversal 1 foi realizada a partir de dados coletados e descritos por Genz (2006). E a caracterização da seção transversal 2 foi realizada, nos dias 10/03, 11/03 e 5/10 de 2009, com medições do fluxo, das propriedades hidrográficas e de nível da água durante ciclos completos da maré.

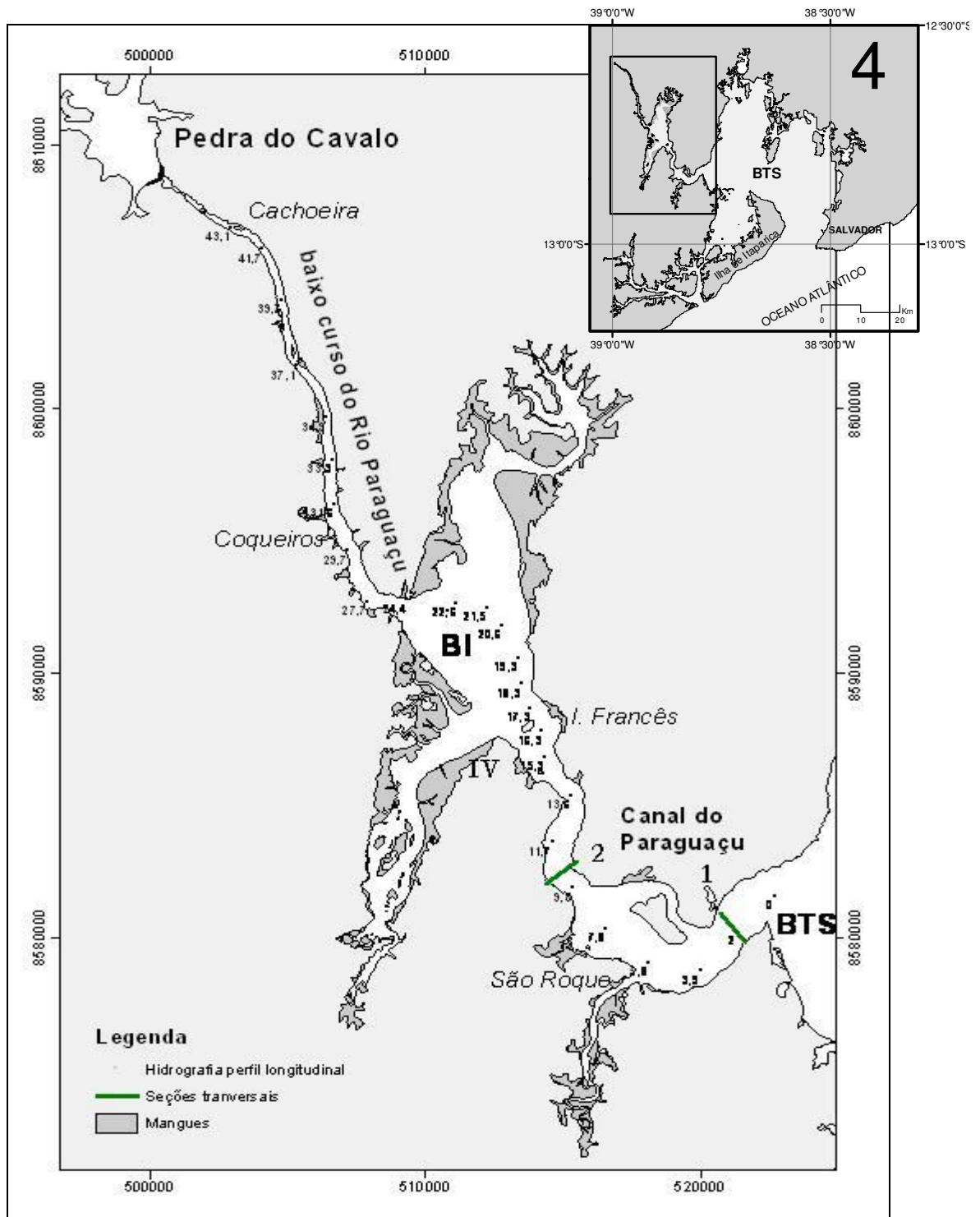


FIGURA 5.1.1.5- 1 - Seções de monitoramento das correntes e hidrografia. Os pontos do perfil longitudinal (*) indicam a distancia em quilômetros a partir da desembocadura (km 0) onde foram medidas as características hidrográficas por Genz (2006).

Nas duas seções os dados oceanográficos foram coletados a partir de sondas operadas em embarcação que percorreu a seção transversal a intervalos de tempo regulares. Os

valores de velocidade e direção das correntes na coluna d'água foram obtidos com o auxílio de um correntômetro Doppler da RD Instruments (Rio Grande - 600 kHz) (**FIGURA 5.1.1.5-2**), em intervalos de 1 hora na seção transversal 1 e de 1/2 hora na seção transversal 2. O aparelho foi configurado para adquirir dados a cada dois metros da coluna d'água, com resolução horizontal média de 6 m.

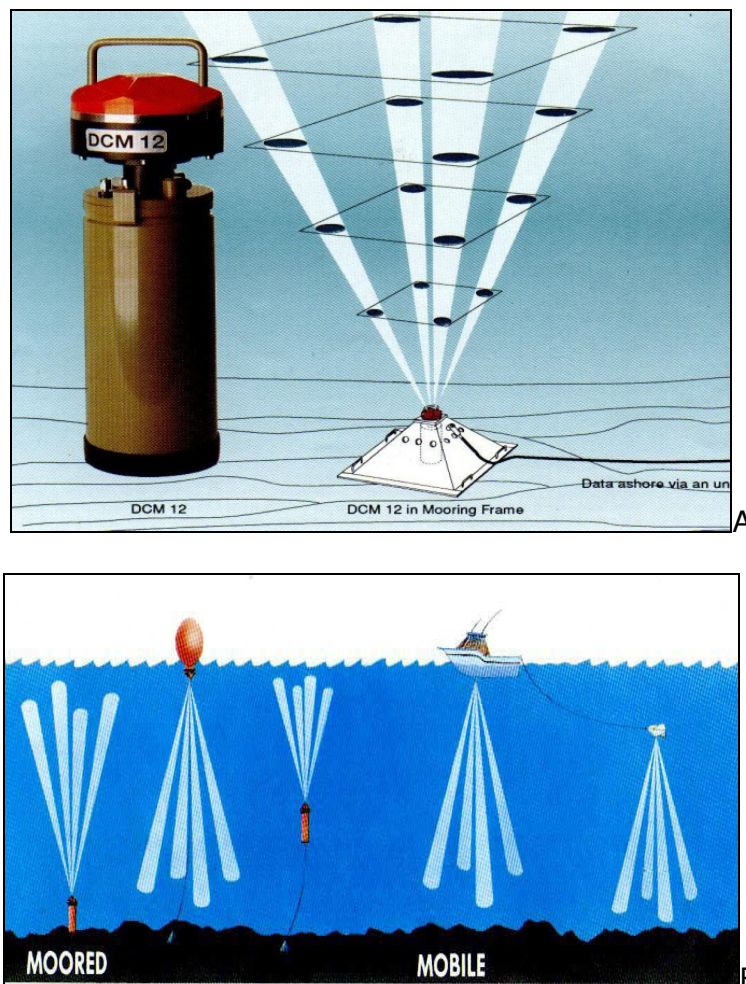


FIGURA 5.1.1.5- 2 – Imagem ilustrativa de um correntômetro Doppler da RD Instruments (A) e Opções de instalação de um correntômetro Doppler (RD Instruments - Data Sheet) (B).

As correntes foram medidas durante ciclos completos de maré. A representação gráfica dos resultados experimentais foi feita em relação ao eixo ortogonal (Oyz). Adotou-se a margem esquerda (ME - sentido oceano) como a margem de referência, e valores positivos (negativos) para os valores da velocidade durante a maré vazante (enchente). A componente da velocidade normal à seção transversal (velocidade longitudinal) foi denotada de u e velocidade média em uma vertical foi representada por \bar{u} . A velocidade média em toda a seção transversal foi denominada por U , enquanto que a velocidade média na maré enchente/vazante ficou representada por \bar{U} . Considerou-se que as estofas correspondem à $U=0$. A velocidade no fundo foi considerada nula, assumindo o

princípio de aderência (atrito máximo). As médias temporais de velocidade, bem como de salinidade, temperatura e sedimentos em suspensão foram determinadas para cada décimo da profundidade adimensional (Z), conforme metodologia apresentada em Miranda *et al.* (2002)⁷. O processamento dos dados do correntômetro e da sonda CTD foi feito com auxílio da rotina de matlab ProcED (Genz *et al.* 2009)⁸.

5.1.1.6. Assoreamento, necessidade de dragagem de aprofundamento e previsão de dragagens de manutenção

Caracterização das necessidades de dragagem

De acordo com o anteprojeto do Estaleiro do Paraguaçu, está prevista a dragagem de sedimentos na área contígua ao cais de acostamento do empreendimento, o intuito da dragagem é deixar esta área com uma profundidade de 10m, para viabilizar o trânsito das embarcações que transportarão material ao Estaleiro, tanto na sua fase de implantação como na fase de operação.

A área de dragagem foi calculada através da diferença entre a profundidade atual da área em frente ao cais de acostamento do empreendimento e a profundidade pretendida 10m. Para isto foi considerada a batimetria detalhada da área conforme apresentado no item 5.1.4 do presente estudo.

A dragagem será feita através de uma draga autotransportadora Hopper e tem uma previsão de 5 meses.

Caracterização geoquímica dos sedimentos na área de influência do empreendimento

A caracterização geoquímica dos sedimentos foi realizada através da análise de amostras de sedimentos coletadas ao longo do rio Paraguaçu, no período de 03/09/2009 a 06/09/2009 durante a campanha de inverno.

Para o presente estudo foi estabelecido um desenho amostral que compreendeu um conjunto de 21 estações para avaliação dos parâmetros requeridos na Resolução CONAMA nº344/04 Nível 1, sendo estes: Metais Pesados, Arsênio, Sólidos Totais, Carbono Orgânico Total, Nitrogênio Kjeldahl, Fósforo Total, Pesticidas, Hidrocarbonetos e Granulometria de sedimentos.

As estações foram previamente determinadas com bases cartográficas em função das áreas de influência do empreendimento e localizadas em campo com auxílio de um GPS (Sistema de Posicionamento Geográfico), sendo também medida a profundidade local com o auxílio de embarcações equipadas com sonda. A **TABELA 5.1.1.6-1** apresenta as Coordenadas Geográficas (UTM) dos pontos de amostragem, bem como a localização das áreas de coleta. O **ANEXO 5.1-2** apresenta o mapa de localização dos pontos de amostragem de sedimento.

⁷ Miranda, F; Castro, B; Kjerfve, B; *Princípios de Oceanografia Física de Estuários* (2002)

⁸ Genz, F., Cirano, M., Lessa, G.C. 2009. *ProcED: a matlab package for processing ADCP estuarine data*. Coastal Engineering (submitted).

O delineamento amostral adotado para o sedimento foi composto por cinco estações situadas a montante, a jusante e a frente do empreendimento no Porto de São Roque, compreendendo as estações de sedimento superficial do canal do rio Paraguaçu e 16 estações situadas na área do Corujão, compreendendo as estações da área de testemunho.

TABELA 5.1.1.6- 1 – Coordenadas Geográficas e localização dos pontos de coleta de sedimento (UTM- Datum SAD - 69) da campanha de inverno.

| PONTOS DE COLETA | LOCALIZAÇÃO | COORDENADAS | |
|------------------|---|-------------|---------|
| | | X | Y |
| Kit 01 | Canal do rio Paraguaçu, a montante do empreendimento. | 524887 | 8581945 |
| Kit 02 | Canal do rio Paraguaçu a montante do empreendimento e a 50m a leste do ponto Kit 01 | 514732 | 8583924 |
| Kit 03 | Canal do rio Paraguaçu, a jusante do empreendimento. | 522984 | 8581538 |
| Kit 04 | Canal do rio Paraguaçu a jusante do empreendimento e a 50m a leste do ponto Kit 03 | 522916 | 8581464 |
| Kit SR | Canal do rio Paraguaçu enfrente ao estaleiro de São Roque do Paraguaçu | 517250 | 8579226 |
| T1* | Corujão | 517703 | 8578522 |
| T2* | Corujão | 517821 | 8578458 |
| T3* | Corujão | 517981 | 8578373 |
| T4* | Corujão | 518138 | 8578290 |
| T6* | Corujão | 518399 | 8578150 |
| T7* | Corujão | 518508 | 8578096 |
| T8* | Corujão | 518595 | 8578050 |
| T9* | Corujão | 517622 | 8578392 |
| T10* | Corujão | 517761 | 8578325 |
| T11* | Corujão | 517985 | 8578280 |
| T12* | Corujão | 518117 | 8578219 |
| T14* | Corujão | 518361 | 8578101 |
| T15* | Corujão | 518396 | 8578051 |
| T16* | Corujão | 518471 | 8578022 |

* Amostras de superfície e sub- superfície.

As coletas de sedimento superficial efetuadas nas cinco estações de amostragem, que correspondem aos pontos Kit 01, Kit 02, Kit 03, Kit 04 e Kit SR, foram realizadas em único dia. Para tanto, foi mobilizada uma equipe de quatro coletores a bordo de uma embarcação de madeira do tipo escuna, equipada com sonda batimétrica e pau de carga que auxiliou na operação da draga utilizada.

As amostras foram coletadas inicialmente utilizando-se uma draga Van Veen de aço inox e logo após o içamento das mesmas, estas, eram depositadas em bandeja plásticas. Em seguida, o procedimento de coleta para análise do teor de matéria orgânica se deu manualmente, com a inserção de uma pá de plástico, recolhendo o material da totalidade da amostra obtida, desprezando a camada superficial da mesma. Tal procedimento foi executado em todas as estações de amostragem. O material foi devidamente acondicionado em recipientes plásticos e etiquetado com o código da estação.

Para a coleta das amostras de sedimento superficial para determinação de hidrocarbonetos, o procedimento de coleta se deu com a inserção manual de uma colher de aço inox, recolhendo-se o material da totalidade de sedimento obtida com a draga Van Veen e acondicionando-os em recipientes de vidro devidamente etiquetados.

As amostras de superfície e sub-superfície da área de testemunho, foram obtidas através de mergulho autônomo por dois mergulhadores profissionais (**FIGURA 5.1.1.6-1**), que utilizaram dois dias corridos para realização do trabalho. Com auxílio de um martelo, tubos de aço utilizados para coleta de hidrocarbonetos e tubos de PVC para coleta de metais foram fincados no substrato e assim foram retiradas as amostras de sedimento dos pontos amostrais pré-determinados. Após a coleta, em laboratório, foram retiradas alíquotas do topo do tubo (superfície) e alíquotas do fundo do tubo (sub-superfície), adotando o mesmo protocolo de processamento das amostras de sedimento superficial, ou seja, usando uma pá plástica e recipientes plásticos para análise de matéria orgânica e granulometria e uma colher de aço inox e recipientes de vidro para análise de hidrocarbonetos

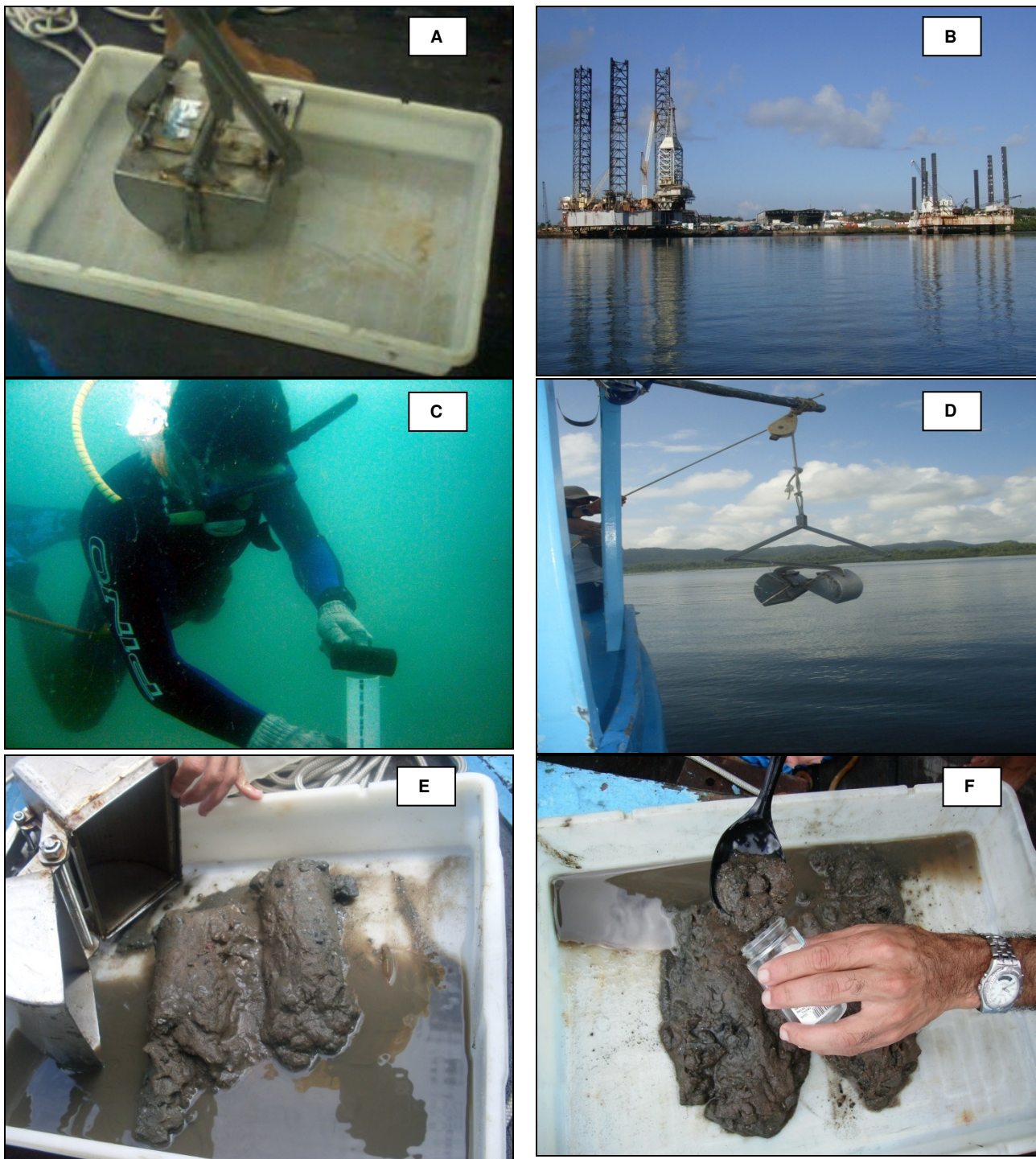


FIGURA 5.1.1.6- 1 – A – Draga Van Veen I; B – Estaleiro de São Roque; C – Coleta com tubo PVC, D – Pau de carga; E – Bandeja plástica; F – Acondicionamento da amostra em recipiente adequado

Acondicionamento e envio das amostras

Todas as amostras de sedimento foram acondicionadas em caixas isotérmicas (isopor) contendo gelo, o que permitia a manutenção dos recipientes a uma temperatura estimada de 4 °C. Após a coleta as amostras foram encaminhadas ao laboratório BIOAGRI em Piracicaba-SP, por via aérea.

Parâmetros de amostragem

Os parâmetros selecionados para a avaliação da qualidade de sedimentos do canal do rio Paraguaçu que compreendem os sedimentos superficiais e sub-superficiais estão apresentados na **TABELA 5.1.1.6-2**. Nesta também são apresentadas as seguintes informações: unidades de medida, limites de quantificação, códigos das metodologias de análise empregada e valores máximos permitidos pelo CONAMA nas resoluções 344/04 Níveis 1 e 2.

TABELA 5.1.1.6- 2 - Parâmetros, unidades de medida, limites de quantificação (LQ), métodos de análise e limites CONAMA 344/04 Níveis 1 e 2 selecionados para avaliação dos sedimentos superficiais e sub-superficiais.

| PARÂMETROS | UNID. | LQ * | MÉTODO DE ANÁLISE | LIMITE CONAMA 344 Nível 1 VMP | LIMITE CONAMA 344 Nível 2 VMP |
|--------------------------------|-------|-------|----------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Porcentagem de Sólidos | % p/p | 0,05 | SMEWW 2540 - B | - | - |
| Arsênio | mg/kg | 1 | EPA 3051 + EPA 6010 B | 8,2 | 70 |
| Cádmio | mg/kg | 0,1 | EPA 3051 + EPA 6010 B | 1,2 | 9,6 |
| Chumbo | mg/kg | 1 | EPA 3051 + EPA 6010 B | 46,7 | 218 |
| Cobre | mg/kg | 1 | EPA 3051 + EPA 6010 B | 34 | 270 |
| Cromo | mg/kg | 1 | EPA 3051 + EPA 6010 B | 81 | 370 |
| Merúrio | mg/kg | 0,059 | EPA 3051 + EPA 245.7 | 0,15 | 0,71 |
| Níquel | mg/kg | 1 | EPA 3051 + EPA 6010 B | 20,9 | 51,6 |
| Zinco | mg/kg | 1 | EPA 3051 + EPA 6010 B | 150 | 410 |
| BHC Alfa | µg/kg | 0,22 | EPA SW 846 - 8270C / USEPA 3550B | 0,32 | 0,99 |
| BHC Beta | µg/kg | 0,22 | EPA SW 846 - 8270C / USEPA 3550B | 0,32 | 0,99 |
| BHC Delta | µg/kg | 0,22 | EPA SW 846 - 8270C / USEPA 3550B | 0,32 | 0,99 |
| BHC Gama | µg/kg | 0,22 | EPA SW 846 - 8270C / USEPA 3550B | 0,32 | 0,99 |
| Cis Clordano | µg/kg | 0,71 | EPA SW 846 - 8270C / USEPA 3550B | 2,26 | 4,79 |
| Trans Clordano | µg/kg | 0,71 | EPA SW 846 - 8270C / USEPA 3550B | 2,26 | 4,79 |
| DDD (isômeros) | µg/kg | 0,36 | EPA SW 846 - 8270C / USEPA 3550B | 1,22 | 180 |
| DDE (isômeros) | µg/kg | 0,36 | EPA SW 846 - 8270C / USEPA 3550B | 2,07 | 7,81 |
| DDT (isômeros) | µg/kg | 0,36 | EPA SW 846 - 8270C / USEPA 3550B | 1,19 | 374 |
| Dieldrin | µg/kg | 0,43 | EPA SW 846 - 8270C / USEPA 3550B | 0,71 | 4,77 |
| Endrin | µg/kg | 0,43 | EPA SW 846 - 8270C / USEPA 3550B | 2,67 | 4,3 |
| PCB's (soma - lista holandesa) | µg/kg | 4,93 | EPA SW 846 - 8270C / USEPA 3550B | 22,7 | 62,4 |
| Benzo(a)antraceno | µg/kg | 70,5 | EPA SW 846 - 8270C / USEPA 3550B | 74,8 | 693 |
| Benzo(a)pireno | µg/kg | 70,5 | EPA SW 846 - 8270C / USEPA 3550B | 88,8 | 763 |
| Criseno | µg/kg | 70,5 | EPA SW 846 - 8270C / USEPA 3550B | 108 | 846 |
| Dibenzo(a,h)antraceno | µg/kg | 0,71 | EPA SW 846 - 8270C / USEPA 3550B | 6,22 | 135 |
| Acenafteno | µg/kg | 70,5 | EPA SW 846 - 8270C / USEPA 3550B | 16 | 500 |
| Acenaftileno | µg/kg | 70,5 | EPA SW 846 - 8270C / USEPA 3550B | 44 | 640 |
| Antraceno | µg/kg | 70,5 | EPA SW 846 - 8270C / USEPA 3550B | 85,3 | 1100 |
| Fenantreno | µg/kg | 70,5 | EPA SW 846 - 8270C / USEPA 3550B | 240 | 1500 |
| Fluoranteno | µg/kg | 70,5 | EPA SW 846 - 8270C / USEPA 3550B | 600 | 5100 |
| Fluoreno | µg/kg | 70,5 | EPA SW 846 - 8270C / USEPA 3550B | 19 | 540 |
| 2-Metilnaftaleno | µg/kg | 70,5 | EPA SW 846 - 8270C / USEPA 3550B | 70 | 670 |
| Naftaleno | µg/kg | 70,5 | EPA SW 846 - 8270C / USEPA 3550B | 160 | 2100 |

| PARÂMETROS | UNID. | LQ * | MÉTODO DE ANÁLISE | LIMITE CONAMA 344 Nível 1 VMP | LIMITE CONAMA 344 Nível 2 VMP |
|-------------------------------------|-------|------|----------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Pireno | µg/kg | 70,5 | EPA SW 846 - 8270C / USEPA 3550B | 665 | 2600 |
| Soma de PAHs | µg/kg | - | EPA SW 846 - 8270C / USEPA 3550B | 3000 | - |
| Carbono Orgânico Total | % p/p | 0,05 | IAC - 1989. | 10 | 10 |
| Nitrogênio Total Kjeldahl | mg/kg | 6 | SMEWW 4500 | 4800 | 4800 |
| Fósforo | mg/kg | 1 | EPA 3051 + EPA 6010 B | 2000 | 2000 |
| Areia Muito Grossa (2 a 1 mm) | g/kg | - | ISO 13320-1/1999 | - | - |
| Areia Grossa (1 a 0,5 mm) | g/kg | - | ISO 13320-1/1999 | - | - |
| Areia Média (0,5 a 0,25 mm) | g/kg | - | ISO 13320-1/1999 | - | - |
| Areia Fina (0,25 a 0,125 mm) | g/kg | - | ISO 13320-1/1999 | - | - |
| Areia Muito Fina (0,125 a 0,062 mm) | g/kg | - | ISO 13320-1/1999 | - | - |
| Silte (0,062 a 0,00394 mm) | g/kg | - | ISO 13320-1/1999 | - | - |
| Argila (0,00394 a 0,0002 mm) | g/kg | - | ISO 13320-1/1999 | - | - |

* Valores máximos de LQ para as amostras analisadas

5.1.1.7 Modelagem

A metodologia dos estudos de modelagem numérica que objetivam demonstrar as prováveis interferências da implantação do empreendimento sobre os padrões de circulação hidrodinâmica, de transporte sedimentar na AID, advecção das plumas de dragagem e descarte do material dragado, advindas das intervenções das estruturas a serem construídas, aterros e possíveis alterações batimétricas serão apresentadas no **ANEXO 5.1-3**.

5.1.2. Clima e Condições Meteorológicas

Os principais sistemas meteorológicos que atuam sobre o setor leste do Nordeste do Brasil, inclusive na região de estudo, são as frentes frias, sistemas de brisa marítima e terrestre e os vórtices ciclônicos da troposfera superior (Kousky, 1979⁹; Kousky, 1980¹⁰; Kousky e Gan, 1981¹¹). Todos esses sistemas são importantes na produção de ventos e agem diferentemente de ano para ano, e de acordo com a época de atuação, duração, estrutura e intensidade dos mesmos. Assim, o padrão da circulação atmosférica observado na região de estudo é bem complexo (CRA, 2001)¹².

A seguir são apresentados os resultados das análises das condições climáticas e meteorológicas vigentes na região do São Roque do Paraguaçu, pertencente à Baía de Todos os Santos. No **ANEXO 5.1-4** são apresentados os valores de pressão, direção e velocidade dos ventos, temperatura e precipitação obtidos, em monitoramento de campo, e juntamente ao INMET.

5.1.2.1. Temperatura

De acordo a análise dos dados das normais climatológicas obtidas no INMET - Instituto Nacional de Meteorologia nota-se que os valores ao longo dos períodos vêm sofrendo o aumento de 0,5°C a 1,0°C (período de 1931 a 1960, período de 1961 a 1990 e período de 1990 a 2008) sendo também observado para os três períodos um comportamento sazonal. No verão, principalmente nos meses de Janeiro, Fevereiro e Março registram-se as maiores temperaturas, já nos meses de Julho e Agosto, que correspondem ao período de inverno, foram observados os menores valores de temperatura (**FIGURAS 5.1.2.1-1, 5.1.2.1-2 e 5.1.2.1-3**).

Nas **FIGURAS 5.1.2.1-1, 5.1.2.1-2 e 5.1.2.1-3** são apresentados os valores de temperatura mínima, máxima e média respectivamente para um período de 78 anos¹³, sendo a curva vermelha representativa do período de 1931 e 1960, a verde de 1961 a 1990 e a cinza de 1990 a 2008.

⁹ KOUSKY, V. E., 1979, Frontal influences on Northeast Brazil, *Mon. Wea. Rev.*, 107, 1140-1153

¹⁰ KOUSKY, V. E. 1980, *Diurnal rainfall variation on Northeast Brazil*, *Mon. Wea. Rev.* 108, 488- 498.

¹¹ KOUSKY, V. E., e GAN, A., 1981, Upper tropospheric cyclonic vortices in the tropical South Atlantic, *Tellus*, 33, 538-551

¹² CRA - Centro de Recursos Ambientais – *Estudos Científicos*, 2001. (Atual IMA – Instituto do Meio Ambiente).

¹³ Períodos de 1931 a 1960, de 1961 a 1990 e 1990 a 2008.

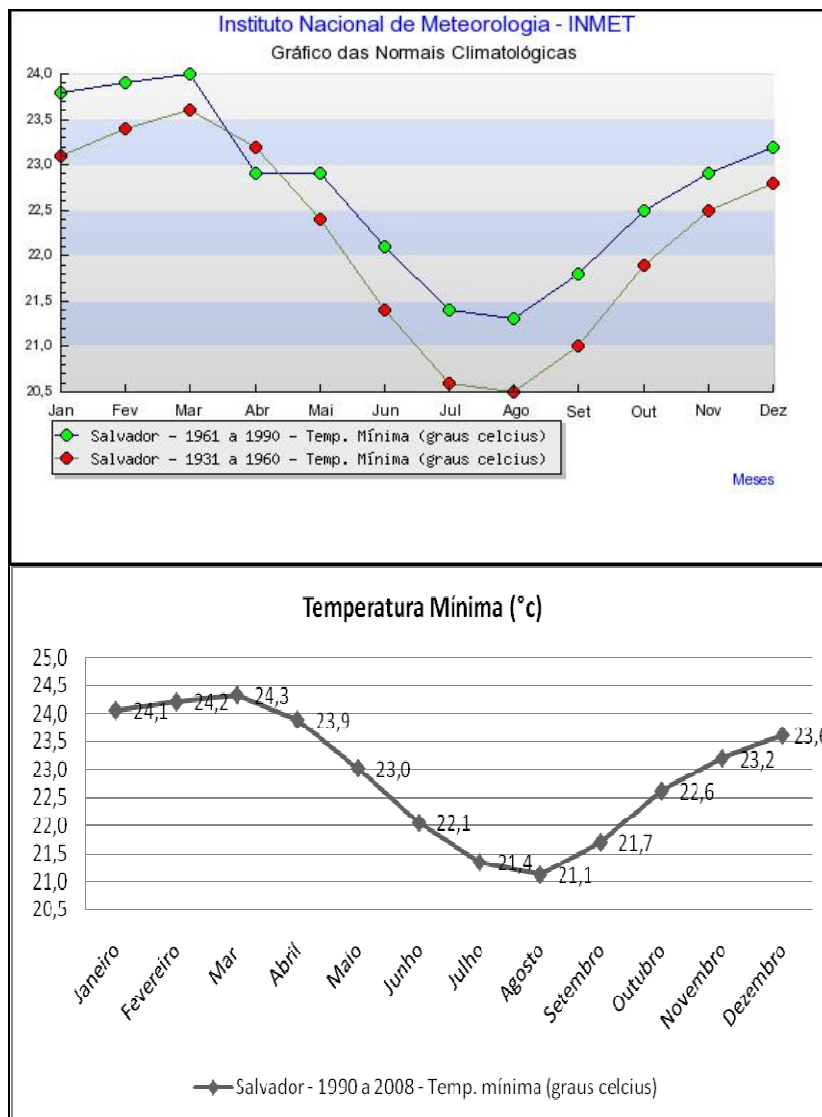


FIGURA 5.1.2.1- 1- Gráfico da Temperatura Mínima, obtido a partir das Normais Climatológicas do INMET para a Estação de Salvador- FONTE: INMET, acessado em 2009.

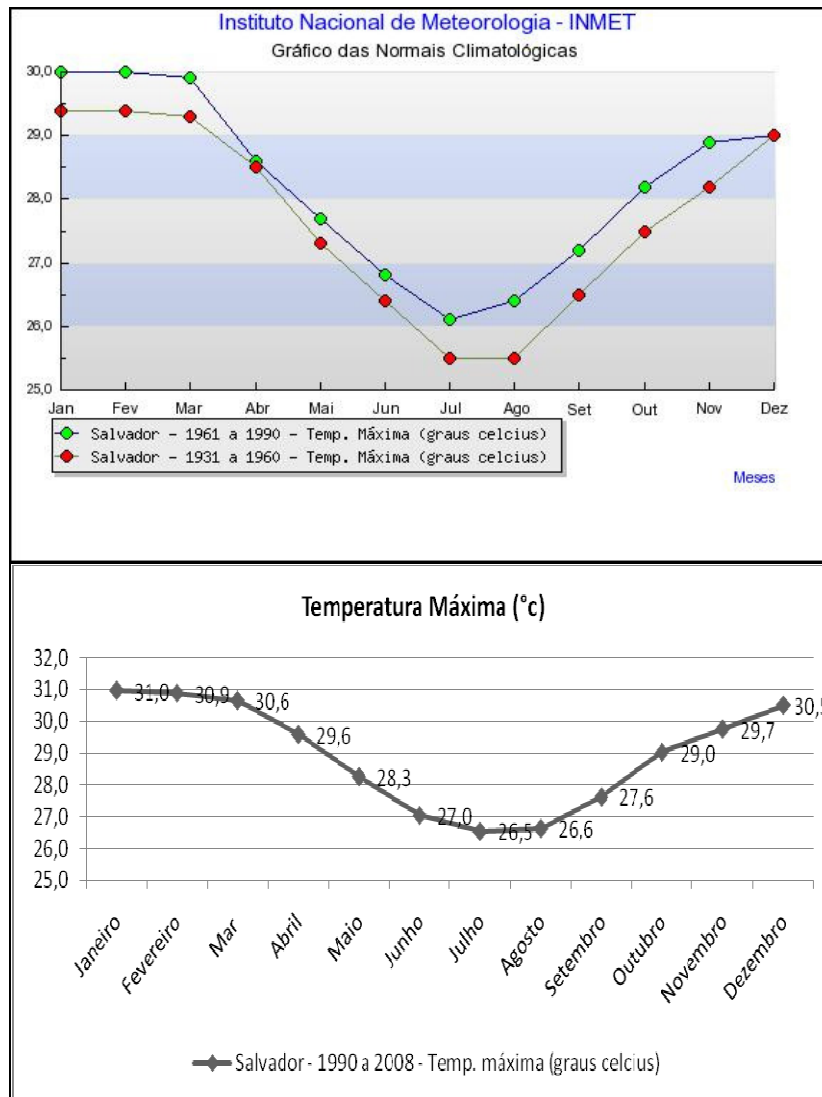


FIGURA 5.1.2.1- 2- Gráfico da Temperatura Máxima, obtido a partir das Normais Climatológicas do INMET para a Estação de Salvador- FONTE: INMET, acessado em 2009.

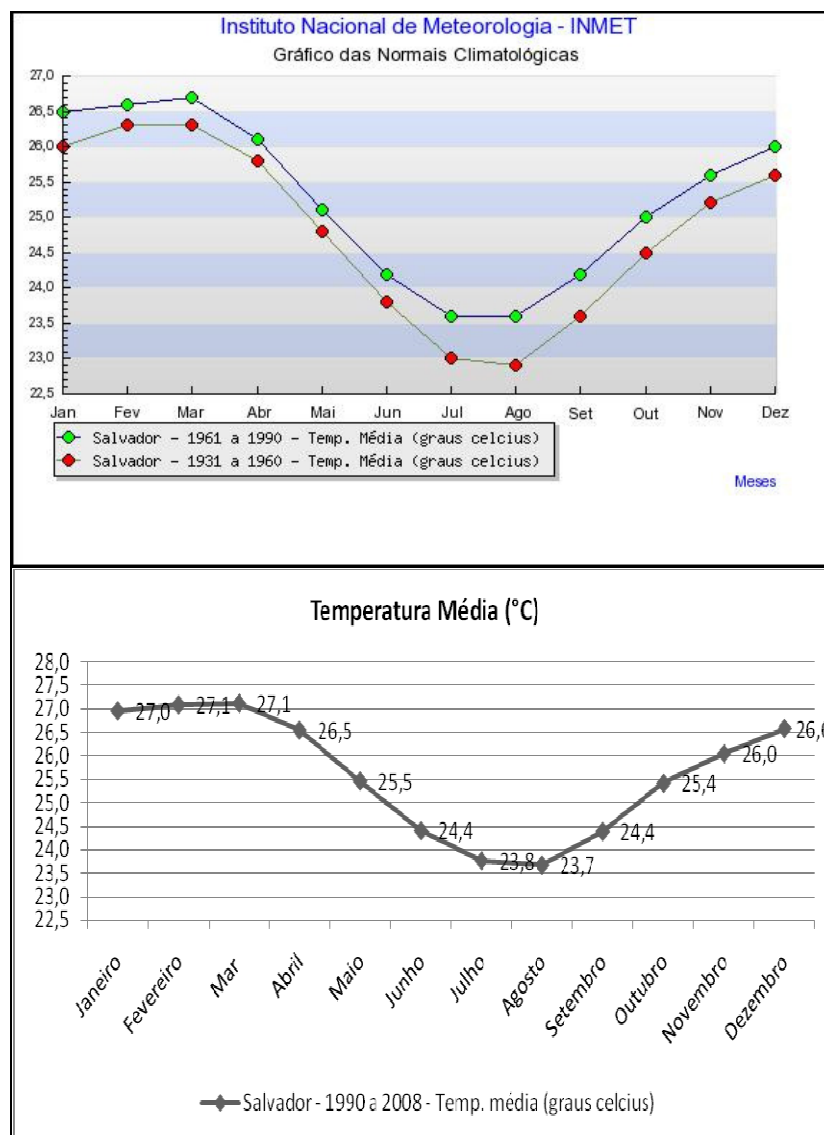


FIGURA 5.1.2.1- 3– Gráfico da Temperatura Média, obtida a partir das Normais Climatológicas do INMET para a Estação de Salvador - FONTE: INMET, acessado em 2009.

Segundo Genz, 2006, a temperatura média anual na região do estuário do Rio Paraguaçu é de 24°C, com amplitude térmica anual de 5°C, sendo a média mensal mínima de 21°C e a máxima de 26°C. Os meses de Novembro a Março são os que apresentam maiores temperaturas e Julho e o mês de Agosto as menores.

Os dados meteorológicos obtidos em campo entre os dias 09 e 11/03/2009 mostram a influência da insolação na variação da temperatura, pressão e ventos. A variação de temperatura apresentou uma amplitude de 11,2°C, tendo variado entre um mínimo de 23,9°C e um máximo de 35,1°C (**FIGURA 5.1.2.1-1**). Conforme descrito por Lessa *et. al.* (2009)¹⁴, em situação de tempo estável e ausência de sistemas frontais, temperaturas mais elevadas à tarde diminuem a pressão atmosférica (**FIGURA 5.1.2.1-4**) e forçam a

¹⁴ Lessa GC, Cirano M, Genz F, Tanajura C e Silva R. 2009. *A Oceanografia da Física da Baía de Todos os Santos*. In: J. Andrade e V. Hatje (Eds), Baía de Todos os Santos. EDUFBA (no prelo).

entrada da brisa marítima na BTS. No período noturno as temperaturas mais frias elevam a pressão atmosférica e invertem a direção dos ventos, com o estabelecimento de uma fraca brisa terrestre.

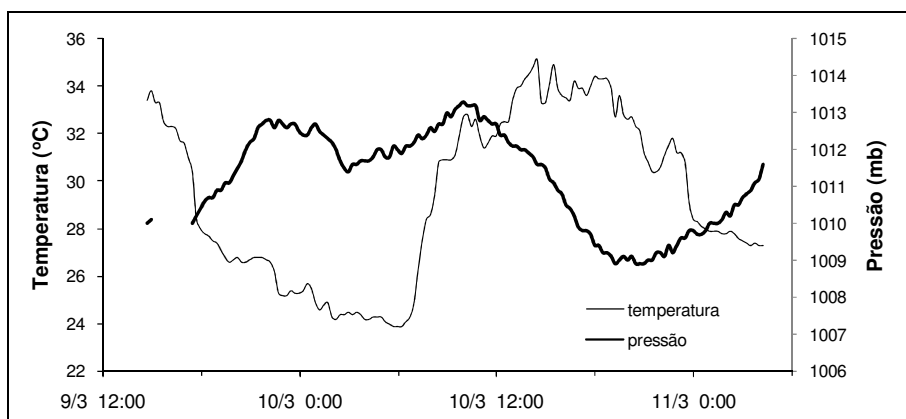


FIGURA 5.1.2.1- 4 – Variação da temperatura do ar e pressão atmosférica durante o período de monitoramento.

5.1.2.2. Precipitação

Os dados de precipitação obtidos através das normais climatológicas no INMET apresentam variação da precipitação ao longo de 78 anos (1931 a 1960, 1961 a 1990 e de 1990 a 2008). No qual se observa os valores máximos de precipitação entre os meses de Abril a Julho para ambos os períodos e os valores mínimos foram registrados nos meses de Dezembro e Janeiro, correspondentes ao período do verão, caracterizado por baixas frequências de precipitação. (**FIGURA 5.1.2.2-1**)

Na **FIGURA 5.1.2.2-2** é apresentado o valor médio de ocorrência de precipitação máxima em um período de 24 horas. Nota-se que o mês de Abril apresentou resultado superior a 350mm (para os períodos de 1931 a 1960 e 1960 a 1990).

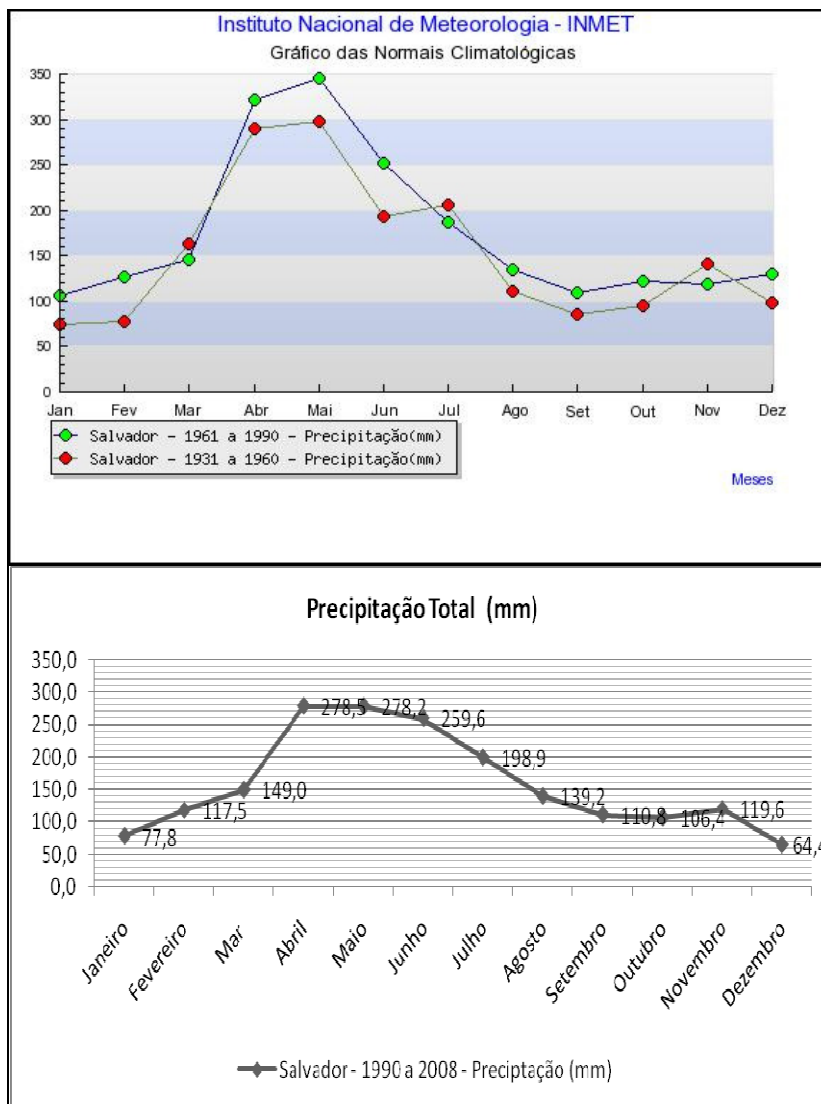


FIGURA 5.1.2.2- 1 – Gráfico da Precipitação Média (mm), obtido das Normais Climatológicas do INMET para a Estação de Salvador - FONTE: INMET acessado em 2009.

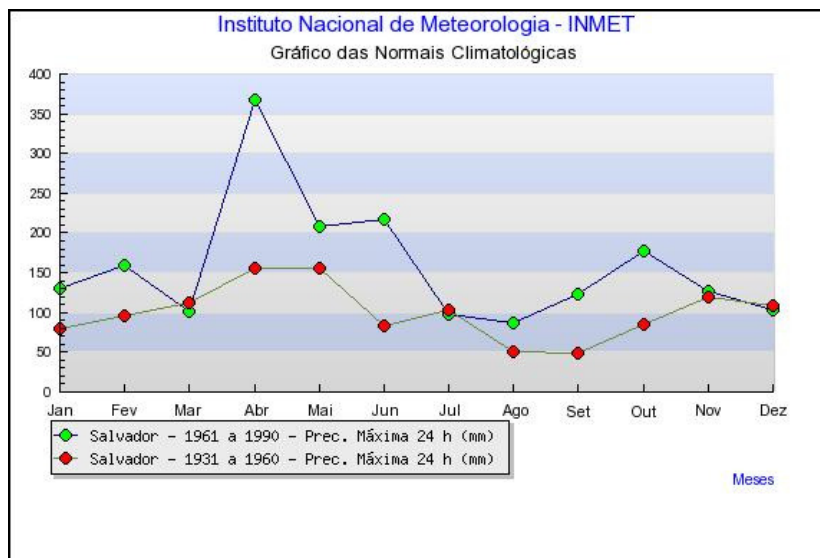


FIGURA 5.1.2.2- 2 – Gráfico da Precipitação Máxima 24hrs (mm) obtido das Normais Climatológicas do INMET para a Estação de Salvador - FONTE: INMET acessado em 2009.

Em relação aos dados obtidos de medições em campo, notou-se que no dia 10/3 houve dois eventos de 0,5mm (garoa), e no dia 11/03 entre 2:00 e 4:00 horas da manhã ocorreu uma rápida precipitação, a qual se caracterizou como chuva torrencial. No **ANEXO 5.1-4** são apresentados os valores de precipitação medidos durante o monitoramento de campo realizado entre os dias 10 e 11 de março de 2009.

5.1.2.3. Evaporação

De acordo com a análise do gráfico (**FIGURA 5.1.2.3-1**) é possível observar que o período de 1931 a 1960 apresentou os maiores valores de evaporação em relação ao período de 1961 a 1990, porém a variação sazonal foi à mesma para ambos os períodos. O mês de Janeiro apresentou o maior valor de evaporação em relação aos outros meses.

Um fator que deve ser observado é a relação inversamente proporcional entre a evaporação e a precipitação, no que relaciona os mínimos de precipitação com o máximo de evaporação. Os valores da evaporação foram obtidos para os períodos de 1931 a 1960 (vermelho) e 1961 a 1990 (verde) são apresentados na **FIGURA 5.1.2.3-1**.

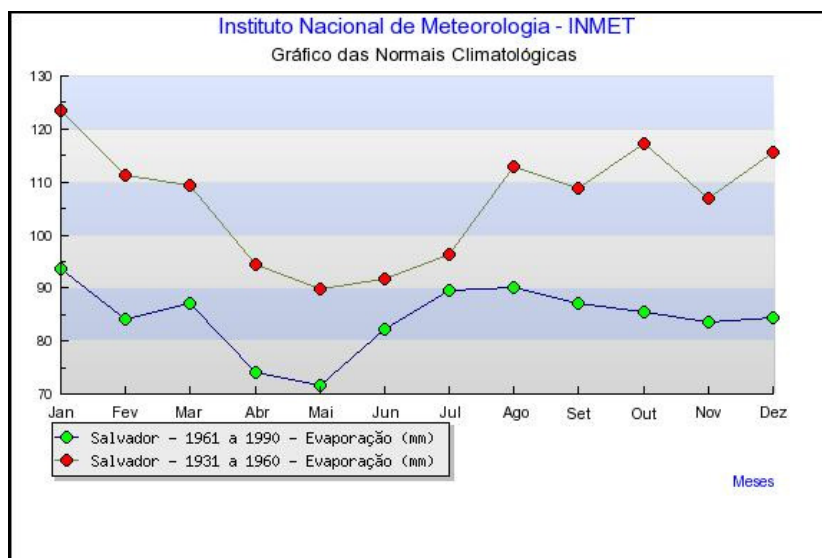


FIGURA 5.1.2.3- 1 – Gráfico da Evaporação (mm) obtido das Normais Climatológicas do INMET para a Estação de Salvador - FONTE: INMET acessado em 2009.

5.1.2.4. Umidade Relativa

Os valores de umidade relativa são apresentados na **FIGURA 5.1.2.4-1**. De acordo com a análise do gráfico é possível observar que em relação aos dois períodos (1931 a 1960 e 1961 a 1990) as variações de umidade relativa não ultrapassam 2%. Apesar da reduzida diferença entre os dois períodos, em geral o período de 1961 a 1990 apresentou percentagens de umidade relativa maiores que o período de 1931 a 1960.

Quando comparamos os dois períodos anteriores com o período de 1990 a 2008 nota-se uma queda de aproximadamente 10% da umidade relativa do ar. Observando a **FIGURA 5.1.2.4-1** é notado que o mês de Maio apresentou maiores valores de umidade relativa, sendo superior a 80% no período de 1961 a 1990.

A umidade relativa do ar apresenta dois períodos distintos: 1) o período chuvoso, de abril a setembro, com mais de 78%, chegando ao máximo de 85% em julho; 2) o período seco, de outubro a março, com menos de 75%, baixando para o mínimo de 66% de outubro a fevereiro (BAHIA, 1984 *apud* GENZ, 2006).

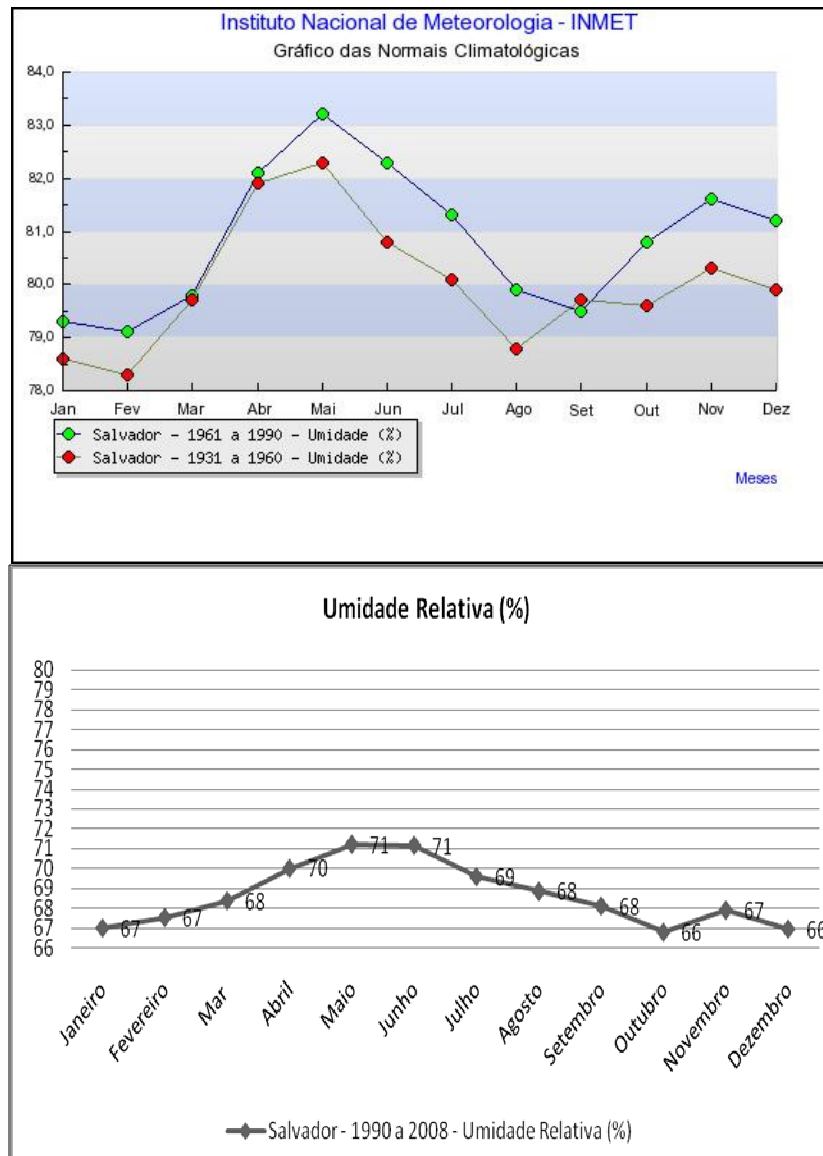


FIGURA 5.1.2.4- 1 – Gráfico da Umidade Relativa (%) obtido das Normais Climatológicas do INMET para a Estação de Salvador - FONTE: INMET acessado em 2009.

5.1.2.5. Pressão Atmosférica

Os valores da Pressão Atmosférica são apresentados na **FIGURA 5.1.2.5-1**. Analisando o gráfico percebe-se que os valores do período de 1931 a 1960 são maiores quando comparados ao período de 1961 a 1990. Nota-se uma variação sazonal igual para os dois períodos, sendo os valores mínimos apresentado no mês de Dezembro e os máximos no mês de Julho.

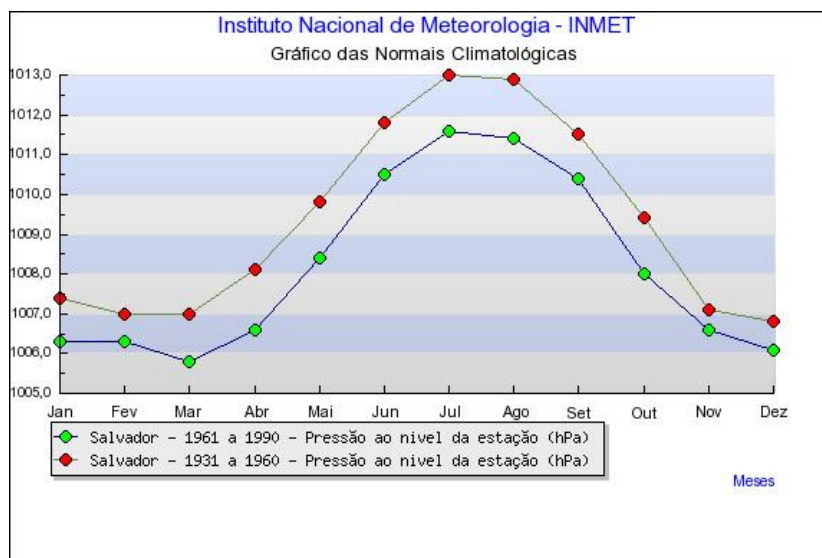


FIGURA 5.1.2.5- 1 – Gráfico da Pressão Atmosférica (hPa) obtido das Normais Climatológicas do INMET para a Estação de Salvador - FONTE: INMET acessado em 2009.

5.1.2.6. Regime dos Ventos

Segundo Cirano e Lessa, 2002¹⁵ *apud* Genz, 2006, os ventos na BTS seguem um padrão diário de fortes brisas marinhas (Leste) durante o dia e brisas continentais calmas durante a noite (Norte). A velocidade média foi 3,2m/s. No período de inverno (velocidade média de 4m/s), com a chegada de frentes frias, os ventos de sudeste (SE) apresentam maior variabilidade de intensidade e direção.

Climatologicamente, segundo a estação meteorológica de Salvador, o vento tem direção predominante de sudeste (SE), durante quase todo o ano, a exceção dos meses de Novembro, Dezembro e Janeiro, quando a freqüência dos ventos é de leste (E) e sudeste/nordeste (SE/NE) na faixa leste da Bahia. A velocidade média anual é em torno de 2,2 m/s, conforme pode se verificar na **TABELA 5.1.2.6-1** e nas **FIGURAS 5.1.2.6-1** e **5.1.2.6-2**.

¹⁵ Cirano, M; Lessa, G. 2002. Oceanographic characteristics of Baía de Todos os os Santos, Brazil: circulation, seasonal variations and interactions with the coastal zone. 11th Biennial Conf. on Physics of Estuaries and Coastal Seas (PECS), Hamburgo (Alemanha).

TABELA 5.1.2.6- 1 – Normais Climatológicas (1961 a 1990) – Estação de Salvador, Bahia -

| Mês | Pressão (mb) | Temperaturas | | | | | Umidade Relativa (%) | Precip. Total (mm) | Precipitação | | | Insol Total (h) | Vento | |
|-----|--------------|--------------|-------|-------|-------|-------|----------------------|--------------------|--------------|-------|---------------|-----------------|-------|------------|
| | | Md/mx | Md/mm | Mx/Ab | Mn/Ab | Md/Cp | | | Max. (mm) | Data | n° dias Chuva | | Dir. | Vel. (m/s) |
| | | Graus C. | | | | | | | | | | | | |
| Jan | 1006,3 | 29,9 | 23,7 | 33,6 | 21,8 | 26,5 | 79,4 | 102,4 | 130,8 | 12/88 | 13 | 245,6 | E | 2,1 |
| Fev | 1006,3 | 30 | 23,9 | 34,4 | 21,9 | 26,6 | 79 | 122,1 | 159 | 06/80 | 15 | 226,4 | SE | 2 |
| Mar | 1005,8 | 30 | 24,1 | 34,7 | 22,3 | 26,7 | 79,8 | 148 | 100,9 | 16/69 | 18 | 231,1 | SE | 2 |
| Abr | 1006,6 | 28,6 | 22,9 | 32,8 | 21,2 | 25,2 | 82,2 | 326,2 | 367,2 | 27/71 | 21 | 189,7 | SE | 2,3 |
| Mai | 1008,3 | 27,7 | 23 | 31,5 | 21,3 | 25,2 | 83,1 | 349,5 | 208,4 | 22/66 | 24 | 174,3 | SE | 2,3 |
| Jun | 1010,4 | 26,5 | 22,1 | 31,8 | 20,3 | 24,3 | 82,3 | 251 | 217,5 | 03/78 | 23 | 167,2 | SE | 2,3 |
| Jul | 1011,5 | 26,2 | 21,4 | 30,6 | 19,8 | 23,6 | 81,5 | 184,9 | 97,8 | 14/90 | 23 | 181,2 | SE | 2,5 |
| Ago | 1011,4 | 26,4 | 21,3 | 31,3 | 19,9 | 23,7 | 80 | 134,1 | 86,1 | 22/71 | 20 | 202,6 | SE | 2,4 |
| Set | 1010,4 | 27,2 | 21,8 | 29,8 | 20,2 | 24,2 | 79,6 | 109,5 | 123,7 | 19/89 | 16 | 211,4 | SE | 2,4 |
| Out | 1008,2 | 28,01 | 22,5 | 32,2 | 20,9 | 25 | 80,7 | 123 | 178 | 27/90 | 14 | 228 | SE | 2,3 |
| Nov | 1006,7 | 28,9 | 22,9 | 32,1 | 21 | 25,5 | 81,5 | 119 | 126,5 | 24/64 | 14 | 213,6 | SE/NE | 2,3 |
| Dez | 1006,2 | 29 | 23,2 | 32,5 | 21,4 | 26 | 81,1 | 130,6 | 104 | 31/90 | 14 | 224,7 | E | 2,2 |
| Ano | 1008,2 | 28,2 | 22,7 | 34,7 | 19,8 | 25,2 | 80,8 | 2100,2 | | | 18 | 2495,8 | SE | 2,2 |

Fonte: INMET.

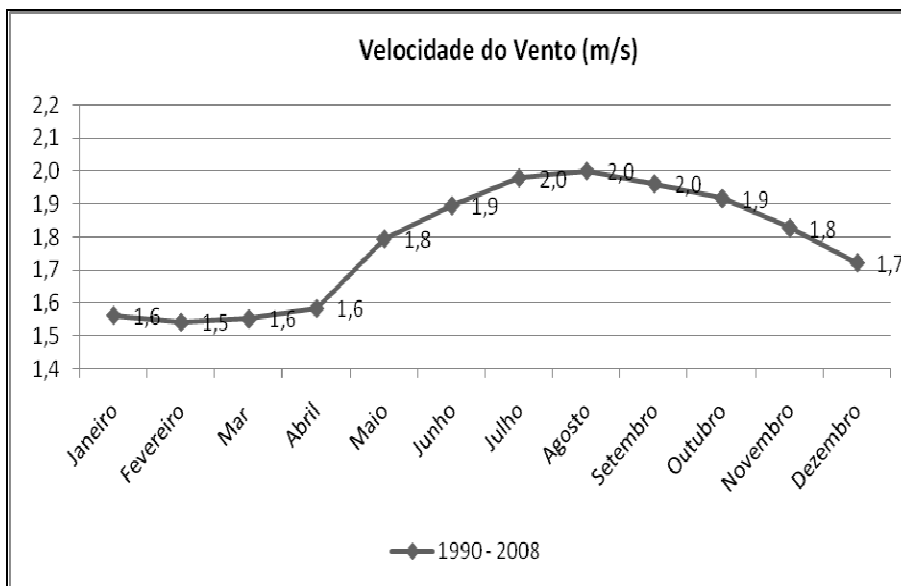


FIGURA 5.1.2.6- 1 - Velocidade do vento médio registrado ao longo dos anos de 1990 a 2008 – Estação de Salvador, Bahia.

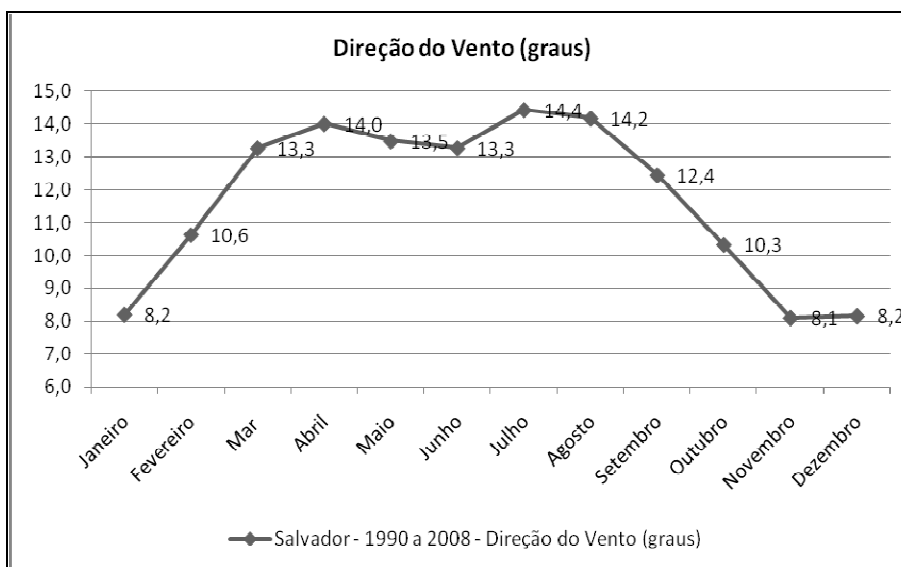


FIGURA 5.1.2.6- 2- Direção do vento médio registrado ao longo dos anos de 1990 a 2008 – Estação de Salvador, Bahia.

As direções predominantes do vento, durante quase todo o período, foram de Sudeste (SE), Sul-Sudeste (SSE) e Oeste-Sudoeste (WSW) (**FIGURA 5.1.2.6-3**). Observa-se também, que os maiores valores da velocidade instantânea dos ventos foram registrados nessas mesmas direções e ficaram entre 4 e 9,6 m/s.

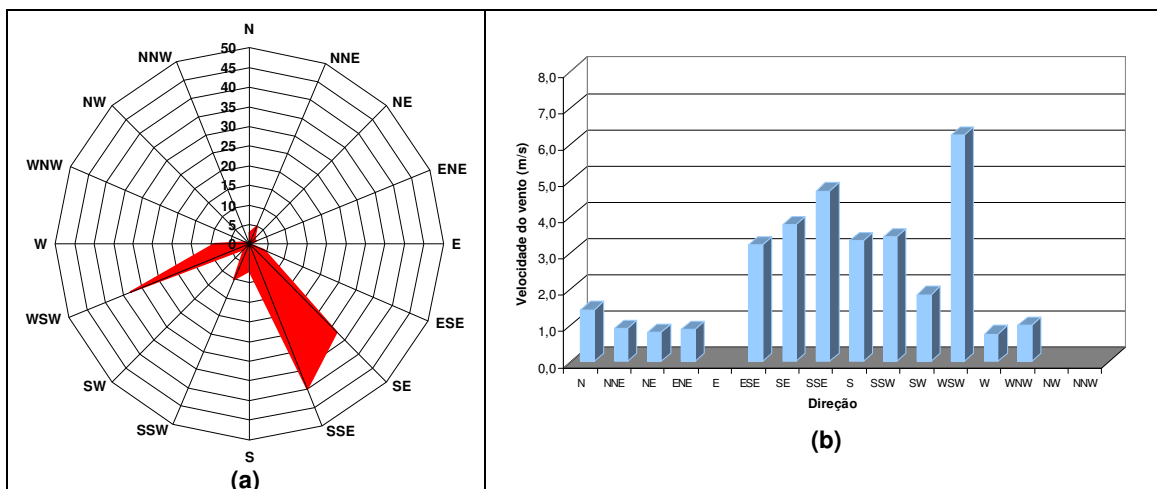


FIGURA 5.1.2.6- 3 – Comportamento do vento, dias 09 e 10 de março de 2009.

Comportamento da direção do vento a cada seis horas

Nas primeiras 06 horas do dia 09 de março, a maior frequência dos ventos foi de WSW (**FIGURA 5.1.2.6-4**). No intervalo seguinte, entre 21h00 do dia 09 e as 02h45 do dia 10 de março, observou-se frequências nas direções SE, W e WSW. A direção SSE foi predominante durante o período de tempo das 03h00 as 08h50 do dia 10, essa mesma direção manteve-se entre 09h00 – 14h50. Nas últimas seis horas do período, prevaleceram as direções de WSW e SE.

Essas mudanças nas direções dos ventos observadas, durante todos os intervalos de tempo analisados, indicam que os mesmos estiveram sob a influência dos sistemas de brisas, pois durante esses dias não houve atuação de nenhum sistema meteorológico de grande escala na região.

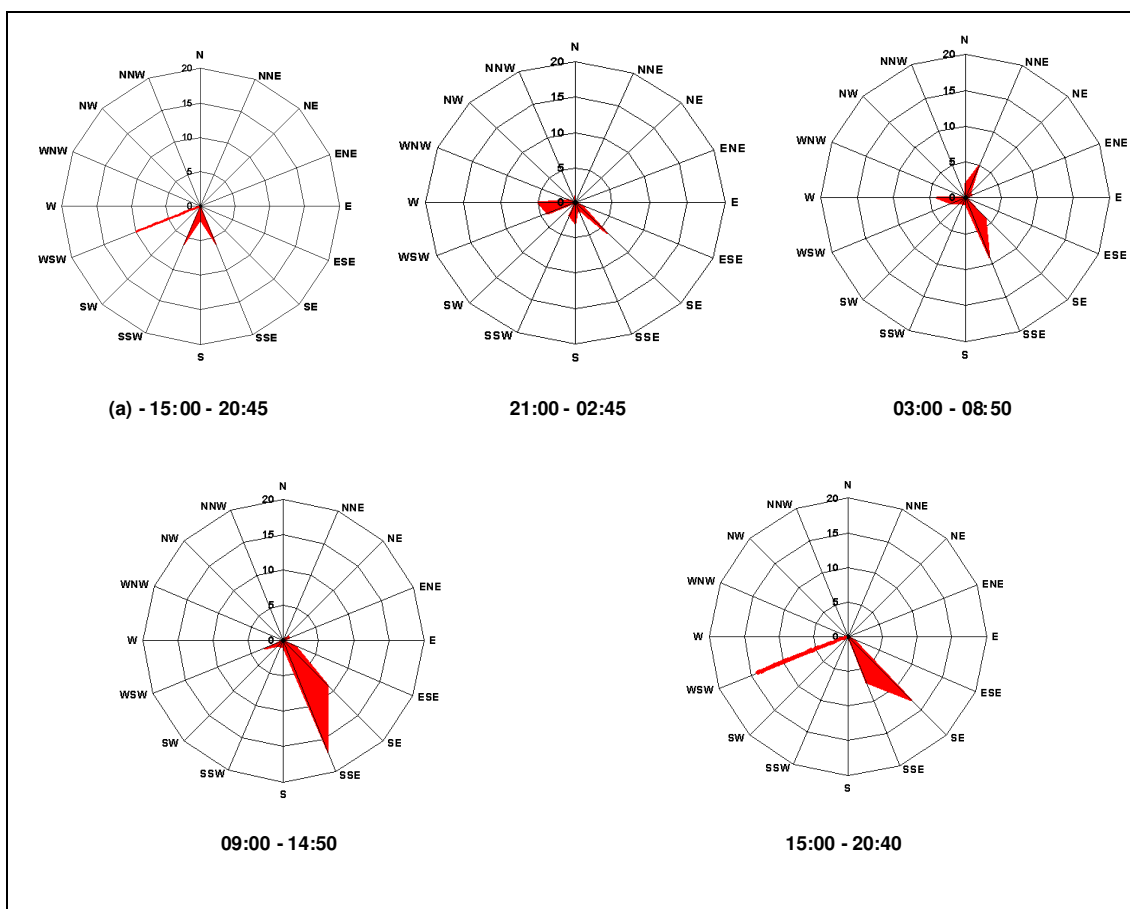


FIGURA 5.1.2.6- 4 - Variação da direção dos ventos a cada seis horas – UTC para o período de 09 a 10 de março de 2009 na região de estudo.

Com o objetivo de verificar que não houve sistemas meteorológicos de grande escala atuando sobre a região de estudo e sim sistemas locais, comparou-se o comportamento dos ventos dessa área com as localidades de Salvador, Cruz das Almas e Amargosa (**FIGURA 5.1.2.6-5**). Dados horários de vento destas localidades e para o mesmo período foram analisados nas **FIGURAS 5.1.2.6-6 a 5.1.2.6-8**.

Durante todo o período em Cruz das Almas (**FIGURA 5.1.2.6-6**), as direções predominantes foram de SE e SSE. Observa-se que, os maiores valores médios da velocidade dos ventos foram registrados nas direções Leste (E) e Leste-Sudeste (ESE) e ficaram em torno de 4,0 m/s.



FIGURA 5.1.2.6- 5 – Localização esquemática das estações meteorológicas no entorno da área de estudo - INMET.

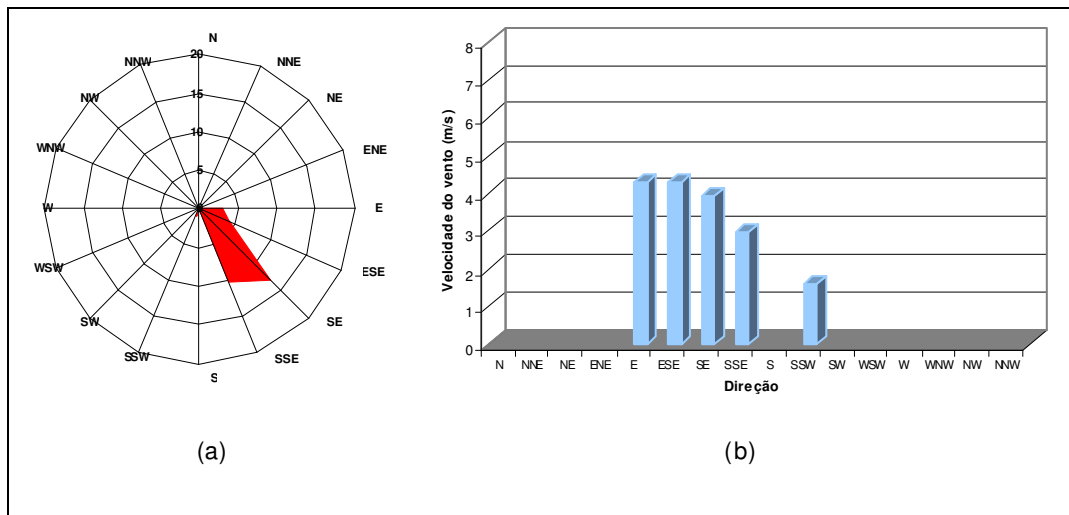


FIGURA 5.1.2.6- 6 – Comportamento do vento para os dias 09 e 10 de março de 2009 em Cruz das Almas.

Fonte: INMET (<http://www.inmet.gov.br/sonabra/maps/automaticas.php>)

Na região de Amargosa (FIGURA 5.1.2.6-7) nota-se que, durante todo o período, as direções predominantes foram de ESE, com os maiores valores médios da velocidade dos ventos registrados nessa direção e em torno de 4,5 m/s.

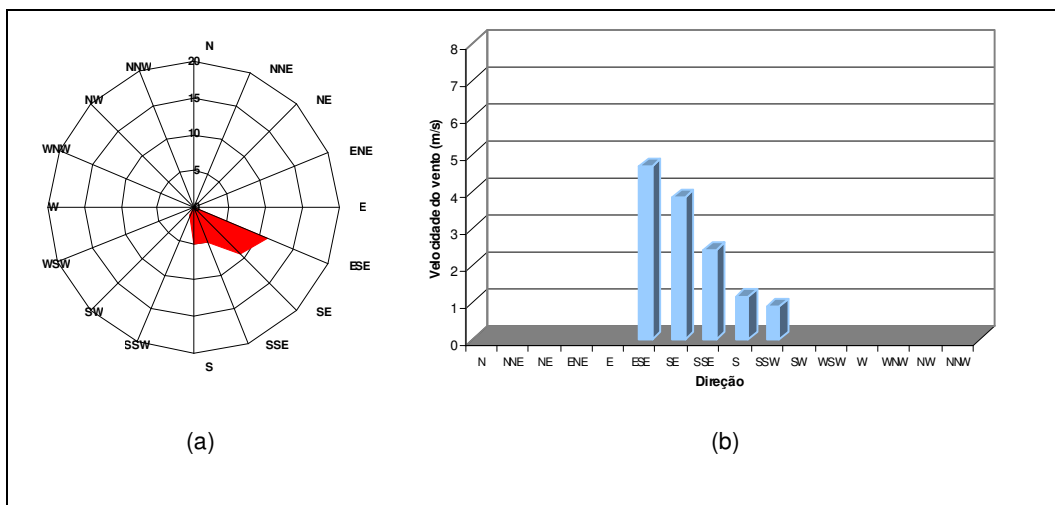


FIGURA 5.1.2.6- 7 – Comportamento do vento para os dias 09 e 10 de março de 2009 em Amargosa - Fonte: INMET

Em Salvador, as direções predominantes variaram entre ESE e SSE, porém os maiores valores médios da velocidade foram registrados nas direções SSE, S e SSW, que ficaram em torno de 2,0 m/s (FIGURA 5.1.2.6-8).

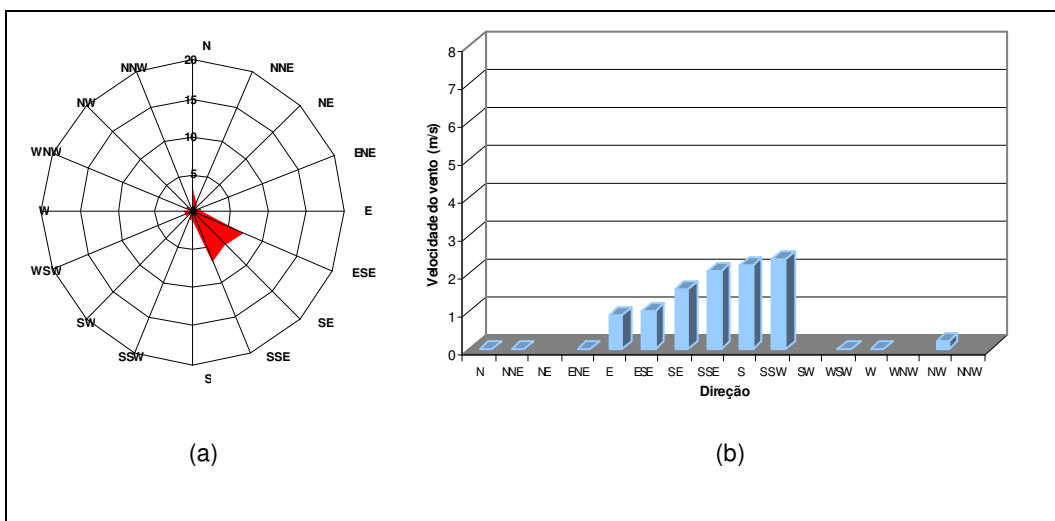


FIGURA 5.1.2.6- 8 – Comportamento do vento para os dias 09 e 10 de março de 2009 em Salvador. Fonte: INMET

Uma vez que houve falha no registro dos dados meteorológicos no dia 11/3, procurou-se identificar o comportamento dos ventos na região de estudo entre os dias 10 de março (22h00) até 11 de março (23h00) nas estações automáticas de Salvador, Cruz das Almas e Amargosa.

Em Cruz das Almas, as direções predominantes foram de SE e SSE. Observa-se que, o maior valor médio da velocidade dos ventos foi registrado na direção Leste (E) e ficaram em torno de 4,5 m/s (FIGURA 5.1.2.6-9).

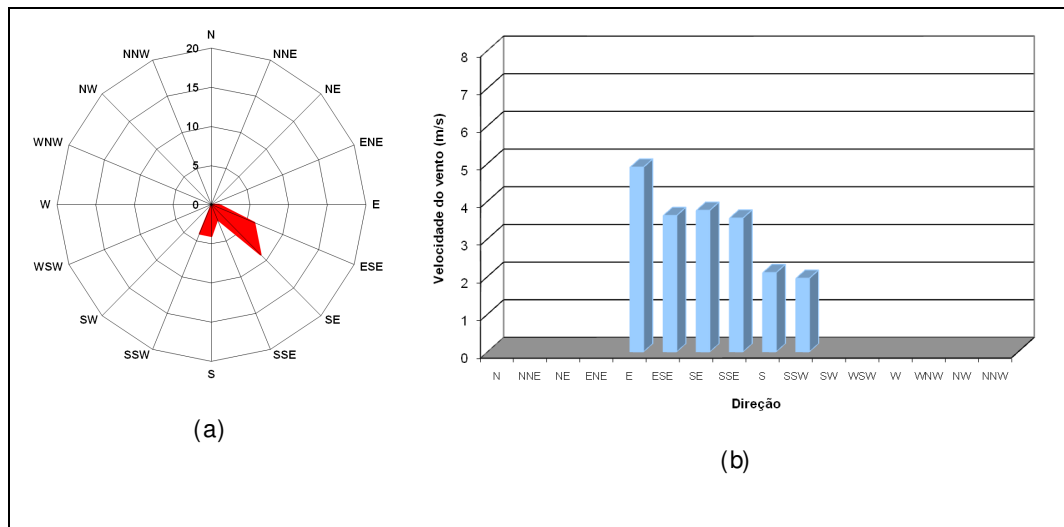


FIGURA 5.1.2.6- 9 – Comportamento do vento para os dias 10 e 11 de março de 2009 em Cruz das Almas. Fonte: INMET

Em Amargosa, a direção predominante foi de SSE, porém os maiores valores médios da velocidade foram registrados nas direções E, ESE e SE, que oscilaram entre 3,0 e 4,0 m/s (FIGURA 5.1.2.6-10).

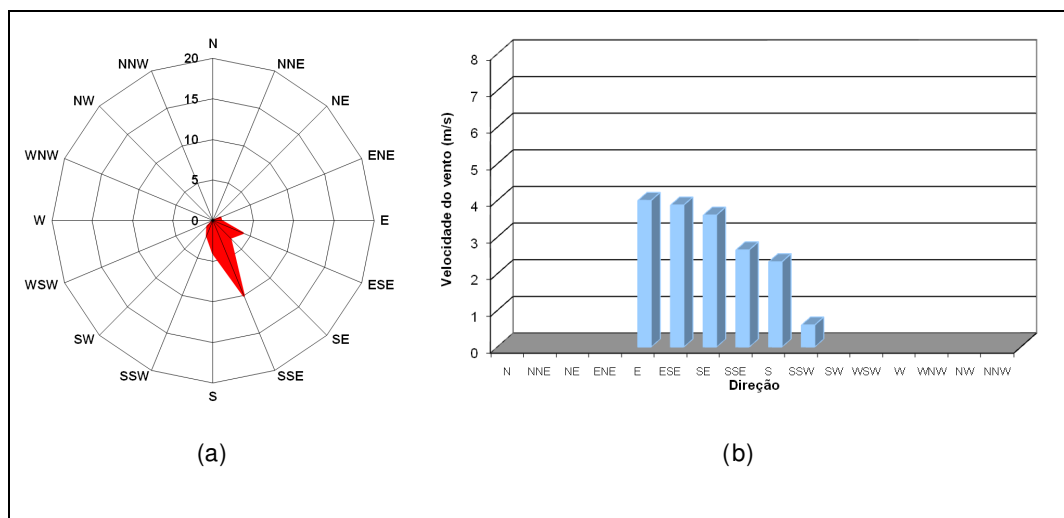


FIGURA 5.1.2.6- 10 – Comportamento do vento para os dias 10 e 11 de março de 2009 em Amargosa. Fonte: INMET

Na região de Salvador nota-se que, durante todo o período, as direções predominantes foram de ESE e SSE (FIGURA 5.1.2.6-11), porém os maiores valores médios da velocidade foram registrados na direção S, que ficaram em torno de 2,0 m/s. Desta maneira, verificou-se que no dia 11/03 ocorreram condições meteorológicas semelhantes ao anterior.

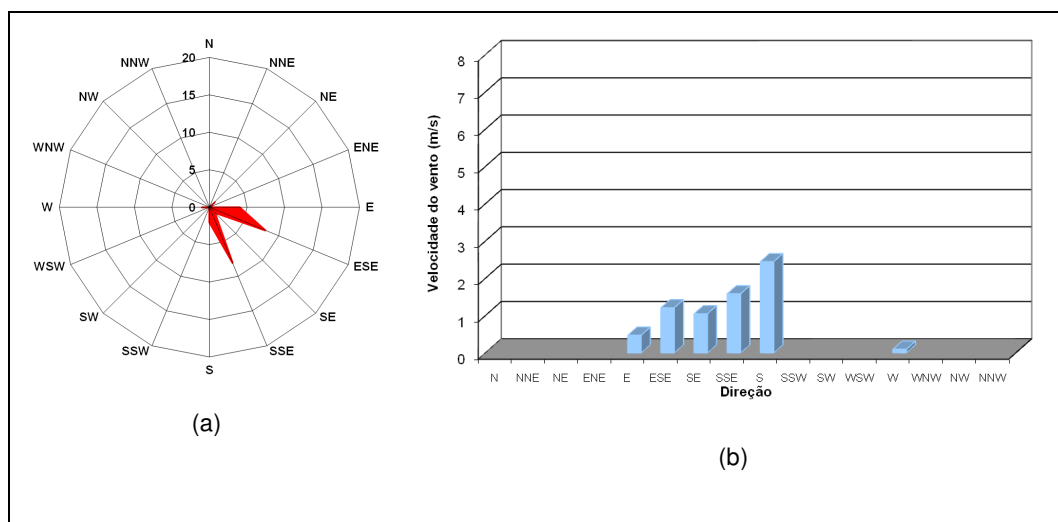


FIGURA 5.1.2.6-11 – Comportamento do vento para os dias 10 e 11 de março de 2009 em Salvador - Fonte: INMET.

Conclusões

A direção do vento local está bastante influenciada pela topografia, já que próximo ao local de medição o relevo circundante ao Canal de São Roque assume a forma de um “canyon”, com escarpas marginais elevadas a cerca de 50 metros. Desta forma os ventos locais não refletem exatamente o padrão de circulação dos ventos regionais. A velocidade máxima do vento registrada no dia 10/3 foi de 8,8 m/s, com direção WSW (convenção meteorológica), às 15h40min. Os ventos mais fortes tenderam a ocorrer no período da tarde, sendo que no período noturno ocorre uma diminuição da intensidade, em concordância com sistema de brisas. A ação dos ventos na circulação de maré é negligível, especialmente nos casos de fluxos rápidos e regiões espacialmente restritas como é o caso do Canal de São Roque.

Destaca-se que os sistemas meteorológicos de grande escala, que atuam sobre a área, não estavam atuantes durante o período de coleta dos dados, com isso, esses valores médios podem sofrer variações.

5.1.3. Geologia/Pedologia

5.1.3.1. Geologia

Geologia da Área Emersa

A área de estudo está situada próxima ao limite oeste da Bacia Sedimentar do Recôncavo, formada quando da separação entre a América do Sul e África.

A geologia da área de estudo é relativamente simples, incluindo 03 unidades básicas descritas a seguir da mais antiga para a mais recente (**FIGURA 5.1.3.1-1**):

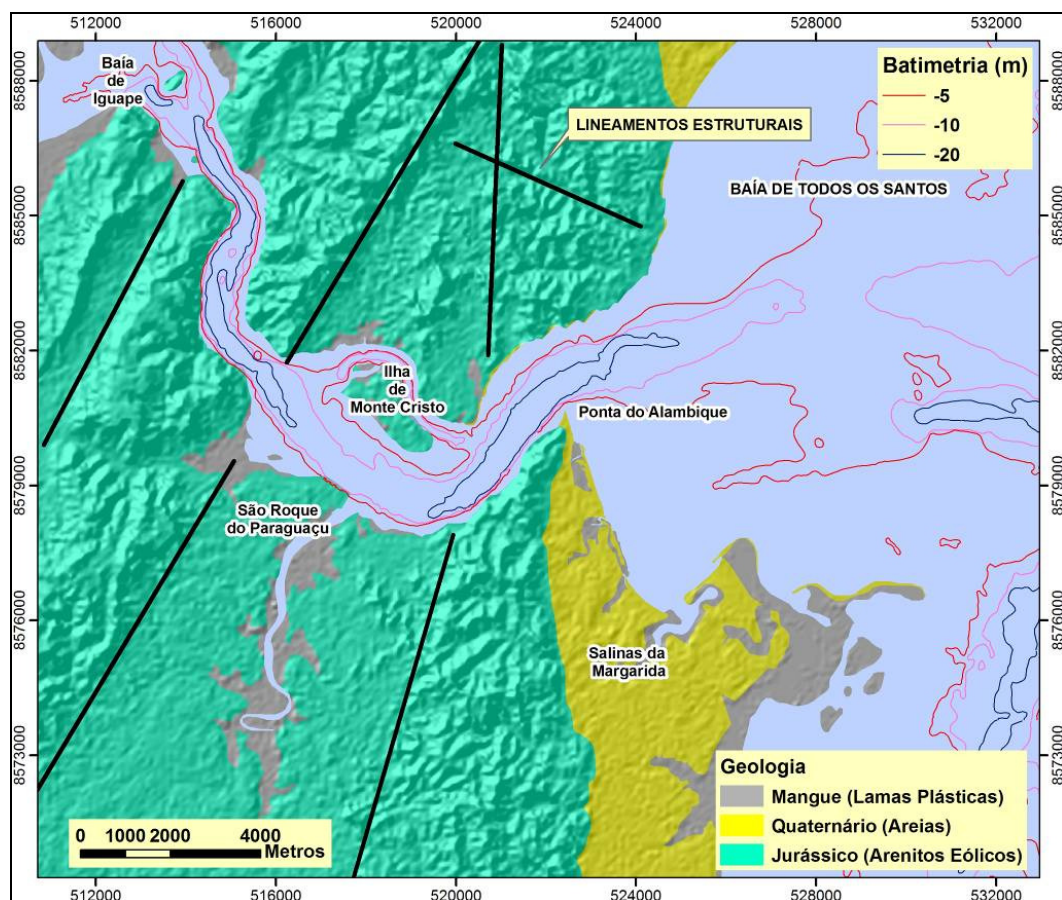


FIGURA 5.1.3.1- 1 – Geologia da área de estudo, com sombreamento do relevo.

●Jurássico – o período geológico Jurássico na área de estudo, é representado exclusivamente pelos arenitos eólicos do Grupo Brotas (Formação Sergi) de idade Jurássico Superior. Na área de estudo aflora apenas a porção superior da Seqüência I, basal, da Formação Sergi conforme definida por Scherer et al (2007)¹⁶. Esta unidade aflora sob a forma de corpos tabulares, horizontais, com grande continuidade lateral,

¹⁶ SCHERER, C.M.S., LAVINA, E.L.C., DIAS FILHO, D.C., OLIVEIRA, F.M., BONGIOLO, D.E., AGUIAR, E.S. 2007. Stratigraphy and facies architecture of the fluvial-aeolian-lacustrine Sergi Formation (Upper Jurassic), Recôncavo Basin, Brazil. *Sedimentary Geology*, Volume 194 (3-4): 169-193.

exibindo estratificações cruzadas de grande porte e com contato basal tangencial (**FIGURA 5.1.3.1-2**).



FIGURA 5.1.3.1- 2 – Afloramento dos arenitos eólicos da Formação Sergi.

Estes arenitos são constituídos de grãos tamanho areia fina a média, bem selecionados e bem arredondados, típicos de arenitos de origem eólica. Estas características fazem com que os mesmos sejam caracterizados por boa porosidade e permeabilidade, o que os torna altamente vulneráveis à contaminação do lençol freático, aspecto que deve ser levado em conta quando da ocupação.

Os arenitos da Formação Sergi na área, não apresentam sinais de deformação tectônica, apresentando-se como mencionado horizontalizados. Os mesmos foram, entretanto, afetados por fraturas/falhas indicadas no mapa apresentado anteriormente (**FIGURA 5.1.3.1-1**). As maiores elevações apresentadas por esta unidade, formando morros orientados SW-NE, alcançam até 200 m de altitude e parecem estar associadas a horizontes mais silicificados, conforme atestam blocos caídos nas margens do canal do Paraguaçu (**FIGURA 5.1.3.1-3**).



FIGURA 5.1.3.1- 3 – Blocos caídos de arenito silicificado, na margem do canal do Paraguaçu.

- Quaternário – o período Quaternário é representado por areias inconsolidadas selecionadas associadas a (i) depósitos de leques aluviais pleistocênicos (Martin et al. 1980)¹⁷ e (ii) depósitos das praias atuais. Estes depósitos não foram diferenciados por estarem afastados da área de intervenção principal. Os depósitos de leques aluviais pleistocênicos ocorrem principalmente na região de Salinas da Margarida, encostados aos arenitos da Formação Sergi (**FIGURA 5.1.3.1-1**).

- Holoceno – representado pelas lamas plásticas, ricas em matéria orgânica associadas aos mangues atuais, que ocorrem associados a reentrâncias da linha de costa, atrás de pontais arenosos e nas desembocaduras dos pequenos cursos d' água que ocorrem na região (**FIGURA 5.1.3.1-1**).

Geologia da Área Submersa

Para a caracterização da geologia da área submersa foram coletadas 90 amostras do sedimento superficial de fundo (**FIGURA 5.1.3.1-4**), nas quais foram realizadas análises granulométricas para determinação dos teores de areia, lama e cascalho e do D50 (mediana) (**FIGURAS 5.1.3.1-5 a 5.1.3.1-8**).

¹⁷ MARTIN L., BITTENCOURT, A.C.S.P., VILAS BOAS, G. S., FLEXOR, J. M. 1980. *Mapa Geológico do Quaternário Costeiro do Estado da Bahia* - Esc. 1:250.000. Salvador-BA, SME/ CPM, 60p. (Texto explicativo e mapa).

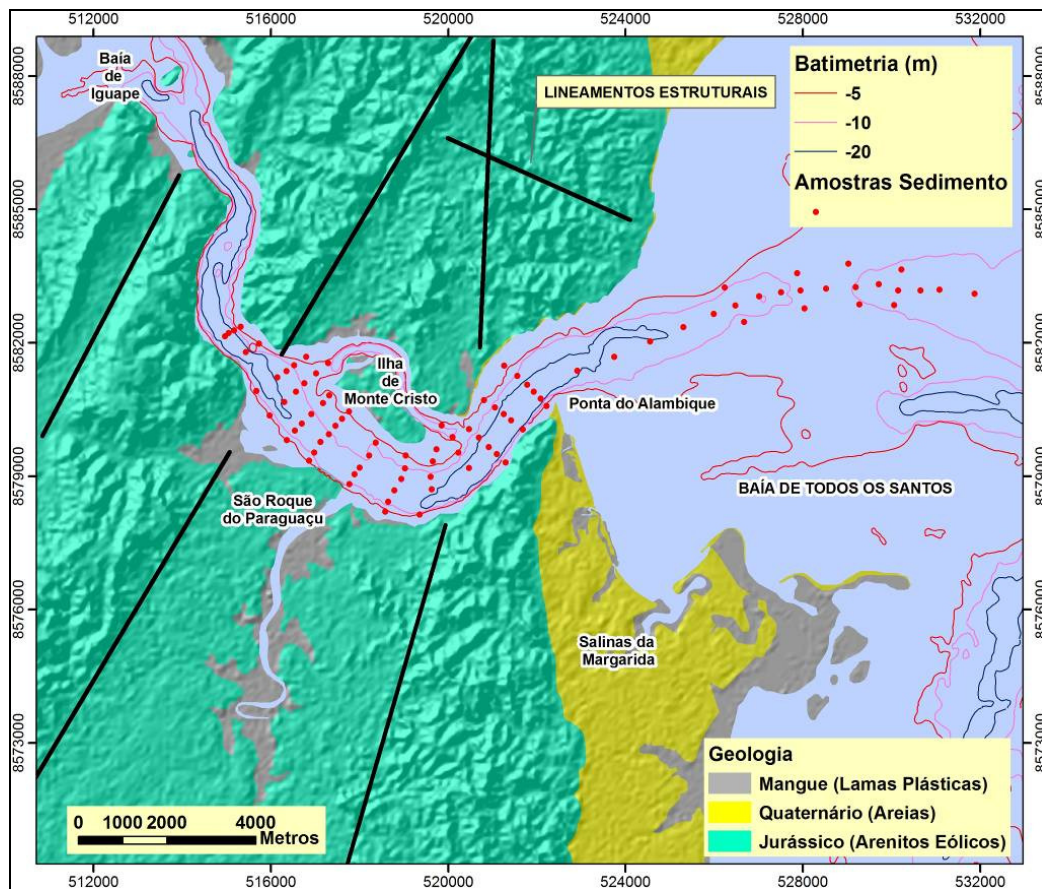


FIGURA 5.1.3.1- 4 – Localização das amostras de sedimento superficial de fundo.

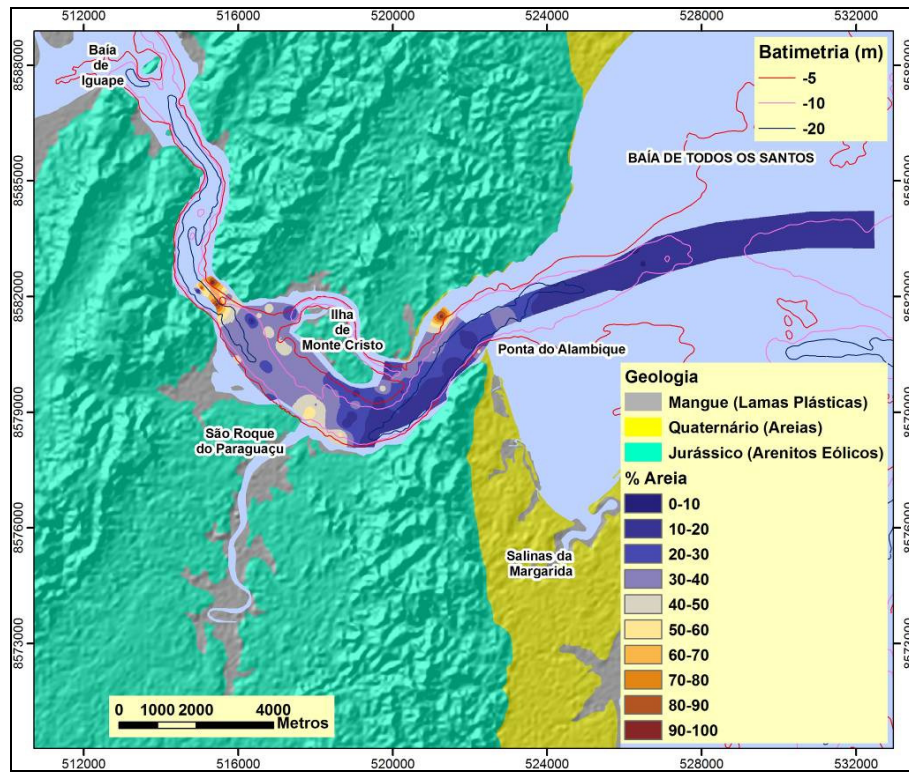


FIGURA 5.1.3.1- 5 – Distribuição da fração areia no sedimento superficial de fundo.

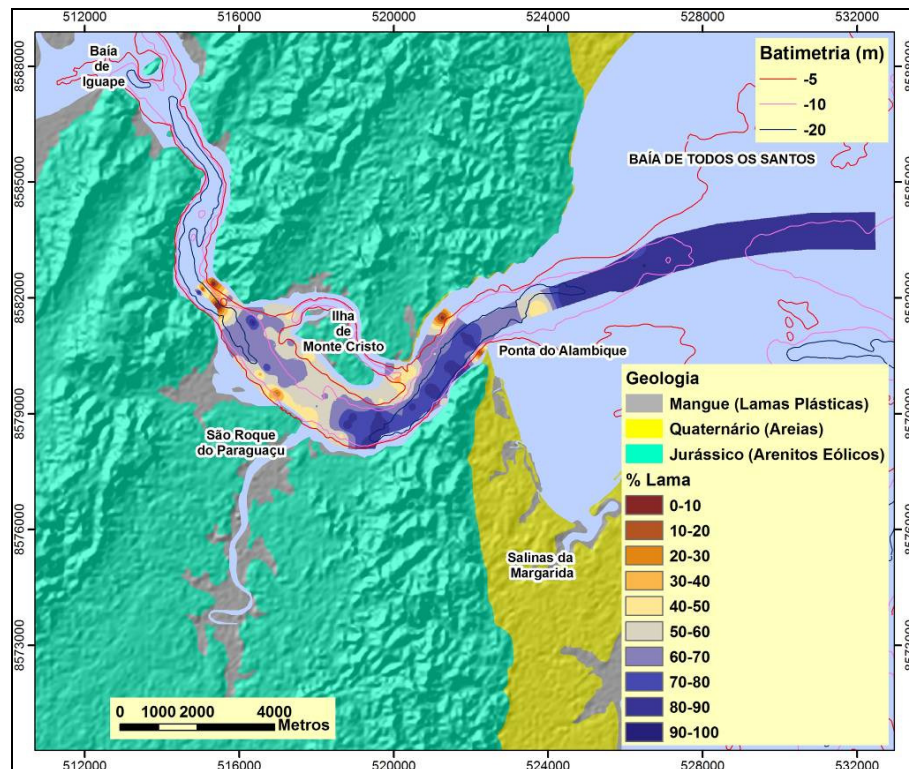


FIGURA 5.1.3.1- 6 – Distribuição da fração lama no sedimento superficial de fundo.

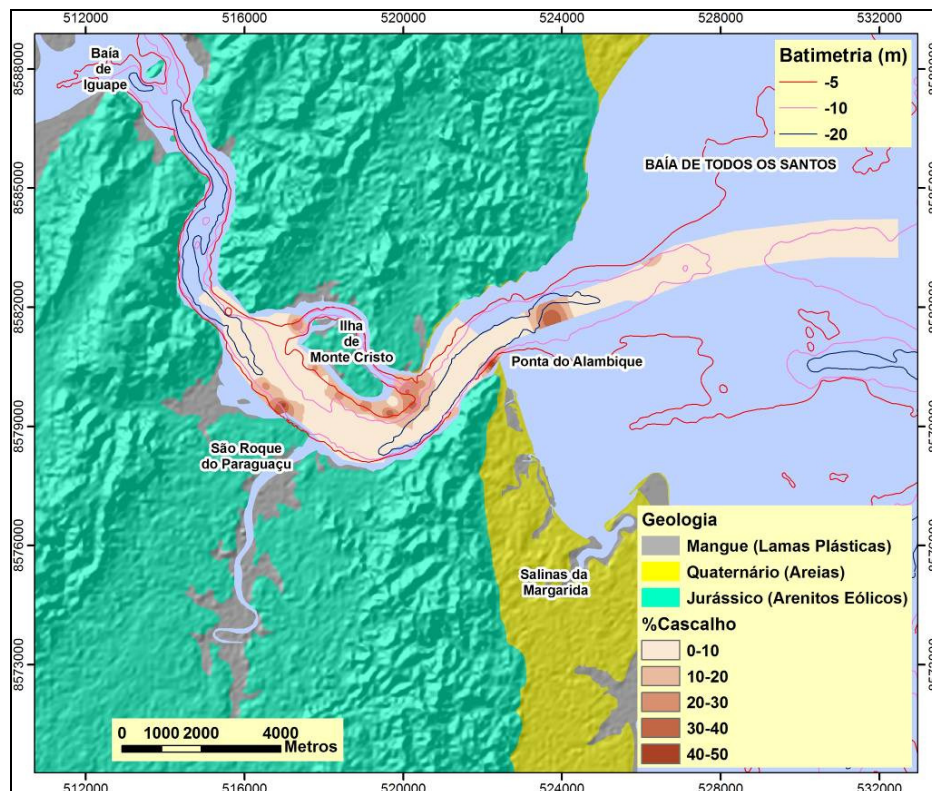


FIGURA 5.1.3.1- 7 – Distribuição da fração cascalho no sedimento superficial de fundo.

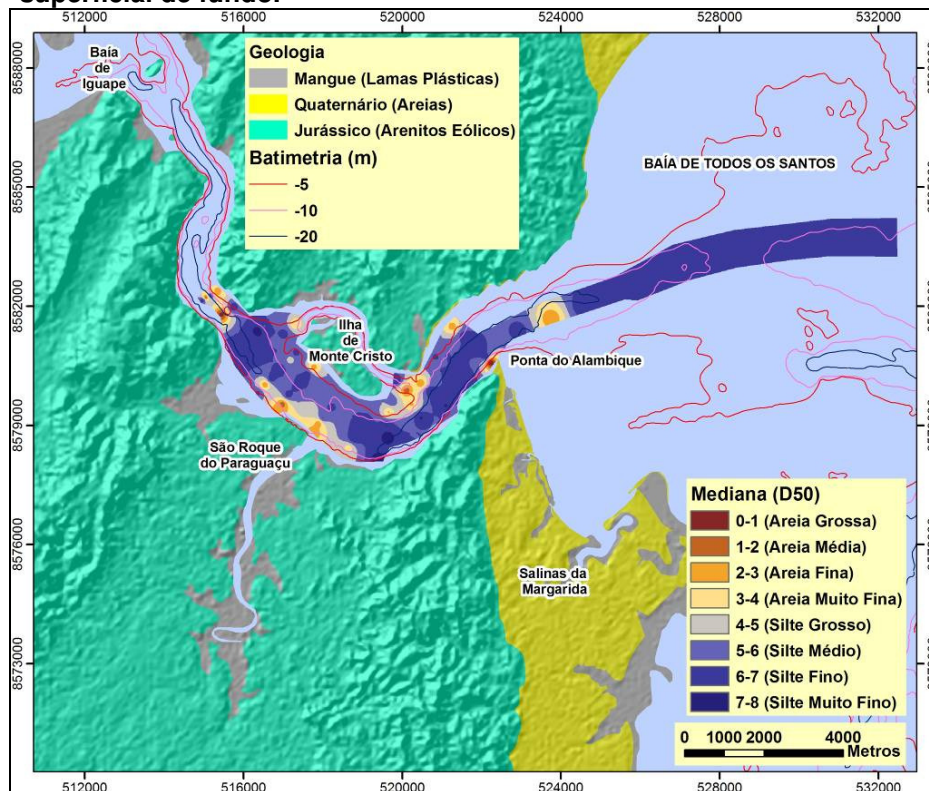


FIGURA 5.1.3.1- 8 – Valores da Mediana (D50) no sedimento superficial de fundo.

O canal do Paraguaçu que conecta a Baía de Iguape à Baía de Todos os Santos, foi escavado pelo rio Paraguaçu, durante os períodos de nível de mar baixo, associados ao avanço dos lençóis de gelo no Hemisfério Norte. Assim durante o último máximo glacial, há cerca de 20.000 anos atrás, quando o nível do mar se situava cerca de 120m abaixo do atual, o rio Paraguaçu corria ao longo de um estreito cânion (o canal do Paraguaçu), que nesta época apresentava profundidades máximas de mais de 30 metros em relação ao nível do mar atual. Com a subida do nível do mar a baía de Todos os Santos foi inundada, o mesmo acontecendo com o canal do Paraguaçu, começando então a sedimentação holocênica.

As amostras de sedimento superficial coletadas mostram que a sedimentação no canal do Paraguaçu e na região da Baía de Todos os Santos confrontante com a sua saída é dominada por sedimentos finos. Os teores de areia, lama e cascalho das 90 amostras coletadas quando plotados na classificação triangular de Shepard (**FIGURA 5.1.3.1-9**) mostra que elas são constituídas essencialmente por sedimentos lamosos, com teores variáveis de areia e cascalho, este último constituído essencialmente por componentes biodetríticos.

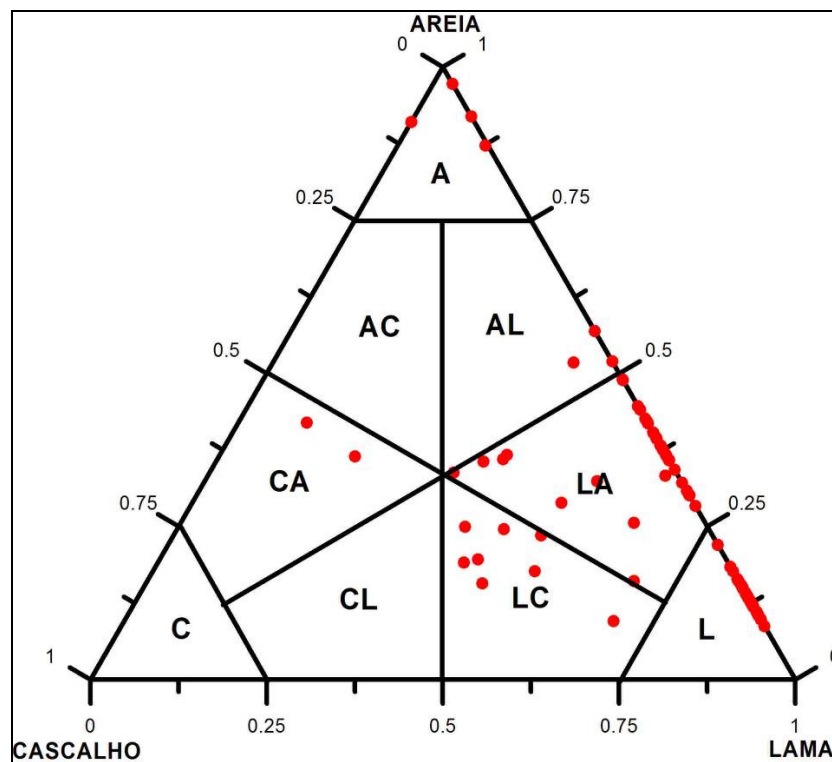


FIGURA 5.1.3.1- 9 – Diagrama triangular ilustrando a classificação textural do sedimento de fundo coletado na área de estudo. C = Cascalho, CA = Cascalho Arenoso, CL = Cascalho Lamoso, A = Areia, AC = Areia Cascalhosa, AL = Areia Lamosa, L = Lama, LC = Lama Cascalhosa, LA = Lama Arenosa.

A distribuição espacial das frações areia, cascalho e lama e do D50 (**FIGURAS 5.1.3.1-5 a 5.1.3.1-8**) mostra que os sedimentos mais finos estão associados aos trechos mais profundos do canal do Paraguaçu (entre São Roque do Paraguaçu e a Ponta do Alambique). Sedimentos finos também se concentram na região confrontante ao canal do

Paraguaçu, onde o mesmo desemboca na Baía de Todos os Santos. As sondagens com “jet probe” mostram que estes sedimentos lamosos alcançam espessura de até 8-9 m.

Características Geotécnicas

A dominância de arenitos com acamamento horizontal oferece condições geotécnicas normalmente muito boas para construções uma vez que não é susceptível às deformações plásticas. Geralmente os arenitos têm elevados coeficientes de fricção interna que conferem, aos mesmos, elevadas resistências a cisalhamento e compressão. A ausência, no caso particular da área de estudo, de intercalações de pelitos e o acamamento horizontal reduz o potencial para deslizamentos, mesmo em áreas com declives acentuados, como bem se observa nas falésias ao longo do canal do Paraguaçu (**FIGURA 5.1.3.1-2**). Observam-se, entretanto, quedas de blocos localizadas causadas pelo solapamento na base das falésias aí presentes (**FIGURAS 5.1.3.1-10 e 5.1.3.1-11**).

Quedas de blocos podem constituir um risco potencial, principalmente nas áreas de declividades mais acentuadas (**FIGURAS 5.1.3.1-2 a 5.1.3.1-12**), associadas ou não a fluxos de detritos, como pôde ser observado durante os trabalhos de campo. Nas áreas de declives acentuados, que foram desmatadas, podem ser observadas voçorocas ativas, favorecidas talvez pela associação com níveis mais silicificados e, portanto, menos permeáveis (**FIGURAS 5.1.3.1-13 e 5.1.3.1-14**).



FIGURA 5.1.3.1- 10 – Exemplo de queda de blocos em falésia dos arenitos eólicos.



FIGURA 5.1.3.1- 11 – Exemplo de queda de blocos em falésia dos arenitos eólicos.



FIGURA 5.1.3.1- 12 – Exemplo de queda de blocos e de fluxo de detritos (seta) em falésia dos arenitos eólicos.



FIGURA 5.1.3.1- 13 – Exemplo de voçoroca.



FIGURA 5.1.3.1- 14 – Exemplo de voçoroca.

Recomenda-se, portanto, que investigações geotécnicas mais detalhadas sejam conduzidas, principalmente quando da ocupação das áreas exibindo as maiores declividades ou próximas a estas.

5.1.3.2. Pedologia

Após as análises dos resultados pedológicos obtidos, relativos às variáveis ambientais em questão, para a região de estudo, foi possível descrever e mapear a pedologia da área de atuação do empreendimento. A qual será apresentada nos referidos itens: Saturação das bases e Saturação com Alumínio, Horizontes Diagnósticos e Análise. No item Análise serão integradas as descrições dos tipos de solo da região, os dados morfológicos, as análises físicoquímicas e o grau de erodibilidade das regiões estudadas. Estes itens abrangem os parâmetros classificatórios, químicos e físicos, citados no quesito de metodologia.

Saturação das bases e Saturação com Alumínio

A Saturação das bases e Saturação com Alumínio é um critério que se aplica para distinguir as classes do solo de acordo com seus níveis tróficos. Estes níveis são classificados na seguinte ordem decrescente de fertilidade: Eutróficos, Distróficos e Álicos. Na região foram encontrados apenas solos distróficos. Estes solos são caracterizados pela baixa saturação de bases, ou seja, valor V menor que 50%. E em nenhum deles apresentou saturação com alumínio importante.

Horizontes Diagnósticos

Os Horizontes diagnósticos são relevantes na caracterização dos solos. Estes discriminam os solos de acordo com o percentual de argila, profundidade efetiva, drenagem, disposição granulométrica, dentre outras características. Em relação a horizontes superficiais, foram encontrados apenas horizontes A fraco e A moderado na região, e sub-superficiais, o horizonte B textural foi o único descrito. A seguir são apresentadas as características destes horizontes.

Horizonte A Moderado

Compreende horizonte superficial mineral com teores de carbono orgânico variáveis, espessura e/ou cor que não satisfaça às requeridas para caracterizar um horizonte A chernozêmico ou proeminente, além de não satisfazer também, os requisitos necessários para caracterizar horizonte A antrópico, a turfoso e A fraco (EMBRAPA, 2006)¹⁸.

Horizonte A Fraco

Constitui horizonte mineral superficial com teores de carbono orgânico inferiores a 0,58% (média ponderada), cores muito claras na maior parte do horizonte, com valor 4 quando úmido e 6 quando seco e, normalmente, sem desenvolvimento de estrutura ou com estrutura fracamente desenvolvida. Trata-se de um horizonte mais característico de grande parte dos solos da zona semi-árida, não sendo, entretanto, privativo de solos dessa região (EMBRAPA, 2006).

Horizonte B textural

¹⁸ Centro Nacional de Pesquisa de solos, Rio de Janeiro, RJ. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. 2ed. Brasília: EMBRAPA/CNPq. Rio de Janeiro. 2006. 418p.

É um horizonte mineral sub-superficial onde houve incremento de argilas (fração < 0,002 mm), orientadas ou não, desde que não exclusivamente por descontinuidade, resultante de acumulação ou concentração absoluta ou relativa decorrente de processos de iluviação e/ou formação *in situ* e/ou herdado do material de origem e/ou infiltração de argila ou argila mais silte, com ou sem matéria orgânica e/ou destruição de argila no horizonte A e/ou perda de argila no horizonte A por erosão diferencial. O conteúdo de argila do horizonte B textural é maior que o do horizonte A e pode ou não ser maior que o do horizonte C. Este horizonte pode ser encontrado à superfície se o solo foi parcialmente truncado por erosão.

A natureza coloidal da argila a torna susceptível de mobilidade com a água no solo e a percolação é aí relevante. Na deposição em meio aquoso, as partículas de argilominerais usualmente lamelares, tendem a repousar aplanadas no local de apoio. Transportadas pela água, as argilas translocadas tendem a formar películas de partículas argilosas, com orientação paralela às superfícies que revestem, ao contrário das argilas formadas *in situ*, que apresentam orientação desordenada. Entretanto, outros tipos de revestimento de material coloidal inorgânico são também levados em conta, como características de horizonte B textural e reconhecidos como cerosidade.

A cerosidade considerada na identificação do B textural é constituída por filmes de colóides minerais que se bem desenvolvidos, são facilmente perceptíveis pelo aspecto lustroso e brilho graxo. Nos solos com ausência de estrutura ou maciça, a argila iluvial apresenta-se sob a forma de revestimento nos grãos individuais de areia, orientada de acordo com a superfície dos mesmos, ou formando pontes ligando os grãos. Na identificação de campo da maioria dos horizontes B texturais, a cerosidade é importante. No entanto, a cerosidade sozinha é muitas vezes inadequada para identificar um horizonte B textural, pois devido ao escoamento turbulento da água por fendas, a cerosidade pode se formar devido a uma única chuva ou inundação. Por esta razão, a cerosidade num horizonte B textural deverá estar presente em diferentes faces das unidades estruturais e não exclusivamente nas faces verticais.

A transição do horizonte B textural é abrupta, clara ou gradual, mas o teor de argila aumenta com nitidez suficiente, para que a parte limítrofe entre eles não ultrapasse uma distância vertical de 30 cm, satisfeito o requisito de diferença de textura. Quando a textura do horizonte B for areia franca, o horizonte B textural, na maioria das vezes, constitui-se de uma série de lamelas, sendo variáveis as distâncias entre as mesmas. Neste caso, somente as lamelas serão usadas para comparação de textura. Lamelas de espessura superior a 1 cm e perfazendo, em conjunto, um total de 15 cm ou mais num perfil, satisfaz os requisitos para identificação de um B textural. Pode-se dizer que um horizonte B textural se forma sob um horizonte ou horizontes superficiais, e apresenta espessura que satisfaça uma das condições abaixo:

- a) Ter pelo menos 1/10 da soma das espessuras dos horizontes subjacentes;
- b) Ter 15 cm ou mais, se os horizontes A e B somarem mais que 150 cm;
- c) Ter 15 cm ou mais, se a textura do horizonte E for areia franca ou areia;
- d) Se o horizonte B for inteiramente constituído por lamelas, estas devem ter, em conjunto, espessura superior a 15 cm;
- e) Se a textura for média ou argilosa, o horizonte B textural deve ter espessura de pelo menos 7,5 cm.

Em adição a isto, o horizonte B textural deve atender um ou mais dos requisitos (1, 2, 3 ou 4) a seguir.

1. Presença de horizonte E no sequum, acima do horizonte B considerado, desde que o B não satisfaça os requisitos para horizonte B espódico, ou preencher as condições de um dos dois itens (1.1 ou 1.2) seguintes.

1.1. Grande aumento de argila total do horizonte A para o B, o suficiente para que haja uma mudança textural abrupta¹⁹;

1.2. Incremento de argila total do horizonte A para o B suficiente para que a relação textural B/A^{20} satisfaça uma das alternativas abaixo:

1.2.1. Nos solos com mais de 40% de argila no horizonte A, incremento maior que 1,5;

1.2.2. Nos solos com 15 a 40% de argila no horizonte A, incremento maior que 1,7;

1.2.3. Nos solos com menos de 15% de argila no horizonte A, incremento maior que 1,8.

i. Quando o horizonte A tem menos de 15 cm de espessura, considerar uma espessura máxima de 30 cm do horizonte B;

ii. Quando o horizonte A tem 15 cm ou mais, considerar uma espessura do horizonte A, até um máximo de 100 cm do horizonte B.

OBS.: Quando os subhorizontes do B somarem mais do que uma espessura especificada nos subitens i e ii, deverão ser tomados os valores correspondentes às espessuras desses subhorizontes.

2. Quando o incremento de argila total do horizonte A para o B for inferior ao especificado no item 1.2, o horizonte B deve satisfazer as condições de um dos itens (2.1 e 2.2) seguintes.

2.1. Solos com ausência de estrutura devem apresentar argila iluvial sob forma de revestimento nos grãos individuais de areia, orientada de acordo com a superfície dos mesmos ou formando "ponte" ligando os grãos; ou

2.2. Quando há estrutura em blocos ou prismática, o horizonte B textural deve satisfazer uma das alternativas (2.2.1 ou 2.2.2) abaixo:

2.2.1. Cerosidade em grau de desenvolvimento e quantidade que exceda fraca e pouca, em algumas das superfícies tanto verticais como horizontais das unidades estruturais e microporos, compreendendo ou não argila iluvial;

2.2.2. Quando o horizonte A tiver mais de 40% de argila e argilominerais predominantes no B for do grupo da caulinita²¹, admite-se cerosidade no mínimo fraca e pouca nos elementos estruturais e nos poros, desde que exceda fraca e pouca em profundidade no horizonte B.

¹⁹ O incremento de argila aqui considerada não deve ser exclusivamente por descontinuidade litológica.

²⁰ Calculado pela divisão do teor médio (média aritmética) de argila total do B (excluído o BC) pelos teores médios do A, de conformidade com os itens que se seguem

²¹ Caso de solos com argila 2:1 carece de maiores estudos.

3. Solos com incremento pouco acentuado de argila do A para o B, com gradiente textural maior que 1,4, conjugado com presença de fragipan dentro de 300 cm da superfície, desde que não satisfaça os requisitos para horizonte B espódico.

4. Se o perfil apresenta descontinuidade litológica entre o horizonte A e o horizonte B textural (principalmente em solos desenvolvidos de materiais recentes, como sedimentos aluviais), ou se somente uma camada arada encontra-se acima do horizonte B textural, este necessita satisfazer um dos requisitos especificados nos itens 2.1 e 2.2.

5. Derivado de (EMBRAPA, 2006).

NOTA: Percentagem de argila função log. profundidade, parece promissor como critério para aferição de acúmulo ou concentração, na distribuição de argila ao longo do perfil.

Análises

44,71% da área de estudo apresentam solos com fraca erosão e erodibilidade. Entretanto, são encontrados solos classificados como Argissolos, que situados em relevo suave ondulado, ondulado e forte ondulado apresentam susceptibilidade à erosão de moderada a alta. Esta situação se aplica para algumas regiões do Corujão, dentre as quais, uma será destinada a Reserva Legal. Já, os Neossolos Quartzarênicos e Espodossolos Quartzarênicos são encontrados em relevo plano e por apresentarem uma velocidade muito alta de infiltração, excessivamente drenado, não apresentam características de erodibilidade. A seguir serão apresentadas: o do mapa dos solos (**ANEXO 5.1-5**); as áreas amostradas e suas respectivas características pedológicas (**QUADRO 5.1.3.2-1**); a descrição dos tipos de solos encontrados em tópicos; e os perfis pedológicos descritos (**ANEXO 5.1-6**).

QUADRO 5.1.3.2- 1 - Áreas amostradas do Corujão e suas características pedológicas – São Roque do Paraguaçu.

| UNIDADE DE MAPEAMENTO | COMPONENTE | EROSÃO E SUSCEPTIBILIDADE | ÁREA | |
|-----------------------|--|---------------------------|--------|--------|
| | | | HA | % |
| PAad1 | Argissolo Amarelo álico e distrófico A fraco textura arenosa/média relevo plano. | Fraca | 18,78 | 12,79 |
| PAad2 | Argissolo Amarelo álico e distrófico A fraco textura média/argilosa relevo plano. | Fraca | 2,81 | 1,87 |
| PAad3 | Argissolo Amarelo álico e distrófico A fraco textura média/argilosa relevo suave ondulado. | Moderado | 33,28 | 23,07 |
| PAad4 | Argissolo Amarelo álico e distrófico A fraco textura média/argilosa relevo ondulado. | Forte | 19,07 | 13,41 |
| PAad5 | Argissolo Amarelo álico e distrófico A fraco textura média/argilosa relevo forte ondulado. | Forte | 27,63 | 18,81 |
| RQd1 | Neossolo Quartzarênico distrófico A fraco textura arenosa relevo plano. | Fraca | 13,73 | 9,34 |
| RQd2 | Neossolo Quartzarênico distrófico A moderado textura arenosa relevo plano. | Fraca | 6,59 | 4,48 |
| RQG | Neossolo Quartzarênico hidromórfico A moderado textura arenosa relevo plano. | Fraca | 10,49 | 7,14 |
| EQad | Espodossolo Quartzarênico A fraco textura arenosa/média relevo plano. | Fraca | 13,29 | 9,09 |
| Total | | | 146,91 | 100,00 |

Argissolo Amarelo

Compreende solos com horizonte B textural, não hidromórficos, normalmente com argila de atividade baixa (TB), e menos freqüentemente com argila de atividade alta (Ta). Possuem perfis bem diferenciados, usualmente com transições claras ou abruptas do A para o B, sendo pouco freqüente a transição gradual. São normalmente profundos, tendo seqüência de horizontes A, B_t e C. São moderados a fortemente ácidos e de baixa fertilidade natural.

Na área estudada, estes solos apresentam horizonte A fraco e raramente proeminente, com textura arenosa e média. O horizonte A desses solos varia muito em espessura, sendo mais freqüentes aquelas compreendidas entre 10 e 20 cm. De um modo geral com caráter abrupto possuem horizonte A mais espessos, com variações de 25 a 150 cm para os primeiros e de 30 a 80 cm para os abruptos.

O horizonte B_t é bastante espesso, normalmente com espessuras de 100 a 200 cm. São raros os casos em que os solos são rasos e o B_t é pouco espesso. As cores do horizonte B_t quando úmido são usualmente vermelho-amarelada, vermelha, pouco-avermelhada, bruno-amarelada, bruno-forte, amarelo-brunada, amarelo-avermelhada. Ocorre a presença de mosqueado de coloração desde vermelha até amarela e gamas intermediárias, cores vermelho-amarelada (ou vermelha) e bruno-acinzentada ou amarelo-avermelhada e bruno avermelhado-clara, ou amarelo-brunado e vermelho. O “fragipan” usualmente também apresenta mosqueado. A textura do horizonte B_t é média.

A estrutura do B_t é usualmente em blocos subangulares e angulares, desde fraca até fortemente desenvolvida, sendo raramente maciça.

São solos moderada a fortemente ácidos, com pH em água normalmente entre 4,4 e 5,0, com extremos de variação no horizonte A (3,8 a 5,5). Apresentam baixa saturação de bases ($V < 50\%$) na maioria dos horizontes, com percentagens variando de 2% a 50%. Valores superiores a 50%, que raramente são registrados nestes solos, podem ocorrer na parte superficial. As percentagens de $100 \cdot \text{Al}^{+++}/(\text{S} + \text{Al}^{+++})$ variam muito (0 a 97%), tanto no horizonte B_t como no A. Dentre os Argissolos Vermelhos Amarelos predominam solos com argila de atividade baixa (Tb), não ocorrendo solos com argila de atividade alta (Ta).

Os argissolos amarelos compreendem solos abrupáticos e não abrupáticos, solos profundos e raramente rasos. Os solos com caráter abrupático, apresentam transições abruptas ou claras do A para o B_t, possuem mudança textural abrupática e gradiente textural alto, normalmente entre 2,2 e 4,5. São desenvolvidos a partir de material de rochas do Pré-cambriano (principalmente gnaisses), do Pré-cambriano B, do Cretáceo (arenitos, folhelhos, siltitos e argilitos) de sedimentos do Terciário/Quaternário e a partir de coberturas de materiais argilo-arenosos e areno-argilosos sobre rochas diversas. Distribuem-se em áreas de relevo plano, suave ondulado, ondulado e forte ondulado.

A principal limitação ao uso agrícola destes solos decorre da baixa fertilidade natural e da acidez moderada a elevada. Nas áreas de relevo acidentado, a grande susceptibilidade à erosão constitui também uma limitação importante. As áreas de “tabuleiro”, cujo relevo é plano ou suave ondulado, poderão ser aproveitadas intensivamente com agricultura, desde que sejam feitas correções da acidez e adubações racionais. As áreas de relevo ondulado são mais indicadas para pastagens e culturas perenes, porém deve-se ter em mente que além do problema de fertilidade, há também o problema de erosão. O mesmo acontece com as áreas mais acidentadas que são mais indicadas para reflorestamento. Neste caso, algumas culturas perenes especiais que protegem bem os solos e pastagens bem conduzidas também poderão ser feitas.

Espodossolos Quartzarênicos

Compreendem solos constituídos por material mineral com horizonte B espódico subjacente ao horizonte eluvial E (álbico ou não), ou subjacente ao horizonte A, que pode ser de qualquer tipo, ou ainda, subjacente ao horizonte hístico com menos de 40 cm de espessura. Apresentam, usualmente, seqüência de horizontes A, E, Bhs ou Bs e C, com nítida diferenciação de horizontes. A cor do horizonte A varia de cinzenta até preta e a do horizonte E desde cinzenta ou acinzentada clara até praticamente branca (*bleicherde*). A cor do horizonte Bh varia desde cinzenta, de tonalidade escura, até preta, enquanto que no Bs as cores são variáveis desde avermelhadas até amareladas.

São solos cuja profundidade é bastante variável, havendo constatações de horizontes E com 2 metros de espessura. A textura do solo é predominantemente arenosa, sendo menos comum textura média. A drenagem é variável, havendo estreita relação entre profundidade, grau de desenvolvimento de endurecimento ou cimentação do B e a drenagem do solo. São solos com baixa fertilidade natural, moderadamente ácidos, normalmente com saturação por bases baixa, sendo peculiar altos teores de alumínio trocável. Apresentam fragipã no horizonte subsuperficial. E são desenvolvidos principalmente de materiais areno-quartzosos, sob condições de umidade elevada, em

clima tropical, em relevo plano, suave ondulado e áreas surgentes sobre tipos de vegetação os mais diversos.

Neossolos Quartzarênicos

Compreendem solos arenosos, essencialmente quartzosos, distróficos, muito profundos, excessivamente drenos, ácidos, desprovidos de minerais primários facilmente decomponíveis e extremamente pobres em nutrientes. Possuem seqüência de horizontes AC. O horizonte A apresenta espessura e cor que variam amplamente, sendo normalmente mais espessos e escuros nos solos de áreas úmidas. De modo geral, a espessura varia desde 13 até 50 cm. Quanto à coloração, o solo úmido é freqüentemente bruno-acinzentado-escuro, bruno-escuro, bruno, bruno-amarelado-escuro e bruno-amarelado; enquanto o solo seco varia, geralmente, de bruno escuro, bruno, bruno-claro-acinzentado e cinzento-claro. O horizonte C apresenta, normalmente, grande espessura e compreende C₁, C₂, C₃,...C_n com muitas características similares às do horizonte A. Quanto à coloração é bem mais claro, variando principalmente, de bruno-avermelhado-claro, vermelho-amarelado, bruno, bruno-amarelado e amarelo, em solos úmidos.

As classes texturais variam de areia, areia franca a franco-arenoso. Praticamente não apresentam estruturas (constituindo grãos simples) podendo conter alguma estrutura fraca granular especialmente no horizonte A. Quanto à consistência, o solo se apresenta solto quando seco ou úmido, não plástico e não pegajoso quando molhado.

Quanto às características físico-químicas, estes solos apresentam soma de bases da ordem de 0,3 a 1,6 mE/100 g de TFSA no horizonte A e de 1,0 a 1,0 mE/100 g TFSA no horizonte C₂. A saturação de bases varia de 5 a 50%. O pH em águas varia de 4,0 a 4,5 e em KCl de 3,6 a 4,2.

A vegetação varia de savana arbustiva a savana arbórea aberta. O relevo se apresenta predominantemente plano e suave ondulado. São desenvolvidos de arenito referidos ao Cretáceo ou de sedimentação areno-quartzosas do Terciário e do Quaternário. Quanto ao uso agrícola, são muito poucos utilizados, basicamente devido às próprias condições químicas e mineralógicas. De modo geral, são aproveitados com pecuária extensiva, em meio à vegetação natural. Apresentam como principais limitações ao uso agrícola a muito baixa fertilidade natural, baixo conteúdo de macro e micronutrientes e a baixa capacidade de retenção de água e de nutrientes, em consequência da textura arenosa, que propicia grande lixiviação.

Considerações Finais

De modo geral, a área apresenta solos do tipo Argissolo Amarelo e Neossolos Quartzarênicos, que são mais ácidos e menos férteis, e 44,71% da área avaliada, apresenta fraca susceptibilidade à erosão. Entretanto o percentual restante apresenta de moderada a alta erodibilidade, devido à disposição dos solos em relevos suave ondulado, ondulado e forte ondulado. Os solos encontrados na região apresentam baixa fertilidade natural, em decorrência da baixa Saturação das Bases e Saturação com Alumínio. Em relação à erosão, os solos descritos anteriormente apresentam grande susceptibilidade à erosão, porém como estes dispõem-se, de certo modo, em regiões planas, é notada uma menor susceptibilidade à mesma.

5.1.4. Geomorfologia

5.1.4.1. Geomorfologia da Área Emersa

A geomorfologia da área de estudo é caracterizada por colinas sustentadas pelos arenitos da Formação Sergi, orientadas SW-NE, as quais apresentam altitudes máximas de até 200m (**FIGURAS 5.1.4.1-1 e 5.1.4.1-2**). As cristas mais elevadas são caracterizadas por níveis mais silicificados dos arenitos. Mais ou menos na porção central da área, ocorre uma região rebaixada com relevo mais aplainado e altitudes médias em torno de 10-30m, onde corre o rio Baetantã (**FIGURAS 5.1.4.1-1, 5.1.4.1-2 e 5.1.4.1-3**).

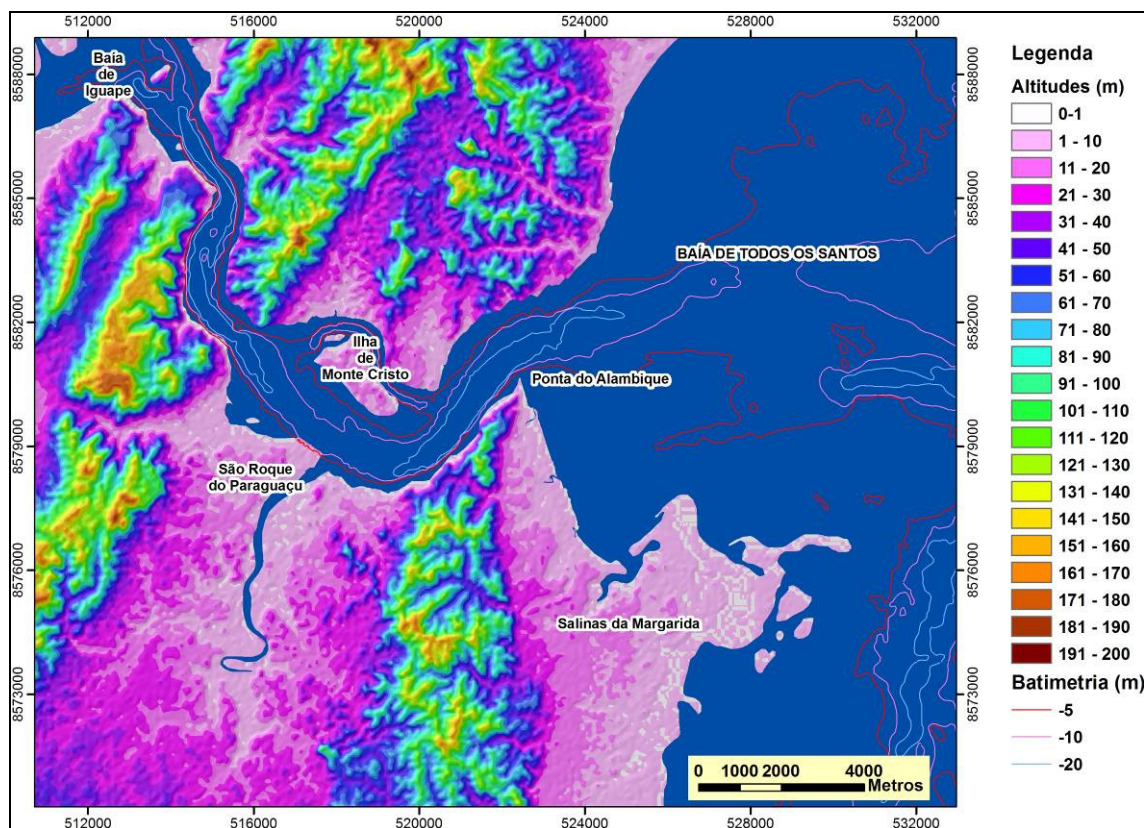


FIGURA 5.1.4.1- 1 – Modelo numérico do terreno da área de estudo.

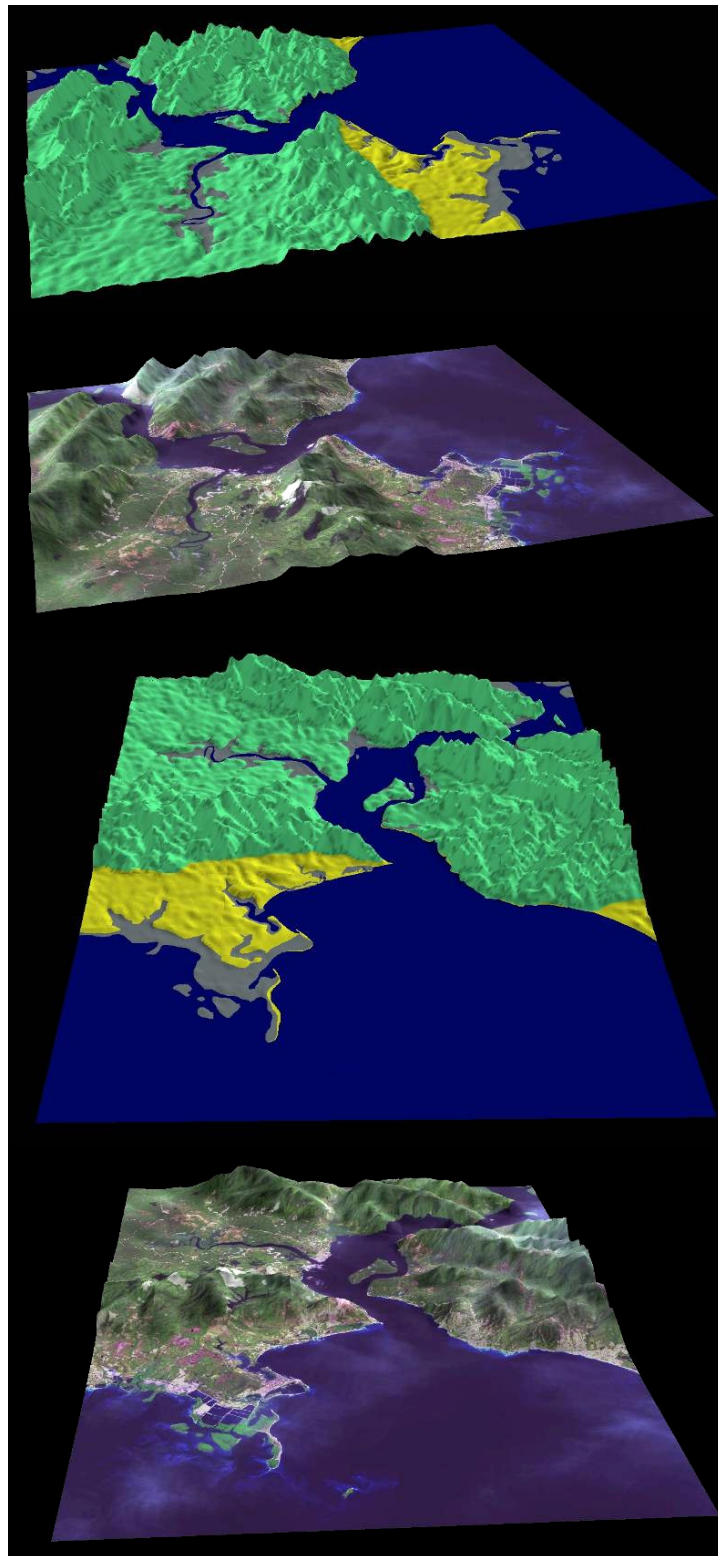


FIGURA 5.1.4.1- 2 – Visualização 3D da geomorfologia da área de estudo.



FIGURA 5.1.4.1- 3 – Região rebaixada onde corre o rio Baetantã. Em segundo plano observa-se o relevo colinoso que circunda a região rebaixada. As duas regiões são sustentadas pela mesma unidade geológica.

Este relevo mais aplainado é também sustentado por arenitos eólicos, com grandes estratos cruzados (**FIGURA 5.1.4.1-4**), porém mais alterados e friáveis que aqueles presentes nos trechos colinosos.



FIGURA 5.1.4.1- 4 – Afloramento de arenito eólico na região topográfica rebaixada característica da porção central da área de estudo.

Cortando este conjunto, ocorre o canal do Paraguaçu, que conecta a Baía de Iguape à Baía de Todos os Santos. Este canal constitui um pequeno cânion com paredes íngremes nos trechos bordejados pelo relevo colinoso (**FIGURAS 5.1.4.1-1 e 5.1.4.1-2**).

A **FIGURA 5.1.4.1-5** mostra um mapa de declividades gerado a partir do MNT. Como esperado as maiores declividades são observadas nas porções com relevo colinoso, onde valores máximos de até 43° são observados.

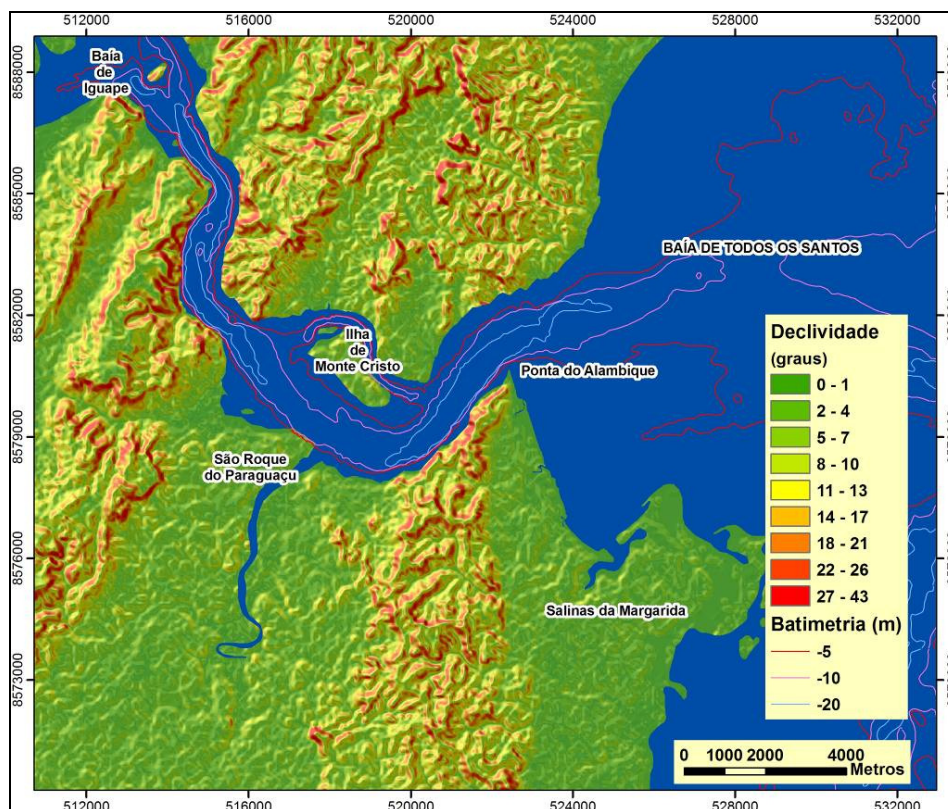


FIGURA 5.1.4.1- 5 – Mapa de declividade da área de estudo plotado sobre sombreamento do relevo.

Em termos de processos atuantes na área de estudo responsáveis pelo modelado do relevo, os principais identificados foram:

- Queda de Blocos – é possível se observar nas vizinhanças das colinas mais altas, grande blocos caídos à margem do rio Paraguaçu (**FIGURA 5.1.3.1-2**). Estes blocos de morfologia ruiforme são constituídos por arenitos silicificados. Queda de blocos é também observada associada às falésias íngremes nas margens do canal do Paraguaçu devido ao solapamento da base das mesmas pelas correntes (**FIGURAS 5.1.3.1-10 e 5.1.3.1-11**).
- Fluxos de detritos – nas margens do canal do Paraguaçu, também associados às áreas que exibem maiores declividades é possível se observar depósitos de fluxos de detritos (**FIGURA 5.1.3.1-12**), sugerindo que este fenômeno pode ocorrer durante períodos de chuvas intensas.
- Voçorocas – voçorocas ativas foram observadas nas porções onde terrenos de alta declividade foram desmatados (**FIGURAS 5.1.3.1-13 e 5.1.3.1-14**). Talvez este processo seja mais favorecido nos trechos onde o arenito é mais silicificado, portanto com menor permeabilidade

5.1.4.2 Área Submersa

A morfologia do fundo marinho na área de estudo é caracterizada essencialmente pela porção submersa do cânion do rio Paraguaçu, onde profundidades de mais de 25 m são alcançadas (**FIGURA 5.1.4.2-1**). Estas profundidades diminuem rapidamente a partir do ponto onde a cânion desemboca na Baía de Todos os Santos, como mostra a **FIGURA 5.1.4.2-1**. Conforme já discutido este canal foi esculpido pelo rio Paraguaçu durante os períodos de nível de mar baixo do Quaternário.

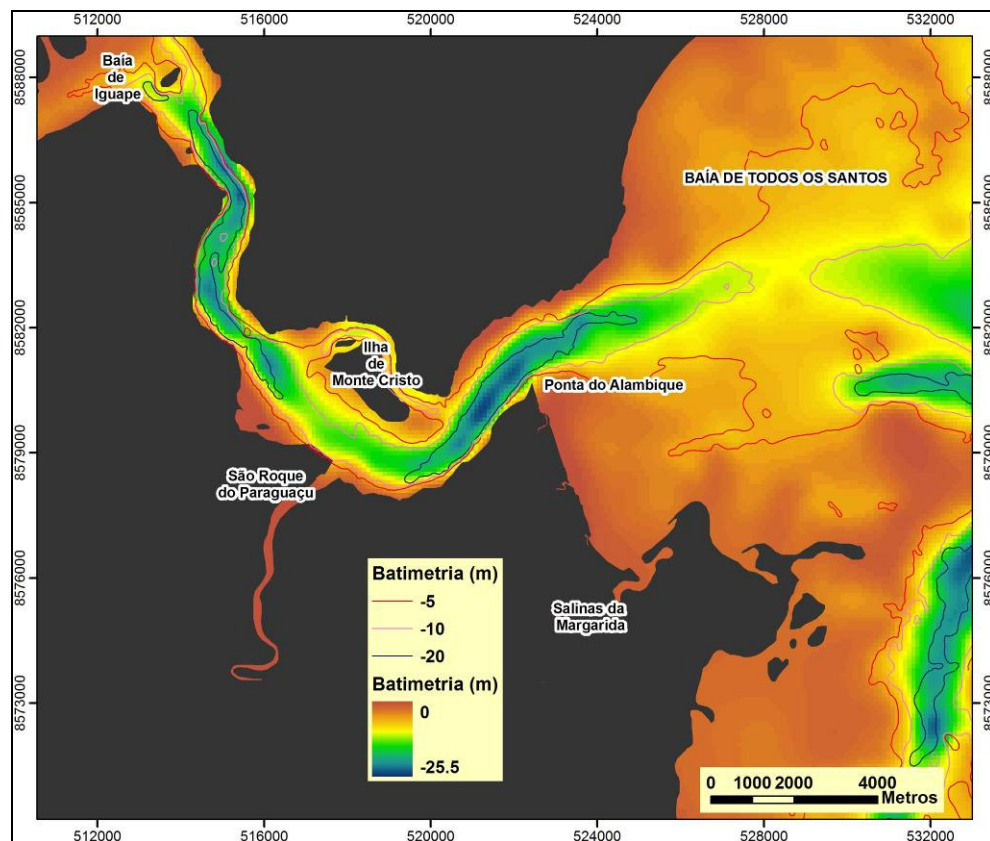


FIGURA 5.1.4.2- 1 – Batimetria da área de estudo.

5.1.5. Recursos Hídricos

5.1.5.1. Hidrologia

O rio Paraguaçu nasce nas proximidades da localidade de Farinha Molhada, no município de Barra da Estiva, a aproximadamente 1.200 m de altitude, percorrendo cerca de 500 km até a sua foz na Baía de Todos os Santos (CRA, 2000). Esta bacia apresenta uma grande variedade de características fisiográficas e geo-ambientais, que incluem a Chapada Diamantina, com altitude de 1.200 m, com domínio de clima semi-árido no seu trecho médio, e regiões de clima úmido na faixa litorânea cobrindo uma área de drenagem de 56.300 km² (CRA, 2000). A região central da bacia, inserida no polígono das secas, é caracterizada por uma deficiência hídrica elevada, com baixos índices de precipitação pluviométrica. Nas proximidades da região da barragem de Pedra do Cavalo, correspondente à zona de transição entre o clima semi-árido e a faixa litorânea úmida, o clima é mais ameno e a precipitação pluviométrica é mais elevada. A região do baixo curso do rio entre a barragem de Pedra do Cavalo e sua foz na Baía de Todos os Santos, com uma área de drenagem 455,7 km², apresenta precipitações de até 1.800 mm (CRA, 2000).

Este último trecho da bacia hidrográfica, que é a área de foco neste estudo, também considerado como estuário do rio Paraguaçu (**FIGURA 5.1.5.1-1**) pode ser subdividido em três partes (GENZ et al., 2008): i) baixo curso do rio (com 16 km de comprimento); ii) Baía de Iguape (com uma área de 76,1 km²) e iii) canal do Paraguaçu (com 18 km de comprimento), que conecta a Baía de Iguape com a Baía de Todos os Santos.

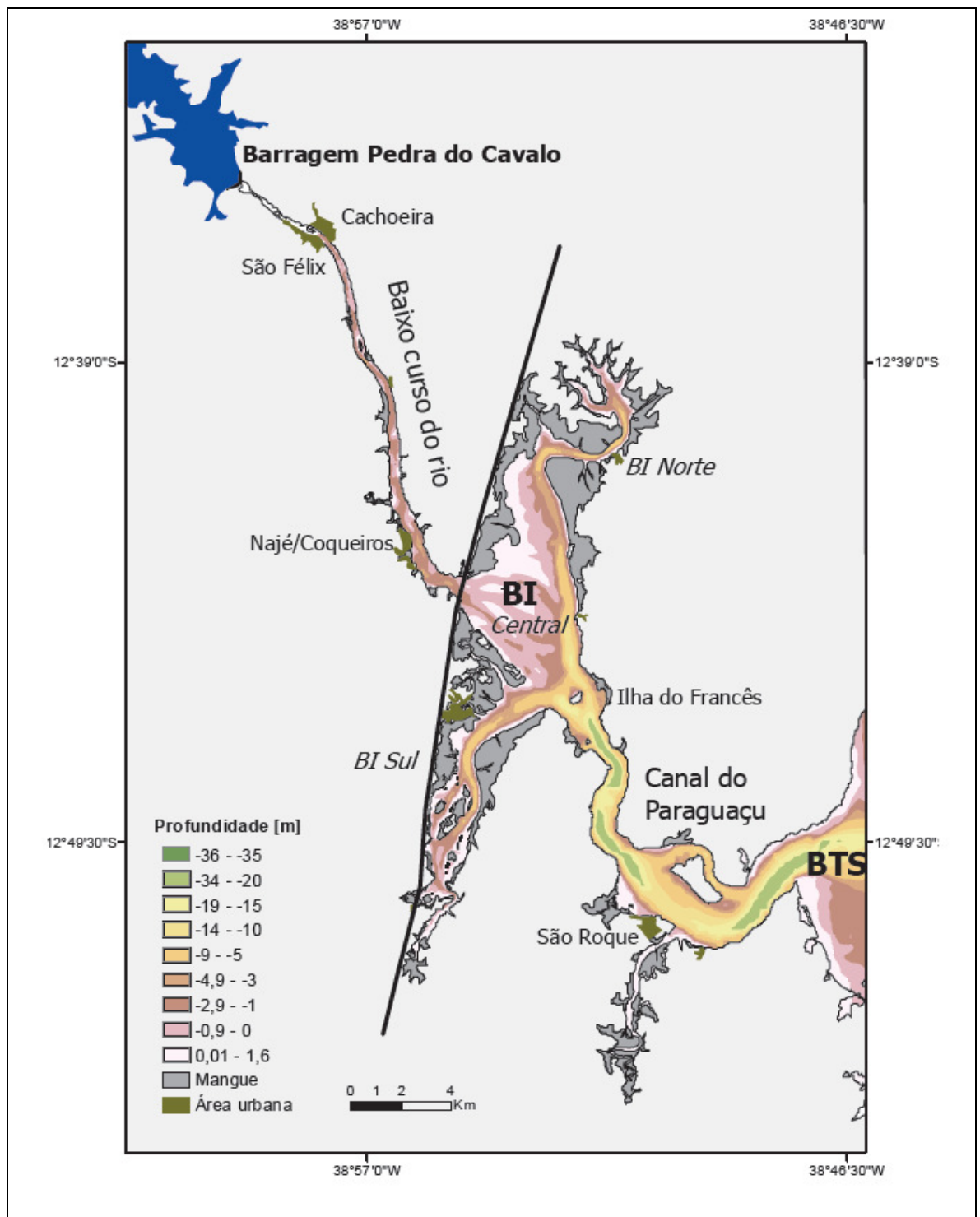


FIGURA 5.1.5.1- 1: Estuário do rio Paraguaçu e sua indicação batimétrica. BI (Baía de Iguape) e BTS (Baía de Todos os Santos). A falha geológica de Maragogipe (linha preta cruzando a margem oeste da Baía de Iguape) limita a Bacia do Recôncavo a oeste (GENZ et al., 2008).

Regime de descargas defluentes da barragem de Pedra do Cavalo

A Barragem de Pedra do Cavalo tem um volume de armazenamento de 4,631 km³ (na cota 120 m), com vazão regularizada de projeto de 79 m³ s⁻¹, para 95% de garantia de atendimento à demanda. A vazão de cheia com tempo de retorno de 10.000 anos é igual a 12.430 m³ s⁻¹, sendo a descarga máxima do vertedor igual a 12.000 m³ s⁻¹ (BAHIA, 1987).

As operações do reservatório são realizadas em função das vazões afluentes, do nível do reservatório e da chuva ocorrida e prevista. No período de operação da EMBASA (1986 a 2004), existiam duas situações básicas de operação:

- Período de estiagem:

- 1) Se a vazão afluente ao reservatório fosse menor que 10 m³ s⁻¹ a vazão média diária liberada para o estuário era de 5 m³ s⁻¹;
- 2) Se vazão afluente fosse maior que 10 m³ s⁻¹ então a vazão média diária efluente era 12,5 m³ s⁻¹;

Período de cheia: Segundo dados do projeto (DESENVALE, 1984), o volume reservado para o controle de enchente corresponde ao intervalo da cota 120 a 124m (0,699 km³). Com esse volume a cheia de projeto de 30 anos de tempo de retorno (4.510 m³ s⁻¹) poderia ser amortecida para a descarga máxima de 2.000 m³ s⁻¹, que no projeto foi considerada como limite de inundação de Cachoeira/São Félix. Na prática foi adotada a vazão de 1.700 m³ s⁻¹. Para amortecer a cheia de 100 anos de tempo de retorno (5.940 m³ s⁻¹), para o limite de inundação de projeto, seria necessário guardar volume a partir da cota 116,6 m.

Destaca-se que as vazões diárias do período de estiagem eram geradas pela abertura do primeiro estágio das comportas com descargas entre 50 m³ s⁻¹ e 60 m³ s⁻¹ constantes durante cerca de 5 horas.

A implantação da Usina Hidrelétrica (UHE) Pedra do Cavalo (165,3 MW) em 2005 modificou a operação da barragem. Trata-se de uma usina de ponta, contendo duas turbinas de eixo vertical com 82,65 MW de potência e vazão máxima de 80 m³ s⁻¹ cada. A produção de energia equivale a 700.000 MWh/ano, sendo suficiente para abastecer uma cidade de 250 mil habitantes. O nível do reservatório deve oscilar entre as cotas 108 m e 120 m, sendo 114,5 m a cota de referência ao longo do ano para a operação normal da geração de energia. A vazão afluente ao estuário vai depender da operação das turbinas, podendo liberar até 80 m³ s⁻¹ (1 turbina) ou chegar próximo de 160 m³ s⁻¹ (2 turbinas). No período de estiagem (quando não houver geração de energia), são gerados pulsos de vazão constante liberada por uma turbina durante algumas horas do dia para chegar à vazão média diária de 10 m³ s⁻¹, adotada como vazão sanitária.

Segundo os dados da EMBASA, entre 1987 e 2003 a vazão média anual liberada para jusante da barragem foi de 62,4 m³ s⁻¹, indicando uma tendência de redução das vazões descarregadas ao longo deste período (GENZ, 2006). A máxima vazão anual das águas liberada pela barragem foi em 1990 (221,7 m³ s⁻¹), enquanto que vazão mínima em 1995 (9,9 m³ s⁻¹) (**FIGURA 5.1.5.1-2**).

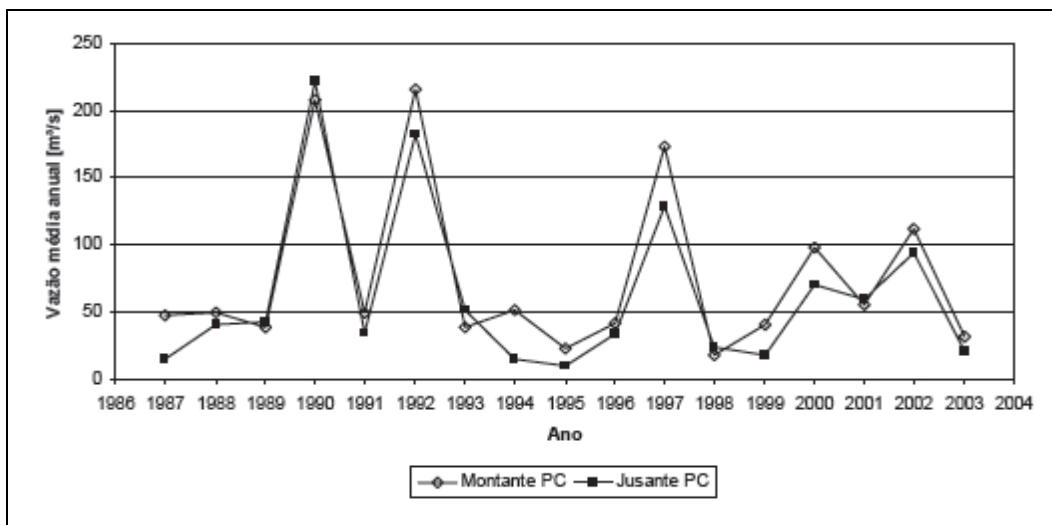


FIGURA 5.1.5.1- 2: Vazão média anual afluente a Barragem Pedra do Cavalo (Montante PC) e vazão média anual liberada ao estuário do Rio Paraguaçu (Jusante PC) (GENZ, 2006).

A frequência das vazões máximas anuais descarregadas pela barragem de Pedra do Cavalo foi estudada pela SRH em 1996 (CRA, 2000), cujos valores correspondentes aos diferentes tempos de retorno são apresentados (**FIGURA 5.1.5.1-3**).

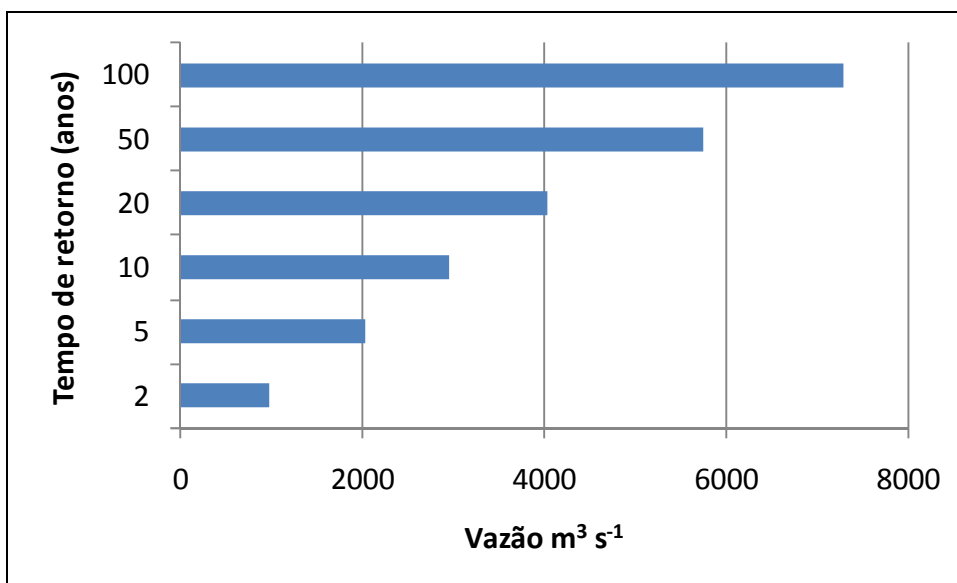


FIGURA 5.1.5.1- 3: Vazões máximas anuais liberadas pela barragem de Pedra do Cavalo e seus respectivos tempos de retorno (CRA, 2000).

A variação sazonal das vazões médias mensais liberadas pela barragem no período de 1987 a 2003 são apresentadas na **FIGURA 5.1.5.1-4**. Observa-se que as vazões máximas (cerca de $80 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$) ocorrem na época da estação seca do litoral da Bahia, enquanto que as mínimas ocorrem nos meses de inverno (em torno de $9 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$).

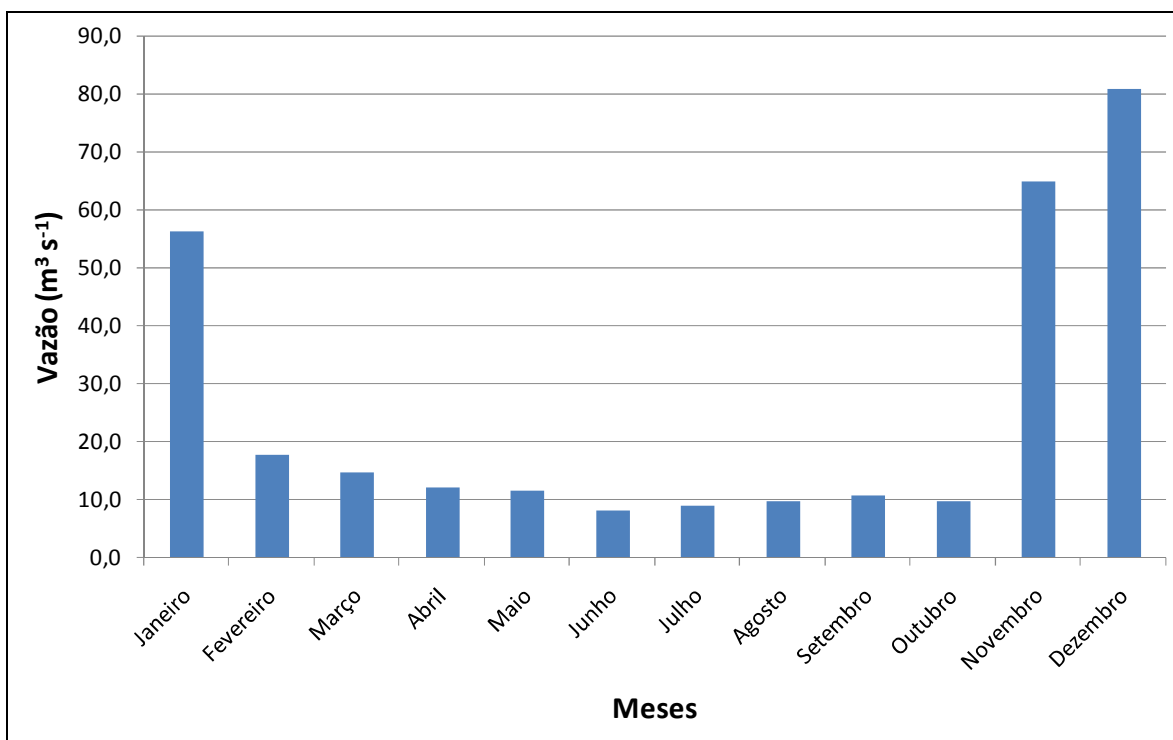


FIGURA 5.1.5.1- 4: Vazões médias mensais (1987-2003) descarregadas pela Barragem de Pedra do Cavallo (GENZ et al., 2008).

Na FIGURA 5.1.5.1-5 estão plotadas as curvas de permanência das vazões afluentes e efluentes da barragem de Pedra do Cavallo. A vazão mais freqüente liberada pela barragem (Q_{90}) é da ordem de $6 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$, enquanto que as vazões nulas (comportas fechadas) tiveram uma permanência de 80% a jusante, nos registros de 1986 a 2003 (GENZ, 2006).

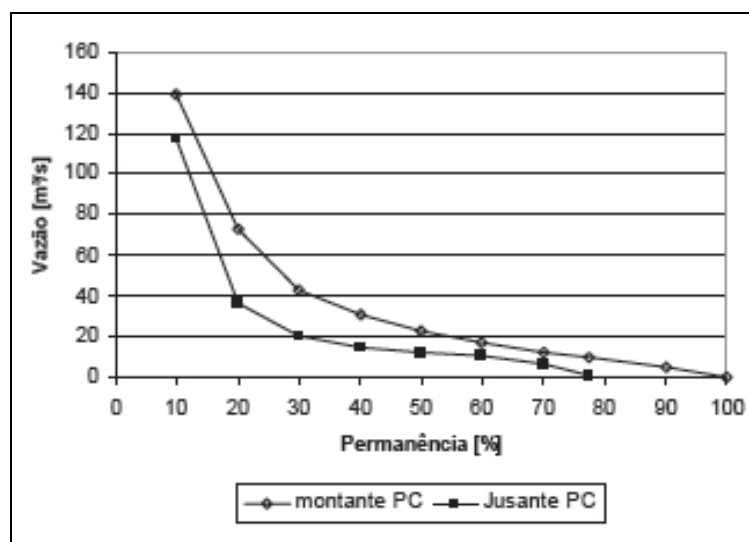


FIGURA 5.1.5.1- 5: Curvas de permanência a montante e jusante da Barragem Pedra do Cavallo (PC) entre 10 e 100% – período 1986 a 2003 (GENZ, 2006).

Vazões Mensais para o Rio Paraguaçu e Rio Jacuípe

Com a construção da Barragem de Pedra do Cavalo em 1986, o regime hidrológico do Rio Paraguaçu que aflui para o estuário e a Baía de Todos os Santos está quase totalmente controlado pela operação das comportas. A jusante da Barragem de Pedra do Cavalo a contribuição de água doce é pequena.

Segundo Genz (2006) o regime hidrológico mostra forte sazonalidade, sendo que vazões altas ocorrem durante os meses de dezembro a abril, com as enchentes acontecendo principalmente de dezembro a fevereiro. No restante do ano hidrológico, isto é, de maio a outubro, predominam as vazões baixas, sendo que o Rio Jacuípe apresenta maior intermitência do que o Rio Paraguaçu. A vazão média anual no Rio Paraguaçu é de 83 m³/s (1947 a 2003), enquanto que no Rio Jacuípe chega a 9,5 m³/s (1930 a 2003).

Os valores médios de vazão fluvial são pequenos em relação ao prisma de maré da BTS, representando apenas cerca de 0,08 % deste (Lima e Lessa, 2002²² *apud* Genz, 2006). Embora a vazão média dos rios Paraguaçu e Jacuípe seja pequena, na época das enchentes as descargas máximas tomam valores proporcionais ao tamanho da área de drenagem e provavelmente têm grande impacto sobre a zona estuarina.

Segundo Genz (2006) a vazão média mensal afluyente à Barragem Pedra do Cavalo (**FIGURA 5.1.5.1-6**) é representada através dos postos fluviométricos Argoim e Ponte Rio Branco, o período de maiores vazões vai de novembro a maio (entre 59 m³/s e 174 m³/s no Rio Paraguaçu e entre 6 m³/s e 28 m³/s no Rio Jacuípe). As enchentes acontecem freqüentemente em dezembro, podendo ocorrer também em janeiro, fevereiro e março (**FIGURA 5.1.5.1-7**). O período de vazões menores abrange os meses de junho a outubro, sendo o mês de setembro o de menor vazão (22,9 m³/s – Rio Paraguaçu e 0,8 m³/s – Rio Jacuípe).

Nas vazões mensais mínimas (**FIGURA 5.1.5.1-8**) destaca-se o regime intermitente do Rio Jacuípe, que pode apresentar vazão nula durante todos os dias de qualquer mês do ano. O Rio Paraguaçu registrou os maiores valores de vazões mensais mínimas históricas nos meses de junho e julho (5,9 m³/s e 8,7 m³/s, respectivamente), embora estejam dentro do período de vazões médias mensais baixas. Nesses meses as vazões são influenciadas pelos sistemas que atuam no inverno (Distúrbios de Leste). A menor vazão mensal foi registrada no mês de outubro (0,8 m³/s), seguida pelo mês de março (1,8 m³/s).

²²Lima, G.M.P. e Lessa, G.C. The fresh-water discharge in Todos os Santos Bay (BA) and its significance to the general water circulation. 2002 - Pesquisas, 28(2), 85-98

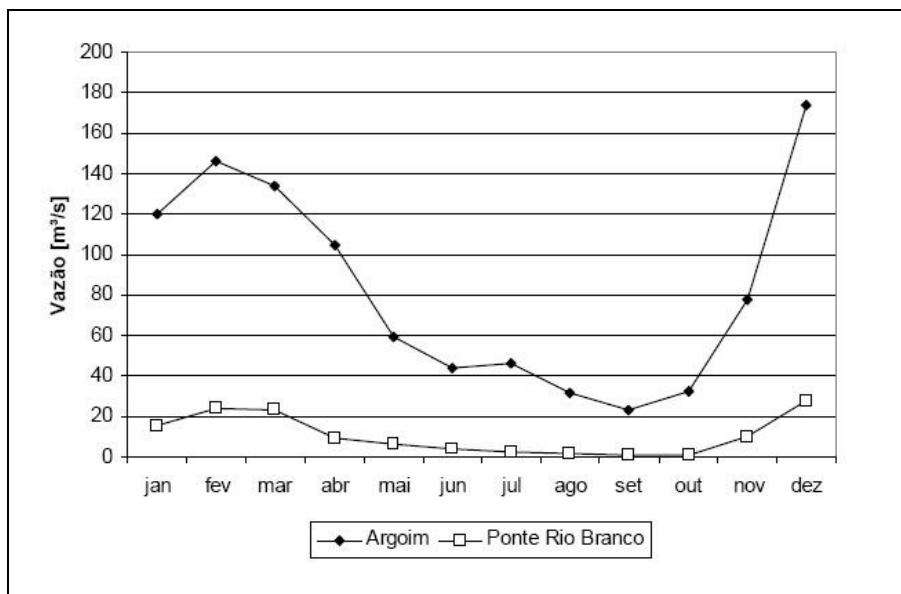


FIGURA 5.1.5.1- 6 - Vazões mensais médias: Rio Paraguaçu (Argoim) e Rio Jacuípe (Ponte Rio Branco). (Genz, 2006)

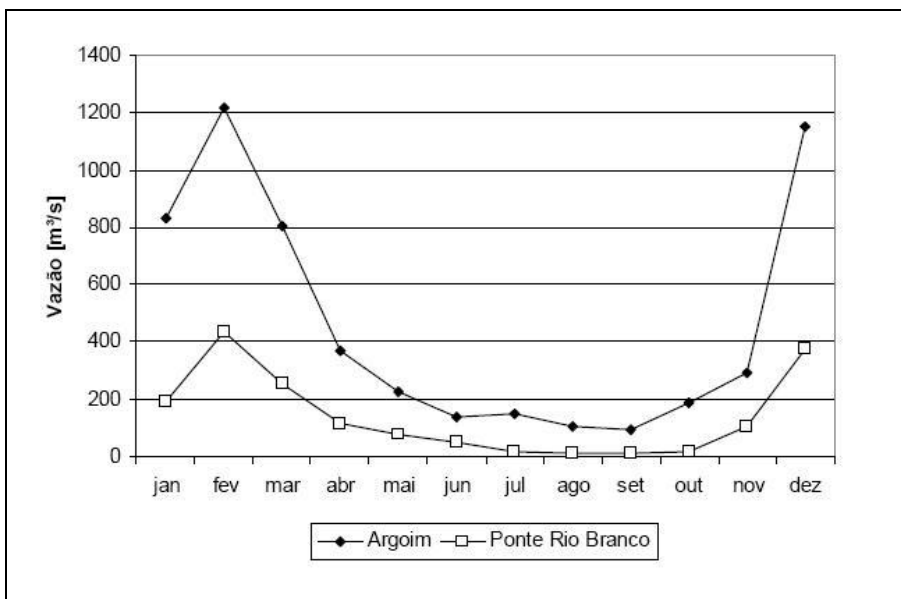


FIGURA 5.1.5.1- 7 - Vazões mensais históricas máximas: Rio Paraguaçu (Argoim) e Rio Jacuípe (Ponte Rio Branco). (Genz, 2006)

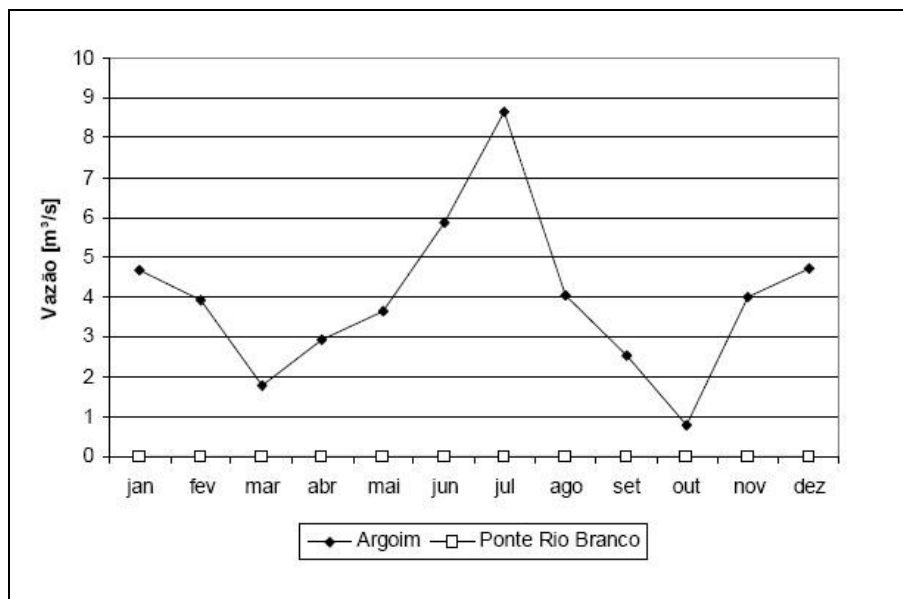


FIGURA 5.1.5.1- 8 - Vazões mensais históricas mínimas: Rio Paraguaçu (Argoim) e Rio Jacuípe (Ponte Rio Branco) (Genz, 2006).

Vazões das sub-bacias contribuintes ao curso d'água do Rio Paraguaçu a jusante da barragem de Pedra do Cavallo

Como mencionado anteriormente, as pequenas bacias contribuintes localizadas a jusante da barragem de Pedra do Cavallo, estão carentes de registros fluviométricos que pudessem caracterizar a contribuição das mesmas. Sendo assim, serão apresentados resultados de estudos obtidos através modelagem hidrológica.

Estudos realizados pelo Centro de Recursos Ambientais (CRA, 2000), através de modelos hidrológicos do tipo “Chuva-Vazão”, estimaram a descarga contribuinte por setores, que constituem as sub-bacias contribuintes ao rio Paraguaçu a jusante da barragem de Pedra do Cavallo. Esses dados foram obtidos por um modelo denominado “chuvaz” cujo algoritmo integra os seguintes parâmetros hidrológicos:

- Separação do escoamento (infiltração e escoamento superficial) através do método CN do *Soil Conservation Service*;
- Escoamento subsuperficial e subterrâneo, seguindo a aproximação para reservatórios lineares simples;
- Evaporação segundo uma formulação homóloga ao reservatório linear simples.

No modelo CHUVAZ tentou-se capitalizar as observações sobre o regime hidrológico local e, também, a base de informações fisiográficas das bacias como, tipos de solo, cobertura vegetal / uso do solo, o CN determinado em cada bacia e o Regime de chuvas na área de estudo, que será descrito no tópico a seguir. O modelo foi formulado para intervalo diário de cálculo diário, tanto para o processo de ajuste como para o de simulação.

O ajuste do modelo foi obtido através de aproximações sucessivas baseado no processo de tentativa e erro. O procedimento de ajuste visou a conservação (aproximação entre os

valores observados e simulados) da média de longo período e da curva de permanência das vazões médias diárias, os quais são indicadores meta.

Regime de chuvas na área de estudo

A bacia hidrográfica do Rio Paraguaçu situa-se numa região com alto grau de redução da precipitação média anual desde o litoral, passando pela BTS, em direção ao interior do continente, como mostra a **FIGURA 5.1.5.1-9**. No trecho que vai desde a Barragem Pedra do Cavalo até o fim do Canal do Paraguaçu, a precipitação média anual varia de 1.200 a 1.600 mm (**FIGURA 5.1.5.1-9**).

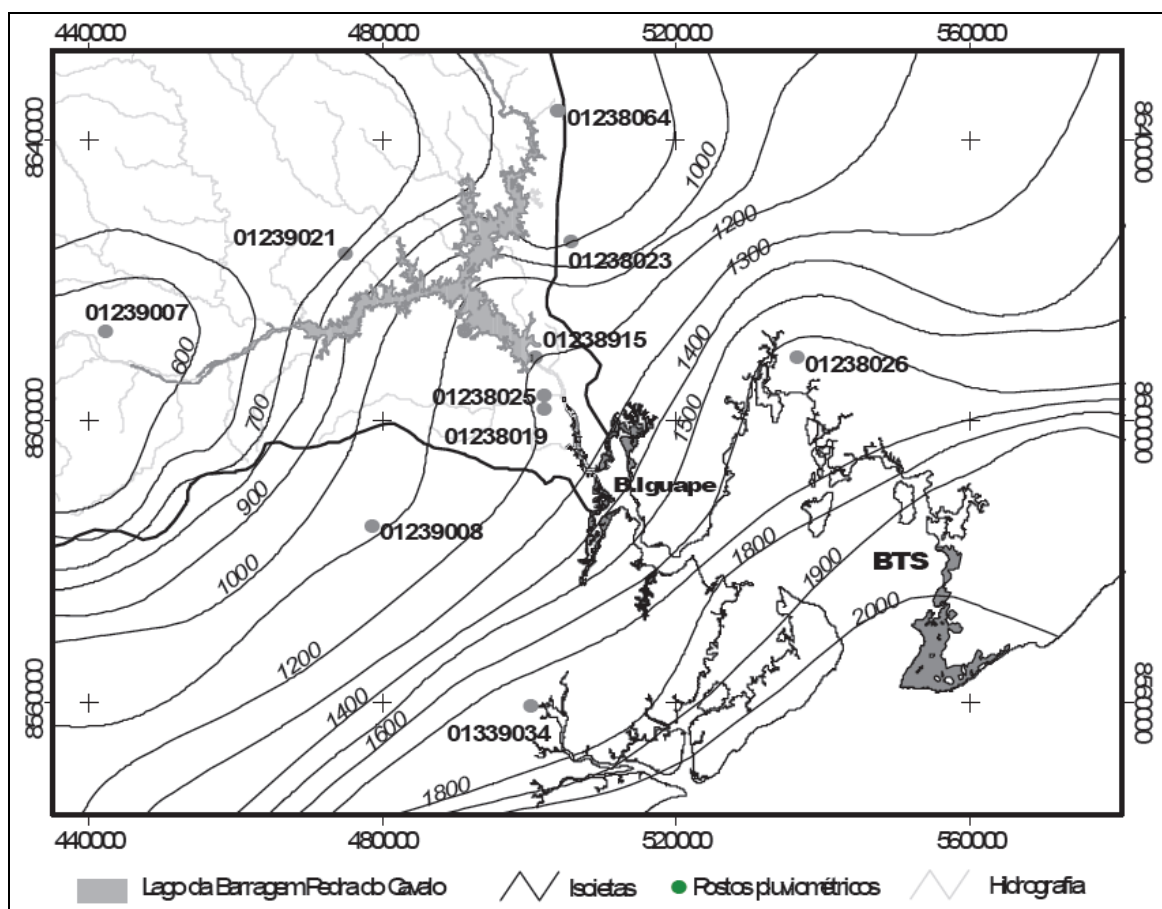


FIGURA 5.1.5.1- 9 - Isoietas de precipitação média anual na região estuarina e entorno (BAHIA, 2003; GENZ, 2006).

Genz (2006) analisou o regime de precipitação anual e sazonal no estuário do Rio Paraguaçu tendo como base os postos: 01238025 (São Félix) e 01238915 (Pedra do Cavalo) (**FIGURA 5.1.5.1-9**). De acordo com a distribuição das precipitações ao longo do ano (**FIGURA 5.1.5.1-10**), o período chuvoso no estuário do rio Paraguaçu, vai de março a agosto, enquanto que o mês mais seco, na média, é janeiro, sendo que os meses de setembro e outubro constituem um outro período de chuvas baixas. A precipitação média anual é de 1.228 mm, com desvio padrão de 277 mm.

Devido às variabilidades das condições climáticas que ocorrem ao longo da bacia hidrográfica do Rio Paraguaçu, a precipitação do estuário tem uma distribuição

diferenciada daquela que gera cheias no rio (GENZ, 2006). O posto de Porto, localizado no município de Lençóis, na borda da Chapada Diamantina ilustra o período chuvoso (novembro a abril) na cabeceira da bacia hidrográfica (**FIGURA 5.1.5.1-10**).

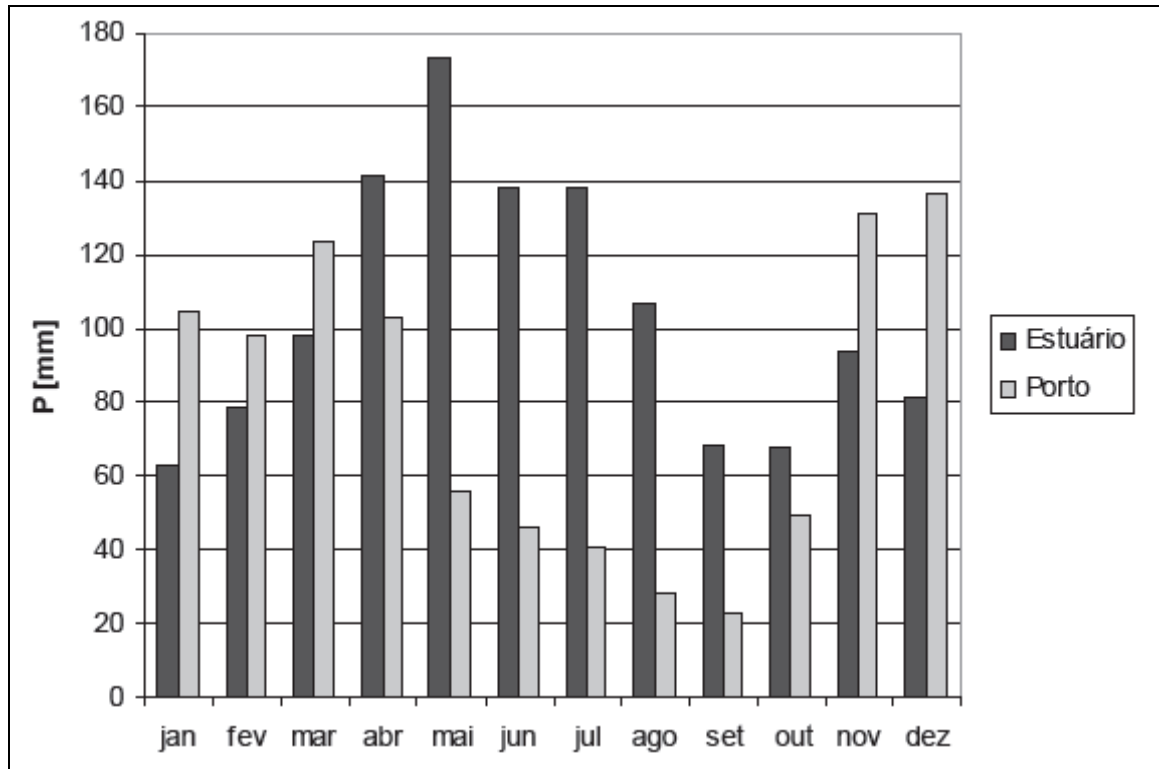


FIGURA 5.1.5.1- 10 - Distribuição da precipitação ao longo do ano no estuário do rio Paraguaçu (GENZ, 2006). Chuvas na região estuarina (Estuário) e no interior do estado (Porto), localizado no município de Lençóis, na borda da Chapada Diamantina.

Resultados do modelo “chuva-vazão”

Com base nas informações pluviométricas e nas características físicas das bacias foram calculados os valores de descargas geradas pelas bacias localizadas a jusante da barragem de Pedra do Cavalo (**TABELA 5.1.5.1-1**). Os resultados obtidos por CRA (2000) serão apresentados a seguir.

De acordo com CRA (2000), as curvas de permanência dos postos fluviométricos localizados em torno da Baía de Todos os Santos (BTS), apresentam um comportamento homogêneo. Sendo assim, pôde-se afirmar que a tendência média das curvas de permanências representa, com precisão suficiente, a curva de permanência adimensional de qualquer posto fluviométrico e, conseqüentemente, de qualquer bacia hidrográfica de pequena extensão afluente à BTS (CRA, 2000). Esta conclusão evidencia que o controle do regime hidrológico depende, de forma quase que exclusiva, do regime pluviométrico local. Os outros fatores, como tipo de solo, vegetação, uso da terra, declividade etc., têm uma fraca, a muito fraca, influência na distribuição de freqüência do regime fluviométrico (CRA, 2000). Desta forma os parâmetros que caracterizam a sazonalidade e a permanência das vazões de todas as bacias afluentes à BTS foram considerados constantes nas simulações. O parâmetro CN foi determinado para cada bacia em particular em função do tipo de solo e da cobertura vegetal / uso do solo. A capacidade

de armazenamento do reservatório subterrâneo também foi adotada como constante por falta de melhores estimativas.

A falta de confiabilidade nas estimativas das vazões de máximas de baixa frequência de ocorrência é um fato esperado, decorrente das limitações que o modelo formulado tem para explicar fenômenos de duração menor ao intervalo de cálculo diário (CRA, 2000). Sendo assim as vazões máximas foram apresentadas apenas para as maiores bacias, onde o erro foi menos discrepante (TABELA 5.1.5.1-2). Nestes casos, a metodologia adequada é a determinação do escoamento através de simulações de eventos isolados, como o hidrograma de projeto calculado a partir de uma chuva de projeto associada a um dado período de recorrência. As vazões difusas máximas e mínimas foram calculadas a partir das vazões associadas a 10 e 90% de permanência, respectivamente.

TABELA 5.1.5.1- 1 - Vazões calculadas pelo modelo “chuva-vazão” para as bacias contribuintes ao baixo Paraguaçu (CRA, 2000).

| Bacia | Setor | Número | Área (km ²) | Vazão Média (m ³ s ⁻¹) | Vazão Mínima (m ³ s ⁻¹) | Vazões por Permanência (m ³ s ⁻¹) | | | | |
|---------------------|-------|--------|-------------------------|---|--|--|-------|-------|-------|-------|
| | | | | | | 5% | 10% | 50% | 90% | 95% |
| Rio Dorme | 5 | 41 | 5,8 | 0,149 | 0,013 | 0,354 | 0,283 | 0,124 | 0,054 | 0,043 |
| Rio Inhaúma | 5 | 42 | 11,36 | 0,290 | 0,024 | 0,687 | 0,553 | 0,240 | 0,104 | 0,082 |
| Rio Alemão | 5 | 43 | 19,24 | 0,492 | 0,043 | 1,150 | 0,929 | 0,410 | 0,178 | 0,140 |
| Rio do Navio | 5 | 46 | 6,85 | 0,173 | 0,014 | 0,407 | 0,333 | 0,141 | 0,060 | 0,047 |
| Rio Cerqueira | 5 | 48 | 12,1 | 0,303 | 0,022 | 0,718 | 0,594 | 0,243 | 0,102 | 0,080 |
| Rio Baetantã | 5 | 49 | 88,76 | 2,217 | 0,155 | 5,192 | 4,375 | 1,747 | 0,726 | 0,573 |
| Riacho Catu | 6 | 60 | 9,02 | 0,235 | 0,021 | 0,518 | 0,418 | 0,188 | 0,084 | 0,066 |
| Rio Caboclo | 6 | 64 | 13,38 | 0,152 | 0,011 | 0,305 | 0,261 | 0,133 | 0,049 | 0,035 |
| Riacho do Urubu | 6 | 65 | 8,78 | 0,106 | 0,007 | 0,208 | 0,179 | 0,090 | 0,032 | 0,023 |
| Rio da Cachoeirinha | 6 | 67 | 150,52 | 1,791 | 0,118 | 3,755 | 3,190 | 1,527 | 0,516 | 0,367 |
| Rio Capanema | 6 | 68 | 9,85 | 0,144 | 0,006 | 0,331 | 0,269 | 0,111 | 0,039 | 0,026 |
| Rio Guai | 6 | 69 | 20,0 | 0,324 | 0,012 | 0,806 | 0,669 | 0,252 | 0,085 | 0,056 |
| Riacho da Pitanga | 7 | 71 | 15,0 | 0,064 | 0,005 | 0,125 | 0,109 | 0,058 | 0,025 | 0,018 |
| Rio Pitanga | 7 | 72 | 17,0 | 0,097 | 0,008 | 0,185 | 0,165 | 0,088 | 0,038 | 0,027 |
| Riacho Caquende | 7 | 73 | 15,0 | 0,097 | 0,008 | 0,186 | 0,165 | 0,088 | 0,038 | 0,026 |
| Rio Capivari | 7 | 80 | 316,44 | 1,370 | 0,110 | 2,738 | 2,345 | 1,243 | 0,513 | 0,371 |
| Rio Subaúma | 7 | 81 | 15,45 | 0,115 | 0,009 | 0,230 | 0,199 | 0,105 | 0,042 | 0,030 |
| Rio Sinunga | 7 | 82 | 33,4 | 0,286 | 0,022 | 0,579 | 0,498 | 0,259 | 0,099 | 0,071 |
| Rio Najé | 7 | 83 | 8,0 | 0,084 | 0,006 | 0,170 | 0,145 | 0,075 | 0,028 | 0,020 |

TABELA 5.1.5.1- 2 - Vazões máximas, médias e mínimas para as maiores bacias (CRA, 2000).

| Bacia | Número | Máxima Q ₁₀ (m ³ s ⁻¹) | Média (m ³ s ⁻¹) | Mínima Q ₉₀ (m ³ s ⁻¹) |
|---------------------|--------|--|---|--|
| Rio Baetantã | 49 | 4,375 | 2,217 | 0,726 |
| Rio da Cachoeirinha | 67 | 3,190 | 1,791 | 0,516 |
| Rio Capivari | 80 | 2,345 | 1,370 | 0,513 |

Usos da Água

O programa de monitoramento da Qualidade das Águas do Estado da Bahia (MONITORA) vem monitorando a qualidade e os usos da água da bacia do rio Paraguaçu desde 2008, em campanhas trimestrais com cerca de 20 pontos de coleta de água em toda a bacia do Paraguaçu (INGA, 2008a; INGA, 2008b; INGA, 2008c; INGA, 2008d; INGA, 2008e; INGA, 2008f; INGA, 2008g)²³. Destes pontos, apenas três pontos estão dentro da área de estudo: **PRG-PRG- 800** (a jusante da barragem de Pedra do Cavalo), **PRG-PRG-700** e **PRG-PRG-790** (no lago da barragem de Pedra do Cavalo) (**FIGURA 5.1.5.1-11**). Segundo os dados do MONITORA, as águas do baixo curso do Rio Paraguaçu estão enquadradas na classe 2 de águas doces, segundo critério de qualidade da Resolução CONAMA n°. 357/05.

Segundo a resolução CONAMA N° 357, DE 17 DE MARÇO DE 2005, águas doces classe 2 podem ser destinadas aos seguintes usos:

- a) abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional.
- b) proteção das comunidades aquáticas.
- c) recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA n° 274, de 2000.
- d) 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) aquicultura e a atividade de pesca.

²³Instituto de Gestão das Águas e Clima. Relatório de Monitoramento da Qualidade das Águas. Salvador: INGA, 2008. Disponível em: http://www.inga.ba.gov.br/modules/pico/index.php?content_id=137. Acessado em: Setembro 2009.

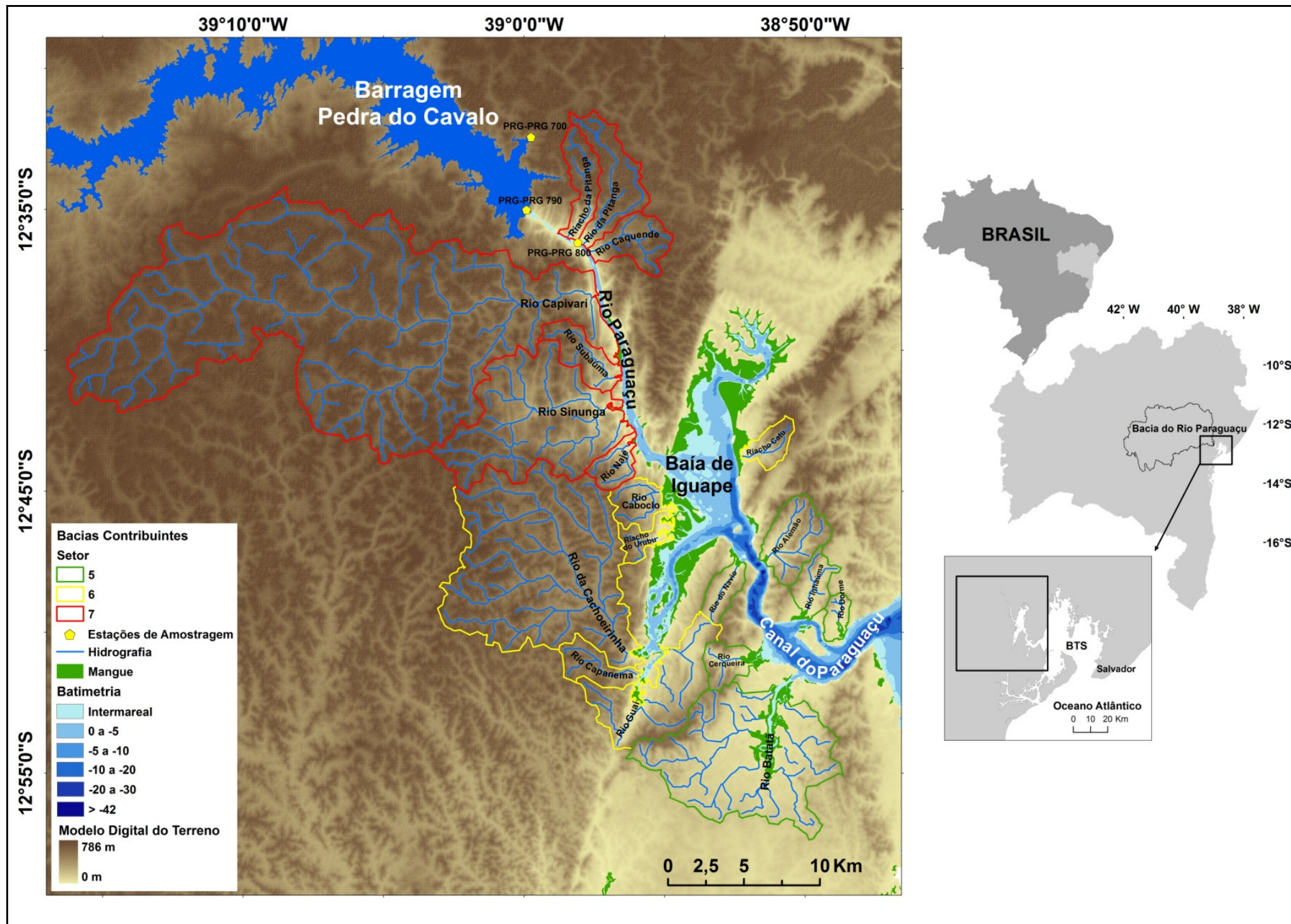


FIGURA 5.1.5.1- 11 - Mapa detalhado dos principais cursos d'água contribuintes ao estuário do rio Paraguaçu. No mapa estão indicados as estações amostradas pelo INGA, referente aos Usos da Água (pontos em amarelo). Como plano de fundo observa-se o modelo digital do terreno, indicando a morfologia do relevo da região.

O ponto de monitoramento **PRG-PRG-800** está localizado na zona urbana do município de Cachoeira, à jusante da Barragem de Pedra do Cavalo, em ambiente lótico (**FIGURA 5.1.5.1-11**). As águas apresentam aspecto turvo, coloração marrom e tonalidade escura. Os usos das águas observados no local são para: navegação, dessedentação de animal e pesca. Observou-se disposição de resíduos sólidos na margem esquerda do rio, à montante do ponto de monitoramento e lançamento de efluentes sanitários na margem direita do rio, à jusante do ponto amostral.

O ponto **PRG-PRG-700** está localizado no Lago de Pedra do Cavalo, na captação de água da EMBASA para abastecimento de Feira de Santana (**FIGURA 5.1.5.1-11**) e o ponto **PRG-PRG-790** está localizado na comporta de Pedra do Cavalo, lado direito em frente à cidade de Cachoeira (**FIGURA 5.1.5.1-11**).

A partir dos dados do INGA, 2008a foi possível descrever de forma resumida as principais atividades desenvolvidas na bacia hidrográfica do Rio Paraguaçu. Dentre as quais estão: Saneamento, Agricultura, Pecuária e Atividades Industriais. Estas atividades são apresentadas no **QUADRO 5.1.5.1-1**.

QUADRO 5.1.5.1- 1 - Resumo das atividades desenvolvidas pelo homem na bacia hidrográfica do Rio Paraguaçu (INGA, 2008a).

| Saneamento | Água Tratada(m3/dia) | Esgoto Tratado (m3/dia) | Resíduos Sólidos Coletados (T/dia) | Formas de Disposição dos Resíduos Sólidos |
|-----------------------------------|---|-------------------------|--|---|
| | 183.305 | 595 | 1380,3 | Lixão, aterro sanitário convencional e simplificado |
| Agricultura | Lavouras permanentes | | Lavouras Temporárias | |
| | Banana; Cacaú; Café; Castanha de caju; Coco - da - baia; Dendê; Goiaba; Laranja; Limão; Maçã; Mamão; Manga; Maracujá; Marmelo; pimenta-do-reino; Sisal ou agave; Tangerina; Urucum; Uva. | | Abacaxi; Algodão herbáceo; Alho; Amendoim; Arroz; Batata - doce; Batata - inglesa; cana-de-açúcar; Cebola; Feijão; Fumo; Mamona; Mandioca; Melancia; Milho; Sorgo granífero; Tomate. | |
| Pecuária | Rebanhos (cabeça) | | | |
| | Bovino | 345.862 | Suíno | 80.364 |
| | Caprino | 94.092 | Eqüino | 132.040 |
| | Ovino | 26.597 | Galinhas | 267.662 |
| Principais atividades industriais | Fabricação de calçados; Curtimento e outras preparações de couro; Beneficiamento, cultivo e exportação de fumo em folhas; Fabricação de móveis com predominância de madeira, Fabricação de produtos cerâmicos, Beneficiamento de fibras de sisal; Industrialização de fios e cordas de sisal; Extração de minerais para fabricação de adubos e fertilizantes, Fabricação de embalagens de material plástico, Abate de frango e suíno, Fabricação de rações balanceadas para animais, Indústria gráfica, Produção de arames de aço, Fabricação de sucos e polpas de frutas, Produção de óleos vegetais em bruto, Fabricação cervejas e chopes, Fabricação de contêiner flexível para produtos a granel, Construção civil, Frigorífico de bovinos, preparação de produtos de carne e subprodutos, Indústria e comércio de artigos do vestuário, Fabricação de chapas e de embalagens de papelão ondulado, Fabricação de medicamentos para uso veterinário, Fabricação de materiais para usos médicos, hospitalares e odontológicos, Montagem de seringas, Fabricação de modelos para moldes, Fabricação de pneumáticos e de câmaras-de-ar, Fabricação de artefatos de concreto, cimento, gesso e estuque, Fabricação de sabões, Fabricação de material elétrico para veículo, exceto bateria, Fabricação de charutos e cigarilhas, Fabricação de utensílios domésticos em alumínio. | | | |
| Usos da água | Abastecimento urbano e rural; Irrigação e dessedentação de animais, geração de energia hidrelétrica; abastecimento industrial, Aqüicultura; lazer e turismo na faixa litorânea; navegação na foz do rio. | | | |
| Principais Impactos | Atividades agropecuárias e extrativismo vegetal - Desmatamento, utilização de agrotóxicos; Atividade Urbana - Lançamento de esgotos domésticos, disposição inadequada de resíduos sólidos, desmatamento; Atividade de Mineração - Degradação de áreas; Atividade Industrial - Lançamento de efluentes líquidos. | | | |

Considerações Finais

Os resultados obtidos para as vazões liberadas pela barragem de Pedra do Cavalo e das bacias contribuintes ao baixo curso do rio Paraguaçu têm um nível de confiabilidade diferenciado, fase a natureza dos dados utilizados. As vazões da barragem de Pedra do Cavalo tiveram suas determinações realizadas em função de séries fluviométricas longas observadas diretamente. No caso das sub-bacias do baixo curso do rio Paraguaçu, as vazões foram estimadas indiretamente a partir de simulações chuva vazão, portanto, o nível de confiabilidade é, em princípio, menor ao das estimativas anteriores. No entanto, a qualidade do ajuste da modelagem hidrológica demonstra a compatibilidade dos resultados obtidos com os objetivos deste trabalho.

No caso de haver necessidade de dados mais precisos, recomenda-se a instalação de uma rede de monitoramento mínima, composta por fluviômetros e pluviômetros estrategicamente distribuídos. Essa rede permitiria, a médio prazo (5 a 10 anos), a determinação com exatidão do regime fluviométrico local.

Em relação aos rios Paraguaçu e Jacuípe, observa-se um grande efeito da sazonalidade sobre as vazões mensais dos mesmos. Enquanto que no verão os dois rios imprimem seus maiores índices de vazões mensais, ocorre o oposto no inverno, estes descrevem suas menores taxas de vazão. Apesar do Rio Jacuípe apresentar-se de forma intermitente.

Em relação aos usos d'água da bacia do Paraguaçu, observam-se diversas finalidades para a mesma. Elas são descritas pelo MONITORA como classe 2 água doce, e podem ser destinadas aos usos recreativos, agrícolas, proteção e extração das comunidades aquáticas e abastecimento humano após tratamento. Os usos da água vão desde o abastecimento da cidade de Feira de Santana à hidratação animal, passando por geração de energia hidrelétrica, abastecimento industrial, aquicultura; lazer e turismo na faixa litorânea e navegação na foz do rio.

5.1.5.2. Hidrogeologia Continental

Hidrogeologia Continental da Área de Influência

Conforme FEITOSA & FILHO, 1997²⁴, os sistemas aquíferos do Brasil podem ser agrupados e descritos conforme as dez províncias hidrogeológicas em que o país está subdividido. É importante ressaltar que os limites destas províncias não coincidem, necessariamente, com os das bacias hidrográficas. Desta forma, os aquíferos ou sistemas aquíferos, em geral, não guardam relação com estas, podendo abranger mais de uma bacia hidrográfica, se comportar como nascente ou divisor de bacias ou ainda constituir o baixo curso (mais próximo da foz) de uma ou mais bacias.

Considera-se o domínio província hidrogeológica como ocorrência de águas subterrâneas, destacando-se os fatores geológicos e fisiográficos entre os elementos que contribuem para essa definição. O fator geológico é o mais importante, visto que a litologia, a estrutura e a tectônica controlam as condições de ocorrência, movimento e

²⁴ FEITOSA, F.A.C & FILHO, J.M. *Hidrogeologia: Conceitos e Aplicações*. Fortaleza: CPRM, LABHID-UFPE, 1997. 412p.

qualidade das águas subterrâneas. Os fatores fisiográficos (clima, solo, morfologia, hidrografia e vegetação) podem operar mudanças radicais nas condições da água do subsolo, reduzindo as diferenças devido aos diversos tipos de aquífero, favorecendo ou não a produtividade hídrica de uma determinada região.

A região insere-se na Subprovinça Hidrogeológica Tucano-Recôncavo-Jatobá, que compõe juntamente com outras oito subprovinças a Província Hidrogeológica Costeira (Almeida, 1977)²⁵, que corresponde à extensa faixa litorânea do país, estendendo-se desde o Amapá até o Rio Grande do Sul (**FIGURA 5.1.5.2-1**).

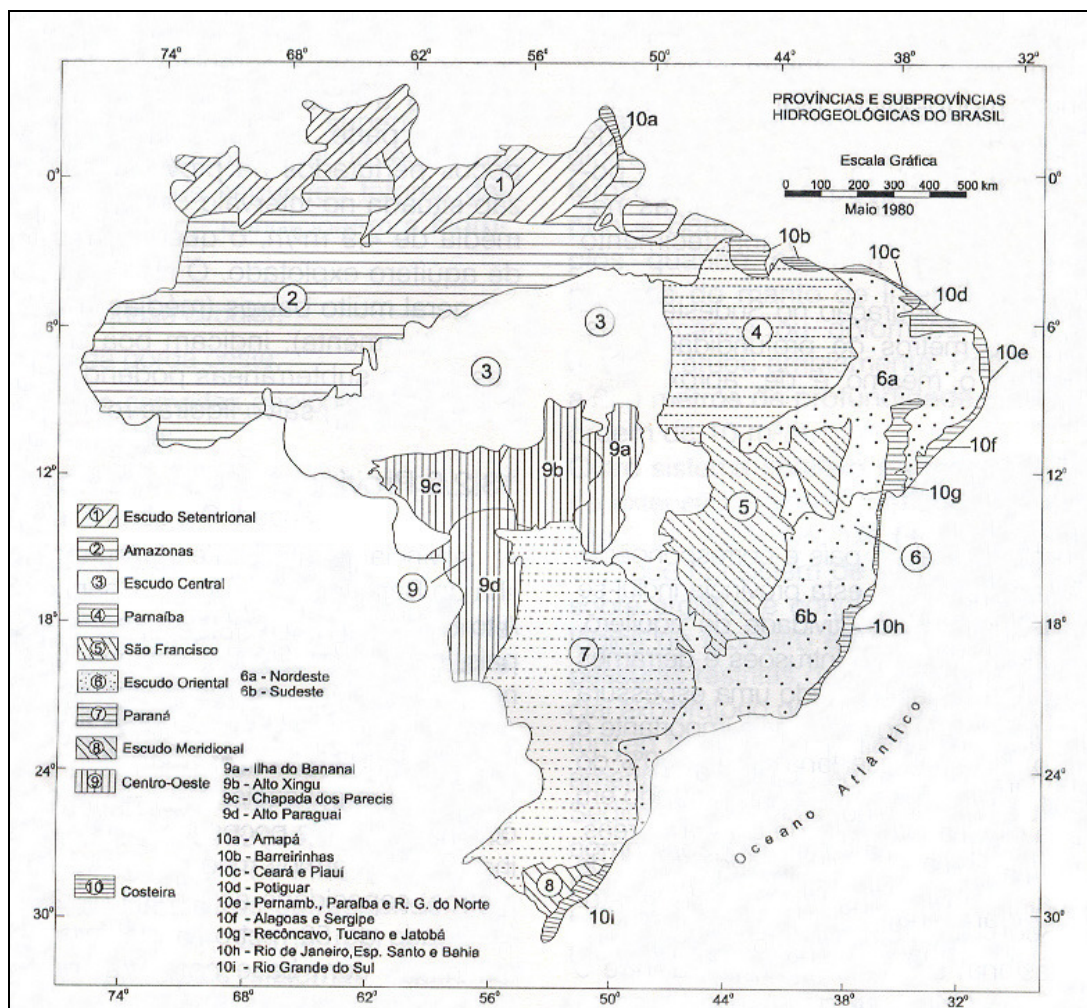


FIGURA 5.1.5.2- 1 - Províncias Hidrogeológicas do Brasil (Brasil, DNPM, CPRM, 1981).

Em alguns trechos, a Província Hidrogeológica Costeira apresenta-se com penetrações para o interior, como se observa na área da subprovinça Tucano-Recôncavo-Jatobá. A alta densidade de falhamentos e estruturamentos na região aliados a outros parâmetros hidrológicos, principalmente na Bacia Sedimentar do Recôncavo, contribui de forma significativa para o escoamento e infiltração das águas superficiais e a consequente

²⁵ ALMEIDA, F.F.M. Províncias estruturais brasileiras. In: Simpósio de Geologia do Nordeste, Campina Grande, 1977. Atas. Campina Grande: Sociedade Brasileira de Geologia p. 363-391.

formação de um lençol freático bastante significativo, encontrando diversos aquíferos de importância como é o caso do São Sebastião no Recôncavo.

Os aquíferos mais promissores e bem distribuídos correspondem aos clásticos inconsolidados e fracamente consolidados de idade cenozóica (Q= Aluviões; sedimentos fluvio-marinhos e eólicos; TQb= Barreiras) que mostram, em geral, bons índices de produtividade média, sendo aproveitados em diversas áreas para o abastecimento populacional. O aquífero Barreiras (TQb), que ocupa a maior área da província. Os clásticos médios e grosseiros de idade principalmente mesozóica que também se distinguem como aquíferos, em geral com elevados índices de produtividade média, estão restritos a algumas subprovíncia.

Na subprovíncia, podem ser considerados três sistemas aquíferos, a saber:

- Sistema aquífero superior, representado pelos aquíferos Barreiras, Marizal e São Sebastião;
- Sistema aquífero médio, representado pelos aquíferos Ilhas, Candeias;
- Sistema aquífero inferior, constituído pelos aquíferos Sergi e Aliança.

O sistema aquífero superior é o mais explorado e o de maior potencialidade, principalmente através da Formação São Sebastião. Os quais estão disponíveis apenas dados hidrodinâmicos deste sistema. Sendo apresentadas as médias dos coeficientes a seguir:

- Transmissividade - $T = 3,5 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$;
- Permeabilidade - $K = 1,2 \times 10^{-5} \text{ m/s}$;
- Armazenamento - $S = 2,0 \times 10^{-4}$.

A potencialidade do aquífero é elevada a média, com vazão específica dos poços entre 4 e $1 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$ e vazões entre 100 e $25 \text{ m}^3/\text{h}$ com rebaixamento de nível de 25m. As águas do sistema aquífero até a profundidade média de 800m são muito boas, com média de R.S. de 210 mg/l.

Na **TABELA 5.1.5.2-1** é apresentada a descrição sumária dos aquíferos mais importantes, de ocorrência na Província Geológica Costeira, juntamente com os valores médios dos resultados obtidos nos poços tubulares.

TABELA 5.1.5.2- 1 - Descrição sumária dos Aquíferos da Província Hidrogeológica Costeira - Elaborado por ERM Brasil –

| Subprovíncia | Aquífero | Nº de poços | Profundidade (m) | Nível Estático (m) | Vazão (m^3/h) | Capacidade Esp. (m^3/h) |
|---|----------------------------|-------------|------------------|--------------------|---------------------------------|---|
| Potiguar | Jandaíra (KJ) | 71 | 110 | 34 | 11,7 | 6,6 |
| | Açu (Ka) | 15 | 700 | 10 | 100 | 5,0 |
| Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte | Beberibe (Kbe) | 264 | 142 | 13 | 52 | 6,10 |
| | Marizal (Km) | 104 | 110 | 31,3 | 15,1 | 3,6 |
| Recôncavo-Tucano-Jatobá | São Sebastião (Kss) | 133 | 117 | 42,1 | 26,2 | 1,31 |
| | Ilhas (Kis) | 67 | 107 | 11,5 | 12,1 | 1,65 |
| | Taracatu (SDt) | 11 | 87 | 16,3 | 5,8 | 1,6 |

Fonte: CPRM, 1997. Em negrito destacam-se as informações sobre a área de estudo.

No Brasil, de modo geral, as águas subterrâneas ocupam diferentes tipos de reservatórios, desde as zonas fraturadas do embasamento cristalino até os depósitos sedimentares cenozóicos. Dessa diversificação, resultaram domínios hidrogeológicos que, pelo seu comportamento, podem ser reunidos em: sistemas porosos (rochas sedimentares), sistemas fissurados (rochas cristalinas e cristalofilianas) e sistemas cársticos (rochas carbonáticas com fraturas e outras descontinuidades submetidas a processos de dissolução cárstica).

No Estado da Bahia, são identificados três domínios hidrogeológicos: Poroso, Fraturado e Fraturado-Cárstico (**TABELA 5.1.5.2-2**). Os domínios de maior potencial hídrico são os porosos e fraturado-cárstico, que totalizam 49,5% da área do Estado.

TABELA 5.1.5.2- 2 - Domínios Hidrogeológicos do Estado da Bahia.

| Vazão Média dos Poços no Estado | | | |
|---------------------------------|-------------------------|----------------|--------------------|
| Sistema | Contexto hidrogeológico | | Vazão média (m³/h) |
| Poroso | Coberturas Detriticas | Profundas | 11,45 |
| | Bacias Sedimentares | Extremo Sul | 27,13 |
| Fissural-Cárstico | Calcário | Urucuia | 43,50 |
| | | Tucano | 30,00 |
| | | Recôncavo | 50,00 |
| | | Úmido | 9,93 |
| | | Semi-árido | 9,04 |
| Fissural | Cristalino | Metassedimento | 6,94 |
| | | Úmido | 3,98 |
| | | Semi-árido | 3,41 |

Fonte: ANA, 2005 - Atlas Nordeste – Abastecimento Urbano de Água.

Na região predominam basicamente duas unidades aquíferas: Aquífero granular e fissural que são detalhadas a seguir.

Aquífero Granular (Poroso)

Esse tipo de aquífero é representado na região pelas bacias sedimentares regionais, costeiras e interiores além dos depósitos quaternários (aluviões, coluviões e dunas), sendo que as unidades que as constituem são demonstradas no **QUADRO 5.1.5.2-1** a seguir.

QUADRO 5.1.5.2- 1 - Coluna Estratigráfica da Bacia Sedimentar do Recôncavo.

| | | | | |
|-----------|-------------------|------------------------|--------------------|--|
| Mesozóico | Super Grupo Bahia | Formação Marizal | | |
| | | Formação São Sebastião | | |
| | | Grupo Ilhas | | |
| | | Grupo Santo Amaro | Formação Candeias | |
| | | | Formação Itaparica | |
| | | Grupo Brotas | Formação Sergi | |
| | | | Formação Aliança | |

Fonte: Plano Diretor de Recursos Hídricos – Secretaria de Recursos Hídricos, 1996.

Em função das condições de pressão a que se encontra submetida a água armazenada nesses aquíferos, eles podem ainda ser denominados de livres, confinados e semi-confinados. No primeiro caso, a água está sob condições de pressão igual a atmosférica enquanto nos demais, a água é submetida a pressões maiores, motivo pelo qual, alguns poços se apresentam como surgentes, por consequência do alívio de pressão da água no momento em que o sistema é alterado.

A Formação Barreiras é constituída de arenitos com grãos subangulares a subarredondados, pouco consolidados e com matriz síltico-argilosa. São freqüentes intercalações de leitos de argila de cores variadas no interior dos arenitos. Dada a sua disposição topográfica em tabuleiros elevados, situados acima do lençol freático esta formação não constitui um aquífero na região.

Ocupando a maior parte da Bacia Sedimentar encontra-se a Formação São Sebastião, constituindo um sistema aquífero semi-confinado, representado por bancos de arenitos cinza amarelados, amarelos e rosados com intercalações de folhelhos e siltitos. Esta formação contém os aquíferos mais importantes da Bacia Sedimentar, provendo a abastecimento de água através de poços tubulares. Estes aquíferos encontram-se associados aos sedimentos da Formação Marizal, constituídos por conglomerados, capeados por arenitos variegados, finos a grosseiros, maciços, intercalados com siltitos e folhelhos. Esta formação embora represente reservatórios menores, controlam muito da recarga do sistema regional.

Em geral a Formação Marizal alimenta o aquífero São Sebastião a uma taxa proporcional a diferença do potencial hidráulico entre os dois aquíferos. Devido ao confinamento pelos folhelhos, a água nesse último aquífero está sob pressão e, assim o nível piezométrico eleva-se acima do contato entre as duas formações.

Aquífero Fissural

Este domínio está representado por rochas granulíticas de idade Arqueana.

As possibilidades de aproveitamento das águas subterrâneas neste sistema aquífero estão condicionadas a presença de fraturamentos abertos (porosidade fissural). A alimentação desses aquíferos ocorre diretamente através de águas meteóricas sendo que a recarga desses reservatórios está relacionada com a presença de aluviões e terraços aluvionares, que desempenham papel importante, por onde a água se infiltra. Os aluviões mostram-se geralmente constituídos por areias médias a fina, às vezes seixosas, o que confere uma característica francamente permeável, facilitando a infiltração.

Em termos hidrológicos essas falhas e fraturas representam as principais vias de escoamento das drenagens, pois constituem as linhas de fraqueza das rochas da região.

Quanto ao potencial hidrogeológico destas estruturas, é possível que encerrem aquíferos interessantes, por constituírem zonas com alta densidade de fraturamentos abertos. Neste sentido as estruturas próximas ao litoral são favoráveis.

Em áreas litorâneas, a superexploração de aquíferos pode provocar a movimentação da água do mar no sentido do continente, ocupando os espaços deixados pela água doce (processo conhecido como intrusão da cunha salina), (FEITOSA & Filho, 1997).

Uso dos Recursos Hídricos Subterrâneos na AI

O acesso às águas subterrâneas normalmente se dá por meio da perfuração de poços. Estes podem ser escavados manualmente, como as cacimbas, poços amazonas e cisternas ou perfurados com equipamentos, caso dos poços tubulares profundos.

Até o final da década de 50 a água subterrânea apresentava um baixo percentual de uso em relação às águas superficiais. O uso dos recursos hídricos subterrâneos tem-se intensificado com o desenvolvimento econômico, no que se refere ao aumento da demanda e a variedade das utilizações. Em termos mundiais, os estoques de água subterrânea são estimados em 8,4 milhões de km³, cerca de 70 vezes o volume total das águas doces de superfície (FEITOSA & FILHO, 1997).

Deve se ressaltar que o uso dos aquíferos subterrâneos também apresenta desvantagens, principalmente:

- A renovação das águas retiradas dos aquíferos, ou recarga do sistema hídrico subterrâneo, não se faz na mesma velocidade de extração resultando na exploração de parte das reservas permanentes, com riscos de exaustão, quando a captação não é devidamente monitorada;
- A superexploração pode acarretar subsidência de terrenos e provocar a salinização da água nos aquíferos costeiros;
- Apesar de serem menos vulneráveis à poluição, a detecção de um processo contaminante não é, em geral, imediata, acarretando muitas vezes situações irreversíveis no aquífero.

No Brasil, de modo geral, a falta de controle na utilização da água subterrânea não permite fazer estimativas do número de poços sem erros significativos. No Nordeste parcelas significativas do abastecimento público de várias cidades são fornecidas por poços. A descontinuidade do trabalho da SUDENE e dos órgãos estaduais ligados ao desenvolvimento das águas subterrâneas é responsável pela precariedade de conhecimentos que ainda caracteriza a hidrogeologia da região (COSTA, 1995)²⁶.

Entre diversos usos identificados das águas subterrâneas na região destacam-se o abastecimento urbano, abastecimento doméstico e dessedentação animal.

Para fins deste levantamento foram realizadas consultas aos dados disponíveis nos órgãos competentes, nas esferas federal e estadual, respectivamente: Agência Nacional de Águas – ANA, Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM²⁷, e Instituto de Gestão das Águas e Clima – INGA.

O uso da água pode ser classificado quanto ao consumo em: consultivo e não consultivo. A água evaporada, transpirada, assimilada biologicamente ou incorporada é classificada como de uso consultivo, como também os usos doméstico, municipal, para irrigação e

²⁶ Costa, W.D., Projeto Áridas - Tema 6 : Água Subterrânea e o desenvolvimento Sustentável do Semi-Árido Nordestino - Relatório submetido a Secretaria de Planejamento da Presidência da República - Recife, 1995.

²⁷ CPRM. Sistema de Informação de Águas Subterrâneas. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, 2009.

para a indústria, enquanto que os usos em navegação, geração de energia elétrica, recreação ou conservação da natureza são exemplos de uso não consultivo. A grande maioria dos usos da água é, de modo geral, consultiva.

Considerando as perdas por evaporação e por transpiração, que atingem em média cerca de 60%, a irrigação pode ser classificada como maior consumidor de água, enquanto, não mais que 10% da água utilizada para fins municipais ou industriais é consumida, sendo os 90% restantes devolvidos aos solos ou aos rios.

Na região Nordeste do Brasil, a demanda de uso da água foi avaliada pelo Projeto ÁRIDAS (SEPLAN/PR, 1994)²⁸ resultando na seguinte distribuição:

Uso consultivo (U.C.) = 15,7x10⁹ m³/ano (62,8% U.T.)

- Abastecimento Urbano: 2.988x10⁶ m³/ano (19,8% U.T.);
- Pecuária: 930x10⁶ m³/ano (5,94% U.T.);
- Irrigação: 9.274x10⁶ m³/ano (59,24% U.T.);
- Indústria: 747x 10⁶ m³/ano (4,77% U.T.);
- Agroindústria: 1.273x10⁶ m³/ano (8,13% U.T.).

Uso não consultivo = 9,3x10⁹ m³/ano (37,2% U.T.)

Uso Total (U.T.) = 25x10⁹ m³/ano

Para a projeção das demandas setoriais - abastecimento humano (urbano e rural), dessedentação Animal, demanda Industrial e irrigação, segundo os horizontes de planejamento apresentados no Atlas Nordeste de Abastecimento de Água (ANA, 2005)²⁹ para os anos de 2005, 2015 e 2025, partiu-se da avaliação de diagnósticos da situação encontrada no ano de 2000, para as demandas humanas e industriais, e ano de 1996 para as demandas de irrigação e animal. A **TABELA 5.1.5.2-3** demonstra a projeção por tipo de demanda no Estado.

TABELA 5.1.5.2- 3 - Demandas de Recursos Hídricos para Bahia.

| Tipo de Demanda | 2005 | | 2015 | | 2025 | |
|-----------------|--|--------------------------------------|--|--------------------------------------|--|--------------------------------------|
| | Cenário Tendencial (m ³ /s) | Cenário Otimista (m ³ /s) | Cenário Tendencial (m ³ /s) | Cenário Otimista (m ³ /s) | Cenário Tendencial (m ³ /s) | Cenário Otimista (m ³ /s) |
| Humana urbana | 30,9 | 30,9 | 36,5 | 33,7 | 40,6 | 34,8 |
| Humana rural | 4,4 | 4,4 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,2 |
| Animal | 6,7 | 6,7 | 7,1 | 7,1 | 7,5 | 7,5 |
| Industrial | 11,8 | 12,1 | 13,1 | 14,0 | 14,4 | 16,2 |
| Irrigação | 80,9 | 83,4 | 92,7 | 98,8 | 106,2 | 117,3 |
| Total | 134,7 | 137,5 | 152,9 | 157,1 | 171,9 | 179,0 |

Fonte: Agência Nacional de Águas, 2005.

²⁸ SEPLAN- PR - Projeto Áridas. Nordeste: uma estratégia de desenvolvimento sustentável, Brasília, Seplan-PR, dez.1994

²⁹ ANA. Atlas Nordeste de Abastecimento de Água. Governo Federal, 2005.

As **FIGURAS 5.1.5.2-2** e **5.1.5.2-3** representam a divisão por setores de demanda (abastecimento humano, dessedentação animal, abastecimento industrial e irrigação) e tipo de captação no Estado da Bahia, respectivamente.

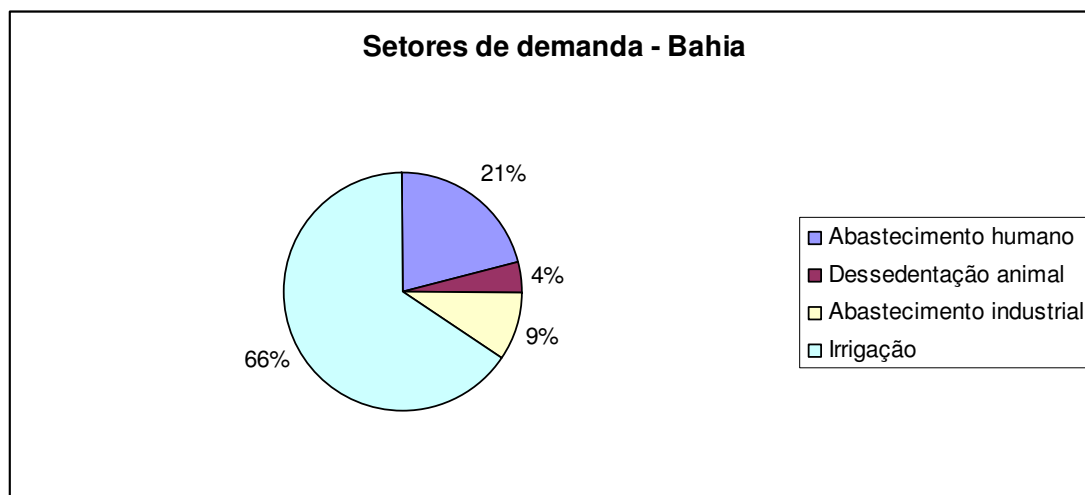


FIGURA 5.1.5.2- 2 - Divisão por Setores de Demanda – Bahia- Fonte: Agência Nacional de Águas, 2005.

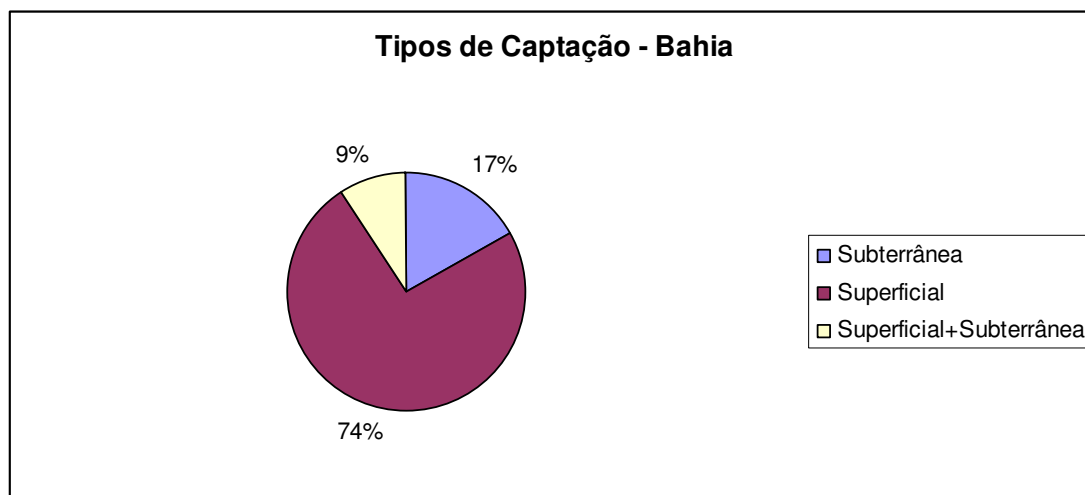


FIGURA 5.1.5.2- 3 - Tipos de Captação no Estado- Fonte: Agência Nacional de Águas, 2005.

O Atlas Nordeste de Abastecimento de Água (ANA, 2005), classifica quanto a criticidade da oferta de água (águas superficiais e subterrâneas), realizando uma projeção para ano de 2025. Nesta análise, foram consideradas como em situação crítica as sedes municipais que apresentaram balanço hídrico negativo ou com capacidade do sistema de abastecimento insuficiente para atender a demanda tendencial, estimada para os horizontes de planejamento - 2005, 2015 e 2025. Para o horizonte de planejamento de 2025.

Entre os municípios inseridos na Área de Influência Direta: Maragogipe, Saubara e Salinas da Margarida, apenas os dois primeiros são contemplados pelo Atlas, na análise

da criticidade da oferta de água, conforme os dados apresentados nas **TABELAS 5.1.5.2-4 e 5.1.5.2-5** a seguir.

TABELA 5.1.5.2- 4 - Projeções da criticidade da oferta de água – Município: Maragogipe - BA.

| Ano | População Urbana (hab.) | Demanda urbana (L/s) | |
|------|-------------------------|----------------------|------------------|
| | | Cenário tendencial | Cenário otimista |
| 2005 | 24,716 | 51.9 | 51.9 |
| 2015 | 30,603 | 64.2 | 59.4 |
| 2025 | 33,933 | 71.2 | 61.1 |

TABELA 5.1.5.2- 5 - Projeções da criticidade da oferta de água – Município: Saubara - BA.

| Ano | População Urbana (hab.) | Demanda urbana (L/s) | |
|------|-------------------------|----------------------|------------------|
| | | Cenário tendencial | Cenário otimista |
| 2005 | 11,176 | 19,6 | 19,6 |
| 2015 | 12,473 | 21,8 | 20,2 |
| 2025 | 13,455 | 23,6 | 20,2 |

Produção de Água (Até 2015) – Satisfatório
Prestador de Serviço – EMBASA
Mananciais: Água Superficial – Rio Paraguaçu
Mananciais: Água Subterrânea – Poços de Saubara

De acordo com o Instituto de Gestão de Águas - INGA, o quadro de outorgas em mananciais subterrâneos nos municípios de Maragogipe e Saubara é composto conforme o **QUADRO 5.1.5.2-2** abaixo. Para o município de Salinas da Margarida não constam processos de outorga nesse órgão.

QUADRO 5.1.5.2- 2 - Outorgas em mananciais subterrâneos nos municípios de Maragogipe e Saubara.

| Nº do Processo | Usuário da Água | Município | Tipo do Uso |
|----------------|-----------------|------------|----------------------|
| 553906 | Petrobras S/A | Maragogipe | Abastecimento Humano |
| 554006 | Petrobras S/A | Maragogipe | Abastecimento Humano |
| 919409 | EMBASA | Saubara | Abastecimento Humano |

Fonte: INGA-DIR/COOUT, 2009.

O **ANEXO 5.1-7** ilustra a localização geográfica dos poços perfurados cadastrados na Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), nos municípios de Salinas de Margarida e Maragogipe. E o **QUADRO 5.1.5.2-3** contém as informações sobre os mesmos.

Dos treze poços cadastrados na CPRM, para área de Influência Direta, nove poços estão localizados no município de Maragogipe e quatro no município de Salinas da Margarida. No tocante às águas profundas, a CPRM dispõe do Sistema de Informações sobre Águas Subterrâneas, SIAGAS, com cadastro de poços e fontes desse bem mineral, de todo o Brasil e realiza levantamentos hidrogeológicos regionais, em várias escalas.

Para município de Saubara não foram encontrados registros cadastrados neste órgão. Os registros consultados e tabulados no **QUADRO 5.1.5.2-3** estão disponíveis no SIAGAS – Sistema de Informações de Água Subterrânea da CPRM. Este sistema apresenta mecanismos que facilitam a coleta, consistência e armazenamento de dados hidrogeológicos estaduais e municipais.

QUADRO 5.1.5.2- 3 - Poços Cadastrados na CPRM – Salinas da Margarida e Maragogipe

| Município | Ident. | Loc./ Proprietário | Tipo | Usos | Data da Perf. | Profund. Final (m) | Características Geológicas/ Hidrogeológicas | Localização | |
|----------------------|-----------------|--------------------------------|--------------|--------------------------------|---------------|--------------------|--|-------------|-----------|
| | | | | | | | | Lat. | Long. |
| Maragogipe | n.i. | FAZ. SUERDICK 2. | Poço tubular | Abastecimento doméstico/animal | 1952 | 25,6 | Formação: São Sebastião (0-25,6m) Aqüífero: Rocha Sedimentar | 12°47'00' | 38°55'00" |
| Maragogipe | CERB.1-5.749/94 | BRINCO | Poço tubular | n.i. | 1994 | 60 | Formação: Quaternário (0-1m) Arqueano (1-60m) Aqüífero: n.i. | 12°45'34' | 38°57'19" |
| Maragogipe | CERB.1-5.560/93 | SERRARIA | Poço tubular | Abastecimento urbano | 1993 | 50 | Formação: Terciário-quaternário (0 a 23m) Arqueano (23-50m) Aqüífero: Rocha cristalina | 12°45'00' | 39°01'06" |
| Maragogipe | CERB.1-5.735/94 | PITINGA SECA UM | Poço tubular | Abastecimento urbano | 1994 | 52 | Formação: Barreiras (0-29m) Arqueano (29-52m) Aqüífero: Rocha cristalina | 12°43'51' | 38°59'23" |
| Maragogipe | CERB.1-5.987/95 | GUAPIRA/BENTO SARDINHA | Poço tubular | Abastecimento urbano | 1995 | 70 | Formação: Quaternário (0-1m) Arqueano (1-70m) Aqüífero: Rocha cristalina | 12°47'17' | 39°01'02" |
| Maragogipe | CERB.1-5.496/93 | BATATAN | Poço tubular | Abastecimento urbano | 1993 | 53 | Formação: Quaternário (0-2m) Arqueano (2-55m) Aqüífero: Rocha cristalina | 12°43'14' | 39°01'05" |
| Maragogipe | SONDAR.1-1537 | Vila de São Roque do Paraguaçu | Poço tubular | Abastecimento urbano | 2004 | 117 | Formação: n.i. Aqüífero: n.i. | 12°51'31' | 38°51'03" |
| Maragogipe | SONDAR.1-1637 | Vila Residencial | Poço tubular | Abastecimento urbano | 2006 | 150 | Formação: n.i. Aqüífero: n.i. | 12°51'15' | 38°51'17" |
| Maragogipe | SONDAR.1-1550 | Vila de São Roque do Paraguaçu | Poço tubular | Abastecimento urbano | 2005 | 160 | Formação: n.i. Aqüífero: n.i. | 12°51'20' | 38°50'47" |
| Salinas da Margarida | CERB.1-259/75 | ENCARNACAO/EMBASA | Poço tubular | Abastecimento urbano | 1975 | 42 | Formação: Eluvião (0-2m) Quaternário (2-11m) Sergi (11-42m) Aqüífero: Sergi | 12°55'50' | 38°46'30" |
| Salinas da Margarida | CERB.1-484/76 | ENCARNACAO II/EMBASA | Poço tubular | Abastecimento urbano | 1973 | 64 | Formação: Eluvião (0-3m) Sergi (3-64m) Aqüífero: Sergi | 12°55'28' | 38°46'41" |

| Município | Ident. | Loc./ Proprietário | Tipo | Usos | Data da Perf. | Profun. Final (m) | Características Geológicas/ Hidrogeológicas | Localização | |
|----------------------|---------------|--------------------------------|--------------|----------------------|---------------|-------------------|---|-------------|-----------|
| | | | | | | | | Lat. | Long. |
| Salinas da Margarida | CERB.1-486/76 | SALINAS DAS MARGARIDAS/ EMBASA | Poço tubular | Abastecimento urbano | 1976 | 60 | Formação: Eluvião (0-4m) Grupo Ilhas (4-60m) Aqüífero: Ilhas | 12°52'50" | 38°45'30" |
| Salinas da Margarida | CERB.1-487/76 | CONCEICAO DE SALINAS/ EMBASA | Poço tubular | Abastecimento urbano | 1976 | 55 | Formação: Eluvião (0-1m) Terciário-Quaternário (1-4m) Grupo Ilhas (4-55m) Aqüífero: Ilhas | 12°52'45" | 38°46'46" |

Hidrogeologia da Área Diretamente Afetada

A partir do processamento dos dados elaborou-se o mapa topográfico da ADA do empreendimento, o qual é apresentado na **FIGURA 5.1.5.2-4**. A área apresenta duas elevações nas porções noroeste, com altitude de cerca de 30 metros, e sudeste, a maior em extensão, com altitude de até 55 metros. Entre estas duas elevações há uma área de menor declividade (mais plano) e de baixas altitudes (entre 3 a 5 metros).

A **FIGURA 5.1.5.2-5** apresenta os furos de sondagens na ADA. Os furos apresentaram média de perfuração de 5,43 metros, com máximo de profundidade de 19,15 metros (FS 38) e mínimo de 0,60 metros (FS 123). Estes apresentam-se concentrados nas porções mais baixas do terreno, porém notam-se furos nas porções mais elevadas.

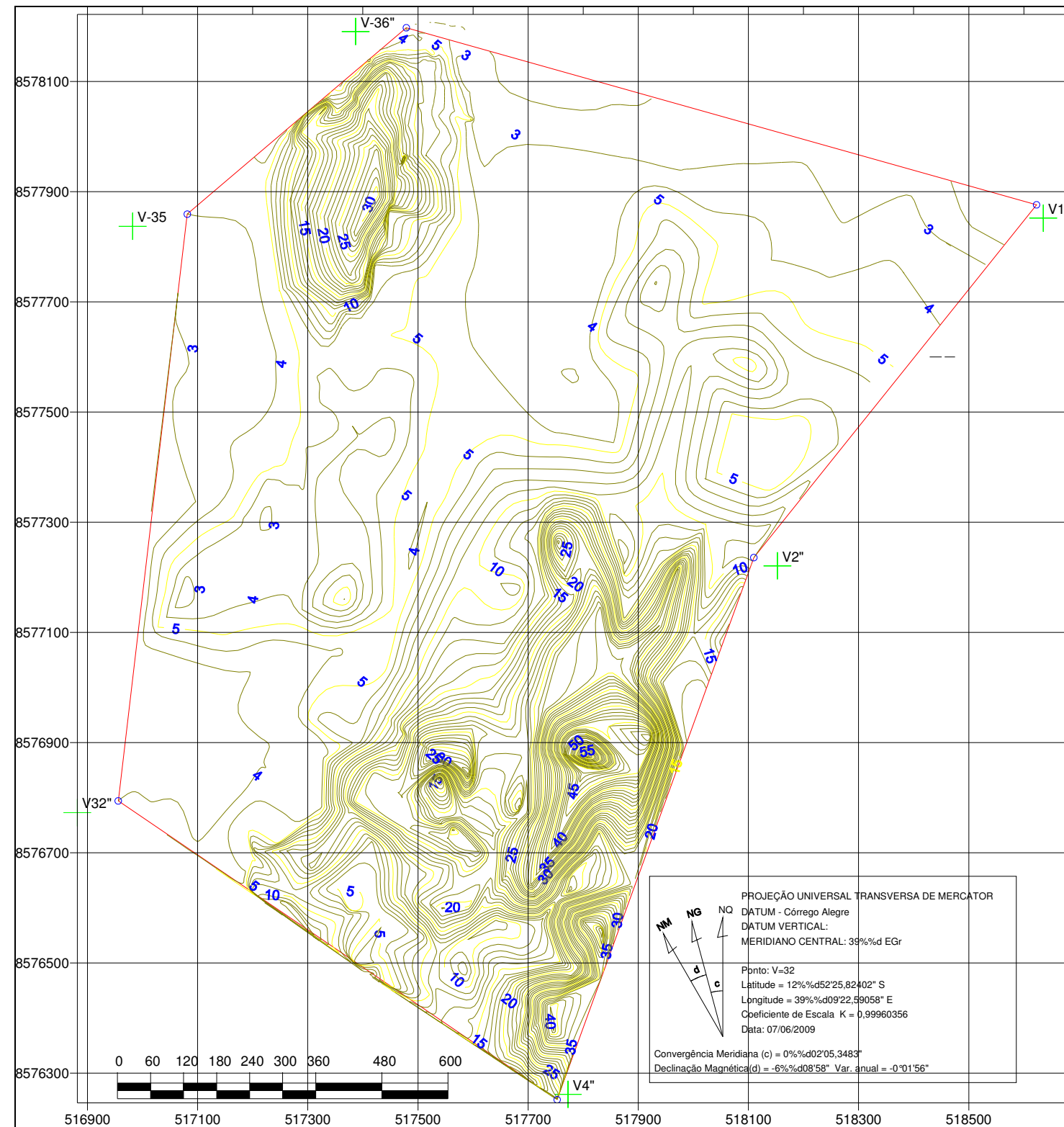


FIGURA 5.1.5.2- 4 – Mapa topográfico da ADA.

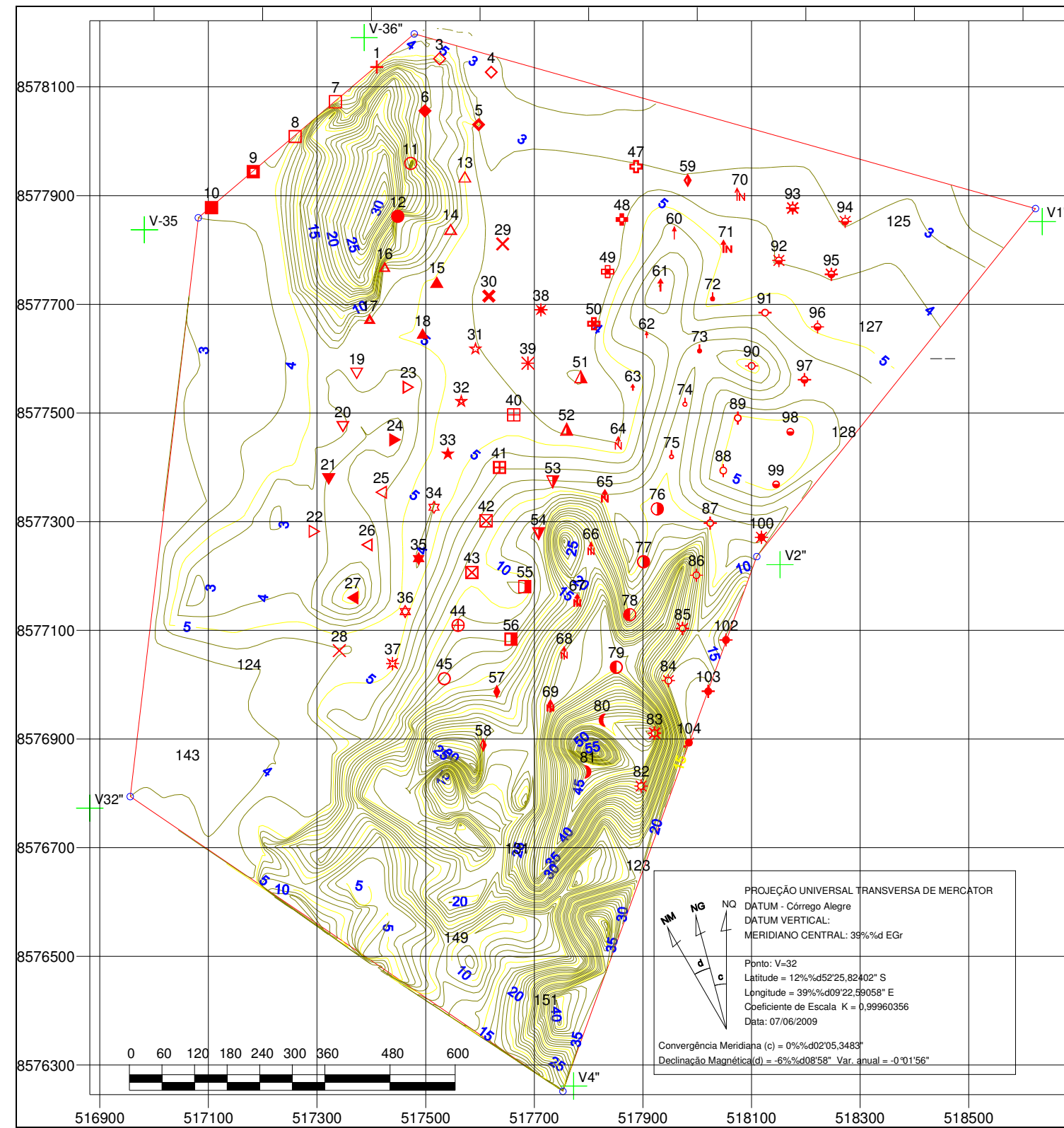


FIGURA 5.1.5.2- 5 - Mapa topográfico e de localização dos furos de sondagens da ADA.

Caracterização Hidrogeológica Local

De acordo com as descrições dos perfis de sondagens, a ADA apresenta dois materiais distintos:

- Um material inconsolidado mais superficial, constituído de areia fina e média siltosa, (ou areia fina siltosa, silte argiloso com areia fina média - dura), cor cinza clara ou marrom (a amarela), às vezes com presença de conchas, às vezes orgânica, passando de fofa a compacta e muito compacta em profundidades, que são descritos como arenito decomposto (de coloração variada, desde cinza, passando a preta, vermelha e amarela). Estes materiais inconsolidados foram considerados como areias inconsolidadas do Quaternário e sedimentos holocênicos ricos em matéria orgânica.
- Outro material constitui-se do arenito que se constitui da base da sondagem, pois é barreira impenetrável do tipo de perfuração utilizada. Este arenito consolidado foi considerado como o Aqüífero Sergi.

Na análise das informações dos furos de sondagens identificou-se então:

Aqüífero livre - freático (raso), sujeita a recarga direta das precipitações, como também das influências das oscilações do nível do rio Paraguaçu, e da maré, de modo indireto.

Aqüífero Sergi - formado pelas rochas consolidadas da Formação Sergi, e é composto por arenito fino a médio, bem selecionado e arredondado, típico de formação eólica. É um aqüífero de extensão regional, em geral homogêneo e isotrópico, de boa permeabilidade e de porosidade primária, por vezes pode possuir porosidade secundária, que seriam as fraturas e falhas ocorrentes na região, que se transforma em vias de percolação de água subterrânea.

Aqüífero Livre

O aqüífero livre no terreno da ADA apresenta-se com uma espessura média de sedimentos de 5,43 metros, e atinge uma profundidade mínima de 0,60 metros e máxima de 19,15 metros. A espessura média do aqüífero é de 5,66 metros, com valor mínimo de 0,86 metros e máximo de 18,30 metros.

O material sedimentar do aqüífero livre é descrito em grande parte nos furos de sondagem como: areia fina siltosa de coloração variando de marrom, cinza e amarela, de fofa a muito compacta; areia fina e média siltosa com colorações variadas (branca, amarela, marrom, vermelha, cinza escura e clara, fofa a muito compacta; areia fina, pouco siltosa (amarela, cinza clara, marrom), fofa a medianamente compacta); areia siltosa (amarela, cinza clara e escura, marrom), de muito mole a medianamente compacta; areia fina siltosa (marrom e preta), com matéria orgânica, medianamente a muito compacta;

Os sedimentos mais finos como a argila siltosa com areia fina e média (cinza, dura e muito mole; areia fina e média (cinza, marrom, preta), medianamente a muito compacta), e o silte argiloso (com areia fina e média de coloração cinza, amarela e marrom, duro) ocorrem na porção sudeste da área (entre as coordenadas 8577000 e 8577250, 517500 e 518000), na base de morro existente no local.

O material apresenta-se fofo e mole, que se torna dura e compacta à medida que alcança o material residual do arenito.

A ocorrência de arenitos decompostos decorrentes da alteração do arenito do Aquífero Sergi é a base deste aquífero livre.

A **FIGURA 5.1.5.2-6** apresenta a distribuição espacial dos sedimentos arenosos inconsolidados na ADA e a **FIGURA 5.1.5.2-7** mostra a distribuição dos pontos de sedimentos sílticos argilosos, argila siltosa, com matéria orgânica e um ponto com perfil ilustrando a presença de conchas.

As áreas com menores espessuras dos sedimentos arenosos inconsolidados encontram-se nas áreas mais elevadas da ADA (porção oeste, leste e sul), com espessuras em torno de 2 a 4 metros.

A porção norte entre as duas elevações do terreno se encontra as maiores espessuras de sedimentos arenosos não consolidados, com espessuras acima de 4 metros atingindo 12 metros.

A **FIGURA 5.1.5.2-7** mostra que os sedimentos de frações mais finas estão circundando na vertente inferior da elevação situada a sudeste da área, com espessuras de até 4,75 metros (material silte argiloso).

A presença de matéria orgânica ocorre entre as duas elevações do terreno, nas porções mais topograficamente mais baixas. Uma única ocorrência de conchas é encontrada na porção de altitudes mais baixas e planas, com espessura de 12 metros. Estas ocorrências de material orgânico e presença de conchas são indicativos de presença de áreas com aporte de sedimentos, ricos em matéria orgânica associada aos mangues atuais, que pode ocorrer associado a reentrâncias da linha de costa, atrás de pontais arenosos e nas desembocaduras dos pequenos cursos d' água que ocorrem na região.

O mapa potenciométrico foi elaborado com base nas informações de nível de água registradas nos relatórios dos furos de sondagens. O mapa foi elaborado para o aquífero livre e freático existente no material inconsolidado, onde foi possível determinar o nível de água. Assim o mapa potenciométrico é mostrado na **FIGURA 5.1.5.2-8**.

As direções de fluxo das águas subterrâneas indicam direção das áreas topograficamente mais elevadas para as porções mais baixas e planas. A direção mais significativa é noroeste, da porção mais elevada a sudeste para a porção mais baixa entre as duas elevações. A **FIGURA 5.1.5.2-8** mostra um divisor de água subterrânea a sudeste em direção a noroeste e norte da área, com cargas hidráulicas variando de 18 metros a 4 metros.

As áreas mais planas possuem carga hidráulica entre 1 e 4 metros. O fluxo então se direciona para descarga no rio Paraguaçu como também para seu afluente.

O modelo de circulação das águas subterrâneas, aqui analisado pertence ao sistema de fluxo local, que estão condicionadas a topografia local. Portanto, as áreas mais elevadas se encontrarão as maiores cargas hidráulicas e as áreas mais baixas, os menores. Os divisores de água subterrânea estão próximos ou são os divisores topográficos de bacias hidrográficas, as áreas mais baixas e os rios são as áreas de descarga de água

subterrânea, formando a vazão de base dos ribeirões e rios. No caso, considerou-se pelos resultados avaliados, que o rio Paraguaçu e seu afluente são Efluentes, ou seja, recebem água do aquífero livre.

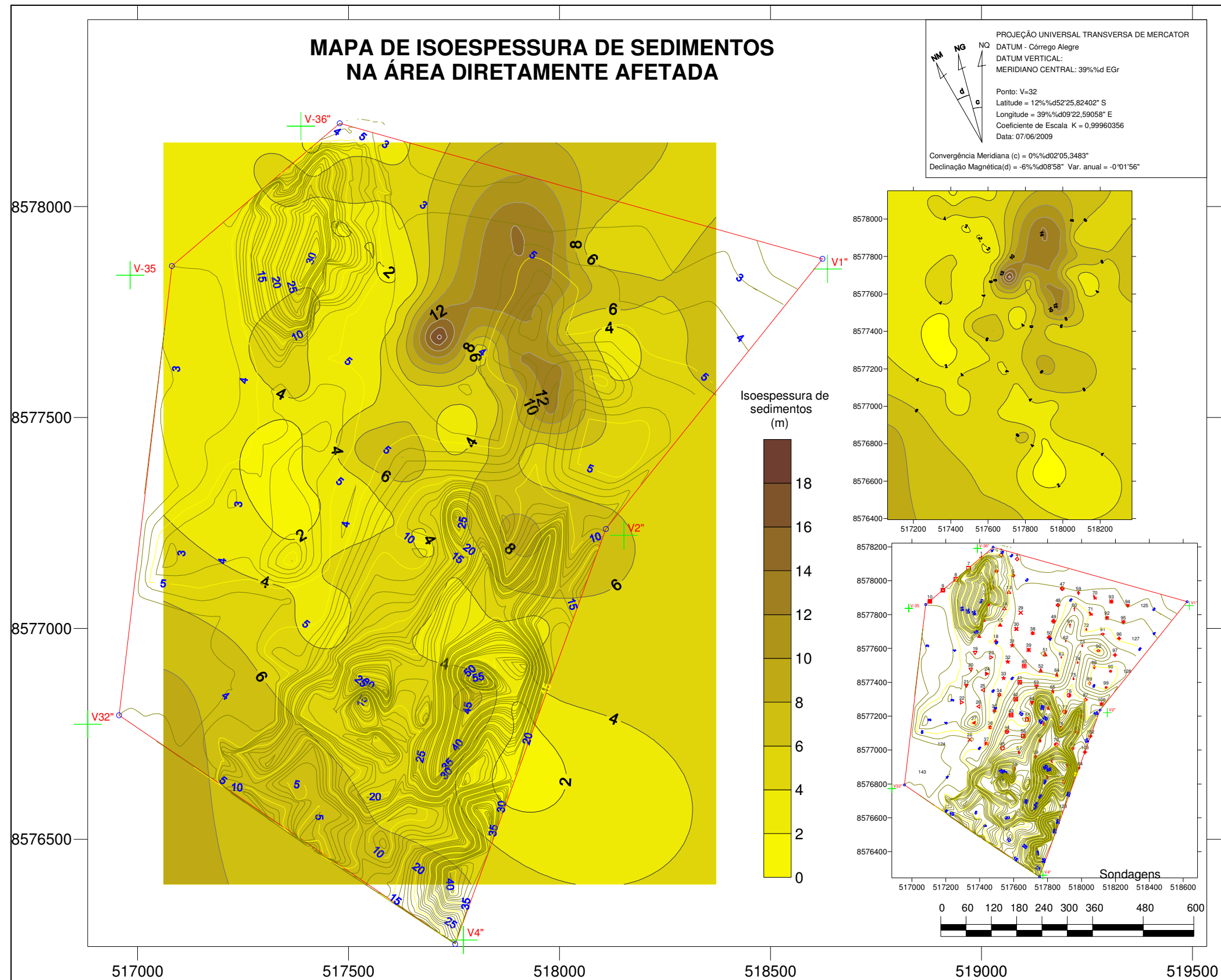


FIGURA 5.1.5.2- 6 - Distribuição espacial da espessura de sedimentos arenosos inconsolidados na ADA.

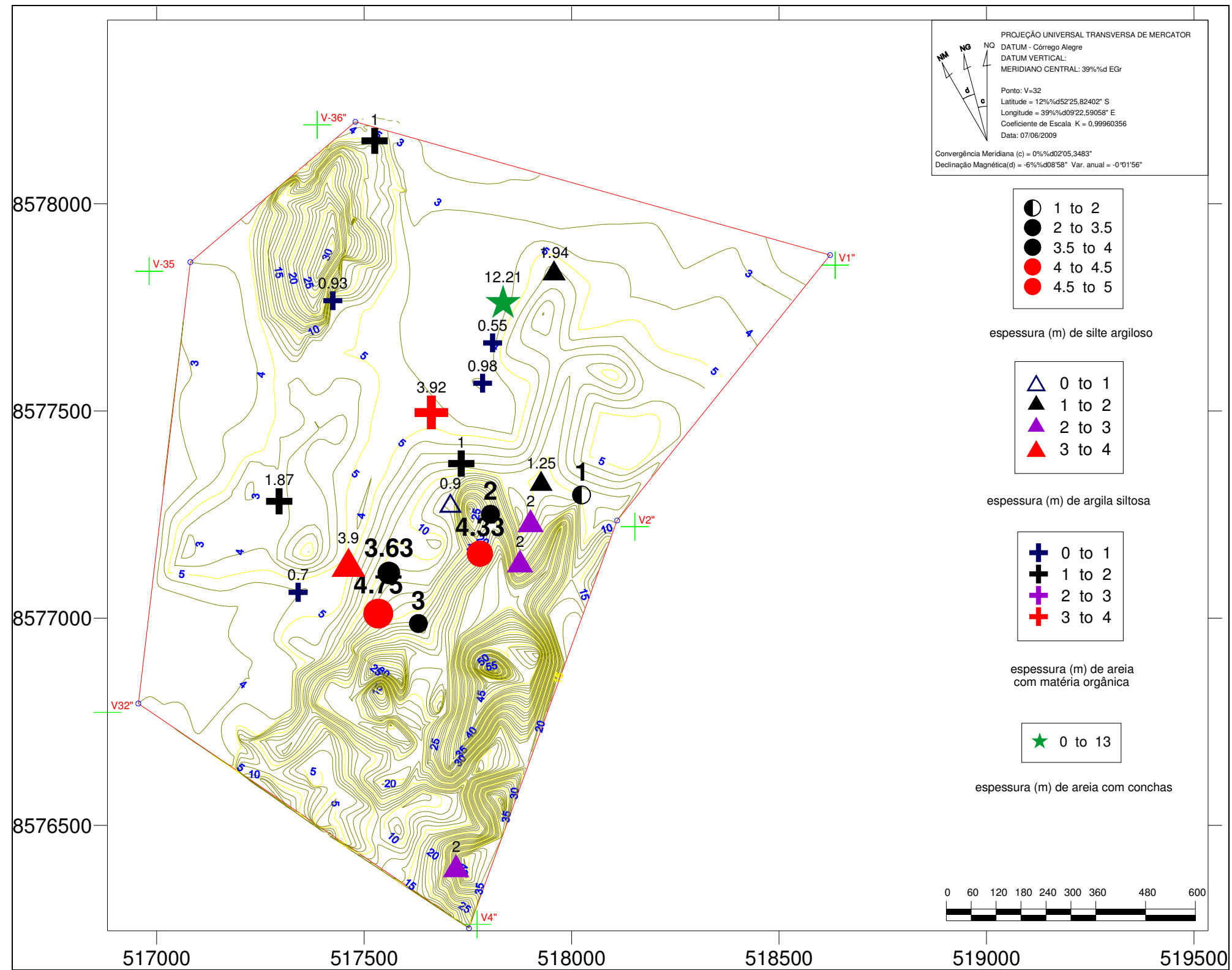


FIGURA 5.1.5.2- 7 - Distribuição das ocorrências e sua espessura das camadas de silte argiloso, argila silty, areia com matéria orgânica e areia com presença de conchas.

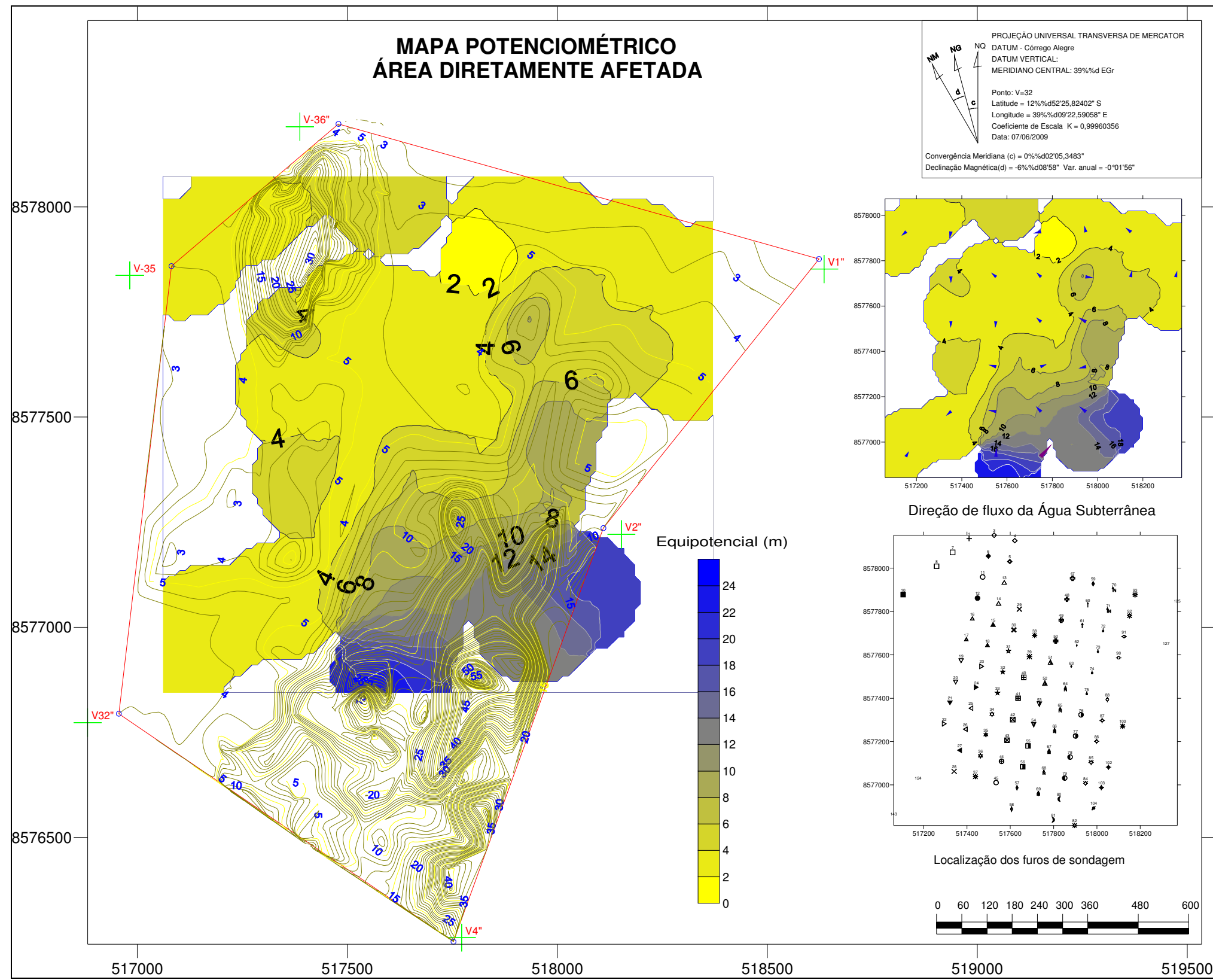


FIGURA 5.1.5.2- 8 - Mapa potenciométrico do aquífero livre e freático da ADA.

O aquífero basicamente é arenoso, com pequenas variações de percentagem de frações de menores porcentagens. Isso pode indicar que o aquífero possui homogeneidade e isotropia, e basicamente valores de condutividade hidráulica similares, de mesma ordem de grandeza.

Pelo espaçamento das linhas equipotenciais também se pode inferir que as maiores velocidades linear média da água subterrânea, estão nas vertentes das elevações, devido aos maiores valores de declividade da superfície potenciométrica.

Isso significa também variação de transmissividade, uma vez que há uma grande variação de espessura do aquífero (entre 0,86 metros a 18,30 metros, com média de 5,66 metros de espessura de aquífero).

Com base nestas informações, são estimadas velocidades lineares média na área de ADA, considerando:

- Aquífero homogêneo e isotrópico com condutividade hidráulica estimada de acordo com o material encontrado nos furos de sondagens, $K = 10^{-3}$ cm/s, de acordo com a **TABELA 5.1.5.2-6**;

- Porosidade efetiva de 0,20 (20%) atribuída para sedimentos arenosos bem selecionados;

- Declividade da superfície potenciométrica variando de 0,0031, 0,0125, 0,014 e 0,375.

As velocidades lineares médias foram calculadas utilizando a equação abaixo:

$$V_{lm} = K.i / \eta_e, \text{ onde:}$$

V_{lm} = velocidade linear média

K = condutividade hidráulica (cm/s);

i = declividade da superfície potenciométrica (adimensional);

η_e = porosidade efetiva (adimensional)

As velocidades lineares médias obtidas para as declividades citadas foram: $1,55 \times 10^{-5}$ cm/s, $6,25 \times 10^{-5}$ cm/s, $7,00 \times 10^{-5}$ cm/s e $1,8 \times 10^{-3}$ cm/s, ou 4,82 m/ano, 19,44 m/ano, 21,77 m/ano e 56,00 m/ano.

TABELA 5.1.5.2- 6 - Estimativas de permeabilidade intrínseca e condutividade hidráulica de acordo com o tipo de material (FETTER 1994).

| Material | Permeabilidade Intrínseca (darcys) | Condutividade Hidráulica (cm/s) |
|--|------------------------------------|---------------------------------|
| Argila | 10^{-6} a 10^{-3} | 10^{-9} a 10^{-6} |
| Silte, siltes arenosos, areia argilosas, areias e till | 10^{-3} a 10^{-1} | 10^{-6} a 10^{-4} |
| Areias siltosas, areias finas | 10^{-2} a 1 | 10^{-5} a 10^{-3} |

| Material | Permeabilidade Intrínseca (darcys) | Condutividade Hidráulica (cm/s) |
|--|------------------------------------|---------------------------------|
| Areias bem selecionadas, sedimentos glaciais | 1 a 10^2 | 10^{-3} a 10^{-1} |
| Cascalhos bem selecionados | 10 a 10^3 | 10^{-2} a 1 |

Estas estimativas de velocidades são altas em decorrência dos sedimentos de boa porosidade efetiva e condutividade hidráulica. A declividade, entretanto, é que define valores altos ou mais baixos de velocidade.

A transmissividade pode ser estimada, uma vez que este parâmetro é calculado pela multiplicação da condutividade hidráulica e espessura do aquífero.

Considerando os valores de média (5,66m), máximo (18,30m) e mínimo (0,86m) da espessura saturada do aquífero, obtêm-se estimativas de Transmissividade média de 4,9 m²/dia, e mínimo valor de 0,74 m²/dia e máximo de 15,81 m²/dia.

Aquífero Sergi

Este aquífero é formado pelas rochas consolidadas da Formação Sergi, que se constitui de arenito fino a médio, bem selecionado e arredondado, típico de formação eólica. É um aquífero de extensão regional, em geral homogêneo e isotrópico, de boa permeabilidade e de porosidade primária, por vezes pode possuir porosidade secundária, que seriam as fraturas e falhas ocorrentes na região, que se transforma em vias de percolação de água subterrânea.

Na área da ADA, as rochas apresentam uma camada de material de alteração, que é o aquífero livre da área. Existem furos de sondagens não alcançaram o nível de água; nestes locais o nível de água subterrânea pode se situar em profundidades maiores nas elevações do terreno. Geralmente estes furos encontram-se nas encostas das elevações do terreno, onde o nível de água é mais profundo.

Vulnerabilidade dos Aquíferos

A classificação da vulnerabilidade do aquífero foi definida por meio da aplicação da metodologia GOD, desenvolvido por Foster & Hirata (1991), e adaptada para as condições de área de estudo. Este mapa visa avaliar os aquíferos quanto a sua susceptibilidade a uma contaminação potencial a agentes contaminantes.

É um método empírico e engloba sucessivamente 3 fatores. A primeira etapa é a identificação do tipo de ocorrência da água subterrânea, num intervalo de 0 a 1; a segunda etapa é a especificação dos tipos litológicos acima da zona saturada do aquífero, discriminando-se o grau de consolidação e das características granulométricas e litológicas, representado numa escala de 0,3 a 1,0. A terceira etapa é a estimativa da profundidade do nível de água, numa escala 0,4 a 1,0.

A **FIGURA 5.1.5.2-9** apresenta a metodologia de vulnerabilidade aplicada para a área de estudo.

Os índices de vulnerabilidade, numa escala de 0 a 1, será o produto resultante da multiplicação desses três parâmetros, e são representados em mapa com a delimitação de áreas distintas.

A vulnerabilidade dos aquíferos também foi definida por meio do modelo hidrogeológico elaborado para a área.

O método consiste em sobrepor mapas onde em cada parâmetro foi atribuído um valor. A **FIGURA 5.1.5.2-10** apresenta a sobreposição e multiplicação dos mapas de parâmetros para a obtenção do índice de vulnerabilidade da água subterrânea.

O método se baseia em um contaminante de característica universal, não diferenciando as atribuições por tipo de contaminante. O método é recomendado para áreas onde não se possuam muitos dados sobre a região e por isso é indicado para orientação para uso e ocupação das terras, e planejamento territorial.

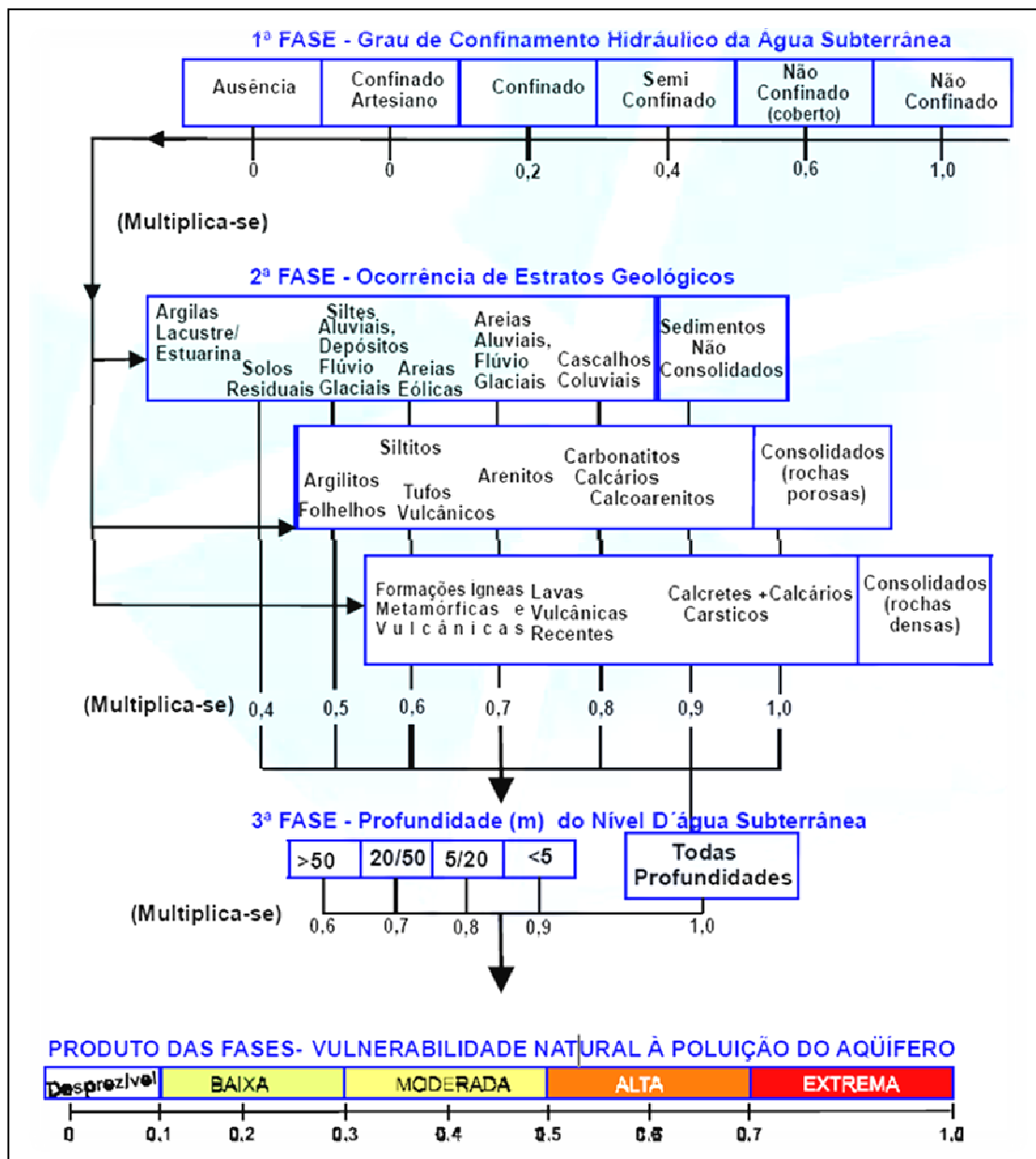


FIGURA 5.1.5.2- 9 - Metodologia de vulnerabilidade (Método GOD – Foster & Hirata 1991. (Fonte: Meaulo, 2006).

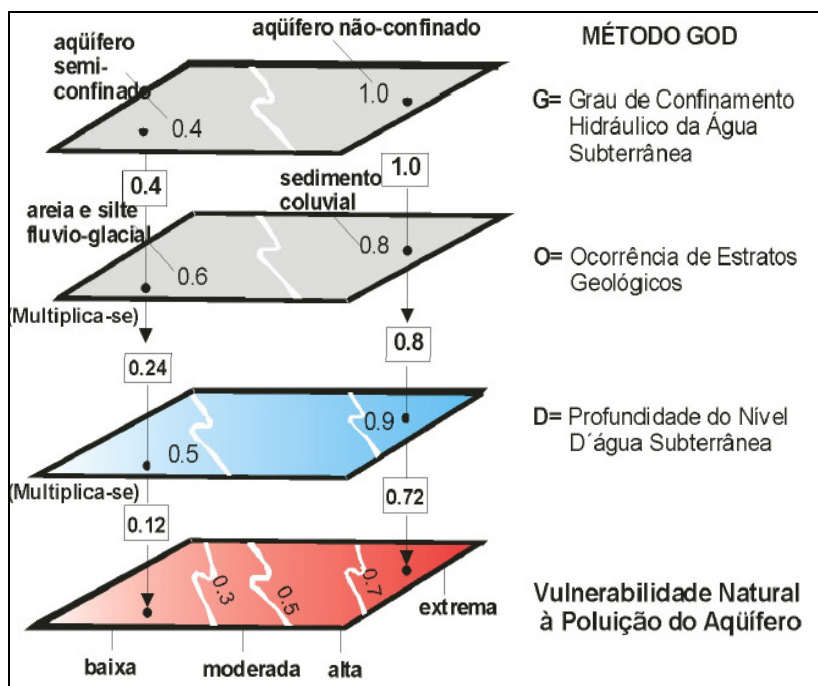


FIGURA 5.1.5.2- 10 - Esquema de sobreposição de cada parâmetro avaliado, por meio da multiplicação dos parâmetros para determinação do índice de vulnerabilidade em mapa. (Fonte: Meaulo 2006)

Na área ocorrem as seguintes litologias aflorantes:

- Sedimentos arenosos não consolidados: areias finas a médias a argilas silticas, fofa a dura, moles a muito compactas
- Arenito consolidado do Aquífero Sergi: arenitos finos a médios, bem selecionados e arredondados com estratificações cruzadas de grande porte, origem eólica.

Assim a **TABELA 5.1.6.2-7** apresenta os grupos de rochas e sua classificação à vulnerabilidade. Em relação à profundidade do nível de água, este variou de 0,000 a 4,755 metros de profundidade. Desta forma, os índices de vulnerabilidade foram assim definidos de acordo com a **TABELA 5.1.5.2-7** abaixo.

TABELA 5.1.5.2- 7 - Índice de vulnerabilidade dos aquíferos na área de trabalho – Método GOD, adaptado para aquífero fissural.

| Aquífero | Ocorrência das Águas Subterrâneas | Litologia do Aquífero | Profundidade do Nível de Água | Índice de Vulnerabilidade |
|---|-----------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|---------------------------|
| Sedimentos arenosos não consolidados: areias finas a médias a argilas silticas, fofa a dura, moles a muito compactas | Não Confinado (1,0) | Areias aluviais, fluviais (0,7) | < 5m (0,9) | 0,63 Alto |
| Arenito consolidado do Aquífero Sergi: arenitos finos a médios, bem selecionados e arredondados com estratificações cruzadas de grande porte, origem eólica | Não Confinado coberto (0,70) | Areias Eólicas (0,65) | > 5 m (0,75) | 0,34 Moderado |

O índice mais freqüente foi Alto. O índice Moderado foi considerado nas áreas onde não foi encontrado nível de água no aquífero livre de areias não consolidadas. Entendeu-se que nos locais onde os furos de sondagens não encontraram o nível de água, a zona saturada encontra-se nos arenitos consolidados do Aquífero Sergi, abaixo dos sedimentos arenosos não consolidados.

O índice alto foi atribuído as áreas onde ocorrem nível de água subaflorante ou menor que 5 metros. Esta profundidade ocorre na maior parte da ADA.

A **FIGURA 5.1.5.2-11** apresenta o mapa de vulnerabilidade da ADA. As áreas mais baixas e planas (entre as duas elevações no terreno) apresentam maior vulnerabilidade natural (índice ALTO), pela ocorrência de níveis de águas rasos a subaflorantes. Já nas elevações, que caracterizam os arenitos consolidados e silicificados do aquífero Sergi, com menor espessura de material alterado, encontram-se índices de vulnerabilidade menos altos, apresentando índice moderado.

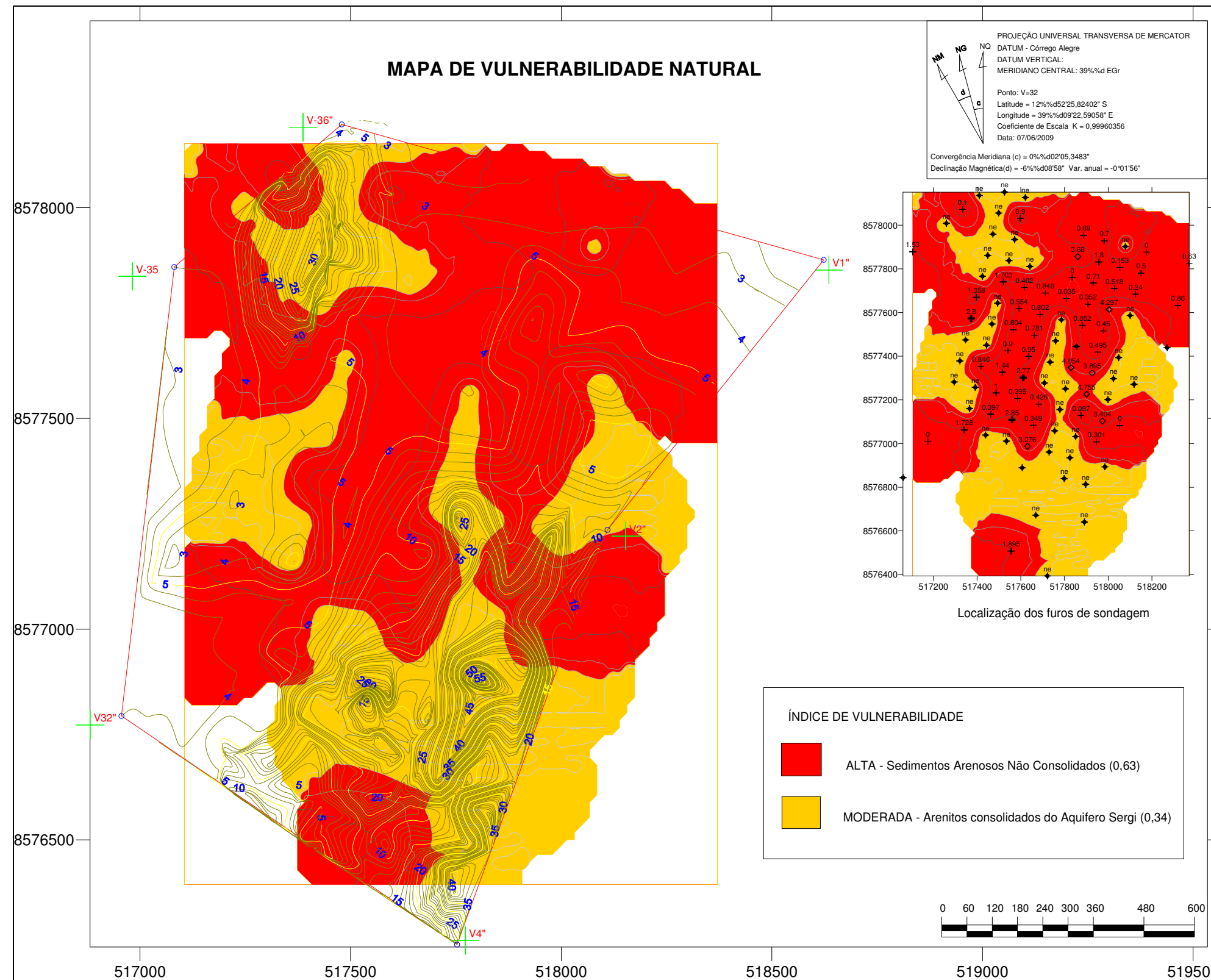


FIGURA 5.1.5.2- 11 - Mapa de Vulnerabilidade Natural de Aquíferos.

Conclusões

A ADA apresenta dois tipos de aquíferos: o primeiro é o aquífero livre formado pelos sedimentos arenosos não consolidados que são provenientes da alteração do arenito Sergi, e/ou de sedimentos fluviais ou alagadiços provenientes dos rios e da baía. O segundo aquífero é próprio Aquífero Sergi, composto por arenitos eólicos consolidados e forma as duas elevações situadas a sudeste e norte da ADA.

O mapa potenciométrico apresenta o sistema de fluxo local do aquífero livre, cujas maiores cargas hidráulicas situam-se a sudeste da ADA (na maior elevação do terreno) e dirigem-se em direção as menores cargas hidráulicas, nas partes mais planas e baixas. A direção de fluxo também apresenta sentido nordeste sudeste na porção norte da área. A água subterrânea então possui direção aos corpos de água, caracterizando a efluência do rio Paraguaçu e de seu tributário.

As velocidades estimadas são altas atribuídas a valores de porosidade e condutividade elevados deste aquífero livre.

Em relação à vulnerabilidade natural dos aquíferos a ADA apresentou índices alto e moderado. O primeiro ocorre nas áreas mais baixas e planas do terreno, com nível de água subterrânea mais raso, e o moderado nas duas elevações, com nível de água mais profunda.

5.1.5.3. Qualidade da água

A caracterização físico-química da qualidade da água foi realizada tanto em mananciais de águas doces como em águas salinas.

A avaliação da qualidade das águas salinas e salobras da área de influência direta do empreendimento baseou-se nos resultados obtidos em duas campanhas de amostragem realizadas nos meses de março (período seco) e setembro (período chuvoso), respectivamente. Na primeira campanha foram contempladas 14 estações de amostragem localizadas nas porções superior, central e inferior do Baixo curso do Rio Paraguaçu. Já na segunda campanha de amostragem, em função da exclusão de uma das áreas de intervenção do empreendimento, a malha foi reduzida para 09 estações, sendo que as 05 excluídas estavam posicionadas na porção superior do canal. O agrupamento foi feito da seguinte maneira:

- Baía de Iguape - representada pelas estações PNAV-07, PNAV-08, PNAV-09, PNAV-10 e PNAV-10E. Na segunda campanha, foi mantida apenas a estação PNAV-08.
- Canal Central - representado pelas estações PNAV-02, PNAV-03, PNAV-04, PNAV-05, PNAV-06 localizadas entre o Forte de Salaminas e o Canteiro de São Roque do Paraguaçu. Na segunda campanha foi excluída apenas a estação PNAV-06.
- Desembocadura - representada pelas estações PNAV01, PNAV-10B, PNAV-10C e PNAV-10D localizadas entre a Ilha do Medo na Baía de Todos os Santos e o Distrito de São Roque do Paraguaçu.

A avaliação da qualidade das águas doces foi feita mediante a coleta em diversos cursos d'água que drenam para o estuário do rio Paraguaçu, posicionados nas localidades de São Roque, Maragogipe, Cachoeira/São Felix, Cabuçu e Bom Jesus. Para este estudo foi realizada apenas uma campanha amostragem, em setembro de 2009.

O baixo curso do Rio Paraguaçu não está enquadrado no âmbito da Resolução CONAMA 357/05, contudo, a mesma resolução estabelece em seu artigo Artigo 42 que enquanto não forem feitos os enquadramentos, as águas salinas e salobras serão consideradas Classe 1. Deste modo, esta será a Classe de referência para a comparação dos resultados obtidos. No caso dos ecossistemas de águas doces, os resultados foram comparados com a Classe 2 de águas doces da mesma Resolução, conforme também recomenda o artigo 42.

Para a avaliação das águas salinas a discussão dos resultados será feita levando em consideração as variáveis: espacial (entre os trechos), temporal (entre campanhas e entre marés) e em perfil (coluna d'água). No caso das águas doces, apenas será contemplada a distribuição espacial dos resultados.

A seguir são apresentados os resultados obtidos nas campanhas realizadas nos meses de março e setembro de 2009 na área de influência do empreendimento.

Caracterização da qualidade das águas doces que drenam para o estuário do rio Paraguaçu.

Os laudos de análise contendo todos os resultados obtidos no diagnóstico da qualidade das águas que drenam ao rio Paraguaçu, são apresentados no **ANEXO 5.1-8A**.

A **TABELA 5.1.5.3-1** apresenta uma sinopse dos resultados encontrados nas dez amostras avaliadas, referentes às águas superficiais dos afluentes do Rio Paraguaçu. Somente para aqueles que apresentaram valores detectáveis foram elaborados gráficos.

Foi utilizada como legislação de referência para comparação dos resultados os termos da Classe 2 de águas doces da Resolução CONAMA 357/05. Não foram realizados testes estatísticos entre as estações avaliadas, devido a execução de somente uma campanha de amostragem.

A seguir é feita uma descrição sucinta dos resultados obtidos para cada indicador avaliado nas amostras de água doce. O último subitem desta seção diz respeito à comparação com levantamentos pretéritos realizados em estações coincidentes com a malha de amostragem de águas doces contemplada em setembro de 2009.

TABELA 5.1.5.3- 1– Resultados obtidos para os parâmetros indicadores da qualidade das águas doces em setembro de 2009.

| Parâmetros | Unidade | LQ | VMP ¹ | AD 01 | AD 02 | AD 03 | AD 04 | AD 05 | AD 06 | AD 07 | AD 08 | AD 09 | AD 10 |
|---------------------------------|-----------|--------|------------------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|
| Temperatura (°C) | °C | | - | 25,57 | 26,04 | 28,42 | 26,62 | 22,47 | 21,69 | 22,10 | 23,44 | 25,48 | 25,60 |
| Oxigênio Dissolvido | mg/L | | 5,0 | 7,67 | 5,86 | 6,42 | 9,10 | 8,26 | 7,56 | 7,89 | 8,04 | 7,50 | 7,45 |
| Saturação de Oxigênio | % | | - | 93,8 | 72,2 | 82,8 | 113,7 | 95,3 | 86,0 | 90,5 | 94,6 | 91,9 | 91,0 |
| pH | | | 6-9 | 6,95 | 6,98 | 7,18 | 7,90 | 6,71 | 5,90 | 6,40 | 6,42 | 6,34 | 7,14 |
| Condutividade | µS/cm | | - | 256,0 | 260,0 | 155,0 | 677,0 | 36,0 | 42,0 | 35,0 | 169,0 | 48,0 | 785,0 |
| Coliformes Termotolerantes* | NMP/100mL | 1 | 2500* | 24,0 | 816 | 2.419 | 93 | 96 | 72 | 281 | 99 | 107 | 2.419 |
| Enterococcus* | UFC/100mL | 1 | 400 | 84,0 | 640 | 2.000 | 468 | 69 | 73 | 90 | 324 | 230, | 740 |
| Escherichia Coli* | NMP/100mL | 1 | 2000 | 24,0 | 816,0 | 2.419 | 93,0 | 96,0 | 72,0 | 345,0 | 99,0 | 107,0 | 2.419 |
| Sólidos Suspensos Totais | mg/L | 2 | - | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | 11,0 | ND | 8,0 |
| Sólidos Totais | mg/L | 2 | 500 | 231,0 | 229,0 | 152,0 | 335,0 | 11,0 | 49,0 | 15,0 | 120,0 | 62,0 | 427,0 |
| Carbono Orgânico Total | mg/L | 0,5 | - | 5,90 | 5,70 | 7,70 | 8,60 | 372,00 | 2,70 | 3,80 | 4,80 | 2,70 | 2,10 |
| Nitrogênio Orgânico | mg/L | 0,1 | - | 3,00 | 3,20 | 2,10 | 2,70 | 1,90 | 1,30 | 1,50 | 2,50 | 2,30 | 2,20 |
| Nitrogênio Total | mg/L | 0,5 | - | 3,00 | 3,20 | 2,90 | 2,70 | 1,90 | 1,30 | 1,50 | 2,50 | 2,30 | 2,60 |
| Nitrogênio Total Kjeldahl | mg/L | 0,1 | - | 3,00 | 3,20 | 2,70 | 2,70 | 1,90 | 1,30 | 1,50 | 2,50 | 2,30 | 2,60 |
| Fosfato (como PO ₄) | mg/L | 0,03 | - | 0,13 | 0,13 | 0,14 | 0,09 | 0,08 | < 0,03 | < 0,03 | < 0,03 | < 0,03 | 0,09 |
| Óleos e Graxas | mg/L | 1 | - | ND | ND | 3,0 | 1,0 | ND | ND | ND | ND | ND | ND |
| Cromo Hexavalente | mg/L | 0,01 | - | ND | 0,0 | ND | ND | ND | ND | 0,0 | 0,0 | ND | ND |
| Molibdênio | mg/L | 0,0001 | - | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND |
| Estrôncio | mg/L | 0,0005 | - | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | ND | ND | ND | 0,0 | 0,0 | 0,1 |
| Alcalinidade Total | mg/L | 5 | - | 34,0 | 42,0 | 54,0 | 67,0 | 5,0 | < 5 | < 5 | 7,0 | < 5 | 19,0 |
| Dureza | mg/L | 5 | - | 56,0 | 64,0 | 32,0 | 69,0 | 7,0 | < 5 | < 5 | 20,0 | < 5 | 76,0 |
| DQO | mg/L | 5 | - | 21,0 | 22,0 | 30,0 | 20,0 | < 5 | 10,0 | 11,0 | 12,0 | 7,0 | 17,0 |
| Turbidez (NTU) | NTU | 0,1 | 100 | 0,5 | 2,2 | 6,5 | 4,7 | 4,2 | 7,3 | 8,2 | 7,2 | 3,9 | 5,3 |
| Clorofila A | µg/L | 3 | 30 | ND | 8,0 | 8,0 | ND | 14,0 | 273,0 | ND | 71,0 | ND | 6,0 |
| Alumínio Dissolvido | mg/L | 0,0001 | 0,1 | ND | ND | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 0,1 | 0,1 | 0,0 | ND | 0,0 |
| Antimônio | mg/L | 0,0001 | 0,005 | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND |
| Arsênio | mg/L | 0,0001 | 0,1 | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND |

BIOMONITORAMENTO E MEIO AMBIENTE



Coordenador do Estudo

Responsável Técnico

Revisão 00
11/2009

TABELA 5.1.5.3- 1– Resultados obtidos para os parâmetros indicadores da qualidade das águas doces em setembro de 2009.

| Parâmetros | Unidade | LQ | VMP ¹ | AD 01 | AD 02 | AD 03 | AD 04 | AD 05 | AD 06 | AD 07 | AD 08 | AD 09 | AD 10 |
|----------------------|---------|--------|------------------|--------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|-------|-------|
| Bário | mg/L | 0,0005 | 0,7 | 0,0 | 0,1 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Cádmio | mg/L | 0,0001 | 0,001 | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND |
| Chumbo | mg/L | 0,0005 | 0,01 | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND |
| Cianeto Livre | mg/L | 0,001 | 0,005 | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | 0,0 |
| Cloreto | mg/L | 2 | 250 | 67,2 | 70,0 | 21,2 | 173,0 | 9,7 | 12,6 | 9,9 | 55,2 | 12,7 | 233,0 |
| Cobalto | mg/L | 0,0001 | 0,05 | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND |
| Cobre Dissolvido | mg/L | 0,0001 | 0,009 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | ND | ND | ND | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Cromo | mg/L | 0,0001 | 0,05 | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND |
| Ferro Dissolvido | mg/L | 0,0005 | 0,3 | 0,1 | 0,1 | 0,4 | 0,4 | 0,2 | 0,3 | 0,5 | 0,2 | 0,2 | 0,2 |
| Fósforo Total | mg/L | 0,01 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | ND | ND | ND | ND | 0,0 |
| Manganês | mg/L | 0,0001 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Mercurio | mg/L | 0,0001 | 0,0002 | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND |
| Níquel | mg/L | 0,0001 | 0,025 | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND |
| Nitrato (como N) | mg/L | 0,2 | 10 | < 0,2 | ND | 0,2 | < 0,5 | ND | ND | ND | ND | ND | < 0,5 |
| Nitrito (como N) | mg/L | 0,04 | 1 | < 0,04 | ND | 0,0 | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND |
| Nitrogênio Amoniacal | mg/L | 0,1 | Obs(1) | ND | ND | 0,6 | ND | ND | ND | ND | ND | ND | 0,4 |
| Sulfato | mg/L | 2 | 250 | 4,5 | 5,4 | 4,9 | 16,8 | ND | ND | ND | 6,7 | 1,2 | 27,0 |
| Vanádio | mg/L | 0,0005 | 0,1 | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND |
| Zinco | mg/L | 0,0001 | 0,18 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 |
| Índice de fenóis | mg/L | 0,001 | 0,003 | ND | ND | ND | ND | 0,0 | 0,0070 | 0,0100 | 0,0090 | ND | ND |

1 - Águas Doces, VMP CONAMA 357 ART 15 Classe 02.

* Aplica a Resolução do CONAMA 247/00 com valor referência

ND – Não Detectado (Inferior ao LQ)

Contaminação microbiológica – Coliformes fecais, *Enterococcus* e *Escherichia coli*

Coliformes fecais (Termotolerantes) são caracterizados pela presença da enzima β -galactase 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 (CONAMA, 2000). As bactérias do grupo coliformes são consideradas os principais indicadores de contaminação fecal. O grupo é formado por um número de bactérias que inclui os gêneros *Klebsiella*, *Escherichia*, *Serratia*, *Erwenia* e *Enterobactéria*. Todas as bactérias coliformes são gran-negativas manchadas, de hastes não esporuladas que estão associadas com as fezes de animais de sangue quente e com o solo (CETESB, 2008)³⁰. Bactérias do grupo coliformes fecais são utilizadas mundialmente como parâmetros para se verificar a qualidade da água (ALMEIDA, et al 2004).

Os números mais prováveis de Coliformes termotolerantes nas amostras de águas doces superficiais oscilaram entre $2,4 \times 10$ NMP/100ml (AD01) a $2,41 \times 10^3$ NMP/100mL (AD03 e AD010). A Resolução CONAMA 247/00 para água doce CLASSE 2 estabelece valor de referência para coliformes fecais de $2,5 \times 10^3$ UCF/100mL como limite de “balneabilidade imprópria” para amostras isoladas. Todos os pontos amostrais apresentaram valores abaixo deste patamar (**FIGURA 5.1.5.3-1**). No entanto, as amostras das estações AD03 e AD10 apresentaram um valor bem próximo do limite legal, indicando a presença de esgotos domésticos na água. O ponto AD010 que compreende o Rio Bom Jesus, está localizado a jusante do centro urbano do município de Bom Jesus dos Pobres. Durante a coleta das amostras, foram observados focos de fezes de origem humana às margens do rio. Esse fator, associado a efluentes domésticos ao longo do curso do rio, pode está relacionado aos valores elevados, uma vez que, o ponto AD09 que também compreende o Rio Bom Jesus, localizado a montante da zona urbana (Foz), não apresenta valores elevados. O ponto AD03 localiza-se no centro urbano de Maragogipe e também sobre forte influência de resíduos domésticos, o que também pode explicar o valor elevado detectado.

³⁰ CETESB.SÃO PAULO Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo, Relatórios CETESB, São Paulo, 1995. pp.243-248.
BIOMONITORAMENTO E MEIO AMBIENTE

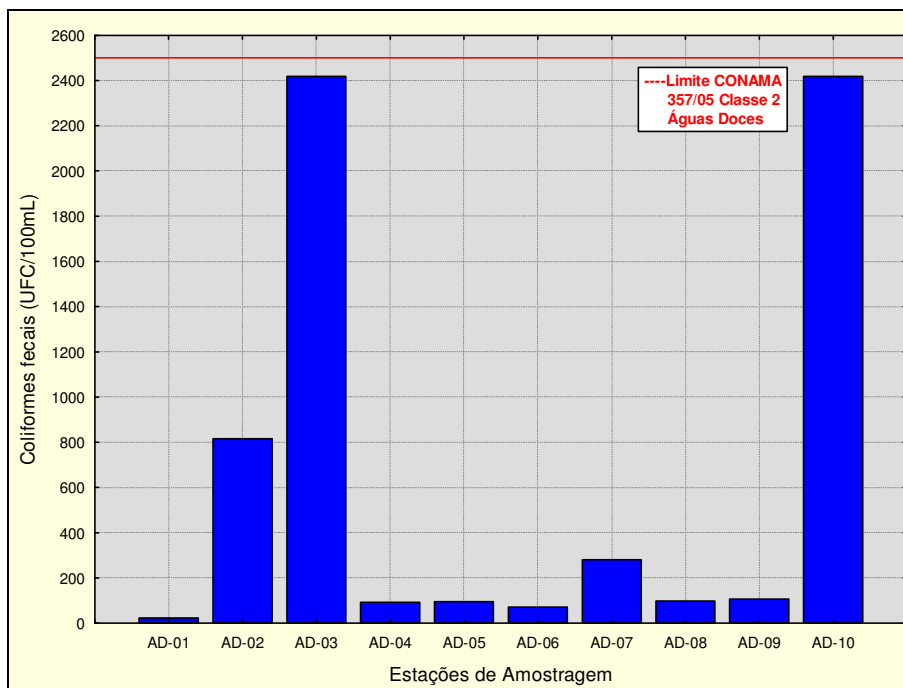


FIGURA 5.1.5.3- 1 - Valores de Coliformes Termotolerantes obtidos nas Estações de Amostragem, Afluentes do Rio Paraguaçu.

A *Escherichia Coli* é um coliforme exclusivamente fecal não se multiplicando fora do intestino dos animais de sangue quente, sendo um excelente indicador de contaminação recente em águas (PASSOS, 2002³¹). Enterococcus: bactérias 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 (CONAMA, 2000).

As **FIGURAS 5.1.5.3-2 e 5.1.5.3-3** mostram os valores detectados nas estações de amostragem para *Escherichia Coli* e Enterococcus respectivamente. Observa-se que a maioria dos valores satisfaz aos limites permitidos pelo CONAMA e foram relativamente baixos para este tipo de ambiente. Nas estações AD03 e AD10, entretanto, foram registradas concentrações elevadas de *Escherichia Coli* e Enterococos, fortalecendo a hipótese de interferência das zonas urbanas. Nestes dois casos, os resultados encontrados foram, inclusive, superiores aos respectivos limites de Balneabilidade Imprópria para amostras isoladas da Resolução CONAMA 274/00.

³¹ PASSOS, C. T. ; SILVA, M. ; Manera, A.P. ; Santos, E.O. ; Sanso, A.V. ; kalli, S.J. . Monitoramento de coliformes fecais em um ponto da praia do Cassino - Rio Grande/RS. In: XVII CRICTE - Congresso Regional de Iniciação Científica e Tecnológica em Engenharia e II Feira de Protótipos, 2002, Passo Fundo - RS. XVII CRICTE, 2002.

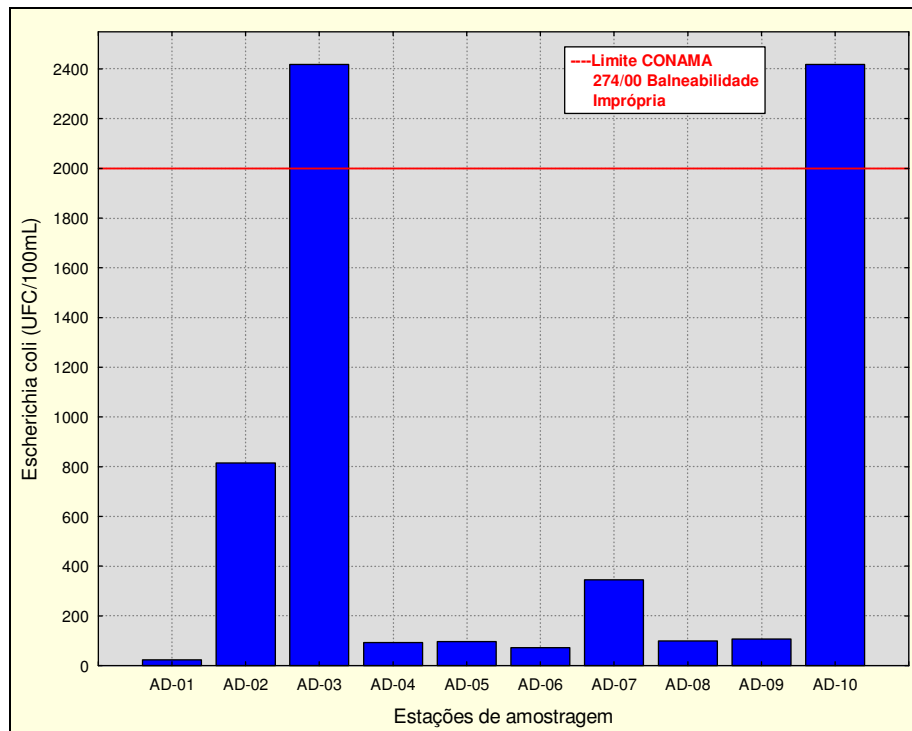


FIGURA 5.1.5.3- 2 - Valores de Escherichia Coli obtidos nas Estações de Amostragem, Afluentes do Rio Paraguaçu.

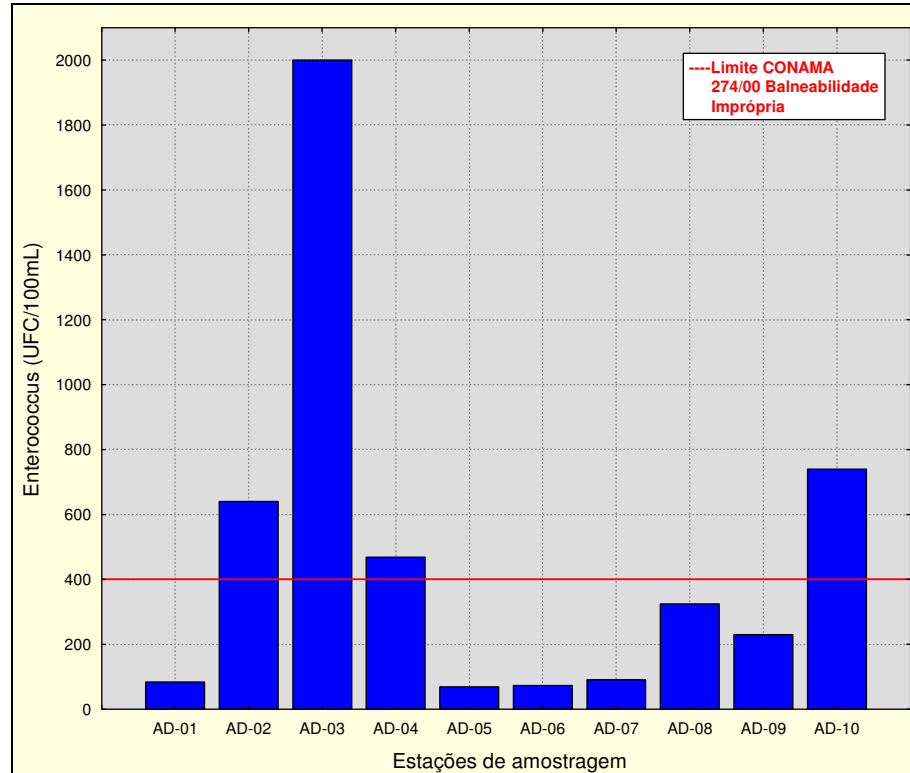


FIGURA 5.1.5.3- 3 - Valores de Enterococcus obtidos nas Estações de Amostragem, Afluentes do Rio Paraguaçu.

Balanço iônico – pH, condutividade, alcalinidade, dureza, cloretos e sulfatos

A condutividade se caracteriza pela capacidade da água em conduzir corrente elétrica, que é função da concentração de íons presentes, sendo que os íons podem ser levados para o corpo d'água devido às chuvas, ou através do despejo de esgotos enquanto que o pH está relacionado com a quantidade livre de íons hidrogênio na água. A condutividade da água constitui uma das mais importantes variáveis, podendo fornecer informações tanto sobre o metabolismo do ecossistema aquático como sobre fenômenos que ocorrem na bacia hidrográfica (ESTEVES, 1998³²), sugerindo alterações da qualidade de água, tal como o nível de eutrofização e poluição (CETESB, 2008).

Os valores de condutividade obtidos durante a campanha oscilaram entre 36 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (AD05) e 785 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (AD10). Esses valores caracterizam o trecho avaliado como tipicamente de águas doces. Nota-se uma elevação importante nos pontos AD04 e AD10, devido à proximidade com a zona estuarina. A Resolução CONAMA 357/05 não estabelece limite de condutividade como critério de qualidade das águas. A **FIGURA 5.1.5.3-4** apresenta os valores de condutividade obtidos nos pontos amostrais.

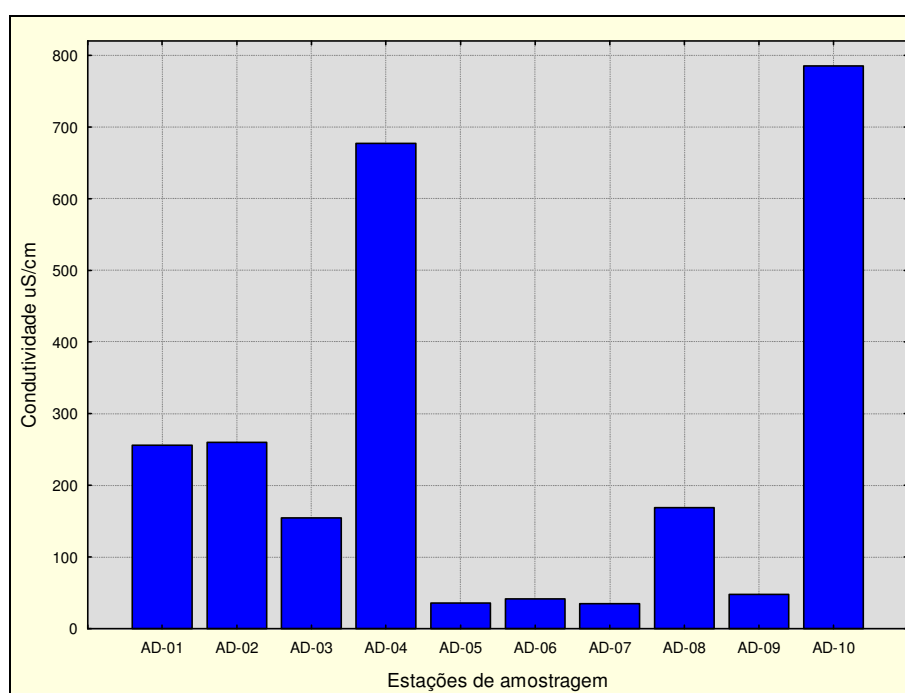


FIGURA 5.1.5.3- 4 - Valores de Condutividade obtidos nas Estações de Amostragem, Afluentes do Rio Paraguaçu.

Os valores de pH analisados, apresentaram valores aceitáveis de acordo com a Resolução CONAMA 357/05 que estabelece limite de 6,0 a 9,0 para água doce de CLASSE 2, contudo, a unidade amostral AD06 apresentou valor levemente abaixo do limite mínimo estabelecido pela referida Resolução e para o ponto de vista ambiental, essa pequena alteração não apresenta relevância (**FIGURA 5.1.5.3-5**).

³² ESTEVES, F.A. *Fundamentos de Limnologia*, 2a ed., Ed. Interciência Ltda: São Paulo, 1998.

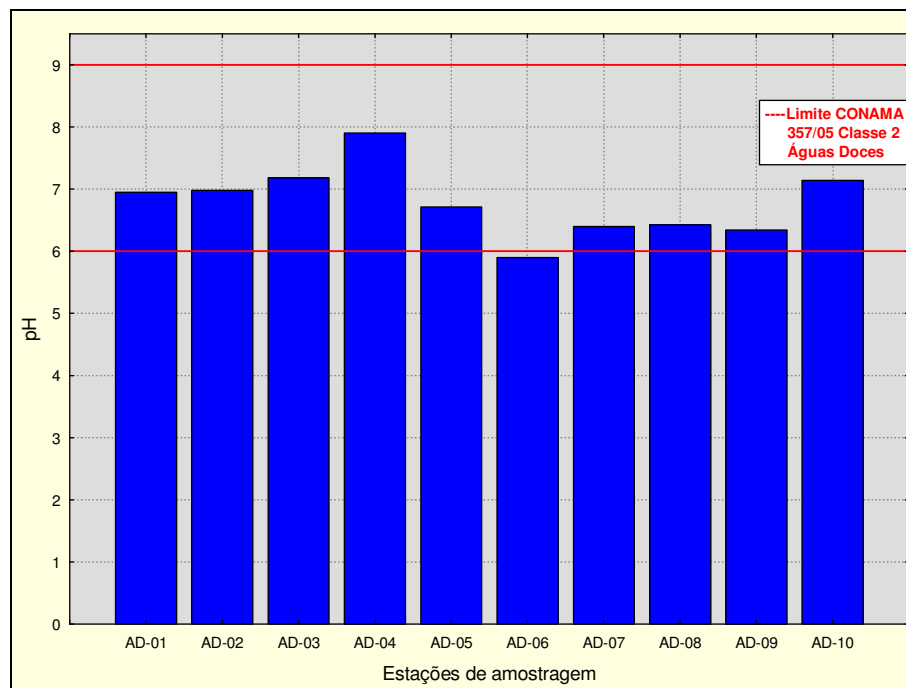


FIGURA 5.1.5.3- 5 - Valores de pH obtidos nas Estações de Amostragem, Afluentes do Rio Paraguaçu.

A dureza é a propriedade relacionada com a concentração de íons alcalinos-terrosos da água de determinados minerais dissolvidos. A dureza da água é predominantemente causada pela presença de sais de Cálcio e Magnésio. O índice da Dureza da água é usado para avaliar sua qualidade. Já a alcalinidade é a medida total das substâncias presentes na água capazes de neutralizarem ácidos. Em outras palavras, é a quantidade de substâncias presentes na água que atuam como tampão. Se um manancial tem abundância de material tampão (alta alcalinidade), ele é mais estável e resistente às variações de pH.

Os valores de dureza e alcalinidade observados foram reduzidos e considerados normais para ambientes de águas doces, que são pobres em sais dissolvidos (**FIGURAS 5.1.5.3-6 e 5.1.5.3-7**). Os resultados estão coerentes com os valores de pH e condutividade observados.

Os íons Sulfato são encontrados na água por lixiviação das rochas sedimentares incluindo o xisto. A Resolução do CONAMA 357/05 estabelece para esse parâmetro um limite de 250 mg/L de Sulfato em águas Classe 2. Todos os valores detectados apresentaram-se bem abaixo ao limite estabelecido. A **FIGURA 5.1.5.3-8** apresenta os valores detectados para esse parâmetro.

Em relação ao teor de cloretos na água, a Resolução do CONAMA 357/05 estabelece para esse parâmetro um limite de 250 mg/L de Cloreto em águas doces da Classe 2. Todas as amostras analisadas apresentaram valores inferiores ao limite estipulado (**FIGURA 5.1.5.3-9**).

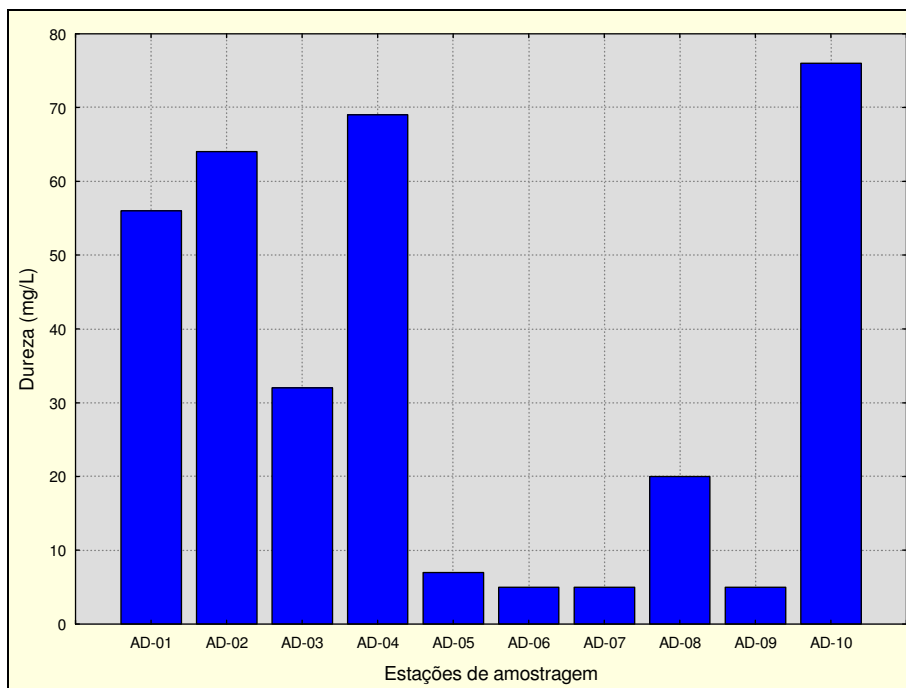


FIGURA 5.1.5.3- 6 - Valores de Dureza obtidos nas Estações de Amostragem, Afluentes do Rio Paraguauçu.

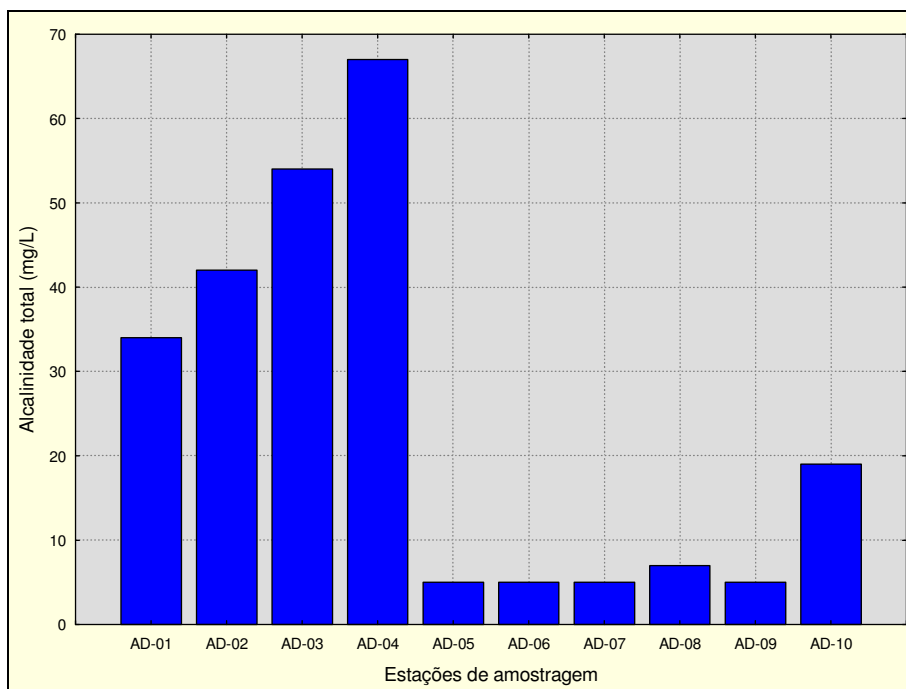


FIGURA 5.1.5.3- 7 - Valores de Ferro Dissolvido obtidos nas Estações de Amostragem, afluentes do Rio Paraguauçu.

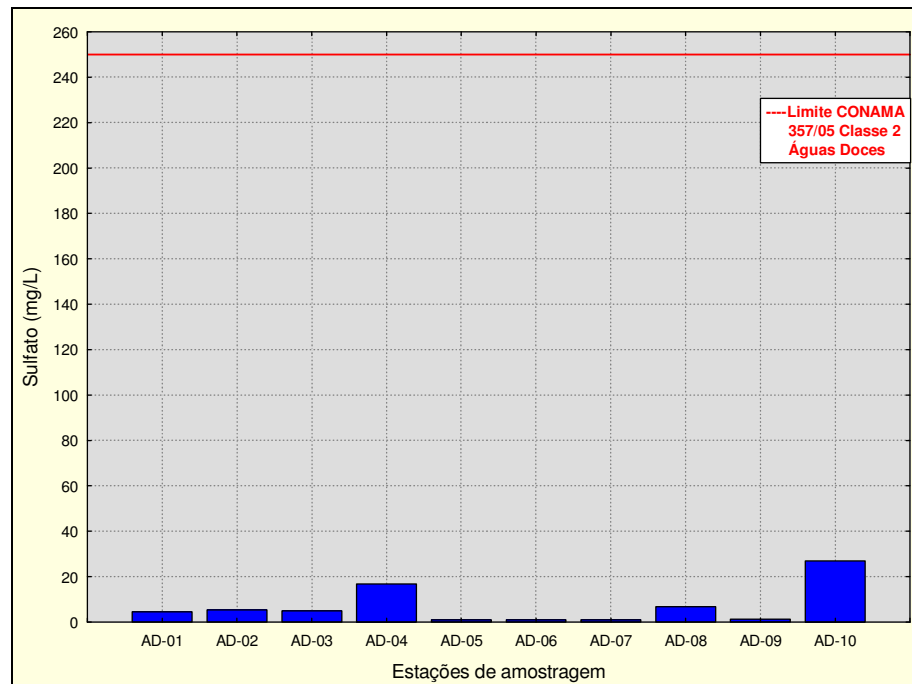


FIGURA 5.1.5.3- 8 - Valores de Sulfato obtidos nas Estações de Amostragem, Afluentes do Rio Paraguaçu.

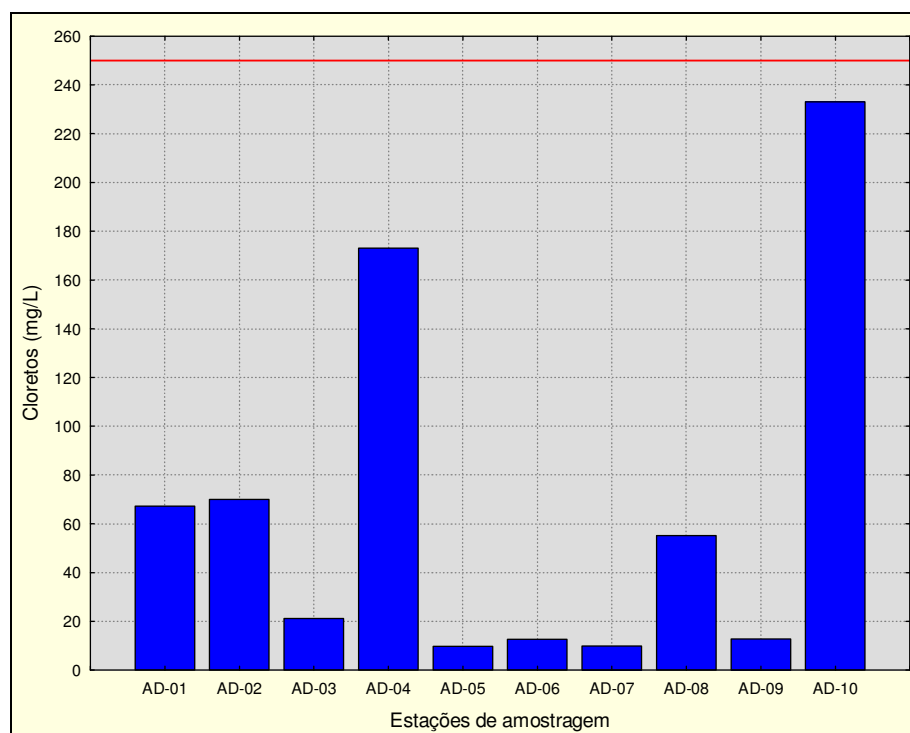


FIGURA 5.1.5.3- 9 - Valores de Cloreto obtidos nas Estações de Amostragem, Afluentes do Rio Paraguaçu.

Indicadores Físicos – Turbidez e Sólidos

Os parâmetros turbidez, sólidos em suspensão e sólidos totais são indicadores da concentração de partículas presentes na água e, geralmente, são influenciados pela chuva e por lançamento de efluentes no rio. A turbidez de uma amostra de água é o grau de atenuação de intensidade que um feixe de luz sofre ao atravessá-la, devido à presença de sólidos em suspensão - correspondente à carga sólida em suspensão e que pode ser separada por simples filtração ou mesmo decantação - tais como partículas inorgânicas (areia, silte, argila). O aumento da turbidez acarreta na redução da zona eufótica, que é a zona de luz onde é possível ocorrer a fotossíntese.

Os valores de turbidez registrados apresentaram variações entre 0,54 NTU (AD01) e 8,2 NTU (AD07). Estes estiveram muito abaixo do limite máximo estipulado para águas doces Classe 2 na Resolução CONAMA 357/05, que é de 100 NTU, conforme valores apresentados na **FIGURA 5.1.5.3-10**.

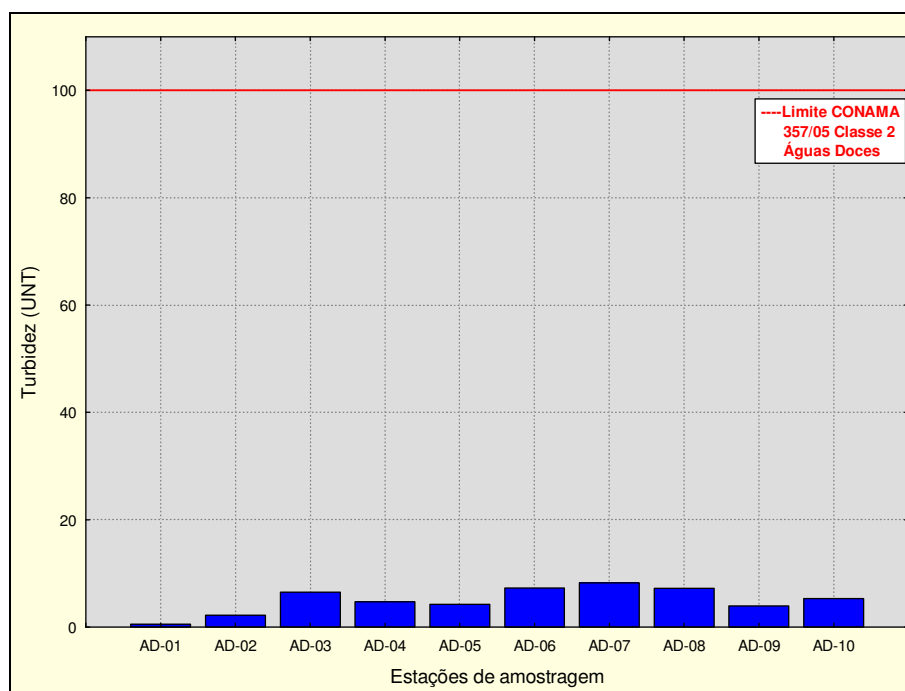


FIGURA 5.1.5.3- 10 - Valores de Turbidez obtidos nas Estações de Amostragem, Afluentes do Rio Paraguaiçu.

O Parâmetro “Sólidos Totais” mede todos os cátions, ânions e sais resultantes da combinação de cátions e ânions encontrados dissolvidos na água, além de materiais em suspensão (LOPES, 2007). Todos os pontos apresentaram valores abaixo do valor máximo aceitável pela Resolução CONAMA 357/05 de 500 mL para Sólido Totais (**FIGURA 5.1.5.3-11**), variando entre 11 e 427 mg/L. Sampaio (2007) sugere uma boa relação entre os sólidos totais e a condutividade elétrica devido à presença de material orgânico e inorgânico, o que pode explicar os valores mais elevados nos pontos AD01, AD02, AD04 e AD010.

Com relação aos sólidos suspensos, conforme resultados apresentados na **TABELA 5.1.5.3-1**, todas as amostras estiveram abaixo do limite de detecção do método utilizado.

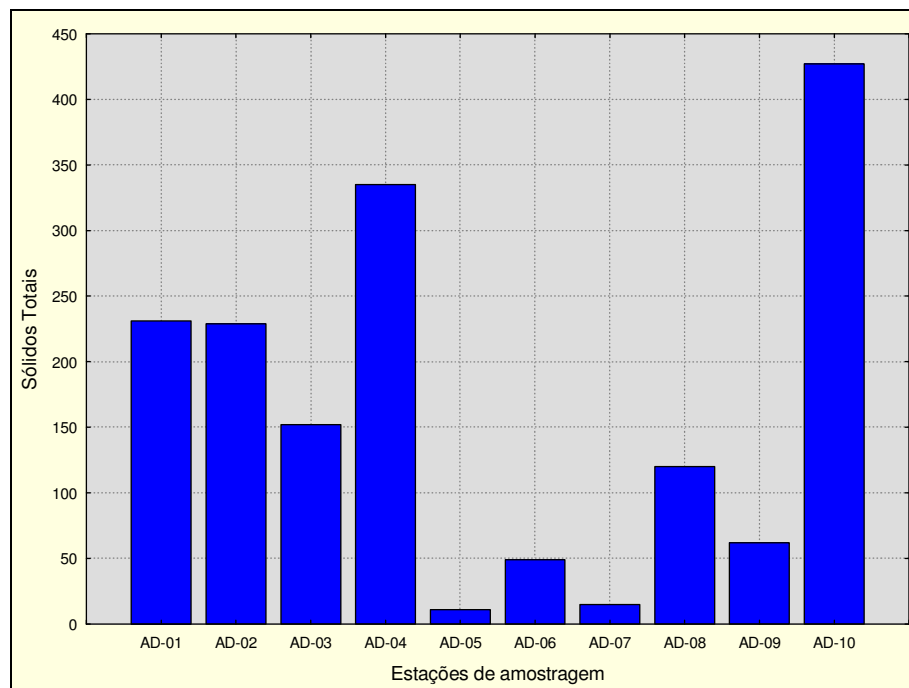


FIGURA 5.1.5.3- 11 - Valores de Sólidos Totais obtidos nas Estações de Amostragem, Afluentes do Rio Paraguaçu.

Indicadores de suporte – Temperatura e Oxigênio Dissolvido

A temperatura é um parâmetro de fundamental importância para os sistemas aquáticos terrestres, já que os organismos possuem diferentes reações às mudanças desse fator. Juntamente com o oxigênio dissolvido, a temperatura é utilizada como indicadora da condição de suporte biológico do meio.

A maior parte dos organismos aquáticos tem sua temperatura regulada pelo meio externo. Portanto, para esses organismos, a velocidade de suas reações metabólicas dependem da temperatura da água (ARAUJO, 2005). A temperatura medida nos pontos amostrais variou entre 21,69°C (AD06) e 28,42°C (AD03), o que não destoa das temperaturas normalmente encontradas em águas tropicais (**FIGURA 5.1.5.3-12**).

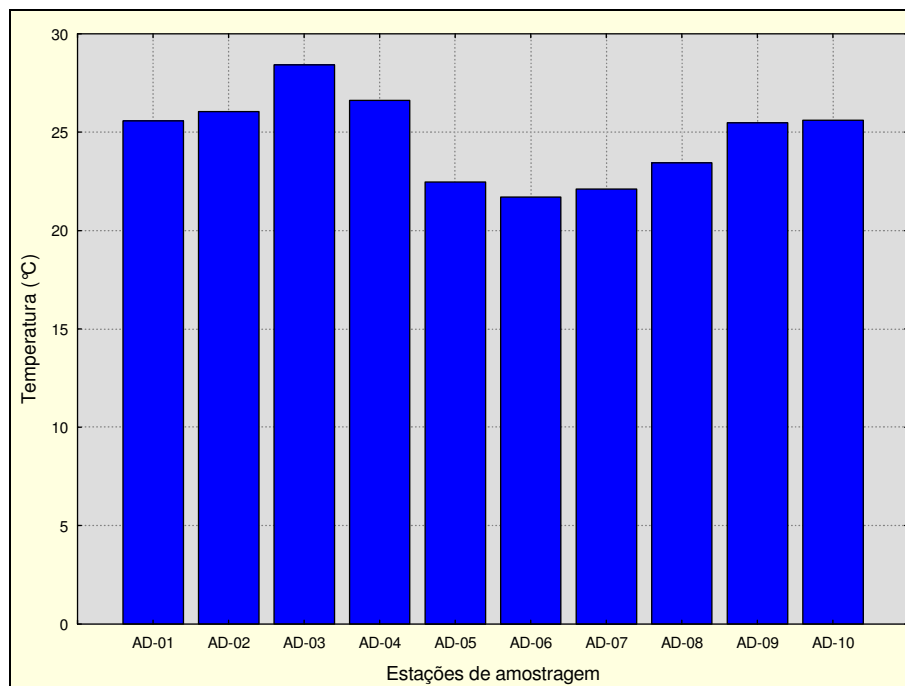


FIGURA 5.1.5.3- 12 - Valores de Temperatura obtidos nas Estações de Amostragem, Afluentes do Rio Paraguauçu.

A determinação do oxigênio dissolvido é de fundamental importância para avaliar as condições naturais da água e detectar impactos ambientais como eutrofização e poluição orgânica. Do ponto de vista ecológico, o oxigênio dissolvido é uma variável extremamente importante. Organismos vivos necessitam de energia para suprir suas necessidades metabólicas e esta energia, para uma grande parte dos organismos, é obtida pela oxidação da matéria orgânica, mediante o consumo de oxigênio (forte oxidante) (ARAÚJO, 2005).

Os resultados de oxigênio dissolvido (**FIGURA 5.1.5.3-13**), oscilaram entre 5,86 (AD02) e 9,1 (AD04). Todos os pontos amostrais estiveram de acordo com o limite mínimo de 5,0 mg/L especificado pela Resolução do CONAMA 357/05 para águas doces da Classe 2. Portanto, estes resultados indicam suporte, do ponto de vista de oxigenação, à sobrevivência das comunidades aquáticas. Os percentuais obtidos para Saturação de oxigênio (**FIGURA 5.1.5.3-14**), entre 70 e 110%, confirmam esta interpretação.

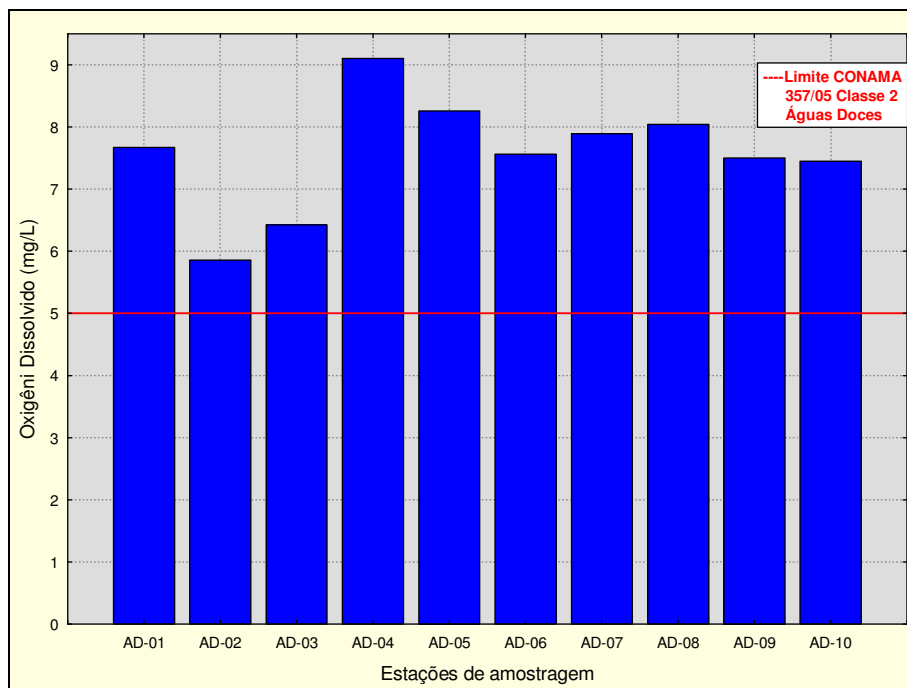


FIGURA 5.1.5.3- 13 - Valores de Oxigênio Dissolvido obtidos nas Estações de Amostragem, Afluentes do Rio Paraguaçu.

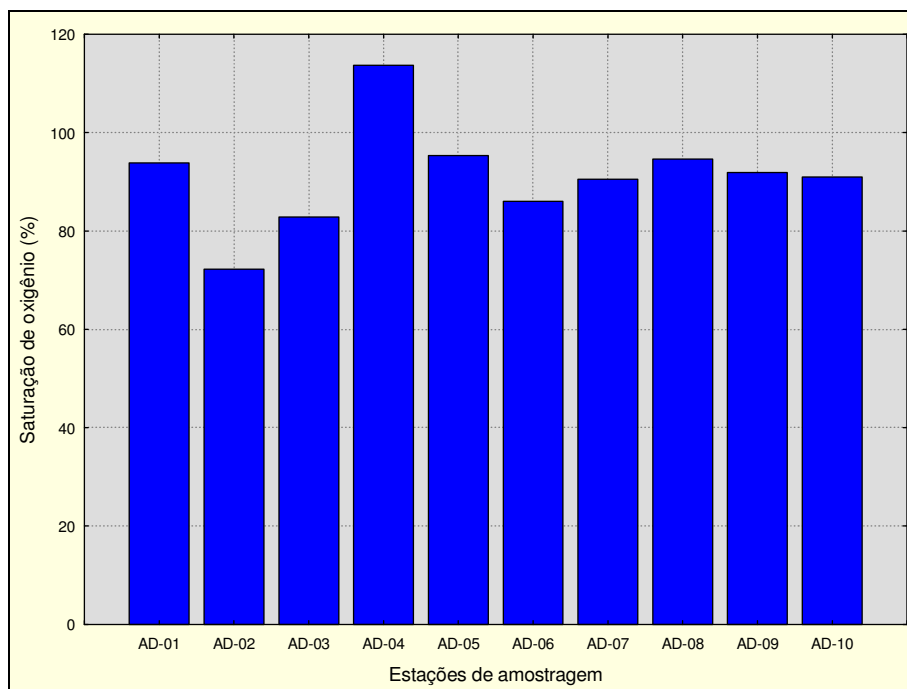


FIGURA 5.1.5.3- 14 - Representação Gráfica do Oxigênio Saturado nas Estações de Amostragem, afluentes do Rio Paraguaçu.

Compostos Nitrogenados

Nitrogênio Total é compreendido de nitrogênio orgânico, amônia, nitrito e nitrato. A fração orgânica consiste de uma complexa mistura de compostos incluindo amino – ácidos, amino – açúcar e proteínas (polímeros de amino- ácidos). Os compostos que compreendem a fração orgânica podem ser solúvel ou particulado. O nitrogênio é um dos mais importantes elementos no ecossistema aquático, ele tem essa importância devido à participação na formação de proteínas, componentes essenciais da estrutura das células. Quando em baixo teor, atua como fator limitante na produção primária da biota aquática (ESTEVEZ, 1998).

As fontes de nitrogênio para os ecossistemas aquáticos são: a precipitação que cai diretamente sobre a superfície do lago, a fixação do nitrogênio na água e nos sedimentos e as entradas provenientes da drenagem superficial e subterrânea. As perdas de nitrogênio se dão por fluxo efluente da bacia, desnitrificação e perda permanente por sedimentação de compostos orgânicos e inorgânicos que contêm nitrogênio (CHAVES *et al apud* WETZEL, 1993)³³.

A Resolução CONAMA 357/05 para água doce CLASSE 2 não estabelece valores de referência para nitrogênio total. Dentre as formas de nitrogênio estabelecido pela Resolução são: Nitrato (10mg/L), Nitrito (1,0 mg/L) e Nitrogênio amoniacal, que varia em função do pH (0,5 a 3,7 mg/L). Pode-se observar na **TABELA 5.1.5.3-1** que os pontos de águas superficiais apresentaram valores que não superam 1,0 mg/L para esses parâmetros, denotando que os teores de nitrogênio total nas amostras são reduzidos. De fato, nas amostras analisadas, os valores de nitrogênio total foram relativamente baixos, variando de 1,3 (AD06) a 3,2 mg/L (AD02). A **FIGURA 5.1.5.3-15** apresenta os valores de nitrogênio total para as amostras realizadas.

³³ Wetzel, R.G. *Limnologia*. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa. 919p. 1993.

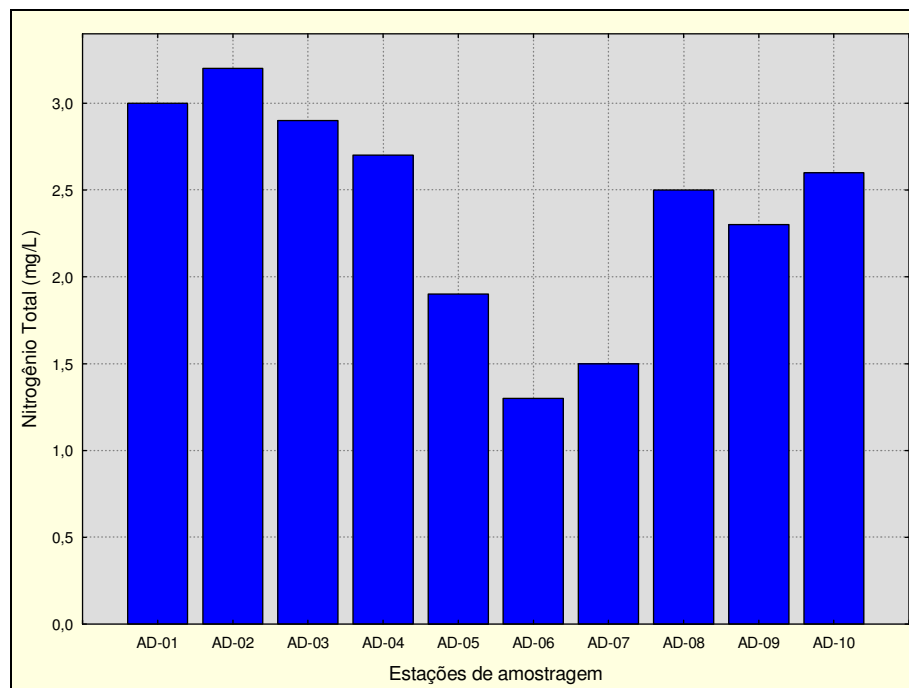


FIGURA 5.1.5.3- 15 - Valores de Nitrogênio Total obtidos nas Estações de Amostragem, Afluentes do Rio Paraguaçu.

A Resolução CONAMA 357/05 para água doce CLASSE 2 não estabelece valores de referência para Nitrogênio Orgânico Total, porém, a variação observada não foi considerada expressiva. A **FIGURA 5.1.5.3-16** apresenta os valores de nitrogênio total para as amostras realizadas.

O Nitrogênio Kjeldahl é a soma dos nitrogênios orgânico e amoniacal. Ambas as formas estão presentes em detritos de nitrogênio orgânico oriundos de atividades biológicas naturais. O nitrogênio Kjeldahl total pode contribuir para a completa abundância de nutrientes na água e sua eutrofização. Os nitrogênios amoniacal e orgânico são importantes para avaliar o nitrogênio disponível para as atividades biológicas. A Resolução CONAMA 357/05 para água doce CLASSE 2 não estabelece valores de referência para Nitrogênio Kjeldahl. A **TABELA 5.1.5.3-1** apresenta os valores obtidos de Nitrogênio Kjeldahl nas estações de amostragem.

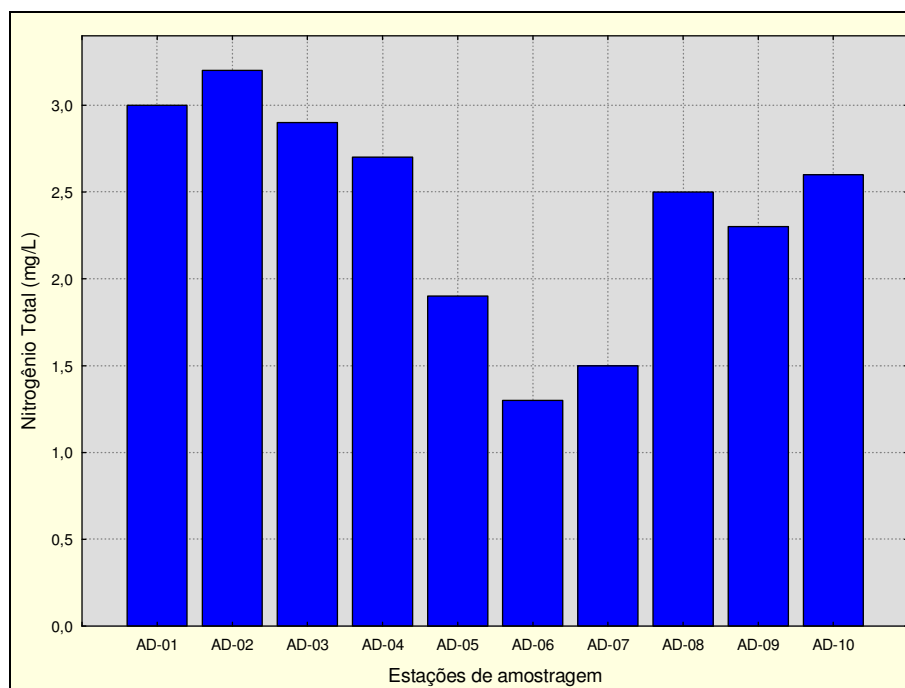


FIGURA 5.1.5.3- 16 - Valores de Nitrogênio Total obtidos nas Estações de Amostragem, Afluentes do Rio Paraguçu.

Fósforo Total

Na maioria das águas continentais, o fósforo é o principal fator limitante de sua produtividade e tem sido apontado como principal responsável pela eutrofização artificial desses ecossistemas (ESTEVES, 1998). Os índices de fósforo total em análises de água devem ser entendidos como uma medida do potencial de eutrofização, já que este nutriente atua como o agente causador do processo.

Os valores de fósforo total variaram entre < LDM e 0,05 mg/L. Todos os pontos estiveram muito abaixo dos índices de fósforo de 0,1 mg/L estabelecido pelo CONAMA 357/05, para águas Classe 2 em ambientes lóticos (**FIGURA 5.1.5.3-17**), indicando que não foram encontrados indícios de eutrofização nos corpos d'água avaliados.

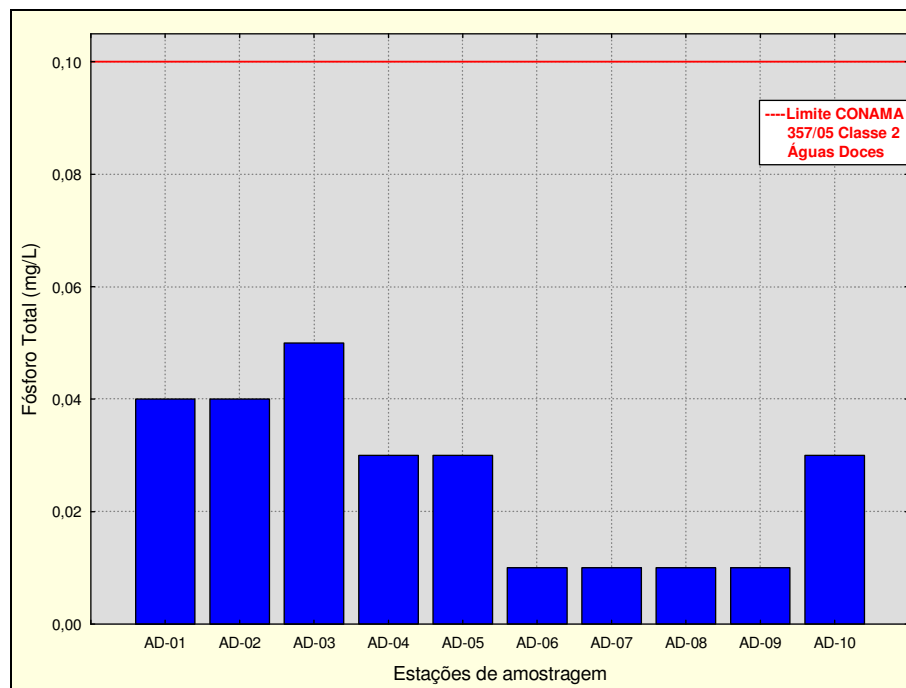


FIGURA 5.1.5.3- 17 - Valores de Fósforo Total obtidos nas Estações de Amostragem, Afluentes do Rio Paraguaçu.

Carbono Orgânico Total

Dentre todos os elementos químicos, o ciclo do carbono é aquele que se destaca pela sua complexidade e abrangência, englobando todos os aspectos da Limnologia, desde a produção primária, as cadeias alimentares e a sucessão biológica.

Os diferentes tipos de carbono orgânico nos lagos podem ser agrupados em duas (2) categorias: detrital e particulado da biota (COP-biota). O conjunto forma o carbono orgânico total (COT). O carbono orgânico detrital é, por sua vez, composto de duas frações: carbono orgânico dissolvido (COD) e carbono orgânico particulado detrital (COP-detrital). Há também o carbono orgânico coloidal, que pode ser separado do COD. O Carbono Orgânico Dissolvido (COD) tem origem na decomposição de plantas e animais e de suas fezes e compõem-se de proteínas, carboidratos, lipídios e compostos húmicos. Sua concentração está associada ao estado trófico dos lagos. O COP-detrital também é conhecido como: seston orgânico, material orgânico em suspensão, detrito orgânico particulado, detrito particulado ou biodetrito. É de fundamental importância para o metabolismo dos ecossistemas límnicos (ESTEVES, 1998).

A Resolução CONAMA 357/05 para água doce CLASSE 2 não estabelece valores de referência para COT, mas pode-se analisar que todos os valores obtidos são elevados, o que indica uma contribuição de matéria orgânica no Rio Paraguaçu por conta dos seus afluentes. A **FIGURA 5.1.5.3-18** apresenta os valores de Carbono Orgânico Total para as amostras obtidas. Não há razão aparente para explicar um valor tão elevado na estação amostral AD05 (372 mg/L). A hipótese de erro analítico não deve ser descartada.

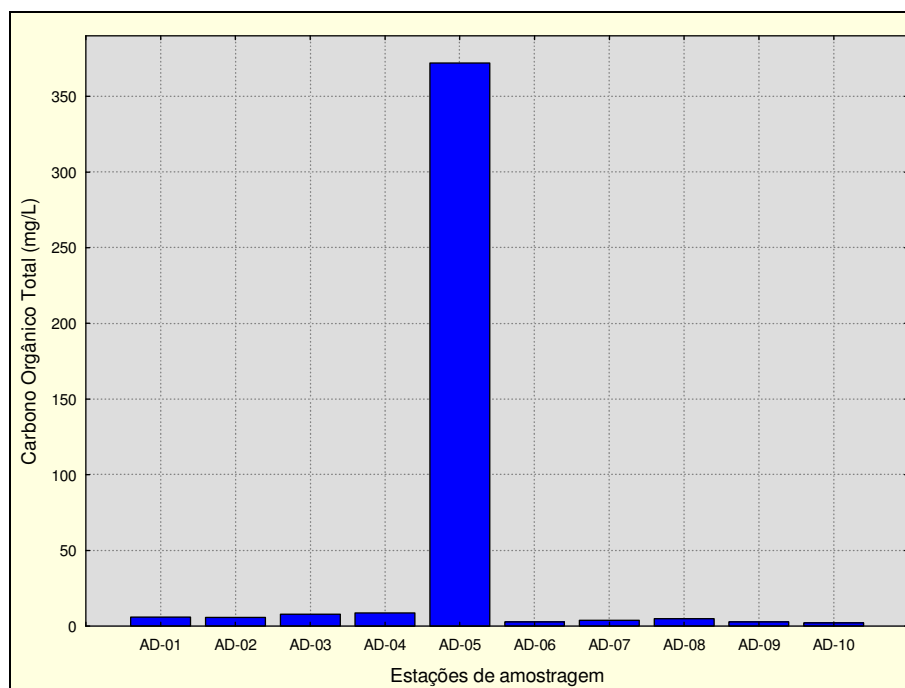


FIGURA 5.1.5.3- 18 - Valores de Carbono Orgânico Total obtidos nas Estações de Amostragem, Afluentes do Rio Paraguçu.

Metais e Arsênio

Comparando-se os resultados obtidos para as amostras com os Valores Máximos Permitidos pelo CONAMA 357 artigo 15 de 17 de março de 2005, padrão para águas Classe 2, pode-se observar que os parâmetros que contemplam Metais, com exceção do Ferro dissolvido, satisfazem os limites permitidos. Nas **FIGURAS 5.1.5.3-19 a 5.1.5.3-24** estão apresentados apenas os parâmetros que tiveram valores detectados. Na **TABELA 5.1.5.3-1** estão apresentados os parâmetros que não apresentaram valores detectáveis em nenhuma das estações de amostragem, são eles: Cromo Hexavalente, Molibdênio, Antimônio, Arsênio, Cádmio, Chumbo, Cobalto, Cromo, Mercúrio, Níquel e Vanádio.

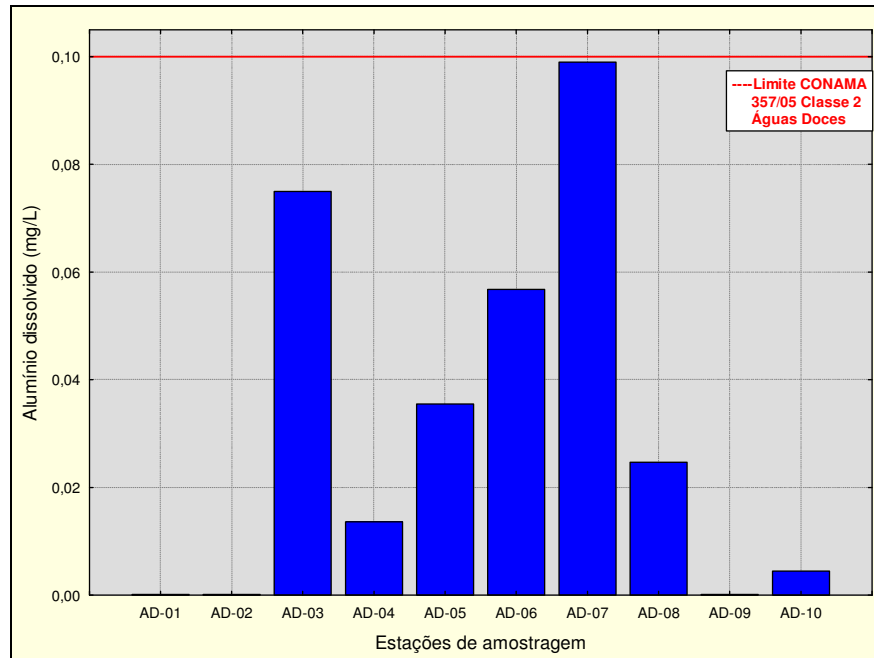


FIGURA 5.1.5.3- 19 - Valores de Alumínio Dissolvido obtidos nas Estações de Amostragem, Afluentes do Rio Paraguaçu.

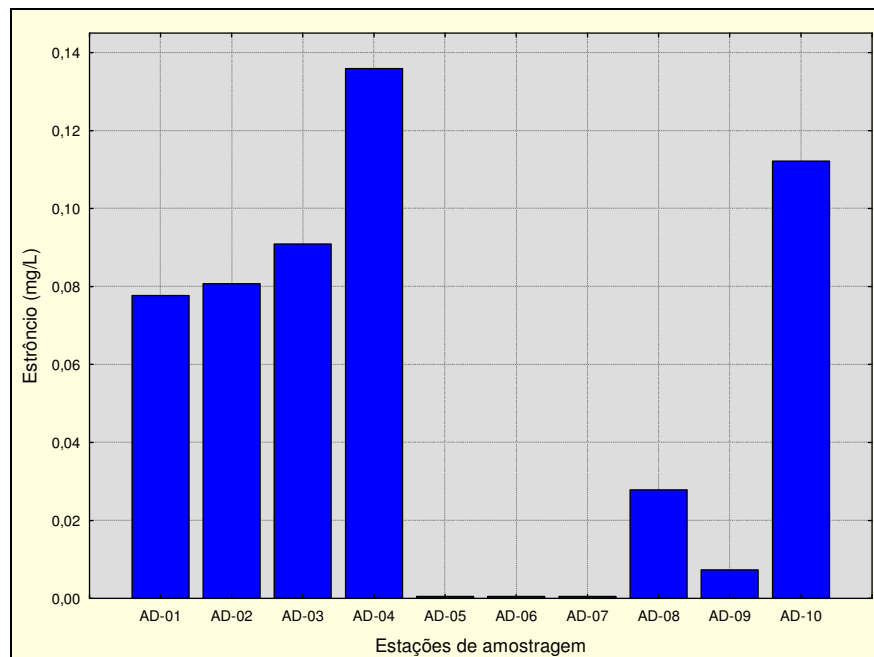


FIGURA 5.1.5.3- 20 - Valores de Estrôncio obtidos nas Estações de Amostragem, Afluentes do Rio Paraguaçu.

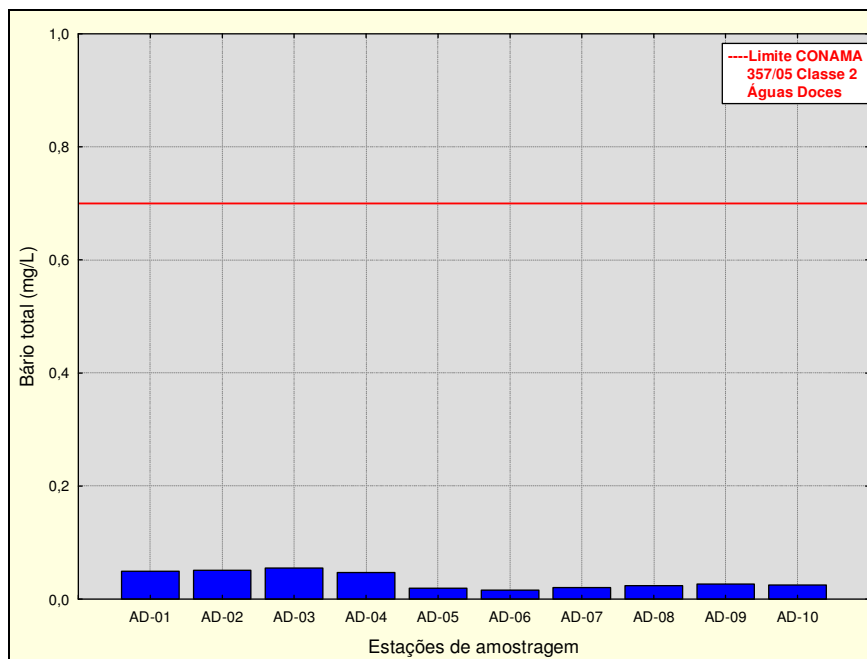


FIGURA 5.1.5.3- 21 - Valores de Bário obtidos nas Estações de Amostragem, Afluentes do Rio Paraguaçu.

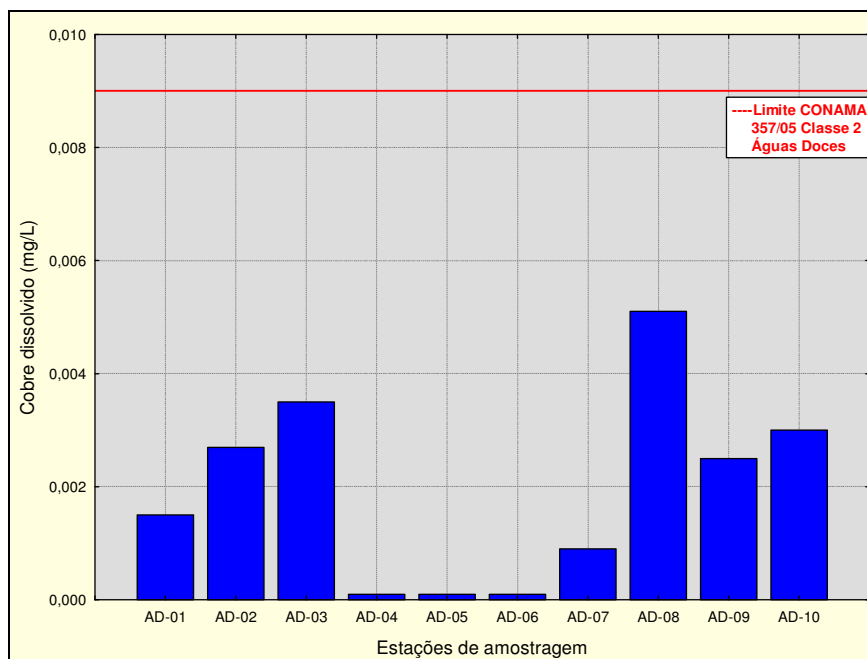


FIGURA 5.1.5.3- 22 - Valores de Cobre Dissolvido obtidos nas Estações de Amostragem, Afluentes do Rio Paraguaçu.

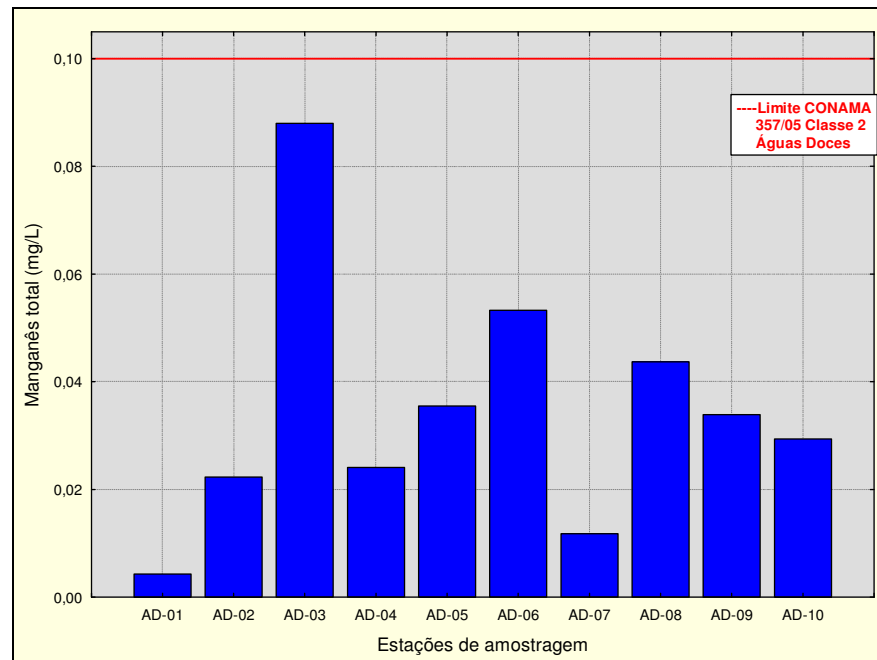


FIGURA 5.1.5.3- 23 - Valores de Manganês Total obtidos nas Estações de Amostragem, afluentes do Rio Paraguaçu.

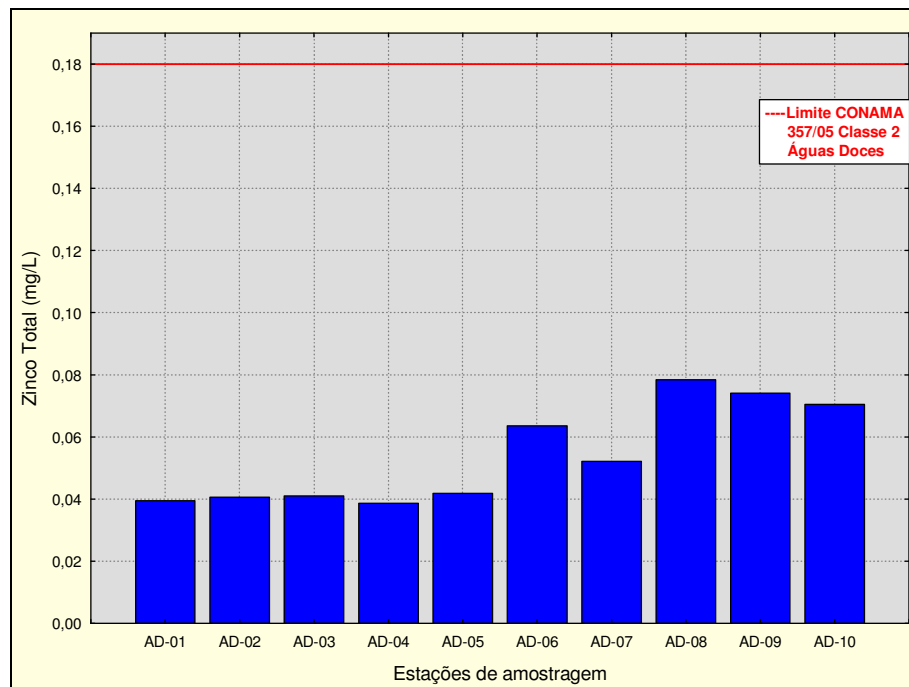


FIGURA 5.1.5.3- 24 - Valores de Zinco obtidos nas Estações de Amostragem, afluentes do Rio Paraguaçu.

Ferro Dissolvido

O carbonato ferroso é solúvel e frequentemente é encontrado em águas de poços contendo elevados níveis de concentração de ferro. Nas águas superficiais, o nível de ferro aumenta nas estações chuvosas devido ao carreamento de solos e a ocorrência de processos de erosão das margens. Também poderá ser importante a contribuição devida a efluentes industriais.

O ferro, apesar de não se constituir em um tóxico, traz diversos problemas para o abastecimento público de água. Confere cor e sabor à água, provocando manchas em roupas e utensílios sanitários. Também traz o problema do desenvolvimento de depósitos em canalizações e de ferro-bactérias, provocando a contaminação biológica da água na própria rede de distribuição. É também padrão de emissão de esgotos e de classificação das águas naturais.

Nos resultados obtidos (**FIGURA 5.1.5.3-25**), observa-se que os pontos AD03, AD04, AD06 e AD07 apresentaram valores acima do valor máximo aceitável pela Resolução do CONAMA 357/05, que é de 0,3 mg/L. Nos pontos AD04, AD06 e AD07 esse índice elevado pode ser explicado pelo processo de erosão do solo e pela presença de rochas ricas em ferro, contribuindo para elevação desse parâmetro nos corpos d'água. No ponto AD03, essa elevação pode ser explicada pela emissão de esgotos no corpo d'água.

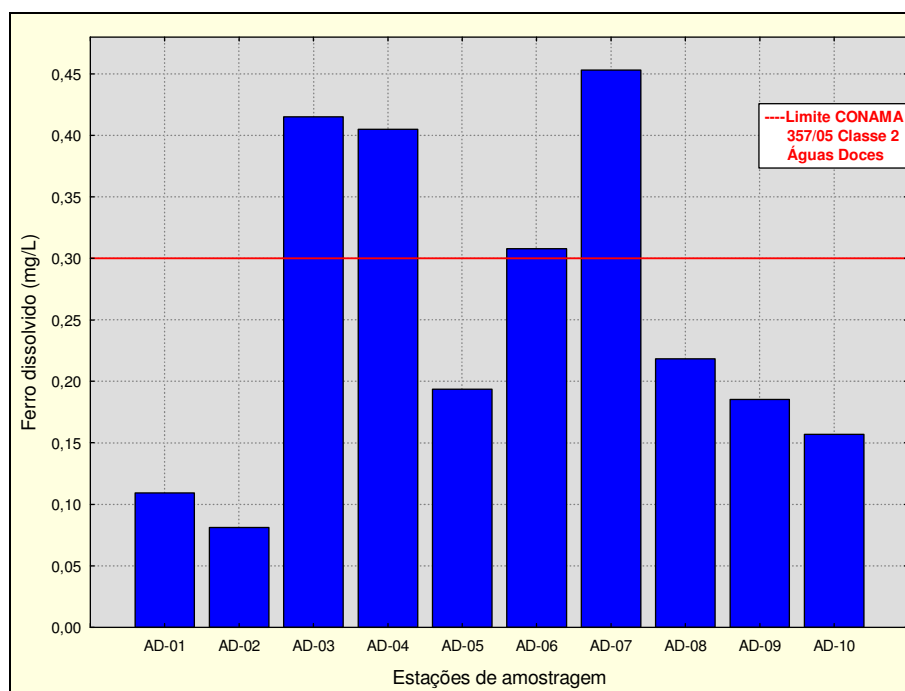


FIGURA 5.1.5.3- 25 - Valores de Ferro Dissolvido obtidos nas Estações de Amostragem, afluentes do Rio Paraguaçu.

Óleos e Graxas

Os óleos e graxas são substâncias orgânicas de origem mineral, vegetal ou animal. Estas substâncias geralmente são hidrocarbonetos, gorduras, ésteres, entre outros. São raramente encontrados em águas naturais, normalmente oriundos de despejos e resíduos industriais, esgotos domésticos, efluentes de oficinas mecânicas, postos de gasolina, estradas e vias públicas.

Os óleos e graxas em seu processo de decomposição reduzem o oxigênio dissolvido elevando a DBO e a DQO, causando alteração no ecossistema aquático. A recomendação legal é de que os óleos e as graxas sejam virtualmente ausentes para as classes 1, 2 e 3. Dos pontos amostrais analisados, foi detectada a presença de óleos e graxas nas estações AD03 e AD04 conforme apresentado na **TABELA 5.1.5.3-1**. Essa presença de Óleos e Graxas nesses dois pontos amostrais pode ser justificada pela localização desses dois pontos amostrais, que é caracterizada pela proximidade com vias públicas e ambiente urbano.

DQO

O parâmetro DQO refere-se à quantidade de oxigênio consumido por materiais e por substâncias orgânicas e minerais. É um parâmetro indispensável nos estudos de caracterização de esgotos sanitários e de efluentes industriais, por estimar o potencial poluidor, assim como por estimar o impacto do mesmo no ecossistema aquático (ZUCCARI, M.L. *et al* 2005).

A Resolução CONAMA 357/05 para água doce CLASSE 2 não estabelece valores de referência para DQO. Os pontos de água superficiais (AD01, AD02, AD03, AD04) apresentaram valores elevados de DQO, oscilando entre 20 e 30 mg/L. Certamente estes valores sofreram influência de dois fatores conjuntamente: a proximidade com áreas urbanas e as chuvas que ocorreram na região (**FIGURA 5.1.5.3-26**). Coluna (2007) realizando análises da água na bacia hidrográfica do Zerede- Timóteo- MG observou que no período chuvoso houve um aumento no DQO devido ao aumento no escoamento superficial e provavelmente pelo maior carreamento de nutrientes.

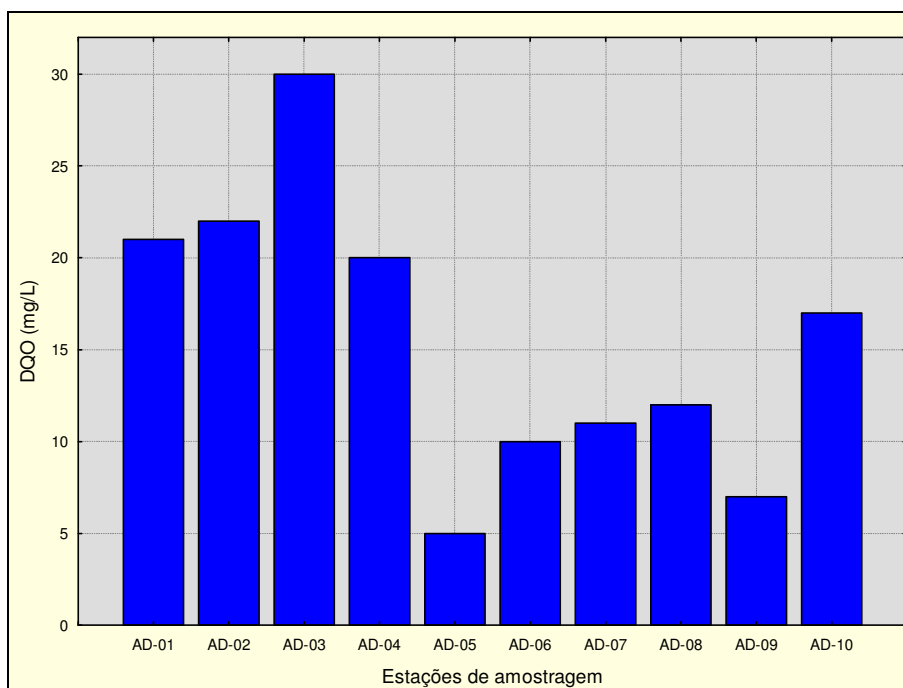


FIGURA 5.1.5.3- 26 - Valores de DQO obtidos nas Estações de Amostragem, Afluentes do Rio Paraguaçu.

Clorofila A

A clorofila é um dos pigmentos, além dos carotenóides e ficobilinas, responsáveis pelo processo fotossintético. A clorofila a é a mais comum 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. Assim a clorofila a é considerada a principal variável indicadora de estado trófico dos ambientes aquáticos (CETESB, 2008).

Entre os valores observados, foram detectados nos pontos amostrais AD06 e AD08, valores que não obedecem aos limites estipulados pela Resolução CONAMA 357/05. O ponto amostral AD06 é caracterizado por uma área de enxarco, com presença de macrófitas que podem estar contribuindo para esse valor de Clorofila A elevado. Para o ponto AD08 não foi observado nenhum fator que explique essa alteração no resultado. **(FIGURA 5.1.5.3-27)**

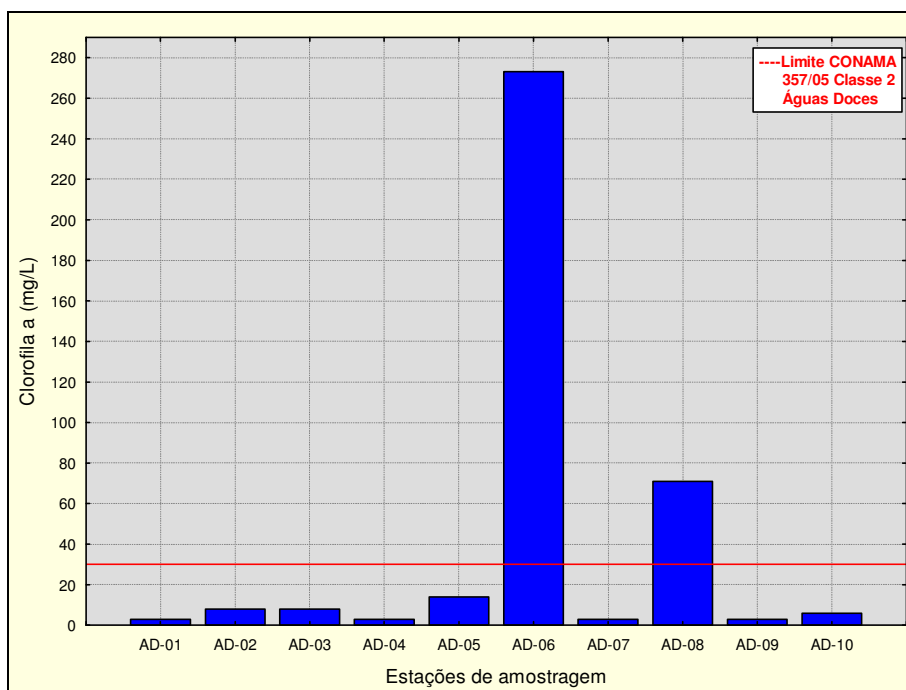


FIGURA 5.1.5.3- 27 - Valores de Clorofila A obtidos nas Estações de Amostragem, Afluentes do Rio Paraguaçu.

Cianeto Livre

Este íon inibe a respiração celular atuando sobre as enzimas que contêm ferro (citocromo oxidase e catalase), impedindo que ocorra o consumo de oxigênio. Existem diversas fontes contaminantes deste íon, dentre elas, efluentes das indústrias de poliácridonitrilas, de síntese de resinas acrílicas, de nitrilas e aldeídos, de processamento de fármacos e de corantes, da extração de ouro e prata a partir dos seus minérios, da galvanoplastia, etc., e do processamento da mandioca (*Manihot sculenta Crantz*), euforbiácea originária da América do Sul, largamente cultivada no Brasil e considerada o vegetal que apresenta a maior concentração de glicosídeos (PONCE, 2004)

Dos pontos avaliados apenas o ponto AD010 apresentou a presença de Cianeto Livre, contudo, esse valor de 0,003 mg/L apresenta-se dentro dos limites aceitáveis de acordo com a Resolução CONAMA 357/05 que estabelece limite de 0,005 mg/L para águas doces de CLASSE 2. (TABELA 5.1.5.3-1)

Índice de Fenóis

Os fenóis e seus derivados aparecem nas águas naturais através das descargas de efluentes industriais. Indústrias de processamento da borracha, de colas e adesivos, de resinas impregnantes, de componentes elétricos (plásticos) e as siderúrgicas, entre outras, são responsáveis pela presença de fenóis nas águas naturais (CETESB, 2008).

Os pontos amostrais AD06, AD07 e AD08 apresentaram valores de Índice de Fenóis acima do limite máximo permitido pelo CONAMA 357/05 (FIGURA 5.1.5.3-28). Não foi observado indícios de efluentes industriais que pudessem explicar os valores encontrados. Contudo esses pontos amostrais estão localizados próximos a vias de

acesso, com fluxo de veículos de carga pesada, onde as descargas de resíduos combustíveis e borracha de pneus podem contribuir para a adição de fenóis na água dos afluentes avaliados.

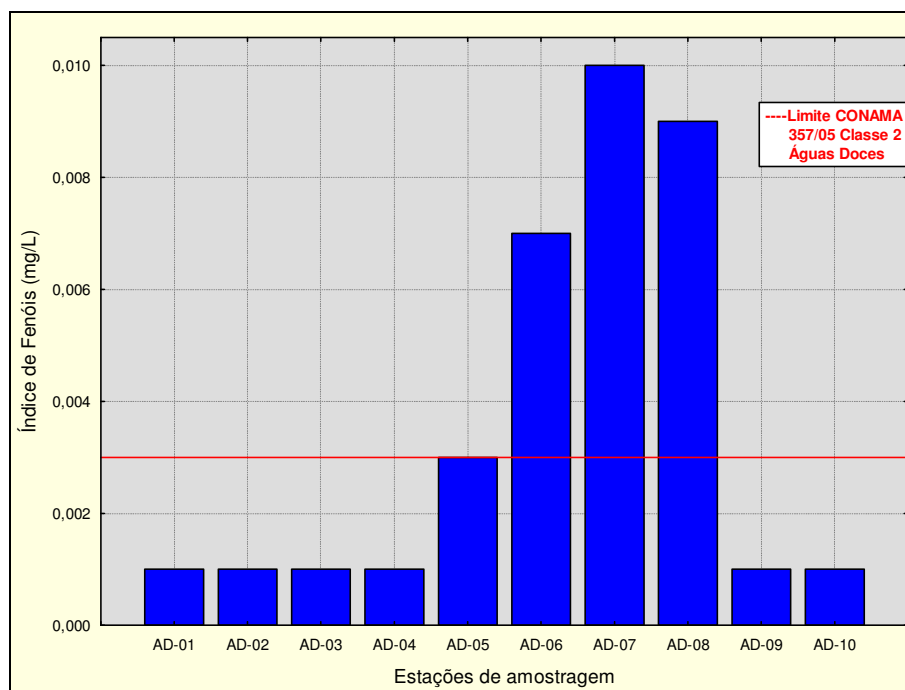


FIGURA 5.1.5.3- 28 - Valores de Fenóis obtidos nas Estações de Amostragem, Afluentes do Rio Paraguaçu.

Comparação com dados pretéritos

Entre os dados oficiais disponíveis para comparação com os resultados obtidos no presente estudo, foram encontrados dois estudos: 1 – Monitoramento da Qualidade das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraguaçu nos anos de 2000 e 2001 e; 2 - Programa de monitoramento da Qualidade das Águas do Estado da Bahia MONITORA (INGA, 2009), em execução desde 2008. O primeiro foi executado pelo Instituto do Meio Ambiente-IMA, antigo Centro de Recursos Ambientais-CRA, já o segundo está sob a coordenação do Instituto de Gestão das Águas e Clima-INGA, antiga Superintendência de Recursos Hídricos-SRH.

Em todos os estudos o trecho avaliado que coincide com a rede de amostragem do presente estudo é o situado à jusante da Barragem de Pedra do Cavalo, até um pouco depois da ponte que liga as Cidades de Cachoeira e São Feliz. Nesta campanha de 2009, foram avaliadas duas estações de amostragem nessa área, AD01 e AD02. No estudo realizado pelo IMA em 2001, há apenas um ponto de amostragem, locado sob a ponte da BR-116, PG7850. Já no Programa MONITORA do INGA, o ponto está situado à jusante da Ponte de Dom Pedro II, de codificação PRG-PRG-800.

Analisando **TABELA 5.1.5.3-2** nota-se que, claramente, houve melhora nos resultados de diversos parâmetros, especialmente aqueles associados a despejos de efluentes domésticos, tais como: coliformes, fósforo, carbono orgânico total e nitratos.

Com relação aos metais pesados, em todos os indicadores analisados ora houve similaridade nos resultados, ora diminuição dos teores. Muitos inclusive não foram detectados em 2009. A não detecção de fenóis na água é um outro indício de melhora histórica da qualidade da água do rio Paraguaçu naquele trecho estudado, considerando que em 2008 este parâmetro apresentou registros elevados nas três campanhas de amostragem realizadas.

TABELA 5.1.5.3- 2 – Avaliação histórica da qualidade da água no ponto situado na região de Cachoeira / São Felix nos anos 2001, 2008 e 2009.

| Parâmetros | Unidade | CONAMA ¹ | ABRIL 2001 | 2ºcamp 2008 | 3ºcamp 2008 | 4ºCamp 2008 | AD01 SET 2009 | AD02 SET 2009 |
|----------------------------|-----------|---------------------|------------|-------------|-------------|-------------|---------------|---------------|
| Temperatura (°C) | °C | - | 25 | 26 | 26 | 28 | 25,57 | 26,04 |
| Oxigênio (mg/L) | mg/L | - | 6,76 | 6,7 | 5,4 | 4,3 | 7,67 | 5,86 |
| pH | | - | 7,95 | 7,3 | 8,3 | 7,3 | 6,95 | 6,98 |
| Coliformes Termotolerantes | NMP/100mL | 2500* | 27.000 | 1.600 | 2.100 | 580 | 24 | 816 |
| Sólidos Totais | mg/L | 500 mL | 2.974 | 194 | 252 | 286 | 231 | 229 |
| Carbono Orgânico Total | mg/L | | NA | 20 | NA | 3,3 | 5,9 | 5,7 |
| Fósforo Total | mg/L | 0,1 | 0,11 | 0,117 | 0,127 | 0,114 | 0,04 | 0,04 |
| Nitrato (como N) | mg/L | 10 | NA | 0,009 | NA | 0,088 | < 0,2 | < 0,1 |
| Nitrito (como N) | mg/L | 1 | NA | 0,174 | NA | ND | < 0,04 | < 0,02 |
| Nitrogênio Total | mg/L | | 0,07 | 1,82 | 1,2 | < 1 | 3 | 3,2 |
| Nitrogênio Total Kjeldahl | mg/L | | NA | 2 | NA | < 1 | 3 | 3,2 |
| Nitrogênio Amoniacal | mg/L | 2,0-3,7 | NA | 0,02 | NA | 0,08 | < 0,1 | 0,4 |
| Sulfato | mg/L | 250 | NA | 7,1 | NA | 6,98 | 4,5 | 5,4 |
| Cloreto | mg/L | 250 | 145 | 88,7 | NA | NA | 67,2 | 70 |
| Óleos e Graxas | mg/L | | NA | ND | NA | NA | < 1 | < 1 |
| Cromo Hexavalente | mg/L | | ND | ND | NA | NA | < 0,01 | 0,01 |
| DQO | mg/L | | NA | ND | NA | 16 | 21 | 22 |
| Turbidez (NTU) | NTU | 100 | 10,8 | 1,9 | 3,1 | 2,2 | 0,54 | 2,2 |
| Alumínio Dissolvido | mg/L | 0,1 | NA | ND | NA | NA | < 0,0001 | < 0,0001 |
| Arsênio | mg/L | 0,1 | NA | ND | NA | NA | < 0,0001 | < 0,0001 |
| Bário | mg/L | 0,7 | NA | 0,0568 | NA | 0,049 | 0,0496 | 0,0513 |
| Cádmio | mg/L | 0,001 | ND | ND | NA | NA | < 0,0001 | < 0,0001 |
| Chumbo | mg/L | 0,01 | ND | ND | NA | NA | < 0,0005 | < 0,0005 |
| Cianeto Livre | mg/L | 0,005 | NA | ND | NA | NA | < 0,001 | < 0,001 |
| Cobre Dissolvido | mg/L | 0,009 | 0,014 | ND | NA | NA | 0,0015 | 0,0027 |
| Cromo | mg/L | 0,05 | NA | ND | NA | NA | < 0,0001 | < 0,0001 |
| Ferro Dissolvido | mg/L | 0,3 | 0,65 | 0,11 | NA | ND | 0,1093 | 0,0812 |
| Manganês | mg/L | 0,1 | NA | 0,0479 | NA | 0,019 | 0,0043 | 0,0223 |
| Mercúrio | mg/L | 0,0002 | NA | ND | NA | NA | < 0,0001 | < 0,0001 |
| Níquel | mg/L | 0,025 | NA | 0,0091 | NA | 0,005 | < 0,0001 | < 0,0001 |
| Zinco | mg/L | 0,18 | 0,13 | 0,06 | NA | ND | 0,0395 | 0,0406 |
| Índice de fenóis | mg/L | 0,003 | NA | NA | NA | 0,01 | < 0,001 | < 0,001 |

Parâmetros Caracterizadores da Massa d' Água no estuário do rio Paraguaçu.

Os laudos de análise contendo todos os resultados obtidos no diagnóstico da qualidade das águas do estuário do rio Paraguaçu, são apresentados no **ANEXO 5.1-8B**.

A confecção dos gráficos foi realizada somente com aqueles parâmetros em que a maioria das amostras registrou valores acima do limite de quantificação do método (LQ). Nestes casos, aqueles resultados inferiores ao LQ foram igualados ao mesmo para efeito de agrupamento estatístico. Sendo assim, os parâmetros cujos resultados são representados graficamente e onde também foram realizados testes estatísticos foram os seguintes: Temperatura (°C), Oxigênio (mg/L), pH, Salinidade, Clorofila a, Óleos e Graxas, Coliformes Termotolerantes, Enterococcus, Carbono Orgânico Total, Turbidez (NTU), Alcalinidade Total, Dureza, Sólidos Totais, Sólidos Suspensos Totais, Magnésio, Estrôncio, Ferro Dissolvido, Nitrato (como N), Cloreto, Sulfato, Nitrogênio Orgânico, Nitrogênio Kjeldahl, Nitrogênio Total. O parâmetro condutividade foi excluído dessas análises por conta de erros de medição ocorridos na primeira campanha de amostragem (isso será melhor detalhado nas seções abaixo).

Os gráficos elaborados foram do tipo “Box Plot - Categorizado”, onde foram feitos três tipos de agrupamento: 1- por campanha em cada trecho avaliado; 2- por maré em cada trecho e campanha de amostragem e; 3- por estrato em cada trecho e campanha de amostragem.

Testes estatísticos

Com se tratam de apenas duas campanhas de amostragem, e com valores de n variáveis, devido à redução da malha de amostragem na segunda campanha, optou-se pela utilização de testes estatísticos não paramétricos. Nestes testes, as interferências provocadas pelo n reduzido e desvios-padrão elevados, são reduzidas. Desta forma foram utilizados dois tipos de índice estatístico:

- **Mann-Whitney** – teste utilizado na comparação de duas amostras independentes: Verão x Inverno, Vazia x Cheia.
- **Kruskall-Wallis** – teste utilizado na comparação de três ou mais amostras independentes: Ex. Desembocadura x Canal Central x Baía de Iguape / Superfície x Secchi x Fundo.

A **TABELA 5.1.5.3-3** apresenta os valores de p a partir dos testes estatísticos realizados com os dados das amostras de água salina. Na comparação entre campanhas ficou evidenciado pela maioria dos indicadores avaliados que há diferenças estatisticamente significativas na qualidade da água entre os períodos de verão e inverno. O mesmo pode ser dito quando comparados os três trechos do canal do rio Paraguaçu – Baía de Iguape (à montante do empreendimento), Canal Central (área onde está inserida a AID) e Desembocadura (à jusante do empreendimento). Por outro lado, quando a comparação é feita entre marés e entre estratos, a maioria dos parâmetros avaliados não apresentou valores de $p < 0,05$, indicando pouca interferência do ciclo de marés sobre a qualidade das águas e ausência de estratificação térmica e/ou química na coluna d'água.

TABELA 5.1.5.3- 3 – Valores de p obtidos a partir dos agrupamentos realizados com os dados obtidos nas amostras de água salina do Canal do rio Paraguaçu nas duas campanhas de amostragem realizadas em março e setembro de 2009.

| PARÂMETROS | ENTRE CAMPANHAS (Verão x Inverno) | | | ENTRE ESTRATOS (Sup x Sec x Fund) | | ENTRE TRECHOS (Desemb X C. Central x B. Iguape) | | ENTRE MARÉS (Vazia x Cheia) | |
|----------------------------|--------------------------------------|---------------|---------------|--------------------------------------|---------|--|---------|--------------------------------|---------|
| | Baía de Iguape | Canal Central | Desembocadura | Verão | Inverno | Verão | Inverno | Verão | Inverno |
| Temperatura (°C) | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,001 | 0,006 | 0,000 | 0,182 | 0,289 | 0,387 |
| Oxigênio (mg/L) | 0,734 | 0,001 | 0,000 | 0,080 | 0,002 | 0,000 | 0,034 | 0,433 | 0,516 |
| pH | 0,025 | 0,257 | 0,984 | 0,174 | 0,468 | 0,000 | 0,035 | 0,000 | 0,000 |
| Salinidade | 0,008 | 0,000 | 0,000 | 0,971 | 0,373 | 0,000 | 0,000 | 0,001 | 0,003 |
| Clorofila a | 0,170 | 0,834 | 0,043 | 0,948 | 0,714 | 0,243 | 0,249 | 0,351 | 0,890 |
| Óleos e Graxas | 0,058 | 0,856 | 0,517 | - | - | 0,325 | 0,493 | 0,902 | 0,647 |
| Coliformes Termotolerantes | 0,028 | 0,828 | 0,511 | - | - | 0,507 | 0,137 | 0,197 | 0,229 |
| Enterococcus | 0,137 | 0,346 | 0,008 | - | - | 0,002 | 0,013 | 0,147 | 0,326 |
| Carbono Orgânico Total | 0,067 | 0,003 | 0,002 | 0,714 | 0,083 | 0,000 | 0,001 | 0,000 | 0,166 |
| Turbidez (NTU) | 0,002 | 0,002 | 0,006 | 0,004 | 0,003 | 0,002 | 0,024 | 0,301 | 0,782 |
| Alcalinidade Total | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,860 | 0,865 | 0,000 | 0,443 | 0,000 | 0,492 |
| Dureza | 0,011 | 0,000 | 0,000 | 0,337 | 0,163 | 0,002 | 0,608 | 0,002 | 0,634 |
| Sólidos Totais | 0,116 | 0,767 | 0,103 | 0,500 | 0,750 | 0,000 | 0,000 | 0,052 | 0,037 |
| Sólidos Suspensos Totais | 0,106 | 0,000 | 0,000 | 0,006 | 0,007 | 0,000 | 0,400 | 0,790 | 0,945 |
| Magnésio | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,410 | 0,106 | 0,004 | 0,459 | 0,001 | 0,387 |
| Estrôncio | 0,066 | 0,007 | 0,007 | 0,252 | 0,153 | 0,001 | 0,110 | 0,004 | 0,509 |
| Ferro Dissolvido | 0,069 | 0,007 | 0,000 | 0,820 | 0,368 | 0,394 | 0,535 | 0,126 | 0,317 |
| Nitrato (como N) | 0,290 | 0,001 | 0,153 | 0,018 | 0,600 | 0,003 | 0,280 | 0,620 | 0,153 |
| Cloreto | 0,188 | 0,000 | 0,000 | 0,869 | 0,385 | 0,000 | 0,000 | 0,007 | 0,079 |
| Sulfato | 0,899 | 0,000 | 0,000 | 0,908 | 0,767 | 0,000 | 0,001 | 0,447 | 0,009 |
| Nitrogênio Orgânico | 0,030 | 0,002 | 0,001 | 0,828 | 0,414 | 0,494 | 0,610 | 0,865 | 0,021 |
| Nitrogênio Total Kjeldahl | 0,030 | 0,001 | 0,001 | 0,828 | 0,379 | 0,494 | 0,612 | 0,865 | 0,019 |
| Nitrogênio Total | 0,046 | 0,019 | 0,001 | 0,198 | 0,413 | 0,196 | 0,684 | 0,993 | 0,015 |

As TABELAS 5.1.5.3-4 a 5.1.5.3-7 apresentam os resultados obtidos no presente estudo, contemplando as duas campanhas de amostragem realizadas (março e setembro de 2009), segmentados por maré e por estrato avaliado.

TABELA 5.1.5.3- 4 – Resultados obtidos nas amostras de água salina do Canal do rio Paraguauçu na campanha de verão, em março de 2009, maré vazia.

| Parâmetros | Unidade | LQ | CONAMA¹ | PNAV01 | | | PNAV02 | | | PNAV03 | | | PNAV04 | | | PNAV05 | | |
|----------------------------|-----------|----------|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | | | Sup | Sec | Fund | Sup | Sec | Fund | Sup | Sec | Fund | Sup | Sec | Fund | Sup | Sec | Fund |
| Profundidade (m) | m | - | - | 11,00 | | | 11,10 | | | 10,30 | | | 2,00 | | | 16,30 | | |
| Secchi (m) | m | - | - | 2,00 | | | 1,20 | | | 1,40 | | | 1,10 | | | 1,50 | | |
| Clorofila A | µg/L | 3 | - | < 3 | 4 | - | < 3 | 4 | - | 4 | < 3 | - | < 3 | < 3 | - | < 3 | < 3 | - |
| Óleos e Graxas | mg/L | 1 | - | < 1 | - | - | 7 | - | - | < 1 | - | - | 3 | - | - | 1 | - | - |
| Coliformes Termotolerantes | UFC/100mL | 1 | * | 10,70 | - | - | 266,70 | - | - | < 0,91 | - | - | 84,70 | - | - | 14,40 | - | - |
| Enterococos | UFC/100mL | 1 | - | 2,00 | - | - | 11,00 | - | - | 2,00 | - | - | 1,00 | - | - | 103,00 | - | - |
| Temperatura (°C) | °C | - | - | 29,74 | 29,15 | 29,08 | 30,00 | 30,00 | 29,61 | 30,43 | 29,77 | 29,68 | 29,96 | 29,97 | 29,95 | 30,00 | 29,91 | 29,55 |
| Oxigênio (mg/L) | mg/L | - | > 6 | 6,03 | 6,03 | 5,73 | 5,37 | 5,30 | 4,70 | 5,50 | 5,44 | 5,30 | 5,25 | 5,21 | 5,16 | 5,19 | 4,96 | 5,06 |
| pH | - | - | 6,5 - 8,5** | 8,10 | 8,13 | 8,07 | 8,01 | 8,00 | 8,00 | 8,07 | 8,11 | 8,01 | 8,07 | 8,11 | 8,01 | 7,96 | 7,96 | 7,93 |
| Condutividade (mS/cm) | mS/cm | - | - | 4,30 | 4,30 | 4,30 | 4,30 | 4,30 | 4,30 | 4,30 | 4,30 | 4,30 | 4,40 | 4,40 | 4,30 | 4,40 | 4,40 | 4,40 |
| Salinidade | - | - | - | 36,16 | 36,28 | 36,20 | 34,00 | 34,29 | 31,40 | 33,50 | 33,84 | 23,00 | 33,33 | 33,33 | 33,33 | 33,33 | 33,33 | 33,98 |
| Carbono Orgânico Total | mg/L | 0,5 | 3 | 2,80 | 2,00 | 3,80 | 3,00 | 2,90 | 3,00 | 30,00 | 56,00 | 44,00 | 49,00 | 24,00 | 32,00 | 33,00 | 60,00 | 30,00 |
| Turbidez (NTU) | NTU | 0,1 | - | 4,40 | 1,00 | 40,00 | 4,90 | 17,00 | 15,00 | 6,40 | 4,70 | 41,00 | 4,40 | 5,30 | 0,97 | 5,20 | 4,60 | 6,00 |
| Alcalinidade Total | mg/L | 5 | - | 117,00 | 118,00 | 127,00 | 116,00 | 117,00 | 116,00 | 116,00 | 113,00 | 118,00 | 114,00 | 112,00 | 111,00 | 113,00 | 114,00 | 115,00 |
| Dureza | mg/L | 5 | - | 1.558,00 | 1.466,00 | 1.617,00 | 1.233,00 | 1.534,00 | 1.472,00 | 1.264,00 | 1.433,00 | 1.424,00 | 1.465,00 | 1.499,00 | 1.495,00 | 1.582,00 | 1.530,00 | 1.540,00 |
| Sólidos Totais | mg/L | 2 | - | 39.458,00 | 39.191,00 | 38.310,00 | 39.051,00 | 38.847,00 | 28.130,00 | 38.608,00 | 38.917,00 | 42.220,00 | 36.857,00 | 38.645,00 | 35.908,00 | 36.814,00 | 38.995,00 | 38.380,00 |
| Sólidos Suspensos Totais | mg/L | 2 | - | < 2 | < 2 | 104 | < 2 | 19 | 37 | < 2 | < 2 | 83 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 |
| Nitrogênio Amoniacal | mg/L | 0,1 | 0,4 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 |
| Fósforo Total | mg/L | 0,01 | 0,062 | < 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 | < 0,01 |
| Cromo Hexavalente | 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 | < 0,01 | < 0,01 |
| Índices Fenóis | mg/L | 0,001 | 0,06 | < 0,001 | < 0,001 | 0,01 | < 0,001 | < 0,001 | < 0,001 | < 0,001 | 0,01 | < 0,001 | < 0,001 | < 0,001 | < 0,001 | < 0,001 | < 0,001 | 0,006 |
| Fosfato (como PO₄) | 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 | < 0,03 | < 0,03 |
| Cianeto Livre | 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 | < 0,001 | < 0,001 | < 0,001 |
| Arsênio | mg/L | 0,05 | 0,01 | < 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 | < 0,05 |
| Mercurio | mg/L | 0,000058 | 0,0002 | < 0,00006 | < 0,00006 | < 0,00006 | < 0,00006 | < 0,00006 | < 0,00006 | < 0,00006 | < 0,00006 | < 0,00006 | < 0,00006 | < 0,00006 | < 0,00006 | < 0,00006 | < 0,00006 | < 0,00006 |
| Antimônio | mg/L | 0,025 | - | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 |
| Cádmio | mg/L | 0,005 | 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | 0,007 | 0,006 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 |
| Chumbo | mg/L | 0,05 | 0,01 | < 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 | < 0,05 |
| Zinco | mg/L | 0,05 | 0,09 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | 0,055 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 |
| Vanádio | 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 | < 0,05 | < 0,05 |
| Níquel | mg/L | 0,05 | 0,025 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | 0,179 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | 0,065 | < 0,05 | < 0,05 |
| Bário | mg/L | 0,05 | 1 | < 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 | < 0,05 |
| Cromo | mg/L | 0,05 | 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | 0,238 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | 0,109 | < 0,05 | < 0,05 |
| Molibdênio | 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 | < 0,05 | < 0,05 |
| Manganês | mg/L | 0,05 | 0,1 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | 0,09 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 |
| Magnésio | mg/L | 2,5 | - | 327,00 | 307,00 | 334,00 | 259,00 | 321,00 | 306,00 | 264,00 | 299,00 | 309,00 | 319,00 | 312,00 | 314,00 | 329,00 | 320,00 | 323,00 |
| Estrôncio | mg/L | 0,05 | - | 2,00 | 1,80 | 2,10 | 1,40 | 1,90 | 1,90 | 1,50 | 1,80 | 1,80 | 2,00 | 1,90 | 1,90 | 2,00 | 1,90 | 2,00 |
| Cobalto | mg/L | 0,025 | - | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 |
| Alumínio Dissolvido | mg/L | 0,05 | 1,5 | < 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 | < 0,05 |
| Cobre Dissolvido | mg/L | 0,025 | 0,005 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 |
| Ferro Dissolvido | mg/L | 0,05 | 0,3 | < 0,05 | 0,91 | 0,31 | 1,10 | < 0,05 | < 0,05 | 1,10 | < 0,05 | < 0,05 | 0,11 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 |
| Nitrato (como N) | mg/L | 0,1 | 0,4 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | 0,1 | 0,1 | < 0,1 | 0,2 | 0,2 | 0,1 | < 0,1 | 0,5 | 1,1 |
| Nitrito (como N) | mg/L | 0,02 | 0,07 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 |
| Cloreto | mg/L | 1 | - | 19.020,0 | 19.412,0 | 18.236,0 | 18.260,0 | 18.461,0 | 18.983,0 | 17.256,0 | 16.995,0 | 18.134,0 | 17.194,0 | 17.376,0 | 17.459,0 | 17.156,0 | 17.397,0 | 17.562,0 |
| Sulfato | mg/L | 1 | - | 2.333,0 | 2.319,0 | 2.112,0 | 2.278,0 | 2.209,0 | 2.193,0 | 2.055,0 | 1.963,0 | 2.232,0 | 1.877,0 | 1.977,0 | 2.015,0 | 2.197,0 | 2.200,0 | 2.305,0 |
| Nitrogênio Orgânico | mg/L | 0,1 | - | 0,86 | 2,60 | 0,71 | 0,69 | 0,78 | 0,81 | 0,71 | 1,80 | 0,64 | 0,58 | 0,61 | 0,96 | 0,95 | 0,67 | 0,78 |
| Nitrogênio Total Kjeldahl | mg/L | 0,2 | - | 0,86 | 2,60 | 0,71 | 0,69 | 0,78 | 0,81 | 0,71 | 1,80 | 0,64 | 0,58 | 0,61 | 0,96 | 0,95 | 0,67 | 0,78 |
| Nitrogênio Total | mg/L | 0,5 | - | 0,86 | 2,60 | 0,71 | 0,69 | 0,78 | 0,81 | 0,71 | 1,90 | 0,64 | 0,78 | 0,81 | 1,10 | 0,95 | 1,20 | 1,90 |

1 - Águas Salinas, Classe 1. * depende do destino de uso dessa água. **não devendo haver uma mudança do pH natural maior do que 0,2 unidade. Em vermelho, os resultados que não respeitam os limites do CONAMA.

TABELA 5.1.5.3- 4 – Resultados obtidos nas amostras de água salina do Canal do rio Paraguauçu na campanha de verão, em março de 2009, maré vazia.

| Parâmetros | Unidade | LQ | CONAMA¹ | PNAV06 | | | PNAV07 | | | PNAV08 | | | PNAV09 | | | PNAV10 | | |
|---------------------------------|-----------|----------|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | | | Sup | Sec | Fund | Sup | Sec | Fund | Sup | Sec | Fund | Sup | Sec | Fund | Sup | Sec | Fund |
| Profundidade (m) | m | - | - | 0,90 | | | 2,30 | | | 5,40 | | | 3,00 | | | 6,00 | | |
| Secchi (m) | m | - | - | 0,90 | | | 0,20 | | | 0,30 | | | 1,10 | | | 0,20 | | |
| Clorofila A | µg/L | 3 | - | 4 | 4 | - | 3 | 8 | - | 4 | 4 | - | 4 | 5 | - | 14 | 5 | - |
| Óleos e Graxas | mg/L | 1 | - | 3 | - | - | 1 | - | - | 3 | - | - | 2 | - | - | 1 | - | - |
| Coliformes Termotolerantes | UFC/100mL | 1 | * | 16,60 | - | - | 1.011,20 | - | - | 53,50 | - | - | 616,70 | - | - | 110,20 | - | - |
| Enterococos | UFC/100mL | 1 | - | 2,00 | - | - | 6,00 | - | - | 15,00 | - | - | 185,00 | - | - | 13,00 | - | - |
| Temperatura (°C) | °C | - | - | 30,36 | 30,30 | 30,30 | 29,99 | 29,92 | 29,94 | 30,00 | 30,07 | 29,98 | 30,16 | 29,96 | 29,92 | 29,99 | 29,99 | 29,98 |
| Oxigênio (mg/L) | mg/L | - | > 6 | 5,41 | 5,00 | 5,00 | 4,74 | 4,71 | 4,64 | 5,00 | 5,02 | 4,69 | 4,63 | 4,50 | 4,37 | 4,80 | 4,79 | 4,75 |
| pH | | - | 6,5 - 8,5** | 7,97 | 7,97 | 7,97 | 7,73 | 7,73 | 7,73 | 7,82 | 7,82 | 7,84 | 7,77 | 7,81 | 7,74 | 7,76 | 7,76 | 7,76 |
| Condutividade (mS/cm) | mS/cm | - | - | 4,40 | 4,40 | 4,40 | 4,60 | 4,60 | 4,60 | 4,40 | 4,40 | 4,50 | 4,50 | 4,50 | 4,50 | 4,50 | 4,50 | 4,50 |
| Salinidade | | - | - | 33,13 | 33,13 | 33,13 | 28,66 | 28,34 | 28,42 | 28,57 | 29,00 | 30,00 | 29,60 | 29,94 | 30,10 | 29,73 | 29,65 | 29,73 |
| Carbono Orgânico Total | mg/L | 0,5 | 3 | 29,00 | 46,00 | 49,00 | 30,00 | 30,00 | 47,00 | 42,00 | 45,00 | 32,00 | 60,00 | 48,00 | 48,00 | 44,00 | 48,00 | 50,00 |
| Turbidez (NTU) | NTU | 0,1 | - | 8,50 | 1,20 | 2,50 | 28,00 | 60,00 | 56,00 | 18,00 | 48,00 | 5,20 | 1,60 | 9,50 | 6,20 | 62,00 | 55,00 | 63,00 |
| Alcalinidade Total | mg/L | 5 | - | 113,00 | 114,00 | 114,00 | 111,00 | 115,00 | 108,00 | 104,00 | 95,00 | 110,00 | 112,00 | 112,00 | 107,00 | 105,00 | 100,00 | 105,00 |
| Dureza | mg/L | 5 | - | 1.380,00 | 1.450,00 | 1.550,00 | 1.169,00 | 826,00 | 1.360,00 | 1.280,00 | 1.255,00 | 1.152,00 | 1.057,00 | 1.560,00 | 1.491,00 | 1.288,00 | 1.449,00 | 582,00 |
| Sólidos Totais | mg/L | 2 | - | 36.671,00 | 37.516,00 | 37.802,00 | 32.926,00 | 33.082,00 | 30.377,00 | 32.568,00 | 36.880,00 | 34.864,00 | 31.382,00 | 32.471,00 | 33.597,00 | 31.815,00 | 32.362,00 | 31.153,00 |
| Sólidos Suspensos Totais | mg/L | 2 | - | < 2 | < 2 | < 2 | 97 | 91 | 111 | 28 | < 2 | 55 | < 2 | < 2 | < 2 | 78 | 118 | 150 |
| Nitrogênio Amoniacal | mg/L | 0,1 | 0,4 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 |
| Fósforo Total | mg/L | 0,01 | 0,062 | < 0,01 | < 0,01 | 0,01 | < 0,01 | < 0,01 | < 0,01 | < 0,01 | 0,04 | < 0,01 | < 0,01 | < 0,01 | < 0,01 | < 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| Cromo Hexavalente | 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 | < 0,01 | < 0,01 |
| Índices Fenóis | mg/L | 0,001 | 0,06 | < 0,001 | < 0,001 | < 0,001 | < 0,001 | < 0,001 | < 0,001 | < 0,001 | 0,007 | < 0,001 | 0,09 | 0,01 | < 0,001 | < 0,001 | < 0,001 | < 0,001 |
| Fosfato (como PO ₄) | mg/L | 0,03 | - | < 0,03 | < 0,03 | 0,03 | < 0,03 | < 0,03 | < 0,03 | < 0,03 | 0,11 | < 0,03 | < 0,03 | < 0,03 | < 0,03 | < 0,03 | 0,04 | 0,03 |
| Cianeto Livre | 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 | < 0,001 | < 0,001 | < 0,001 |
| Arsênio | mg/L | 0,05 | 0,01 | < 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 | < 0,05 |
| Mercurio | mg/L | 0,000058 | 0,0002 | < 0,00006 | < 0,00006 | < 0,00006 | < 0,00006 | < 0,00006 | < 0,00006 | < 0,00006 | < 0,00006 | < 0,00006 | < 0,00006 | < 0,00006 | < 0,00006 | < 0,00006 | < 0,00006 | < 0,00006 |
| Antimônio | mg/L | 0,025 | - | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 |
| Cádmio | mg/L | 0,005 | 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 |
| Chumbo | mg/L | 0,05 | 0,01 | < 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 | < 0,05 |
| Zinco | mg/L | 0,05 | 0,09 | < 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 | < 0,05 |
| Vanádio | 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 | < 0,05 | < 0,05 |
| Níquel | mg/L | 0,05 | 0,025 | < 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 | < 0,05 |
| Bário | mg/L | 0,05 | 1 | < 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 | < 0,05 |
| Cromo | 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 | 0,063 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 |
| Molibdênio | 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 | < 0,05 | < 0,05 |
| Manganês | mg/L | 0,05 | 0,1 | < 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 | < 0,05 |
| Magnésio | mg/L | 2,5 | - | 289,00 | 312,00 | 329,00 | 241,00 | 172,00 | 286,00 | 268,00 | 265,00 | 234,00 | 220,00 | 330,00 | 313,00 | 270,00 | 306,00 | 120,00 |
| Estrôncio | mg/L | 0,05 | - | 1,70 | 1,80 | 2,10 | 1,30 | 0,90 | 1,70 | 1,40 | 1,50 | 1,30 | 1,20 | 2,10 | 1,90 | 1,60 | 1,70 | 0,65 |
| Cobalto | mg/L | 0,025 | - | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 |
| Alumínio Dissolvido | mg/L | 0,05 | 1,5 | < 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 | 0,217 | < 0,05 |
| Cobre Dissolvido | mg/L | 0,025 | 0,005 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 |
| Ferro Dissolvido | mg/L | 0,05 | 0,3 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | 1,70 | < 0,05 | 0,13 | < 0,05 | < 0,05 | 0,72 | 1,10 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | 0,45 | 0,35 |
| Nitrato (como N) | mg/L | 0,1 | 0,4 | 1 | 0,3 | < 0,1 | < 0,1 | 0,2 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | 0,1 | 0,2 |
| Nitrito (como N) | mg/L | 0,02 | 0,07 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 |
| Cloro | mg/L | 1 | - | 16.534,0 | 17.698,0 | 17.795,0 | 14.555,0 | 14.554,0 | 14.998,0 | 14.470,0 | 14.381,0 | 15.276,0 | 15.170,0 | 17.621,0 | 15.277,0 | 32.530,0 | 14.930,0 | 14.367,0 |
| Sulfato | mg/L | 1 | - | 2.182,0 | 2.385,0 | 2.491,0 | 1.842,0 | 1.635,0 | 1.685,0 | 1.631,0 | 1.887,0 | 1.676,0 | 1.620,0 | 1.886,0 | 1.656,0 | 3.339,0 | 1.748,0 | 1.748,0 |
| Nitrogênio Orgânico | mg/L | 0,1 | - | 0,94 | 0,83 | 0,73 | 0,72 | 0,85 | 0,91 | 0,92 | 0,78 | 0,90 | 0,73 | 0,74 | 1,20 | 1,40 | 0,99 | 0,37 |
| Nitrogênio Total Kjeldahl | mg/L | 0,2 | - | 0,94 | 0,83 | 0,73 | 0,72 | 0,85 | 0,91 | 0,92 | 0,78 | 0,90 | 0,73 | 0,74 | 1,20 | 1,40 | 0,99 | 0,37 |
| Nitrogênio Total | mg/L | 0,5 | - | 1,90 | 1,10 | 0,73 | 0,72 | 1,10 | 0,91 | 0,92 | 0,78 | 0,90 | 0,73 | 0,74 | 1,20 | 1,40 | 1,10 | 0,37 |

1 - Águas Salinas, Classe 1. * depende do destino de uso dessa água. **não devendo haver uma mudança do pH natural maior do que 0,2 unidade. **Em vermelho, os resultados que não respeitam os limites do CONAMA.**

TABELA 5.1.5.3- 4 – Resultados obtidos nas amostras de água salina do Canal do rio Paraguauçu na campanha de verão, em março de 2009, maré vazia.

| Parâmetros | Unidade | LQ | CONAMA¹ | PNAV10B | | | PNAV10C | | | PNAV10D | | | PNAV10E | | |
|---------------------------------|-----------|----------|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | | | Sup | Sec | Fund | Sup | Sec | Fund | Sup | Sec | Fund | Sup | Sec | Fund |
| Profundidade (m) | m | - | - | 12,10 | | | 16,50 | | | 28,70 | | | 27,00 | | |
| Secchi (m) | m | - | - | 1,60 | | | 1,60 | | | 1,80 | | | 1,10 | | |
| Clorofila A | µg/L | 3 | - | < 3 | 5 | - | 4 | 3 | - | < 3 | < 3 | - | 4 | < 3 | - |
| Óleos e Graxas | mg/L | 1 | - | 2 | - | - | < 1 | - | - | < 1 | - | - | 2 | - | - |
| Coliformes Termotolerantes | UFC/100mL | 1 | * | < 0,91 | - | - | 95,90 | - | - | 1.553,10 | - | - | 3,00 | - | - |
| Enterococos | UFC/100mL | 1 | - | 2,00 | - | - | 4,00 | - | - | 2,00 | - | - | 3,00 | - | - |
| Temperatura (°C) | °C | - | - | 31,00 | 29,65 | 29,30 | 30,92 | 29,75 | 29,35 | 30,00 | 30,00 | 29,44 | 30,45 | 30,28 | 29,85 |
| Oxigênio (mg/L) | mg/L | - | > 6 | 5,40 | 5,70 | 5,38 | 5,40 | 5,60 | 5,90 | 5,80 | 5,84 | 5,50 | 5,25 | 5,70 | 5,08 |
| pH | - | - | 6,5 - 8,5** | 8,08 | 8,07 | 8,04 | 8,08 | 8,05 | 8,30 | 8,08 | 8,14 | 7,93 | 8,00 | 8,08 | 7,96 |
| Condutividade (mS/cm) | mS/cm | - | - | 4,30 | 4,30 | 4,30 | 4,30 | 4,30 | 4,30 | 4,30 | 4,30 | 4,30 | 4,40 | 4,40 | 4,30 |
| Salinidade | - | - | - | 34,87 | 35,18 | 35,91 | 34,72 | 34,89 | 35,54 | 34,53 | 34,52 | 33,60 | 31,40 | 31,50 | 32,50 |
| Carbono Orgânico Total | mg/L | 0,5 | 3 | 2,00 | 2,00 | 2,00 | 2,00 | 2,50 | 6,00 | 3,00 | 3,00 | 3,00 | 3,00 | 5,00 | 8,00 |
| Turbidez (NTU) | NTU | 0,1 | - | 0,91 | 3,80 | 13,00 | 0,99 | 14,00 | 73,00 | 5,60 | 6,90 | 6,90 | 10,00 | 15,00 | 44,00 |
| Alcalinidade Total | mg/L | 5 | - | 116,00 | 93,00 | 118,00 | 117,00 | 116,00 | 121,00 | 91,00 | 117,00 | 88,00 | 86,00 | 114,00 | 89,00 |
| Dureza | mg/L | 5 | - | 1.499,00 | 1.595,00 | 1.418,00 | 1.341,00 | 1.503,00 | 1.186,00 | 1.237,00 | 1.425,00 | 1.687,00 | 1.408,00 | 1.251,00 | 1.284,00 |
| Sólidos Totais | mg/L | 2 | - | 38.939,00 | 39.053,00 | 37.993,00 | 38.333,00 | 38.346,00 | 39.092,00 | 38.433,00 | 38.914,00 | 41.830,00 | 36.344,00 | 37.734,00 | 37.226,00 |
| Sólidos Suspensos Totais | mg/L | 2 | - | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | 42 | < 2 | 85 | 44 | 24 | 38 | 117 |
| Nitrogênio Amoniacal | mg/L | 0,1 | 0,4 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 |
| Fósforo Total | mg/L | 0,01 | 0,062 | < 0,01 | < 0,01 | < 0,01 | < 0,01 | < 0,01 | < 0,01 | < 0,01 | < 0,01 | < 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,02 |
| Cromo Hexavalente | 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 |
| Índices Fenóis | mg/L | 0,001 | 0,06 | < 0,001 | < 0,001 | < 0,001 | < 0,001 | < 0,001 | < 0,001 | < 0,001 | < 0,001 | < 0,001 | < 0,001 | 0,1 | < 0,001 |
| Fosfato (como PO ₄) | mg/L | 0,03 | - | < 0,03 | < 0,03 | < 0,03 | < 0,03 | < 0,03 | < 0,03 | < 0,03 | < 0,03 | < 0,03 | 0,04 | 0,04 | 0,06 |
| Cianeto Livre | 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 |
| Arsênio | mg/L | 0,05 | 0,01 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 |
| Mercurio | mg/L | 0,000058 | 0,0002 | < 0,00006 | < 0,00006 | < 0,00006 | < 0,00006 | < 0,00006 | < 0,00006 | < 0,00006 | < 0,00006 | < 0,00006 | 0,00011 | < 0,00006 | < 0,00006 |
| Antimônio | mg/L | 0,025 | - | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 |
| Cádmio | mg/L | 0,005 | 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 |
| Chumbo | mg/L | 0,05 | 0,01 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 |
| Zinco | mg/L | 0,05 | 0,09 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 |
| Vanádio | 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 |
| Níquel | mg/L | 0,05 | 0,025 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 |
| Bário | mg/L | 0,05 | 1 | < 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 | 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 |
| Molibdênio | 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 |
| Manganês | mg/L | 0,05 | 0,1 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 |
| Magnésio | mg/L | 2,5 | - | 315,00 | 337,00 | 297,00 | 280,00 | 315,00 | 249,00 | 260,00 | 295,00 | 352,00 | 287,00 | 262,00 | 269,00 |
| Estrôncio | mg/L | 0,05 | - | 1,90 | 2,00 | 1,80 | 1,60 | 1,90 | 1,40 | 1,50 | 1,70 | 2,30 | 1,60 | 1,50 | 1,50 |
| Cobalto | mg/L | 0,025 | - | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 |
| Alumínio Dissolvido | mg/L | 0,05 | 1,5 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 |
| Cobre Dissolvido | mg/L | 0,025 | 0,005 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 |
| Ferro Dissolvido | mg/L | 0,05 | 0,3 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | 0,07 | < 0,05 | 2,40 | 0,38 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 |
| Nitrato (como N) | mg/L | 0,1 | 0,4 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | 0,3 | 0,1 |
| Nitrito (como N) | mg/L | 0,02 | 0,07 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 |
| Cloreto | mg/L | 1 | - | 18.829,0 | 18.838,0 | 18.474,0 | 17.807,0 | 18.124,0 | 18.468,0 | 17.454,0 | 18.042,0 | 17.857,0 | 16.988,0 | 16.972,0 | 17.388,0 |
| Sulfato | mg/L | 1 | - | 2.311,0 | 2.338,0 | 2.239,0 | 2.199,0 | 2.264,0 | 2.265,0 | 2.194,0 | 2.274,0 | 2.164,0 | 2.197,0 | 2.123,0 | 2.166,0 |
| Nitrogênio Orgânico | mg/L | 0,1 | - | 0,68 | 0,77 | 0,67 | 0,73 | 0,82 | 0,69 | 0,80 | 0,80 | 0,67 | 0,64 | 1,50 | 0,78 |
| Nitrogênio Total Kjeldahl | mg/L | 0,2 | - | 0,68 | 0,77 | 0,67 | 0,73 | 0,82 | 0,69 | 0,80 | 0,80 | 0,67 | 0,64 | 1,50 | 0,78 |
| Nitrogênio Total | mg/L | 0,5 | - | 0,68 | 0,77 | 0,67 | 0,73 | 0,82 | 0,69 | 0,80 | 0,80 | 0,67 | 0,64 | 1,80 | 0,88 |

1 - Águas Salinas, Classe 1. * depende do destino de uso dessa água. **não devendo haver uma mudança do pH natural maior do que 0,2 unidade. Em vermelho, os resultados que não respeitam os limites do CONAMA.

TABELA 5.1.5.3- 5 – Resultados obtidos nas amostras de água salina do Canal do rio Paraguauçu na campanha de verão, em março de 2009, maré cheia.

| Parâmetros | Unidade | LQ | CONAMA ¹ | PNAV01 | | | PNAV02 | | | PNAV03 | | | PNAV04 | | | PNAV05 | | |
|---------------------------------|-----------|----------|---------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|
| | | | | Sup | Sec | Fund | Sup | Sec | Fund | Sup | Sec | Fund | Sup | Sec | Fund | Sup | Sec | Fund |
| Profundidade | m | - | - | 12,00 | | | 9,30 | | | 13,00 | | | 4,00 | | | 18,10 | | |
| Secchi | m | - | - | 2,50 | | | 1,70 | | | 1,30 | | | 1,30 | | | 1,70 | | |
| Clorofila A | µg/L | 3 | - | - | 4,00 | - | 6,00 | 4,00 | - | < 3 | < 3 | - | 3,00 | < 3 | - | 5,00 | < 3 | - |
| Óleos e Graxas | mg/L | 1 | - | 19,00 | - | - | 2,00 | - | - | < 1 | - | - | 1,00 | - | - | < 1 | - | - |
| Coliformes Termotolerantes | UFC/100mL | 1 | * | 20,91 | - | - | < 1 | - | - | 21,40 | - | - | > 2420 | - | - | 278,70 | - | - |
| Enterococos | UFC/100mL | 1 | - | 4,00 | - | - | < 1 | - | - | 2,00 | - | - | 2,00 | - | - | < 1 | - | - |
| Temperatura | °C | - | - | 29,24 | 29,24 | 29,00 | 30,26 | 30,26 | 29,82 | 29,62 | 29,61 | 29,52 | 29,67 | 29,61 | 29,54 | 29,81 | 29,80 | 29,58 |
| Oxigênio | mg/L | - | > 6 | 6,08 | 6,22 | 5,40 | 5,27 | 5,14 | 5,09 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,30 | 5,40 | 5,09 | 5,08 | 5,12 | 5,13 |
| pH | - | - | 6,5 - 8,5** | 8,16 | 8,16 | 8,15 | 8,15 | 8,14 | 8,13 | 8,09 | 8,10 | 8,09 | 8,12 | 8,18 | 8,10 | 8,11 | 8,10 | 8,11 |
| Condutividade | mS/cm | - | - | 4,20 | 4,20 | 4,20 | 4,20 | 4,30 | 4,20 | 4,30 | 4,30 | 4,30 | 4,20 | 4,30 | 4,30 | 4,20 | 4,20 | 4,20 |
| Salinidade | - | - | - | 36,21 | 36,21 | 36,35 | 35,21 | 35,21 | 35,34 | 35,18 | 35,33 | 35,32 | 35,18 | 35,25 | 35,25 | 35,04 | 35,11 | 35,18 |
| Carbono Orgânico Total | mg/L | 0,5 | 3 | 2,50 | 3,00 | 0,50 | 2,50 | 2,00 | 4,00 | 2,00 | 3,00 | 1,00 | 2,00 | 2,00 | 1,00 | 1,00 | 4,00 | 1,70 |
| Turbidez | NTU | 0,1 | - | 4,10 | 2,90 | 27,00 | 10,00 | 5,90 | 25,00 | 75,00 | 4,00 | 4,90 | 2,00 | 3,90 | 5,20 | 3,00 | 6,00 | 8,50 |
| Alcalinidade Total | mg/L | 5 | - | 124,00 | 117,00 | 132,00 | 120,00 | 117,00 | 116,00 | 116,00 | 118,00 | 118,00 | 117,00 | 115,00 | 115,00 | 89,00 | 118,00 | 119,00 |
| Dureza | mg/L | 5 | - | 1.458,0 | 1.585,0 | 1.500,0 | 1.465,0 | 1.463,0 | 1.280,0 | 1.533,0 | 1.692,0 | 1.705,0 | 1.607,0 | 1.633,0 | 1.722,0 | 1.904,0 | 1.564,0 | 1.423,0 |
| Sólidos Totais | mg/L | 2 | - | 39.345,0 | 40.926,0 | 36.360,0 | 36.402,0 | 39.283,0 | 39.907,0 | 37.658,0 | 40.469,0 | 38.787,0 | 39.475,0 | 38.184,0 | 38.578,0 | 39.029,0 | 38.251,0 | 39.643,0 |
| Sólidos Suspensos Totais | mg/L | 2 | - | < 2 | 90 | 4 | < 2 | 4 | 72 | < 2 | < 2 | 9 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | 24 |
| Nitrogênio Amoniacal | mg/L | 0,1 | 0,4 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 |
| Fósforo Total | mg/L | 0,01 | 0,062 | < 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 | < 0,01 |
| Cromo Hexavalente | 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 | < 0,01 | < 0,01 |
| Índices Fenóis | mg/L | 0,001 | 0,06 | < 0,001 | < 0,001 | 0,01 | 0,01 | < 0,001 | < 0,001 | < 0,001 | < 0,001 | < 0,001 | < 0,001 | < 0,001 | < 0,001 | < 0,001 | 0,01 | 0,09 |
| Fosfato (como PO ₄) | 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 | < 0,03 | < 0,03 |
| Cianeto Livre | 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 | < 0,001 | < 0,001 | < 0,001 |
| Arsênio | mg/L | 0,05 | 0,01 | < 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 | < 0,05 |
| Mercurio | mg/L | 0,000058 | 0,0002 | < 0,00006 | < 0,00006 | < 0,00006 | < 0,00006 | < 0,00006 | 0,00086 | < 0,00006 | < 0,00006 | < 0,00006 | < 0,00006 | < 0,00006 | < 0,00006 | < 0,00006 | 0,00013 | < 0,00006 |
| Antimônio | mg/L | 0,025 | - | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 |
| Cádmio | mg/L | 0,005 | 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 |
| Chumbo | mg/L | 0,05 | 0,01 | < 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 | < 0,05 |
| Zinco | mg/L | 0,05 | 0,09 | < 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 | < 0,05 |
| Vanádio | 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 | < 0,05 | < 0,05 |
| Níquel | mg/L | 0,05 | 0,025 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | 3,4 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 |
| Bário | mg/L | 0,05 | 1 | < 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 | < 0,05 |
| Cromo | mg/L | 0,05 | 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | 3,3 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | 0,084 | < 0,05 | < 0,05 |
| Molibdênio | mg/L | 0,05 | - | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | 0,091 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 |
| Manganês | mg/L | 0,05 | 0,1 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | 0,703 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 |
| Magnésio | mg/L | 2,5 | - | 304,00 | 332,00 | 324,00 | 308,00 | 306,00 | 269,00 | 320,00 | 354,00 | 356,00 | 335,00 | 339,00 | 360,00 | 372,00 | 326,00 | 296,00 |
| Estrôncio | mg/L | 0,05 | - | 1,80 | 2,10 | 2,00 | 1,70 | 1,90 | 1,50 | 1,90 | 2,30 | 2,20 | 2,10 | 2,20 | 2,30 | 2,50 | 2,00 | 1,80 |
| Cobalto | mg/L | 0,025 | - | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 |
| Alumínio Dissolvido | mg/L | 0,05 | 1,5 | < 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 | < 0,05 |
| Cobre Dissolvido | mg/L | 0,025 | 0,005 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 |
| Ferro Dissolvido | mg/L | 0,05 | 0,3 | < 0,05 | 2 | 0,403 | 0,467 | < 0,05 | < 0,05 | 0,132 | < 0,05 | 0,211 | 1,9 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | 1 | < 0,05 |
| Nitrato (como N) | mg/L | 0,1 | 0,4 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | 9,1 | < 0,1 | 0,1 | 0,3 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | 0,3 | < 0,1 |
| Nitrito (como N) | mg/L | 0,02 | 0,07 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 |
| Cloreto | mg/L | 1 | - | 19.379,0 | 18.735,0 | 19.281,0 | 18.593,0 | 18.424,0 | 18.010,0 | 19.479,0 | 19.010,0 | 18.381,0 | 19.251,0 | 19.163,0 | 18.177,0 | 17.937,0 | 18.528,0 | 19.075,0 |
| Sulfato | mg/L | 1 | - | 2.413,0 | 2.317,0 | 1.984,0 | 2.124,0 | 2.299,0 | 2.251,0 | 1.994,0 | 2.331,0 | 2.248,0 | 2.409,0 | 2.263,0 | 2.173,0 | 2.396,0 | 2.398,0 | 2.067,0 |
| Nitrogênio Orgânico | mg/L | 0,1 | - | 0,78 | 0,60 | 1,40 | 0,67 | 1,10 | 0,72 | 0,82 | 0,72 | 1,10 | 0,68 | 0,78 | 0,77 | 0,56 | 1,80 | 0,70 |
| Nitrogênio Total Kjeldahl | mg/L | 0,2 | - | 0,78 | 0,60 | 1,40 | 0,67 | 1,10 | 0,72 | 0,82 | 0,72 | 1,10 | 0,68 | 0,78 | 0,77 | 0,56 | 1,80 | 0,70 |
| Nitrogênio Total | mg/L | 0,5 | - | 0,78 | 0,60 | 1,40 | 0,67 | 10,00 | 0,72 | 0,92 | 1,00 | 1,10 | 0,68 | 0,78 | 0,77 | 0,56 | 2,10 | 0,70 |

1 - Águas Salinas, Classe 1. * depende do destino de uso dessa água. **não devendo haver uma mudança do pH natural maior do que 0,2 unidade. Em vermelho, os resultados que não respeitam os limites do CONAMA.

TABELA 5.1.5.3- 5 – Resultados obtidos nas amostras de água salina do Canal do rio Paraguauçu na campanha de verão, em março de 2009, maré cheia.

| Parâmetros | Unidade | LQ | CONAMA ¹ | PNAV06 | | | PNAV07 | | | PNAV08 | | | PNAV09 | | | PNAV10 | | |
|---------------------------------|-----------|----------|---------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|
| | | | | Sup | Sec | Fund | Sup | Sec | Fund | Sup | Sec | Fund | Sup | Sec | Fund | Sup | Sec | Fund |
| Profundidade | m | - | - | 2,00 | | | 2,30 | | | 7,00 | | | 2,70 | | | 7,10 | | |
| Secchi | m | - | - | 1,30 | | | 0,20 | | | 0,80 | | | 0,80 | | | 0,80 | | |
| Clorofila A | µg/L | 3 | - | < 3 | < 3 | - | < 3 | 4,00 | - | 5,00 | < 3 | - | 4,00 | < 3 | - | 3,00 | < 3 | - |
| Óleos e Graxas | mg/L | 1 | - | < 1 | - | - | 2,00 | - | - | 2,00 | - | - | 2,00 | - | - | 3,00 | - | - |
| Coliformes Termotolerantes | UFC/100mL | 1 | * | < 1 | - | - | 20,40 | - | - | 4,10 | - | - | < 1 | - | - | 22,30 | - | - |
| Enterococos | UFC/100mL | 1 | - | 1,00 | - | - | 17,00 | - | - | 9,00 | - | - | 10,00 | - | - | 4,00 | - | - |
| Temperatura | °C | - | - | 29,76 | 29,77 | 29,77 | 30,30 | 30,30 | 30,25 | 30,17 | 30,05 | 30,00 | 30,40 | 30,39 | 30,30 | 30,70 | 30,05 | 29,95 |
| Oxigênio | mg/L | - | > 6 | 5,08 | 5,03 | 5,08 | 5,05 | 5,08 | 5,30 | 5,55 | 5,04 | 5,10 | 5,64 | 5,42 | 5,10 | 5,45 | 5,15 | 5,04 |
| pH | - | - | 6,5 - 8,5** | 8,12 | 8,15 | 8,11 | 8,02 | 8,09 | 8,00 | 8,02 | 8,02 | 8,02 | 8,00 | 8,02 | 8,00 | 8,05 | 8,08 | 8,02 |
| Condutividade | mS/cm | - | - | 4,30 | 4,20 | 4,30 | 4,30 | 4,30 | 4,30 | 4,30 | 4,30 | 4,30 | 4,30 | 4,30 | 4,30 | 4,30 | 4,30 | 4,30 |
| Salinidade | - | - | - | 34,51 | 34,51 | 34,51 | 30,10 | 30,10 | 30,10 | 32,23 | 32,37 | 32,52 | 30,47 | 30,47 | 30,43 | 30,85 | 31,78 | 32,15 |
| Carbono Orgânico Total | mg/L | 0,5 | 3 | 1,00 | 3,00 | 2,00 | 65,00 | 2,00 | 2,50 | 2,00 | 4,00 | 4,00 | 4,00 | 126,00 | 18,00 | 4,00 | 5,00 | < 0,5 |
| Turbidez | NTU | 0,1 | - | 3,90 | 6,10 | 6,20 | 27,00 | 22,00 | 31,00 | 4,60 | 2,90 | 27,00 | 29,00 | 5,40 | 8,70 | 7,60 | 10,00 | 30,00 |
| Alcalinidade Total | mg/L | 5 | - | 120,00 | 117,00 | 116,00 | 118,00 | 111,00 | 115,00 | 119,00 | 124,00 | 111,00 | 117,00 | 111,00 | 106,00 | 116,00 | 109,00 | 113,00 |
| Dureza | mg/L | 5 | - | 1.641,0 | 1.502,0 | 1.647,0 | 1.597,0 | 1.541,0 | 1.422,0 | 1.189,0 | 1.644,0 | 1.537,0 | 1.450,0 | 1.395,0 | 1.247,0 | 1.350,0 | 1.394,0 | 1.401,0 |
| Sólidos Totais | mg/L | 2 | - | 38.123,0 | 39.596,0 | 39.891,0 | 35.637,0 | 34.714,0 | 35.829,0 | 35.605,0 | 35.528,0 | 36.768,0 | 34.095,0 | 33.975,0 | 32.658,0 | 36.184,0 | 35.949,0 | 35.315,0 |
| Sólidos Suspensos Totais | mg/L | 2 | - | 104 | < 2 | 20 | 33 | 24 | 50 | 12 | 3 | 68 | 8 | 21 | < 2 | < 2 | 13 | 71 |
| Nitrogênio Amoniacal | mg/L | 0,1 | 0,4 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 |
| Fósforo Total | mg/L | 0,01 | 0,062 | < 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 | < 0,01 |
| Cromo Hexavalente | 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 | < 0,01 | < 0,01 |
| Índices Fenóis | mg/L | 0,001 | 0,06 | 0,02 | < 0,001 | < 0,001 | 0,006 | < 0,001 | 0,006 | < 0,001 | 0,01 | < 0,001 | 0,02 | < 0,001 | < 0,001 | < 0,001 | < 0,001 | 0,007 |
| Fosfato (como PO ₄) | 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 | < 0,03 | < 0,03 |
| Cianeto Livre | 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 | < 0,001 | < 0,001 | < 0,001 |
| Arsênio | mg/L | 0,05 | 0,01 | < 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 | < 0,05 |
| Mercurio | mg/L | 0,000058 | 0,0002 | < 0,00006 | < 0,00006 | < 0,00006 | < 0,00006 | < 0,00006 | < 0,00006 | < 0,00006 | < 0,00006 | < 0,00006 | < 0,00006 | < 0,00006 | < 0,00006 | < 0,00006 | 0,00014 | < 0,00006 |
| Antimônio | mg/L | 0,025 | - | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 |
| Cádmio | mg/L | 0,005 | 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 |
| Chumbo | mg/L | 0,05 | 0,01 | < 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 | 0,052 |
| Zinco | mg/L | 0,05 | 0,09 | < 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 | < 0,05 |
| Vanádio | 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 | < 0,05 | < 0,05 |
| Níquel | mg/L | 0,05 | 0,025 | < 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 | < 0,05 |
| Bário | mg/L | 0,05 | 1 | < 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 | < 0,05 |
| Cromo | 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 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 |
| Molibdênio | 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 | < 0,05 | < 0,05 |
| Manganês | mg/L | 0,05 | 0,1 | < 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 | < 0,05 |
| Magnésio | mg/L | 2,5 | - | 343,00 | 323,00 | 344,00 | 334,00 | 323,00 | 298,00 | 250,00 | 343,00 | 335,00 | 304,00 | 291,00 | 260,00 | 299,00 | 291,00 | 293,00 |
| Estrôncio | mg/L | 0,05 | - | 2,00 | 2,00 | 2,10 | 2,00 | 1,90 | 1,70 | 1,30 | 2,10 | 2,00 | 1,70 | 1,60 | 1,50 | 1,70 | 1,60 | 1,70 |
| Cobalto | mg/L | 0,025 | - | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 |
| Alumínio Dissolvido | mg/L | 0,05 | 1,5 | < 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 | < 0,05 |
| Cobre Dissolvido | mg/L | 0,025 | 0,005 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 |
| Ferro Dissolvido | mg/L | 0,05 | 0,3 | < 0,05 | 1,3 | 0,627 | < 0,05 | < 0,05 | 1,2 | 5,4 | 0,232 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | 0,539 | 0,297 |
| Nitrato (como N) | mg/L | 0,1 | 0,4 | < 0,1 | 0,2 | 0,2 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | 1 | 0,3 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 |
| Nitrito (como N) | mg/L | 0,02 | 0,07 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 |
| Cloreto | mg/L | 1 | - | 18.322,0 | 18.633,0 | 17.458,0 | 16.102,0 | 16.243,0 | 16.151,0 | 16.233,0 | 16.554,0 | 17.052,0 | 15.815,0 | 15.846,0 | 15.751,0 | 16.515,0 | 16.383,0 | 16.718,0 |
| Sulfato | mg/L | 1 | - | 2.176,0 | 2.144,0 | 2.128,0 | 1.752,0 | 1.849,0 | 1.761,0 | 1.732,0 | 1.738,0 | 1.957,0 | 1.976,0 | 1.835,0 | 15.926,0 | 1.860,0 | 1.843,0 | 1.817,0 |
| Nitrogênio Orgânico | mg/L | 0,1 | - | 1,00 | 0,66 | 0,91 | 0,77 | 0,98 | 1,80 | 1,00 | 0,83 | 0,72 | 0,65 | 0,67 | 1,00 | 1,50 | 0,68 | 0,64 |
| Nitrogênio Total Kjeldahl | mg/L | 0,2 | - | 1,00 | 0,66 | 0,91 | 0,77 | 0,98 | 1,80 | 1,00 | 0,83 | 0,72 | 0,65 | 0,67 | 1,00 | 1,50 | 0,68 | 0,64 |
| Nitrogênio Total | mg/L | 0,5 | - | 1,00 | 0,86 | 1,10 | 0,77 | 0,98 | 1,80 | 1,00 | 0,83 | 0,72 | 0,65 | 1,70 | 1,30 | 1,50 | 0,68 | 0,64 |

1 - Águas Salinas, Classe 1. * depende do destino de uso dessa água. ** não devendo haver uma mudança do pH natural maior do que 0,2 unidade. Em vermelho, os resultados que não respeitam os limites do CONAMA.

TABELA 5.1.5.3- 5 – Resultados obtidos nas amostras de água salina do Canal do rio Paraguauçu na campanha de verão, em março de 2009, maré cheia.

| Parâmetros | Unidade | LQ | CONAMA ¹ | PNAV10B | | | PNAV10C | | | PNAV10D | | | PNAV10E | | |
|---------------------------------|-----------|----------|---------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|
| | | | | Sup | Sec | Fund | Sup | Sec | Fund | Sup | Sec | Fund | Sup | Sec | Fund |
| Profundidade | m | - | - | 13,20 | | | 18,20 | | | 29,70 | | | 30,00 | | |
| Secchi | m | - | - | 1,70 | | | 1,90 | | | 1,60 | | | 1,60 | | |
| Clorofila A | µg/L | 3 | - | < 3 | < 3 | - | 7,00 | < 3 | - | < 3 | 8,00 | - | < 3 | 4,00 | - |
| Óleos e Graxas | mg/L | 1 | - | 2,00 | - | - | < 1 | - | - | < 1 | - | - | 3,00 | - | - |
| Coliformes Termotolerantes | UFC/100mL | 1 | * | < 1 | - | - | < 1 | - | - | 2,00 | - | - | 20,60 | - | - |
| Enterococos | UFC/100mL | 1 | - | 1,00 | - | - | 2,00 | - | - | 1,00 | - | - | 8,00 | - | - |
| Temperatura | °C | - | - | 29,45 | 29,42 | 29,18 | 29,65 | 29,64 | 29,29 | 30,20 | 30,16 | 29,39 | 30,05 | 30,03 | 29,81 |
| Oxigênio | mg/L | - | > 6 | 5,70 | 5,51 | 5,43 | 5,70 | 5,56 | 5,07 | 5,33 | 5,60 | 5,10 | 5,29 | 5,04 | 5,00 |
| pH | - | - | 6,5 - 8,5** | 8,16 | 8,16 | 8,14 | 8,16 | 8,18 | 7,80 | 8,19 | 8,25 | 8,14 | 8,08 | 8,10 | 8,07 |
| Condutividade | mS/cm | - | - | 4,20 | 4,20 | 4,20 | 4,20 | 4,20 | 4,20 | 4,20 | 4,20 | 4,20 | 4,30 | 4,30 | 4,30 |
| Salinidade | - | - | - | 36,15 | 36,22 | 36,13 | 36,00 | 36,00 | 36,13 | 35,36 | 35,51 | 36,00 | 33,86 | 33,78 | 34,22 |
| Carbono Orgânico Total | mg/L | 0,5 | 3 | 1,60 | 2,50 | 3,00 | 0,60 | 2,00 | 1,50 | 5,00 | 2,00 | 1,00 | 3,00 | 3,00 | 4,00 |
| Turbidez | NTU | 0,1 | - | 3,20 | 1,50 | 28,00 | 6,00 | 2,60 | 283,00 | 3,20 | 1,00 | 4,40 | 2,50 | 2,90 | 27,00 |
| Alcalinidade Total | mg/L | 5 | - | 119,00 | 116,00 | 121,00 | 118,00 | 118,00 | 128,00 | 118,00 | 118,00 | 121,00 | 113,00 | 111,00 | 114,00 |
| Dureza | mg/L | 5 | - | 1.444,0 | 1.644,0 | 1.508,0 | 1.507,0 | 1.292,0 | 1.573,0 | 1.467,0 | 1.300,0 | 1.568,0 | 1.480,0 | 1.560,0 | 1.553,0 |
| Sólidos Totais | mg/L | 2 | - | 40.562,0 | 39.514,0 | 41.639,0 | 38.074,0 | 39.329,0 | 40.679,0 | 38.808,0 | 38.603,0 | 40.802,0 | 36.765,0 | 37.693,0 | 38.944,0 |
| Sólidos Suspensos Totais | mg/L | 2 | - | < 2 | < 2 | 30 | < 2 | < 2 | 81 | 96 | < 2 | 16 | 59 | 29 | 55 |
| Nitrogênio Amoniacal | mg/L | 0,1 | 0,4 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 |
| Fósforo Total | mg/L | 0,01 | 0,062 | < 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 Hexavalente | mg/L | 0,01 | - | < 0,01 | < 0,01 | < 0,01 | < 0,01 | < 0,01 | 0 | < 0,01 | < 0,01 | < 0,01 | < 0,01 | < 0,01 | < 0,01 |
| Índices Fenóis | mg/L | 0,001 | 0,06 | < 0,001 | < 0,001 | < 0,001 | < 0,001 | < 0,001 | < 0,001 | < 0,001 | < 0,001 | < 0,001 | < 0,001 | 0,007 | < 0,001 |
| Fosfato (como PO ₄) | 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 |
| Cianeto Livre | 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 |
| Arsênio | mg/L | 0,05 | 0,01 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 |
| Mercúrio | mg/L | 0,000058 | 0,0002 | < 0,00006 | < 0,00006 | < 0,00006 | < 0,00006 | < 0,00006 | < 0,00006 | 0,00012 | < 0,00006 | < 0,00006 | 0,00007 | < 0,00006 | < 0,00006 |
| Antimônio | mg/L | 0,025 | - | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 |
| Cádmio | mg/L | 0,005 | 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 |
| Chumbo | mg/L | 0,05 | 0,01 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 |
| Zinco | mg/L | 0,05 | 0,09 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 |
| Vanádio | 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 |
| Níquel | mg/L | 0,05 | 0,025 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | 0,615 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 |
| Bário | mg/L | 0,05 | 1 | < 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 | mg/L | 0,05 | 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | 0,857 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 |
| Molibdênio | 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 |
| Manganês | mg/L | 0,05 | 0,1 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | 0,264 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 |
| Magnésio | mg/L | 2,5 | - | 302,00 | 353,00 | 355,00 | 317,00 | 271,00 | 331,00 | 306,00 | 286,00 | 329,00 | 353,00 | 326,00 | 324,00 |
| Estrôncio | mg/L | 0,05 | - | 1,80 | 2,30 | 2,30 | 1,80 | 1,50 | 2,00 | 1,80 | 1,70 | 2,00 | 2,20 | 1,90 | 1,90 |
| Cobalto | mg/L | 0,025 | - | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 |
| Alumínio Dissolvido | mg/L | 0,05 | 1,5 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 |
| Cobre Dissolvido | mg/L | 0,025 | 0,005 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 |
| Ferro Dissolvido | mg/L | 0,05 | 0,3 | < 0,05 | 0,143 | 0,537 | < 0,05 | < 0,05 | 0,757 | 0,417 | 5 | 0,089 | < 0,05 | < 0,05 | 0,114 |
| Nitrato (como N) | mg/L | 0,1 | 0,4 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | 0,1 | < 0,1 |
| Nitrito (como N) | mg/L | 0,02 | 0,07 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 |
| Cloreto | mg/L | 1 | - | 18.958,0 | 18.481,0 | 18.771,0 | 18.248,0 | 18.571,0 | 19.070,0 | 18.664,0 | 17.458,0 | 22.573,0 | 17.606,0 | 17.968,0 | 17.852,0 |
| Sulfato | mg/L | 1 | - | 2.279,0 | 2.222,0 | 2.235,0 | 2.125,0 | 2.230,0 | 2.276,0 | 2.277,0 | 2.111,0 | 2.759,0 | 2.107,0 | 2.400,0 | 2.158,0 |
| Nitrogênio Orgânico | mg/L | 0,1 | - | 0,44 | 0,47 | 0,86 | 0,95 | 0,55 | 1,30 | 0,76 | 0,89 | 1,50 | 1,40 | 0,77 | 0,68 |
| Nitrogênio Total Kjeldahl | mg/L | 0,2 | - | 0,44 | 0,47 | 0,86 | 0,95 | 0,55 | 1,30 | 0,76 | 0,89 | 1,50 | 1,40 | 0,77 | 0,68 |
| Nitrogênio Total | mg/L | 0,5 | - | < 0,5 | < 0,5 | 0,86 | 0,95 | 0,55 | 1,30 | 0,76 | 0,89 | 1,50 | 1,40 | 0,87 | 0,68 |

1 - Águas Salinas, Classe 1. * depende do destino de uso dessa água. **não devendo haver uma mudança do pH natural maior do que 0,2 unidade. **Em vermelho, os resultados que não respeitam os limites do CONAMA.**

TABELA 5.1.5.3- 6 – Resultados obtidos nas amostras de água salina do Canal do rio Paraguauçu na campanha de inverno, em setembro de 2009, maré vazia.

| Parâmetros | Unidade | LQ | CONAMA¹ | PNAV01 | | | PNAV02 | | | PNAV03 | | | PNAV04 | | | PNAV05 | | |
|----------------------------|-----------|----------|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | | | Sup | Sec | Fund | Sup | Sec | Fund | Sup | Sec | Fund | Sup | Sec | Fund | Sup | Sec | Fund |
| Profundidade (m) | m | - | - | 9,00 | | | 12,00 | | | 8,50 | | | 4,00 | | | 15,00 | | |
| Secchi (m) | m | - | - | 1,80 | | | 2,60 | | | 2,20 | | | 1,00 | | | 1,60 | | |
| Clorofila A | µg/L | 3 | - | < 3,0 | < 3,0 | - | < 3,0 | 7,00 | - | < 3,0 | < 3,0 | - | 4,00 | 5,00 | - | < 3,0 | < 3,0 | - |
| Óleos e Graxas | mg/L | 1 | - | 1,00 | - | - | 2,00 | - | - | 1,00 | - | - | 1,00 | - | - | 1,00 | - | - |
| Coliformes Termotolerantes | UFC/100mL | 1 | * | < 1 | - | - | < 1 | - | - | 93,00 | - | - | 93,00 | - | - | < 1 | - | - |
| Enterococos | UFC/100mL | 1 | - | 6,00 | - | - | < 1 | - | - | 2,00 | - | - | < 1 | - | - | 1070,00 | - | - |
| Temperatura (°C) | °C | - | - | 26,86 | 26,76 | 26,62 | 27,17 | 26,91 | 26,82 | 26,77 | 26,76 | 26,70 | 26,27 | 26,28 | 26,50 | 26,76 | 26,74 | 26,71 |
| Oxigênio (mg/L) | mg/L | - | > 6 | 5,45 | 5,23 | 5,14 | 5,00 | 4,92 | 4,77 | 4,96 | 4,95 | 4,87 | 4,90 | 4,56 | 4,85 | 5,46 | 5,08 | 5,00 |
| pH | | - | 6,5 - 8,5** | 7,79 | 7,74 | 7,22 | 8,10 | 7,98 | 7,93 | 7,80 | 7,73 | 7,70 | 7,59 | 7,59 | 7,64 | 7,81 | 7,68 | 7,61 |
| Condutividade (mS/cm) | mS/cm | - | - | 51,30 | 51,30 | 52,10 | 48,40 | 48,60 | 49,10 | 48,60 | 48,60 | 48,70 | 46,70 | 48,00 | 48,70 | 48,00 | 48,02 | 48,40 |
| Salinidade | | - | - | 33,70 | 33,57 | 34,43 | 31,65 | 31,86 | 32,15 | 31,78 | 31,78 | 31,78 | 30,37 | 31,32 | 31,77 | 31,34 | 31,49 | 31,63 |
| Carbono Orgânico Total | mg/L | 0,5 | 3 | 1,50 | 1,00 | 2,30 | < 0,5 | 0,50 | 2,00 | 0,80 | 2,00 | 1,10 | 7,40 | 2,50 | 5,30 | 1,70 | 3,90 | 3,90 |
| Turbidez (NTU) | NTU | 0,1 | - | 1,10 | 1,20 | 11,00 | 2,30 | 2,00 | 14,00 | 2,70 | 1,90 | 2,20 | 5,30 | 2,00 | 4,60 | 1,70 | 1,40 | 1,50 |
| Alcalinidade Total | mg/L | 5 | - | 38,00 | 40,00 | 42,00 | 42,00 | 41,00 | 39,00 | 38,00 | 42,00 | 41,00 | 21,00 | 39,00 | 39,00 | 37,00 | 39,00 | 40,00 |
| Dureza | mg/L | 5 | - | 6.720,0 | 6.220,0 | 4.880,0 | 5.690,0 | 5.850,0 | 6.130,0 | 5.740,0 | 2.810,0 | 5.850,0 | 6.230,0 | 5.800,0 | 6.660,0 | 5.530,0 | 5.890,0 | 7.089,0 |
| Sólidos Totais | mg/L | 2 | - | 42.918,0 | 42.040,0 | 43.088,0 | 35.911,0 | 37.451,0 | 36.941,0 | 38.726,0 | 37.108,0 | 38.709,0 | 36.903,0 | 38.544,0 | 40.843,0 | 37.226,0 | 37.753,0 | 36.804,0 |
| Sólidos Suspensos Totais | mg/L | 2 | - | 95 | 54 | 100 | 56 | 45 | 85 | 60 | 55 | 74 | 63 | 72 | 65 | 73 | 63 | 57 |
| Nitrogênio Amoniacal | mg/L | 0,1 | 0,4 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | 0,14 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 |
| Fósforo Total | mg/L | 0,01 | 0,062 | 0,06 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | 0,06 | < 0,05 | 0,06 | < 0,05 | < 0,05 | 0,059 | < 0,05 | 0,057 |
| Cromo Hexavalente | 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 | < 0,01 | < 0,01 |
| Índices Fenóis | mg/L | 0,001 | 0,06 | 0,02 | 0,009 | 0,06 | < 0,001 | 0,02 | 0,03 | 0,01 | 0,02 | 0,03 | 0,02 | 0,003 | 0,001 | 0,003 | 0,007 | 0,004 |
| Fosfato (como PO₄) | mg/L | 0,03 | - | 0,04 | 0,05 | 0,19 | 0,06 | 0,06 | 0,07 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | < 0,03 |
| Cianeto Livre | 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 | < 0,001 | < 0,001 | < 0,001 |
| Arsênio | mg/L | 0,05 | 0,01 | < 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 | < 0,05 |
| Merúrio | mg/L | 0,000058 | 0,0002 | < 0,00006 | < 0,00006 | < 0,00006 | < 0,00006 | < 0,00006 | < 0,00006 | < 0,00006 | < 0,00006 | < 0,00006 | < 0,00006 | < 0,00006 | < 0,00006 | < 0,00006 | < 0,00006 | < 0,00006 |
| Antimônio | mg/L | 0,025 | - | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | 0,175 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 |
| Cádmio | mg/L | 0,005 | 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | 0,005 | < 0,005 |
| Chumbo | mg/L | 0,05 | 0,01 | < 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 | < 0,05 |
| Zinco | mg/L | 0,05 | 0,09 | < 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 | < 0,05 |
| Vanádio | 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 | < 0,05 | < 0,05 |
| Níquel | mg/L | 0,05 | 0,025 | < 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 | < 0,05 |
| Bário | mg/L | 0,05 | 1 | < 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 | < 0,05 |
| Cromo | 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 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 |
| Molibdênio | 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 | < 0,05 | < 0,05 |
| Manganês | mg/L | 0,05 | 0,1 | < 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 | < 0,05 |
| Magnésio | mg/L | 2,5 | - | 110,00 | 58,50 | 83,00 | < 2,5 | 121,00 | 153,00 | 99,50 | 177,00 | 123,00 | 74,50 | 108,00 | 169,00 | 103,00 | 147,00 | 129,00 |
| Estrôncio | mg/L | 0,05 | - | 1,60 | 1,00 | 1,60 | 1,80 | 1,70 | 2,40 | 1,60 | 2,20 | 1,60 | 1,30 | 1,70 | 2,40 | 1,60 | 2,20 | 2,00 |
| Cobalto | mg/L | 0,025 | - | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 |
| Alumínio Dissolvido | mg/L | 0,05 | 1,5 | < 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 | < 0,05 |
| Cobre Dissolvido | mg/L | 0,025 | 0,005 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | 0,045 | < 0,025 | 0,03 | 0,06 | < 0,025 | 0,1 | 0,8 | 4,6 | 0,22 | < 0,025 | 0,105 | < 0,025 |
| Ferro Dissolvido | mg/L | 0,05 | 0,3 | < 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 | < 0,05 |
| Nitrato (como N) | mg/L | 0,1 | 0,4 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 |
| Nitrito (como N) | mg/L | 0,02 | 0,07 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 |
| Cloreto | mg/L | 1 | - | 20.090,0 | 20.822,0 | 20.379,0 | 21.131,0 | 20.762,0 | 21.195,0 | 19.329,0 | 14.818,0 | 19.525,0 | 19.618,0 | 19.596,0 | 19.779,0 | 20.619,0 | 21.506,0 | 20.844,0 |
| Sulfato | mg/L | 1 | - | 2.712,0 | 2.439,0 | 2.402,0 | 2.255,0 | 2.214,0 | 2.258,0 | 2.282,0 | 3.599,0 | 2.310,0 | 2.294,0 | 2.296,0 | 2.308,0 | 2.442,0 | 2.378,0 | 2.248,0 |
| Nitrogênio Orgânico | mg/L | 0,1 | - | 1,50 | 0,65 | 2,20 | 1,40 | 1,20 | 2,40 | 0,87 | 0,70 | 1,20 | 2,10 | 1,00 | 0,73 | 0,62 | 2,00 | 0,51 |
| Nitrogênio Total Kjeldahl | mg/L | 0,2 | - | 1,50 | 0,65 | 2,20 | 1,40 | 1,20 | 2,40 | 0,87 | 0,84 | 1,20 | 2,10 | 1,00 | 0,73 | 0,62 | 2,00 | 0,51 |
| Nitrogênio Total | mg/L | 0,5 | - | 1,50 | 0,65 | 2,20 | 1,40 | 1,20 | 2,40 | 0,87 | 0,84 | 1,20 | 2,10 | 1,00 | 0,73 | 0,62 | 2,00 | 0,51 |

1 - Águas Salinas, Classe 1. * depende do destino de uso dessa água. **não devendo haver uma mudança do pH natural maior do que 0,2 unidade. Em vermelho, os resultados que não respeitam os limites do CONAMA.

TABELA 5.1.5.3- 6 – Resultados obtidos nas amostras de água salina do Canal do rio Paraguauçu na campanha de inverno, em setembro de 2009, maré vazia.

| Parâmetros | Unidade | LQ | CONAMA ¹ | PNAV08 | | | PNAV10B | | | PNAV10C | | | PNAV10D | | |
|---------------------------------|-----------|----------|---------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | | | Sup | Sec | Fund | Sup | Sec | Fund | Sup | Sec | Fund | Sup | Sec | Fund |
| Profundidade (m) | m | - | - | 2,00 | | | 11,00 | | | 12,00 | | | 26,00 | | |
| Secchi (m) | m | - | - | 0,60 | | | 2,60 | | | 1,80 | | | 2,40 | | |
| Clorofila A | µg/L | 3 | - | 4,00 | < 3,0 | - | < 3,0 | < 3,0 | - | 3,00 | < 3,0 | - | < 3,0 | < 3,0 | - |
| Óleos e Graxas | mg/L | 1 | - | 2,00 | - | - | 2,00 | - | - | 2,00 | - | - | 2,00 | - | - |
| Coliformes Termotolerantes | UFC/100mL | 1 | * | < 1 | - | - | < 1 | - | - | < 1 | - | - | 4,00 | - | - |
| Enterococos | UFC/100mL | 1 | - | 100,00 | - | - | 2200,00 | - | - | 1700,00 | - | - | 372,00 | - | - |
| Temperatura (°C) | °C | - | - | 27,02 | 26,98 | 26,98 | 27,05 | 26,83 | 26,69 | 27,16 | 26,84 | 26,77 | 27,25 | 27,13 | 26,83 |
| Oxigênio (mg/L) | mg/L | - | > 6 | 5,26 | 5,20 | 5,08 | 5,34 | 5,24 | 5,25 | 5,33 | 5,12 | 5,03 | 5,03 | 4,91 | 5,04 |
| pH | | - | 6,5 - 8,5** | 7,64 | 7,73 | 7,69 | 7,88 | 7,82 | 7,79 | 8,01 | 7,92 | 7,88 | 8,03 | 7,95 | 7,90 |
| Condutividade (mS/cm) | mS/cm | - | - | 39,40 | 40,30 | 40,30 | 49,80 | 50,20 | 21,40 | 49,50 | 49,60 | 50,20 | 49,20 | 49,30 | 50,20 |
| Salinidade | | - | - | 25,72 | 25,79 | 27,79 | 32,67 | 33,03 | 33,91 | 32,46 | 32,59 | 32,96 | 32,32 | 32,31 | 32,89 |
| Carbono Orgânico Total | mg/L | 0,5 | 3 | 3,60 | 4,30 | 2,50 | < 0,5 | 0,70 | 2,30 | 0,60 | 1,10 | 1,40 | 2,30 | 2,40 | 3,60 |
| Turbidez (NTU) | NTU | 0,1 | - | 2,30 | 3,10 | 2,60 | 1,00 | 1,20 | 7,10 | 1,50 | 2,50 | 1,70 | 1,10 | 2,70 | 3,10 |
| Alcalinidade Total | mg/L | 5 | - | 40,00 | 36,00 | 39,00 | 32,00 | 0,00 | 38,00 | 40,00 | 43,00 | 41,00 | 38,00 | 40,00 | 40,00 |
| Dureza | mg/L | 5 | - | 58,0 | 5.810,0 | 5.980,0 | 3.850,0 | 5.680,0 | 5.510,0 | 5.990,0 | 6.240,0 | 5.940,0 | 5.860,0 | 6.500,0 | 5.890,0 |
| Sólidos Totais | mg/L | 2 | - | 23.973,0 | 29.048,0 | 32.660,0 | 39.271,0 | 42.616,0 | 38.514,0 | 36.426,0 | 39.824,0 | 40.525,0 | 36.136,0 | 35.144,0 | 38.428,0 |
| Sólidos Suspensos Totais | mg/L | 2 | - | 49 | 70 | 62 | 52 | 44 | 178 | 43 | 70 | 75 | 74 | 98 | 69 |
| Nitrogênio Amoniacal | mg/L | 0,1 | 0,4 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 |
| Fósforo Total | mg/L | 0,01 | 0,062 | < 0,05 | < 0,05 | 0,056 | < 0,05 | < 0,05 | 0,05 | < 0,05 | 0,05 | 0,06 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 |
| Cromo Hexavalente | 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 |
| Índices Fenóis | mg/L | 0,001 | 0,06 | 0,01 | < 0,001 | 0,01 | < 0,001 | 0,004 | 0,004 | 0,004 | 0,008 | 0,05 | 0,02 | 0,007 | 0,02 |
| Fosfato (como PO ₄) | mg/L | 0,03 | - | 0,03 | 0,03 | < 0,03 | 0,06 | 0,06 | 0,05 | 0,06 | 0,05 | 0,06 | 0,03 | 0,03 | 0,03 |
| Cianeto Livre | 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 |
| Arsênio | mg/L | 0,05 | 0,01 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | 0,12 | < 0,01 | < 0,01 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 |
| Mercurio | mg/L | 0,000058 | 0,0002 | < 0,00006 | < 0,00006 | < 0,00006 | < 0,00006 | < 0,00006 | < 0,00006 | < 0,00006 | < 0,00006 | < 0,00006 | < 0,00006 | < 0,00006 | < 0,00006 |
| Antimônio | mg/L | 0,025 | - | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,005 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 |
| Cádmio | mg/L | 0,005 | 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 |
| Chumbo | mg/L | 0,05 | 0,01 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 |
| Zinco | mg/L | 0,05 | 0,09 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 |
| Vanádio | 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 |
| Níquel | mg/L | 0,05 | 0,025 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 |
| Bário | mg/L | 0,05 | 1 | < 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 | 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 |
| Molibdênio | 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 |
| Manganês | mg/L | 0,05 | 0,1 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 |
| Magnésio | mg/L | 2,5 | - | 14,90 | 84,00 | 60,00 | 122,00 | 127,00 | 56,50 | 94,50 | 66,50 | 118,00 | 123,00 | 118,00 | 178,00 |
| Estrôncio | mg/L | 0,05 | - | 0,55 | 1,00 | 0,98 | 1,70 | 1,70 | 1,00 | 1,50 | 1,10 | 1,80 | 1,90 | 1,60 | 2,20 |
| Cobalto | mg/L | 0,025 | - | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 |
| Alumínio Dissolvido | mg/L | 0,05 | 1,5 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 |
| Cobre Dissolvido | mg/L | 0,025 | 0,005 | 0,34 | < 0,025 | 0,25 | 0,15 | 0,04 | 0,41 | < 0,025 | < 0,025 | 0,07 | < 0,025 | 0,07 | < 0,025 |
| Ferro Dissolvido | mg/L | 0,05 | 0,3 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 |
| Nitrato (como N) | mg/L | 0,1 | 0,4 | < 0,1 | < 0,1 | 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 |
| Nitrito (como N) | mg/L | 0,02 | 0,07 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 |
| Cloreto | mg/L | 1 | - | 14.665,0 | 14.907,0 | 17.933,0 | 21.652,0 | 22.079,0 | 22.252,0 | 22.013,0 | 21.568,0 | 22.004,0 | 21.456,0 | 21.237,0 | 21.335,0 |
| Sulfato | mg/L | 1 | - | 1.497,0 | 1.518,0 | 2.004,0 | 2.349,0 | 2.362,0 | 2.393,0 | 2.352,0 | 2.307,0 | 2.356,0 | 2.291,0 | 2.268,0 | 2.271,0 |
| Nitrogênio Orgânico | mg/L | 0,1 | - | 0,63 | 1,40 | 2,60 | 0,82 | 1,80 | 1,10 | 0,86 | 0,84 | 0,98 | 0,96 | 1,90 | 0,65 |
| Nitrogênio Total Kjeldahl | mg/L | 0,2 | - | 0,63 | 1,40 | 2,60 | 0,82 | 1,80 | 1,10 | 0,86 | 0,84 | 0,98 | 0,96 | 1,90 | 0,65 |
| Nitrogênio Total | mg/L | 0,5 | - | 0,63 | 1,40 | 2,70 | 0,82 | 1,80 | 1,10 | 0,86 | 0,84 | 0,98 | 0,96 | 1,90 | 0,65 |

1 - Águas Salinas, Classe 1. * depende do destino de uso dessa água. **não devendo haver uma mudança do pH natural maior do que 0,2 unidade. **Em vermelho, os resultados que não respeitam os limites do CONAMA.**

TABELA 5.1.5.3- 7 – Resultados obtidos nas amostras de água salina do Canal do rio Paraguaçu na campanha de inverno, em setembro de 2009, maré cheia.

| Parâmetros | Unidade | LQ | CONAMA¹ | PNAV01 | | | PNAV02 | | | PNAV03 | | | PNAV04 | | | PNAV05 | | |
|----------------------------|-----------|----------|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | | | Sup | Sec | Fund | Sup | Sec | Fund | Sup | Sec | Fund | Sup | Sec | Fund | Sup | Sec | Fund |
| Profundidade (m) | m | - | - | 12,00 | | | 11,00 | | | 10,00 | | | 3,00 | | | 16,00 | | |
| Secchi (m) | m | - | - | 3,80 | | | 3,00 | | | 1,80 | | | 2,00 | | | 2,20 | | |
| Clorofila A | µg/L | 3 | - | < 3,0 | < 3,0 | - | < 3,0 | < 3,0 | - | 9,00 | < 3,0 | - | < 3,0 | < 3,0 | - | < 3,0 | 23,00 | - |
| Óleos e Graxas | mg/L | 1 | - | 1,00 | - | - | 2,00 | - | - | 1,00 | - | - | 2,00 | - | - | < 1 | - | - |
| Coliformes Termotolerantes | UFC/100mL | 1 | * | < 1 | - | - | 74,00 | - | - | 7,00 | - | - | 4,00 | - | - | 3,00 | - | - |
| Enterococos | UFC/100mL | 1 | - | < 1 | - | - | 4,00 | - | - | < 1 | - | - | < 1 | - | - | 166,00 | - | - |
| Temperatura (°C) | °C | - | - | 26,91 | 26,55 | 26,49 | 27,13 | 26,94 | 26,81 | 26,97 | 26,87 | 26,85 | 26,86 | 26,79 | 26,80 | 26,94 | 26,81 | 26,81 |
| Oxigênio (mg/L) | mg/L | - | > 6 | 5,36 | 5,04 | 4,76 | 5,21 | 5,07 | 4,63 | 5,16 | 4,66 | 4,75 | 5,24 | 5,07 | 4,90 | 5,39 | 5,10 | 5,00 |
| pH | | - | 6,5 - 8,5** | 8,43 | 8,32 | 8,28 | 8,33 | 8,22 | 8,18 | 8,18 | 8,14 | 8,13 | 8,16 | 8,11 | 8,10 | 8,08 | 8,04 | 8,04 |
| Condutividade (mS/cm) | mS/cm | - | - | 51,60 | 52,60 | 52,80 | 49,80 | 49,90 | 50,40 | 49,50 | 49,90 | 50,00 | 49,50 | 49,70 | 49,70 | 49,40 | 49,60 | 49,70 |
| Salinidade | | - | - | 34,00 | 34,72 | 34,87 | 32,61 | 32,74 | 33,11 | 32,45 | 32,81 | 32,81 | 32,52 | 32,59 | 32,66 | 32,31 | 32,52 | 32,66 |
| Carbono Orgânico Total | mg/L | 0,5 | 3 | < 0,5 | < 0,5 | < 0,5 | < 0,5 | 3,5 | 0,7 | < 0,5 | 1,5 | 1,5 | 1,2 | 2,4 | 3,3 | 2,9 | 2,1 | 2,6 |
| Turbidez (NTU) | NTU | 0,1 | - | < 0,1 | 1,6 | 1,3 | 1,4 | 0,82 | 5 | 2,7 | 1,7 | 11 | 2,5 | 2,6 | 13 | 2,2 | 2,4 | 17 |
| Alcalinidade Total | mg/L | 5 | - | 41 | 39 | 55 | 36 | 34 | 40 | 42 | 37 | 38 | 43 | 44 | 41 | 39 | 38 | 37 |
| Dureza | mg/L | 5 | - | 5.760,0 | 6.920,0 | 5.730,0 | 5.620,0 | 5.960,0 | 6.010,0 | 6.130,0 | 5.950,0 | 6.150,0 | 5.840,0 | 5.500,0 | 6.860,0 | 6.440,0 | 5.790,0 | 5.950,0 |
| Sólidos Totais | mg/L | 2 | - | 40.441,0 | 41.519,0 | 42.415,0 | 38.820,0 | 39.949,0 | 36.472,0 | 39.329,0 | 39.446,0 | 38.596,0 | 38.053,0 | 40.213,0 | 40.389,0 | 40.238,0 | 38.735,0 | 37.779,0 |
| Sólidos Suspensos Totais | mg/L | 2 | - | 83,0 | 66,0 | 94,0 | 60,0 | 42,0 | 62,0 | 53,0 | 61,0 | 298,0 | 49,0 | 66,0 | 71,0 | 67,0 | 50,0 | 85,0 |
| Nitrogênio Amoniacal | mg/L | 0,1 | 0,4 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | 0,11 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | 0,22 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 |
| Fósforo Total | mg/L | 0,01 | 0,062 | < 0,05 | 0,05 | 0,06 | < 0,05 | 0,051 | < 0,05 | < 0,05 | 0,05 | 0,06 | 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | 0,05 | < 0,05 | 0,06 |
| Cromo Hexavalente | 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 | < 0,01 | < 0,01 |
| Índices Fenóis | mg/L | 0,001 | 0,06 | 0,04 | 0,02 | 0,03 | 0,02 | 0,03 | 0,02 | 0,02 | < 0,001 | 0,07 | 0,04 | 0,02 | 0,03 | 0,002 | 0,004 | 0,005 |
| Fosfato (como PO₄) | mg/L | 0,03 | - | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,05 | 0,04 | 0,04 | 0,06 | 0,04 | 0,04 | 0,05 | 0,05 | 0,03 |
| Cianeto Livre | 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 | < 0,001 | < 0,001 | < 0,001 |
| Arsênio | mg/L | 0,05 | 0,01 | < 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 | < 0,05 |
| Merúrio | mg/L | 0,000058 | 0,0002 | < 0,00006 | < 0,00006 | < 0,00006 | < 0,00006 | < 0,00006 | < 0,00006 | < 0,00006 | < 0,00006 | < 0,00006 | < 0,00006 | < 0,00006 | < 0,00006 | < 0,00006 | < 0,00006 | < 0,00006 |
| Antimônio | mg/L | 0,025 | - | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 |
| Cádmio | mg/L | 0,005 | 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 |
| Chumbo | mg/L | 0,05 | 0,01 | < 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 | < 0,05 |
| Zinco | mg/L | 0,05 | 0,09 | < 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 | < 0,05 |
| Vanádio | 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 | < 0,05 | < 0,05 |
| Níquel | mg/L | 0,05 | 0,025 | < 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 | < 0,05 |
| Bário | mg/L | 0,05 | 1 | < 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 | < 0,05 |
| Cromo | 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 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 |
| Molibdênio | 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 | < 0,05 | < 0,05 |
| Manganês | mg/L | 0,05 | 0,1 | < 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 | < 0,05 |
| Magnésio | mg/L | 2,5 | - | 71,50 | 68,00 | 124,00 | 126,00 | 98,50 | 122,00 | 65,00 | 148,00 | 98,50 | 105,00 | 39,70 | 107,00 | 77,50 | 67,50 | 71,50 |
| Estrôncio | mg/L | 0,05 | - | 1,50 | 1,20 | 1,70 | 1,80 | 1,50 | 1,70 | 1,20 | 2,20 | 1,50 | 1,70 | 0,84 | 1,60 | 1,70 | 1,30 | 1,40 |
| Cobalto | mg/L | 0,025 | - | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 |
| Alumínio Dissolvido | mg/L | 0,05 | 1,5 | < 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 | < 0,05 |
| Cobre Dissolvido | mg/L | 0,025 | 0,005 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | 0,55 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | 0,065 | 1,5 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 |
| Ferro Dissolvido | mg/L | 0,05 | 0,3 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | 0,095 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 |
| Nitrato (como N) | mg/L | 0,1 | 0,4 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | 0,1 |
| Nitrito (como N) | mg/L | 0,02 | 0,07 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 |
| Cloreto | mg/L | 1 | - | 19.965,0 | 20.791,0 | 22.968,0 | 22.380,0 | 22.172,0 | 23.011,0 | 19.752,0 | 19.910,0 | 19.883,0 | 19.587,0 | 20.170,0 | 20.205,0 | 19.688,0 | 20.012,0 | 21.151,0 |
| Sulfato | mg/L | 1 | - | 2.360,0 | 2.500,0 | 3.338,0 | 2.408,0 | 2.401,0 | 2.479,0 | 2.402,0 | 2.369,0 | 2.336,0 | 2.326,0 | 2.377,0 | 2.431,0 | 2.317,0 | 2.337,0 | 2.505,0 |
| Nitrogênio Orgânico | mg/L | 0,1 | - | 1,10 | 0,61 | 1,00 | 1,90 | 23,00 | 2,20 | 2,20 | 0,53 | 0,98 | 0,64 | 2,20 | 2,00 | 1,20 | 2,30 | 1,30 |
| Nitrogênio Total Kjeldahl | mg/L | 0,2 | - | 1,10 | 0,61 | 1,00 | 1,90 | 23,00 | 2,20 | 2,20 | 0,53 | 1,20 | 0,64 | 2,20 | 2,00 | 1,20 | 2,30 | 1,30 |
| Nitrogênio Total | mg/L | 0,5 | - | 1,10 | 0,61 | 1,00 | 1,90 | 23,00 | 2,20 | 2,20 | 0,53 | 1,20 | 0,64 | 2,20 | 2,00 | 1,20 | 2,30 | 1,40 |

1 - Águas Salinas, Classe 1. * depende do destino de uso dessa água. **não devendo haver uma mudança do pH natural maior do que 0,2 unidade. Em vermelho, os resultados que não respeitam os limites do CONAMA.

TABELA 5.1.5.3- 7 – Resultados obtidos nas amostras de água salina do Canal do rio Paraguauçu na campanha de inverno, em setembro de 2009, maré cheia.

| Parâmetros | Unidade | LQ | CONAMA ¹ | PNAV08 | | | PNAV10B | | | PNAV10C | | | PNAV10D | | |
|---------------------------------|-----------|----------|---------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | | | Sup | Sec | Fund | Sup | Sec | Fund | Sup | Sec | Fund | Sup | Sec | Fund |
| Profundidade (m) | m | - | - | 2,50 | | | 12,00 | | | 15,00 | | | 30,00 | | |
| Secchi (m) | m | - | - | 0,60 | | | 4,80 | | | 3,20 | | | 1,80 | | |
| Clorofila A | µg/L | 3 | - | < 3,0 | < 3,0 | - | < 3,0 | < 3,0 | - | 74,00 | < 3,0 | - | < 3,0 | < 3,0 | - |
| Óleos e Graxas | mg/L | 1 | - | < 1 | - | - | 2,00 | - | - | 2,00 | - | - | 1,00 | - | - |
| Coliformes Termotolerantes | UFC/100mL | 1 | * | 86,00 | - | - | 11,00 | - | - | 19,00 | - | - | < 1 | - | - |
| Enterococos | UFC/100mL | 1 | - | 100,00 | - | - | 930,00 | - | - | 104,00 | - | - | 4,00 | - | - |
| Temperatura (°C) | °C | - | - | 26,87 | 26,85 | 26,83 | 26,90 | 26,66 | 26,63 | 27,16 | 27,04 | 26,68 | 27,21 | 27,06 | 26,86 |
| Oxigênio (mg/L) | mg/L | - | > 6 | 4,77 | 4,73 | 4,70 | 5,47 | 5,00 | 4,70 | 5,45 | 5,26 | 4,81 | 5,49 | 5,30 | 4,79 |
| pH | | - | 6,5 - 8,5** | 7,95 | 7,93 | 7,94 | 8,35 | 8,27 | 8,24 | 8,40 | 8,28 | 8,23 | 8,42 | 8,27 | 8,21 |
| Condutividade (mS/cm) | mS/cm | - | - | 45,80 | 46,00 | 46,10 | 51,70 | 52,10 | 52,20 | 50,20 | 50,70 | 51,80 | 50,60 | 50,50 | 51,10 |
| Salinidade | | - | - | 29,74 | 29,89 | 29,96 | 34,00 | 34,36 | 34,43 | 32,90 | 33,34 | 34,14 | 33,13 | 33,12 | 33,63 |
| Carbono Orgânico Total | mg/L | 0,5 | 3 | 3 | 4,2 | 3,9 | < 0,5 | < 0,5 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 4,2 | 1 | < 0,5 | 3,5 |
| Turbidez (NTU) | NTU | 0,1 | - | 2,1 | 2,1 | 8,1 | 1,3 | 1,1 | 1,7 | 1,4 | 0,99 | 17 | 1,9 | 0,99 | 55 |
| Alcalinidade Total | mg/L | 5 | - | 40 | 27 | 40 | 38 | 44 | 38 | 42 | 43 | 42 | 59 | 37 | 32 |
| Dureza | mg/L | 5 | - | 10.729,0 | 5.240,0 | 5.690,0 | 4.180,0 | 6.150,0 | 6.610,0 | 5.500,0 | 5.930,0 | 6.400,0 | 5.500,0 | 5.750,0 | 6.000,0 |
| Sólidos Totais | mg/L | 2 | - | 31.577,0 | 34.124,0 | 37.735,0 | 42.139,0 | 42.600,0 | 40.944,0 | 39.372,0 | 38.931,0 | 38.055,0 | 40.054,0 | 38.875,0 | 40.078,0 |
| Sólidos Suspensos Totais | mg/L | 2 | - | 58,0 | 60,0 | 114,0 | 85,0 | 57,0 | 68,0 | 38,0 | 52,0 | 71,0 | 54,0 | 83,0 | 106,0 |
| Nitrogênio Amoniacal | mg/L | 0,1 | 0,4 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,2 |
| Fósforo Total | mg/L | 0,01 | 0,062 | < 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 Hexavalente | 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 |
| Índices Fenóis | mg/L | 0,001 | 0,06 | 0,02 | 0,01 | 0,005 | 0,04 | 0,01 | 0,02 | 0,007 | 0,02 | 0,02 | 0,03 | 0,06 | 0,009 |
| Fosfato (como PO ₄) | mg/L | 0,03 | - | < 0,03 | < 0,03 | < 0,03 | 0,07 | 0,06 | 0,06 | 0,07 | 0,04 | 0,04 | 0,03 | 0,04 | < 0,03 |
| Cianeto Livre | 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 |
| Arsênio | mg/L | 0,05 | 0,01 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 |
| Mercurio | mg/L | 0,000058 | 0,0002 | < 0,00006 | < 0,00006 | < 0,00006 | < 0,00006 | < 0,00006 | < 0,00006 | < 0,00006 | < 0,00006 | < 0,00006 | < 0,00006 | < 0,00006 | < 0,00006 |
| Antimônio | mg/L | 0,025 | - | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 |
| Cádmio | mg/L | 0,005 | 0,005 | 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | 0,005 |
| Chumbo | mg/L | 0,05 | 0,01 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 |
| Zinco | mg/L | 0,05 | 0,09 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 |
| Vanádio | 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 |
| Níquel | mg/L | 0,05 | 0,025 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 |
| Bário | mg/L | 0,05 | 1 | < 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 | 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 |
| Molibdênio | 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 |
| Manganês | mg/L | 0,05 | 0,1 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 |
| Magnésio | mg/L | 2,5 | - | 111,00 | 114,00 | 106,00 | 119,00 | 53,50 | 112,00 | 46,30 | 50,00 | 160,00 | 192,00 | 57,00 | 136,00 |
| Estrôncio | mg/L | 0,05 | - | 1,50 | 1,80 | 1,60 | 1,90 | 1,10 | 1,70 | 0,92 | 0,84 | 2,40 | 2,30 | 1,10 | 2,10 |
| Cobalto | mg/L | 0,025 | - | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 |
| Alumínio Dissolvido | mg/L | 0,05 | 1,5 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 |
| Cobre Dissolvido | mg/L | 0,025 | 0,005 | < 0,025 | 0,115 | 1,8 | 0,13 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | < 0,025 | 0,385 |
| Ferro Dissolvido | mg/L | 0,05 | 0,3 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 |
| Nitrato (como N) | mg/L | 0,1 | 0,4 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | 0,4 | 0,4 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 |
| Nitrito (como N) | mg/L | 0,02 | 0,07 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 |
| Cloreto | mg/L | 1 | - | 18.325,0 | 18.728,0 | 21.095,0 | 23.467,0 | 23.047,0 | 22.751,0 | 21.844,0 | 21.639,0 | 22.855,0 | 21.770,0 | 22.697,0 | 22.246,0 |
| Sulfato | mg/L | 1 | - | 1.893,0 | 1.963,0 | 2.145,0 | 2.536,0 | 2.486,0 | 2.453,0 | 2.340,0 | 2.312,0 | 2.471,0 | 2.331,0 | 2.452,0 | 2.391,0 |
| Nitrogênio Orgânico | mg/L | 0,1 | - | 2,40 | 1,10 | 2,20 | 2,40 | 0,82 | 2,40 | 3,00 | 2,00 | 2,40 | 1,10 | 0,95 | 2,50 |
| Nitrogênio Total Kjeldahl | mg/L | 0,2 | - | 2,40 | 1,10 | 2,20 | 2,40 | 0,82 | 2,40 | 3,00 | 2,00 | 2,40 | 1,10 | 0,95 | 2,50 |
| Nitrogênio Total | mg/L | 0,5 | - | 2,40 | 1,10 | 2,20 | 2,40 | 0,82 | 2,40 | 3,00 | 2,40 | 2,80 | 1,10 | 0,95 | 2,50 |

1 - Águas Salinas, Classe 1. * depende do destino de uso dessa água. **não devendo haver uma mudança do pH natural maior do que 0,2 unidade. Em vermelho, os resultados que não respeitam os limites do CONAMA.

Temperatura (°C)

A temperatura da água nas estações de águas salinas avaliadas apresentou uma variação global de 26,27°C a 31,00°C. De acordo com a **FIGURA 5.1.5.3-29** os valores mais elevados foram observados na campanha de verão (29,0°C a 31,0°C), em março de 2009, e no período de inverno, em setembro de 2009, houve uma queda generalizada da temperatura da água (26,27°C a 27,25°C). As diferenças observadas foram comprovadas estatisticamente pela aplicação do teste de Mann-Whitney, com valor de p menor do que 0,05 (**TABELA 5.1.5.3-3**). Este resultado é esperado, pois durante o inverno há um aumento da nebulosidade, diminuindo a incidência de luz sobre as águas do canal. A ocorrência de chuvas torrenciais que atingiram toda a área do recôncavo baiano no período de julho a setembro, também contribuiu para queda da temperatura da água no canal do rio Paraguaçu.

Quando é feita a comparação da temperatura da água nos diferentes trechos, foram observadas diferenças estatisticamente significativas na campanha de verão, quando as águas da Baía de Iguape estavam mais quentes que no Canal Central e Desembocadura. Já no inverno foi registrada uma homogeneidade nos valores encontrados nos três trechos avaliados. Na comparação entre marés observou-se que não houve oscilação significativa da temperatura ao longo dos períodos de cheia e vazia (**FIGURA 5.1.5.3-30**). Em relação ao perfil deste indicador na coluna d'água os resultados demonstraram o óbvio, ou seja, decréscimo da temperatura em direção ao fundo. Do ponto de vista ecológico, todos os valores de temperatura registrados apresentaram oscilação coerente com o ambiente avaliado.

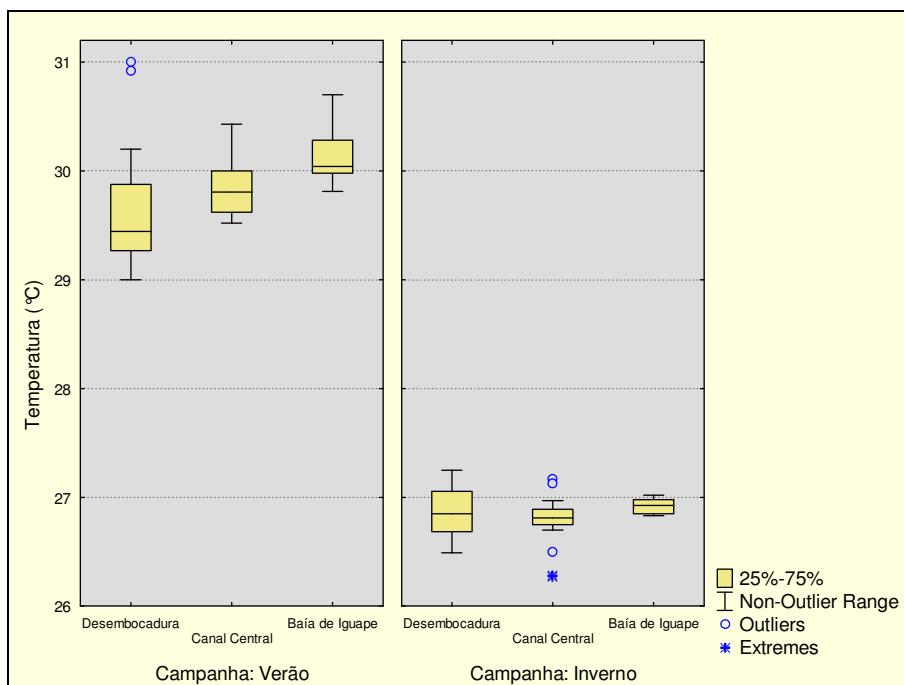


FIGURA 5.1.5.3- 29 – Comparação da temperatura observada em cada trecho avaliado entre as campanhas de verão e inverno, na área do Canal do Paraguaçu, no ano de 2009.

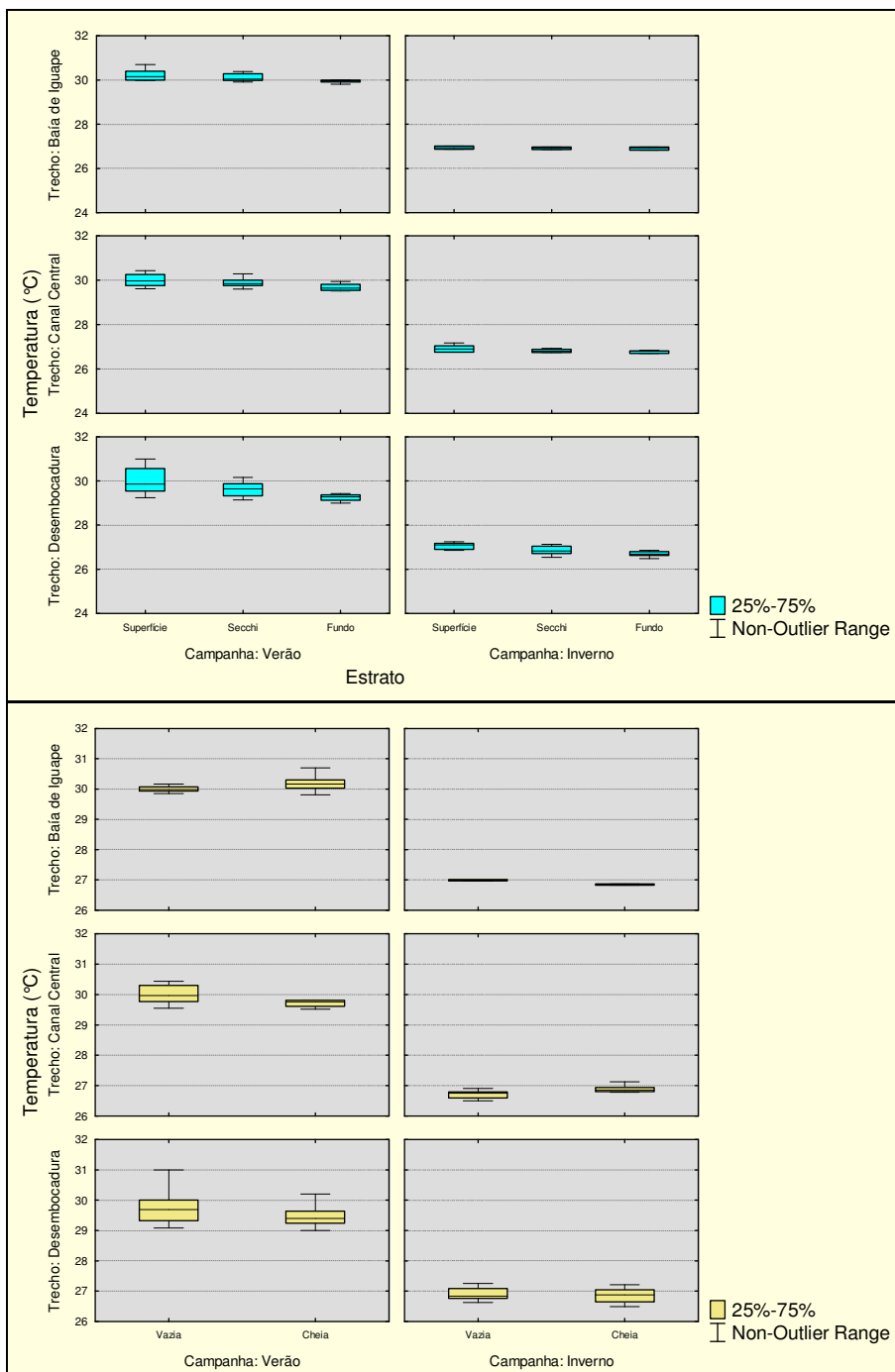


FIGURA 5.1.5.3- 30 – Comparação da temperatura observada em cada estrato (acima) e maré (abaixo) avaliados ao longo das campanhas de verão e inverno, na área do Canal do Paraguaçu, no ano de 2009.

Oxigênio Dissolvido

Os teores de oxigênio dissolvido no Canal do Paraguaçu apresentaram oscilação global entre 4,37 mg/L e 6,22 mg/L. Comparados ao limite legal de 6,0 mg/L para águas salinas da Classe 1 da Resolução CONAMA 357/05, a maioria das estações apresentou teores abaixo deste patamar (**FIGURA 5.1.5.3-31**). Por outro lado, quando é feito o cálculo da saturação de oxigênio - indicador que leva em conta a interferência da temperatura e salinidade sobre a solubilidade do oxigênio na água – nota-se que o menor percentual encontrado foi de 68,92%, com a maioria das estações registrando saturação superior a 77,00%, chegando a alcançar um valor máximo de 98,78% na estação PNAV01 (Desembocadura). Desta forma, conclui-se que não foram registrados maiores problemas em relação à oferta de oxigênio na água.

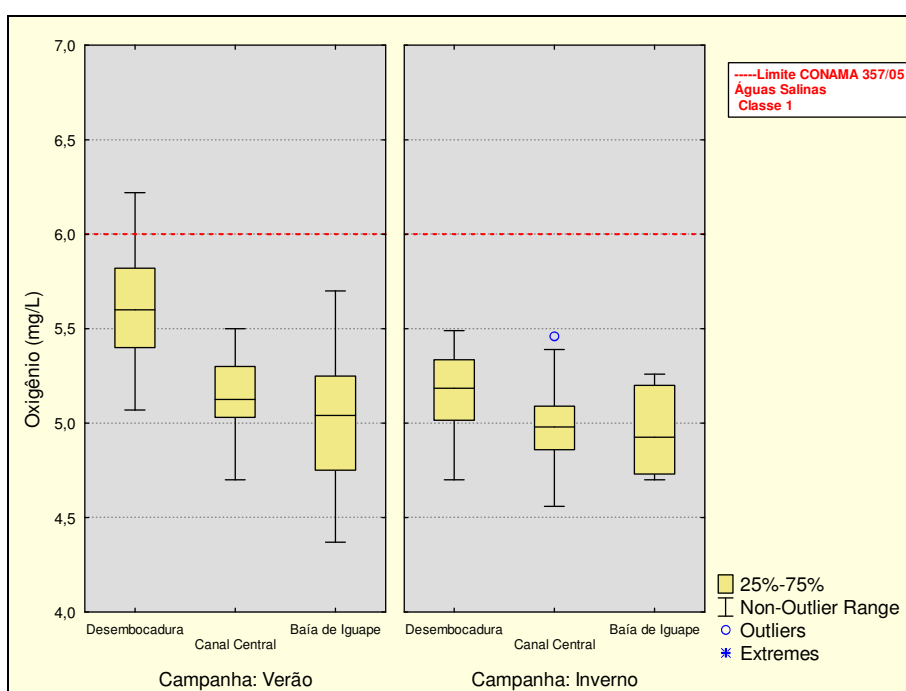


FIGURA 5.1.5.3- 31 – Comparação dos teores de oxigênio dissolvido em cada trecho avaliado entre as campanhas de verão e inverno, na área do Canal do Paraguaçu, no ano de 2009.

Na comparação entre as campanhas de amostragem (**FIGURA 5.1.5.3-32**), é possível notar que, tal qual a temperatura, os teores mais elevados de oxigênio são observados durante o verão, resultado esperado e associado à maior atividade fotossintética nessa estação. As diferenças observadas somente não foram consideradas estatisticamente significativas para no trecho da Baía de Iguape. A comparação entre os resultados encontrados em cada trecho avaliado, contudo, revelou a existência de diferenças estatisticamente significativas, principalmente pelos teores mais elevados de oxigênio encontrados na desembocadura do canal.

A avaliação dos resultados ao longo do ciclo diário de marés (**FIGURA 5.1.5.3-32**) revelou pouca variabilidade quanto aos teores de oxigênio dissolvido, fato evidenciado pela ausência de diferenças estatisticamente significativas, segundo o teste de Mann-Whitney aplicado. Comparando-se diferentes estratos (superfície, secchi e fundo), nota-

se um comportamento diferente, porém esperado, que é o decréscimo dos valores em direção ao fundo.

De modo geral, os teores de oxigênio registrados nas duas campanhas de monitoramento são considerados satisfatórios e a sua disponibilidade esteve sendo regulada, principalmente, por fatores sazonais.

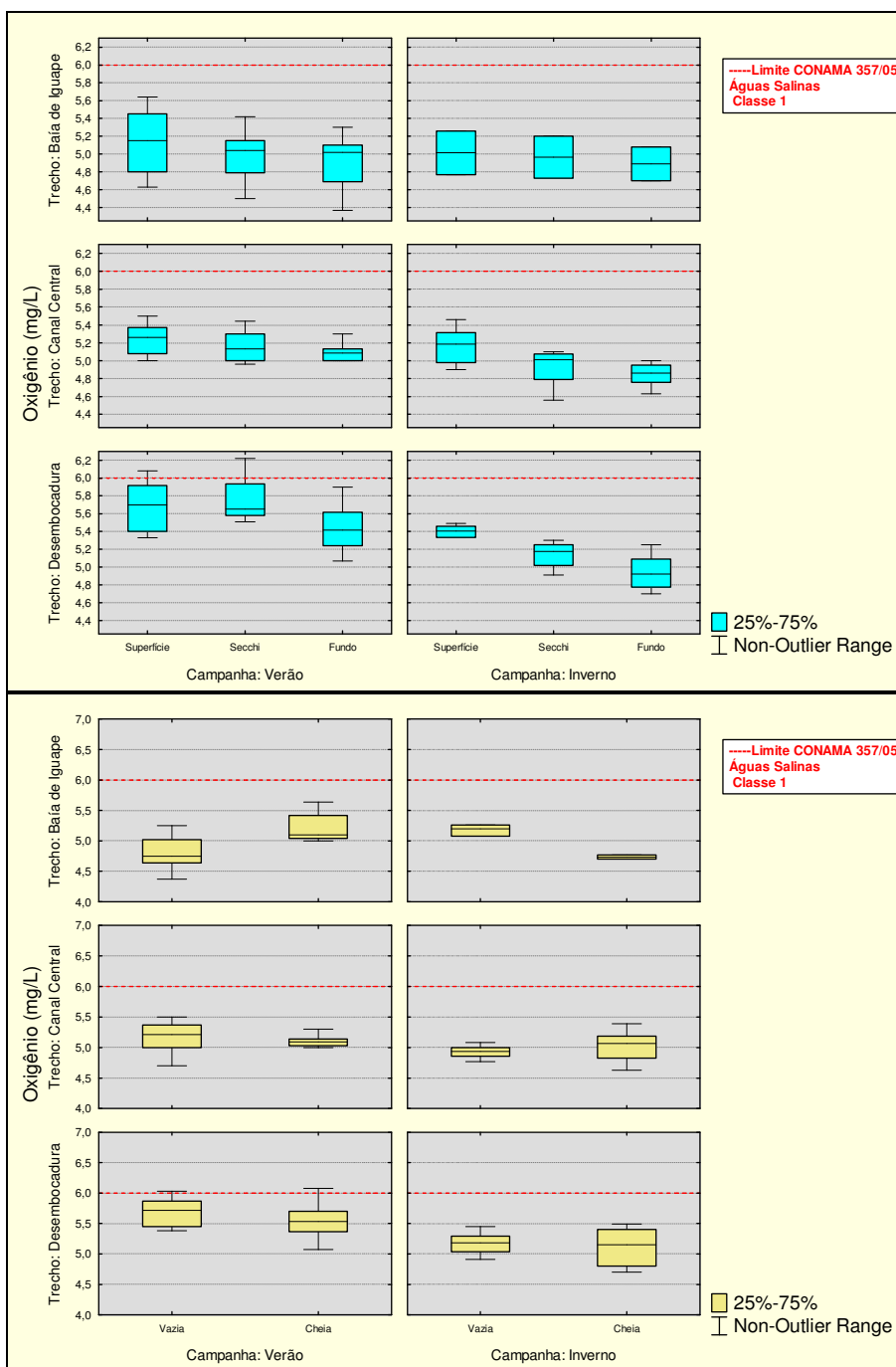


FIGURA 5.1.5.3- 32 – Comparação dos teores de oxigênio em cada estrato (acima) e maré (abaixo) avaliados ao longo das campanhas de verão e inverno, na área do Canal do Paraguaçu, no ano de 2009.

pH

Todos os valores de pH obtidos nas duas campanhas de amostragem, de 7,22 a 8,43, estiveram dentro da faixa de 6,5 a 8,5 prevista na Classe 1 de águas salinas da Resolução CONAMA 357/05 (**FIGURA 5.1.5.3-33**). Foram também observadas diferenças estatisticamente significativas entre os trechos avaliados, onde nota-se um gradiente espacial desde a Baía de Iguape, com águas mais neutras – sob influência das águas doces oriundas de Pedra do Cavalo e afluentes situados no trecho São Felix / Maragogipe - até a desembocadura, onde a maior influência das águas da Baía de Todos os Santos (BTS) torna o meio mais alcalino.

Na comparação entre marés também foram observadas diferenças estatisticamente significativas, com pH mais alcalino na maré cheia (**FIGURA 5.1.5.3-34**), obviamente, por influência das águas da BTS em todo o canal. Na análise de perfil não foram observadas diferenças significativas entre superfície, secchi e fundo, denotando ausência de estratificação.

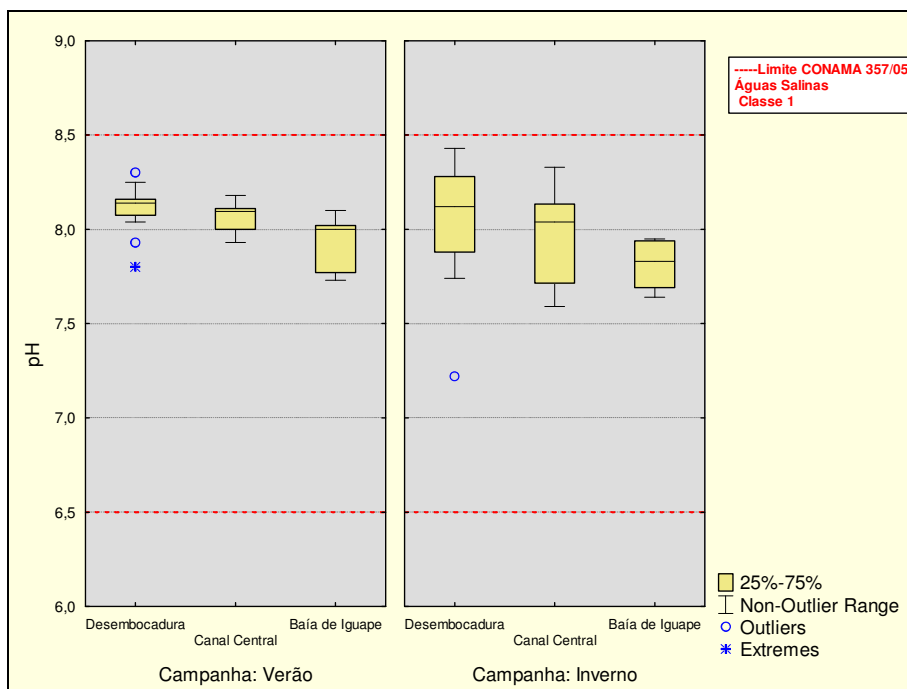


FIGURA 5.1.5.3- 33 – Comparação do pH observado em cada trecho avaliado entre as campanhas de verão e inverno, na área do Canal do Paraguaçu, no ano de 2009.

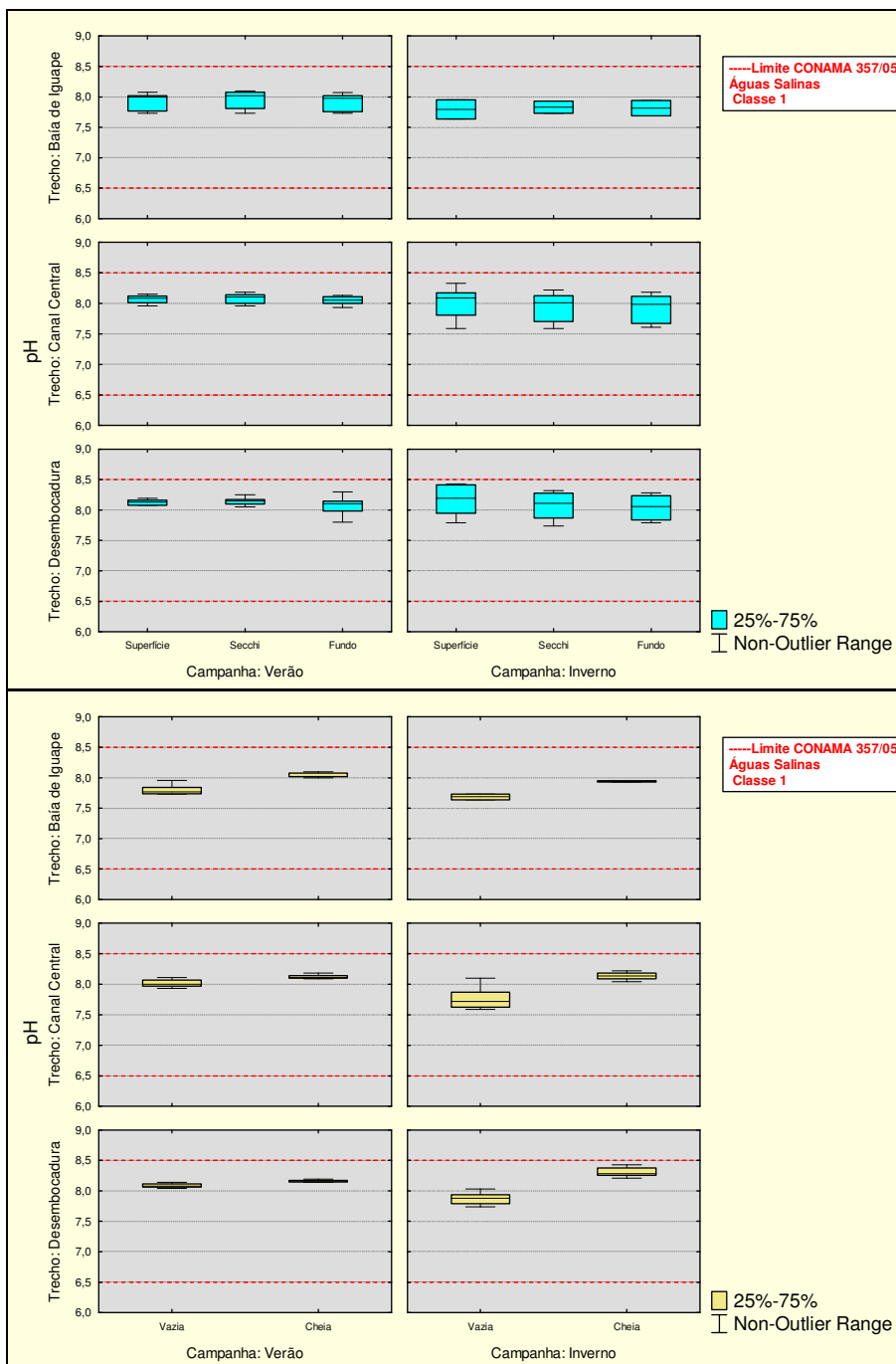


FIGURA 5.1.5.3- 34 – Comparação do pH observado em cada estrato (acima) e maré (abaixo) avaliados ao longo das campanhas de verão e inverno, na área do Canal do Paraguaçu, no ano de 2009.

Condutividade

Os dados de condutividade da primeira campanha de amostragem foram considerados subestimando e certamente houve algum problema no equipamento de medição, pois os valores obtidos não ultrapassaram 4,3 mS/cm, incompatível com a salinidade verificada na área. Na segunda campanha, os valores apurados foram mais coerentes, oscilando

entre 39,40 mS/cm a 52,80 mS/cm, formando um gradiente espacial crescente da Baía de Iguape para a desembocadura.

Salinidade

A salinidade medida no canal do Paraguaçu oscilou entre 23,00 e 36,35 nas duas campanhas de amostragem (**FIGURA 5.1.5.3-35**). De acordo com Boney (1975)³⁴, variações no conteúdo total de sais na água, desde as águas salobras dos estuários até as salinidades elevadas no mar aberto, funcionam como barreiras em relação à distribuição espacial do plâncton, bentos e nécton. O estudo realizado pelo Instituto do Meio Ambiente (antigo CRA, 2000)³⁵, indicou que a salinidade da água da BTS é típica de ambiente marinho, apresentando valores maiores que 30, exceto em áreas próximas às desembocaduras dos principais rios que drenam a BTS, cujo principal é o rio Paraguaçu.

O padrão observado esteve coerente com as interferências naturais existentes, tais como: águas doces, maré e período sazonal. Na comparação entre verão e inverno todos os trechos avaliados apresentaram diferenças estatisticamente significativas (**FIGURA 5.1.5.3-36**). O mesmo ocorreu quando comparadas maré cheia com vazia. Já na análise de perfil, tal qual o pH, o teste estatístico confirmou a ausência de estratificação química na coluna d'água.

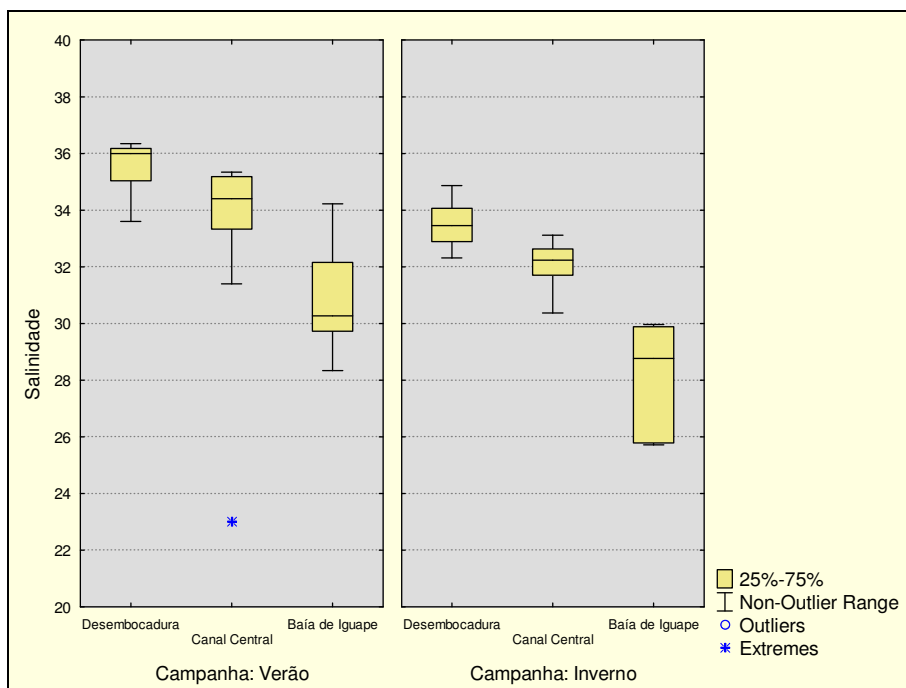


FIGURA 5.1.5.3- 35 – Comparação da salinidade observada em cada trecho avaliado entre as campanhas de verão e inverno, na área do Canal do Paraguaçu, no ano de 2009.

³⁴ BONEY. A. D. *Phytoplankton*. The Institute of Biology's Studies in Biology no 52. Edward Arnold. 1975.

³⁵ CRA/HYDROS/CH2MHILL. Saneamento Ambiental da Baía de Todos os Santos. Modelamento e avaliação ambiental: Desenvolvimento de modelos computacionais de circulação hidrodinâmica, de transporte de contaminantes e de qualidade da água da BTS, e elaboração do seu diagnóstico ambiental - Relatório de estudos básicos. Salvador: Consórcio Hydros/CH2Mhill, 2000.

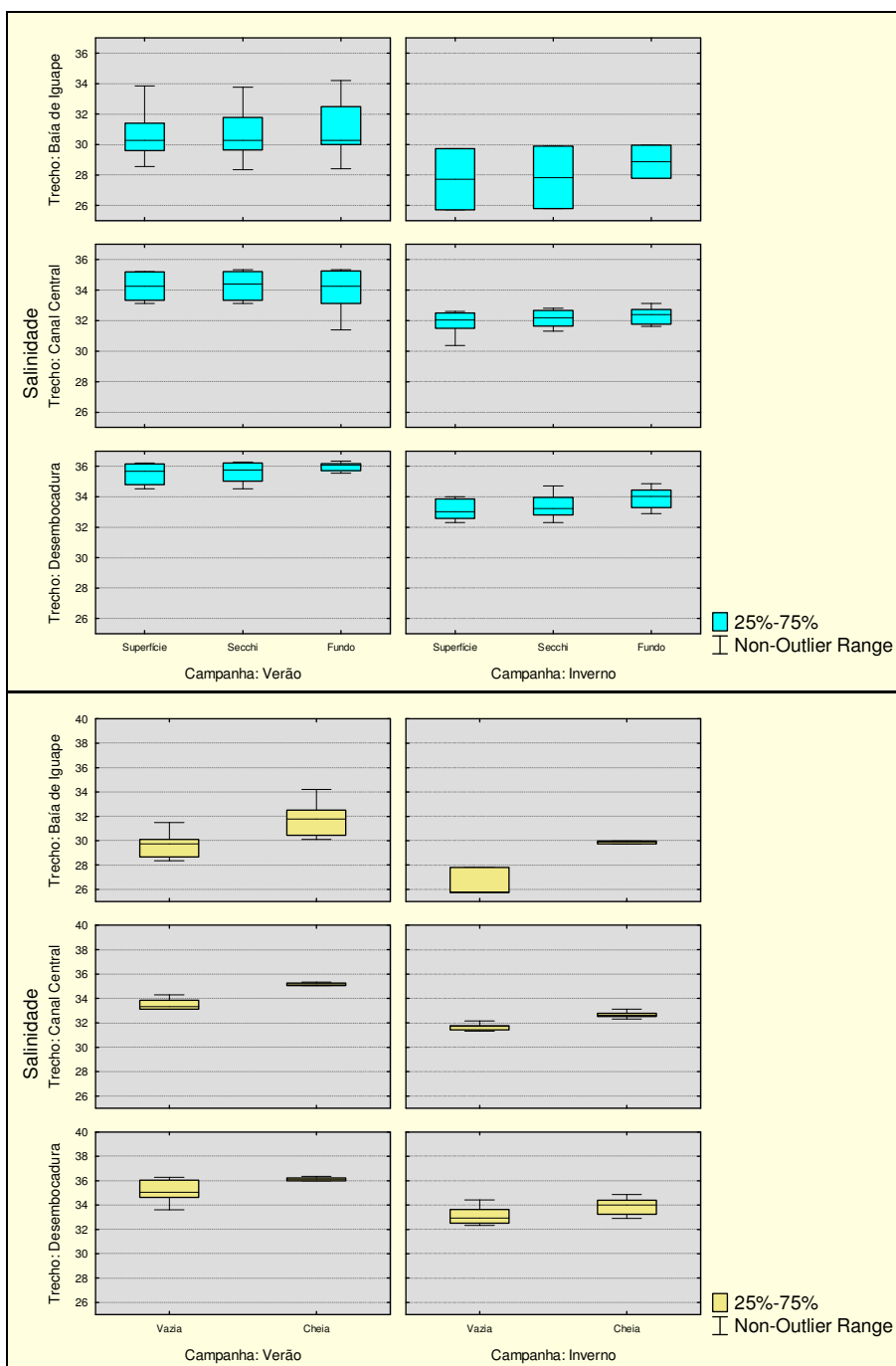


FIGURA 5.1.5.3- 36 – Comparação da salinidade observada em cada estrato (acima) e maré (abaixo) avaliados ao longo das campanhas de verão e inverno, na área do Canal do Paraguaçu, no ano de 2009.

Clorofila A

Os valores de clorofila a oscilaram entre $< 3,0 \mu\text{g/L}$ e $74 \mu\text{g/L}$, este último registrado na amostra de superfície da estação PNAV10C-maré cheia, na campanha de inverno. A **FIGURA 5.1.5.3-37** mostra que a grande maioria dos resultados foi inferior a $10 \mu\text{g/L}$ e a campanha de inverno foi onde ocorreram os maiores picos. Na comparação entre as

campanhas de amostragem, apenas os resultados da desembocadura do canal apresentaram diferenças significativas entre o verão e o inverno. Na comparação entre marés, a **FIGURA 5.1.5.3-38** ilustra que não houve diferenças estatisticamente significativas.

O pico observado na desembocadura do canal pode ser um indicativo da presença de alguma floração de algas na região, porém, não foram encontrados indícios nos demais parâmetros que possam consubstanciar esta hipótese.

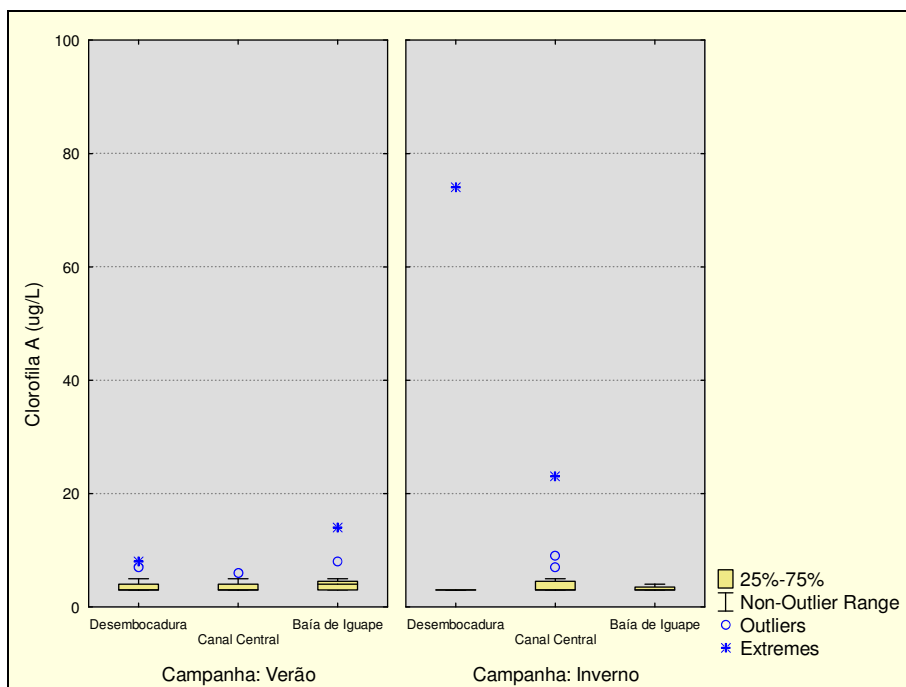


FIGURA 5.1.5.3- 37 – Comparação da clorofila a observada em cada trecho avaliado entre as campanhas de verão e inverno, na área do Canal do Paraguaçu, no ano de 2009.

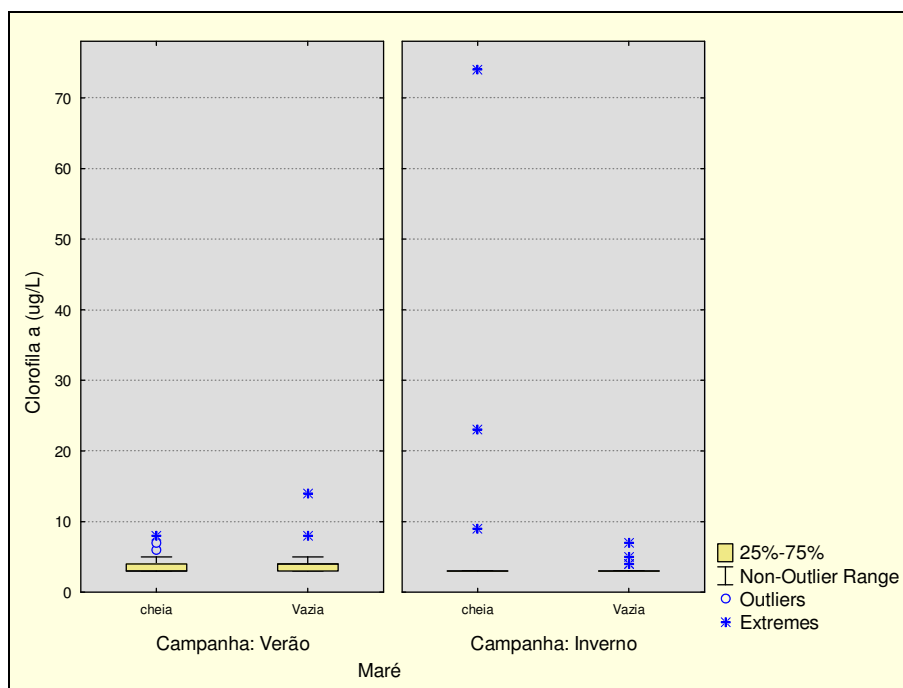


FIGURA 5.1.5.3- 38 – Comparação da clorofila a observada entre as marés, por campanha, na área do Canal do Paraguaçu, no ano de 2009.

Coliformes Termotolerantes e Enterococcus

A concentração de enterobactérias apresentou comportamento distinto para coliformes termotolerantes e Enterococcus, conforme pode ser observado na **FIGURA 5.1.5.3-39**.

As bactérias do grupo coliformes exibiram baixa representatividade na maioria das amostras avaliadas nas duas campanhas avaliadas, registrando número de colônias oscilando entre $< 1,0$ e $> 2,4 \times 10^3$ NMP/100mL, este último obtido unicamente na estação PNAV04-cheia na campanha de verão, em março de 2009. Esse foi o único resultado que, possivelmente, ultrapassou o limite de $2,5 \times 10^3$ NMP/100mL de balneabilidade imprópria estabelecido pela Resolução CONAMA 274/00 para amostras isoladas. Todos as demais amostras estiveram abaixo deste patamar, e somente uma delas apresentou concentração superior a $1,0 \times 10^3$ NMP/100mL, a estação PNAV07-verão-vazia. No inverno, todos os resultados foram bastante reduzidos e em conformidade com a legislação.

Na comparação entre verão x inverno, apenas os resultados do trecho Baía de Iguape exibiram diferenças estatisticamente significativas quanto aos coliformes termotolerantes.

Já em relação às bactérias do grupo Enterococcus houve muitas amostras que apresentaram concentrações superiores a $4,0 \times 10^2$ UFC/100mL, limite de balneabilidade imprópria da Resolução CONAMA 274/00 para amostras isoladas, particularmente na campanha de inverno. A oscilação observada na campanha de verão foi de < 1 a $1,85 \times 10^2$ UFC/100mL, enquanto que no inverno há uma elevação significativa dos resultados, que passaram a oscilar entre $< 1,0$ e $2,2 \times 10^3$ UFC/100mL. O trecho que apresentou os resultados mais elevados foi a desembocadura do Canal, especialmente nas estações posicionadas à jusante de São Roque – PNAV10B, PNAV10C e PNAV10D. Na Baía de

Iguape também foram registrados teores elevados. Ao atingir a BTS, na altura da estação PNAV01, o teor de bactérias do grupo Enterococcus foi inferior a 6,0 UFC/100ML.

O teste de Mann-Whitney comprovou a existência de diferenças estatisticamente significativas nos teores de Enterococcus entre as campanhas de verão e inverno, para o trecho desembocadura.

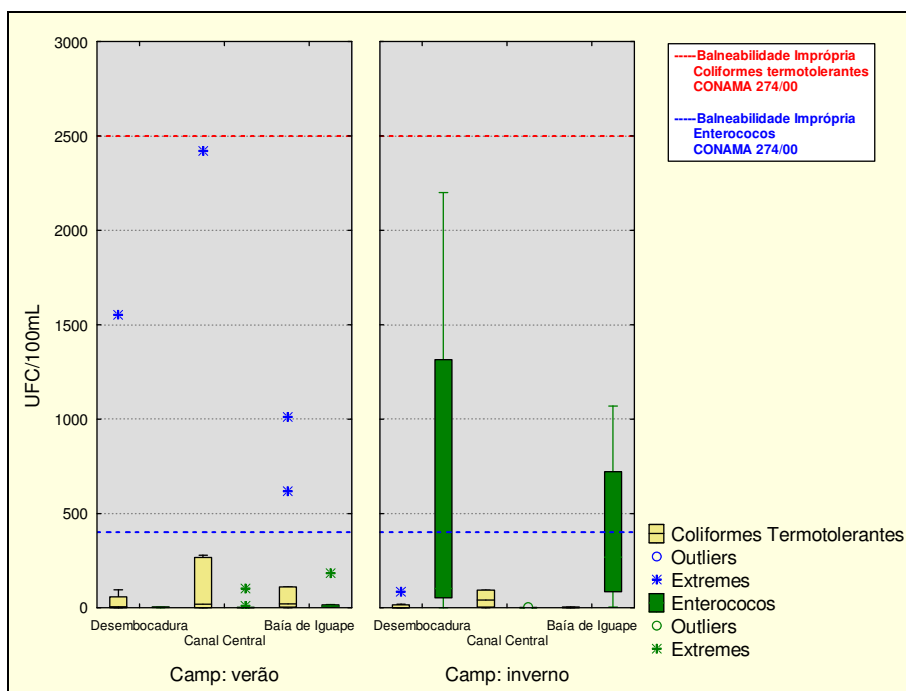


FIGURA 5.1.5.3- 39 – Comparação dos teores de Coliformes Termotolerantes e Enterococos observados na área de estudo ao longo das campanhas de verão e inverno no ano de 2009.

Carbono Orgânico Total-COT

Os valores de COT observados na área de estudo foram discrepantes nas campanhas de verão e inverno. No verão os valores oscilaram entre < 0,5 e 126 mg/L, este último obtido na amostra da estação PANV09-secchi-cheia. No inverno a variabilidade foi bem menos pronunciada, com resultados entre < 0,5 e 7,40 mg/L, sendo este registrado na estação PNAV04-superfície-vazia (FIGURA 5.1.5.3-40 e 5.1.5.3-41).

Comparando os valores encontrados com o limite máximo de 3,0 mg/L da Classe 1 de águas salinas da Resolução CONAMA 357/05, quase a totalidade dos resultados da campanha de verão ultrapassou esta barreira, exceto as estações situadas na desembocadura do canal. Já na campanha de inverno a maioria dos teores de COT apurados esteve em conformidade com o limite legal citado. O teste de Mann-Whitney aplicado no cruzamento dos dados de verão e inverno apontou a existência de diferenças estatisticamente significativas nos três trechos avaliados.

No meio ambiente as principais fontes de adição de carbono orgânico na água decorrem da própria densidade de biota aquática (plâncton e bentos), bem como da decomposição da matéria orgânica oriunda das áreas de manguezal (folhas, galhos, propágulos) e, por fim, dos aportes continentais. Os dados de verão sugerem que algum evento ocorreu

para provocar uma “explosão” nos teores de COT presentes na água da Baía de Iguape, que por sua vez exerce influência sobre o canal central do Paraguaçu. Entre as causas prováveis destacam-se duas: despejos de efluentes ou floração de algas. No entanto, quando se analisa os demais parâmetros que também estariam associados a tais eventos (oxigênio, clorofila, coliformes, fósforo, fosfatos, nitratos), não se encontram elementos convincentes para assumir como verdade essa explicação para o aumento do COT no verão. Desta forma, não pode ser descartada a hipótese de ocorrência de erros analíticos na primeira campanha de amostragem.

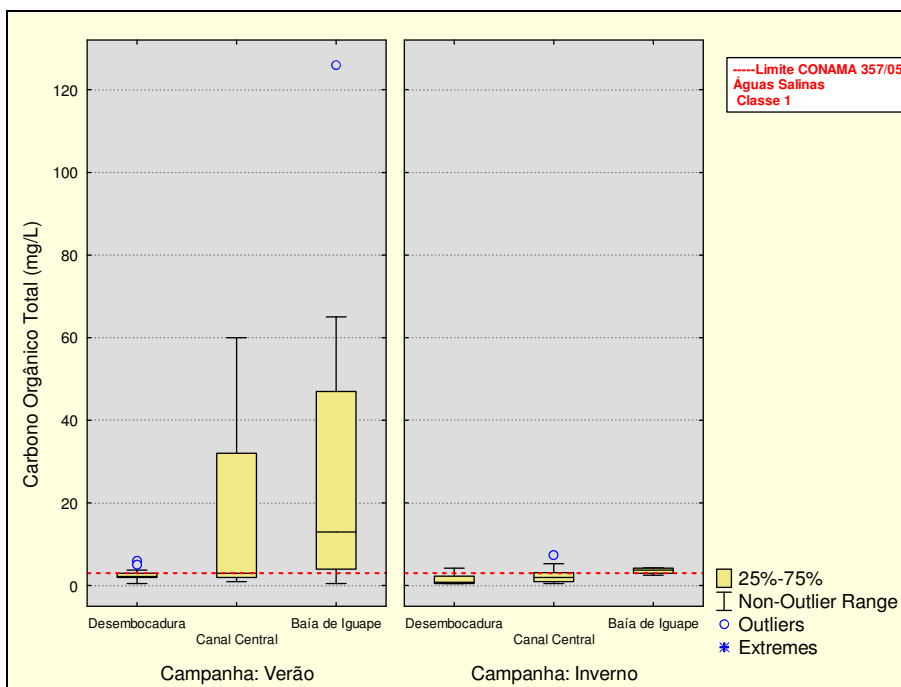
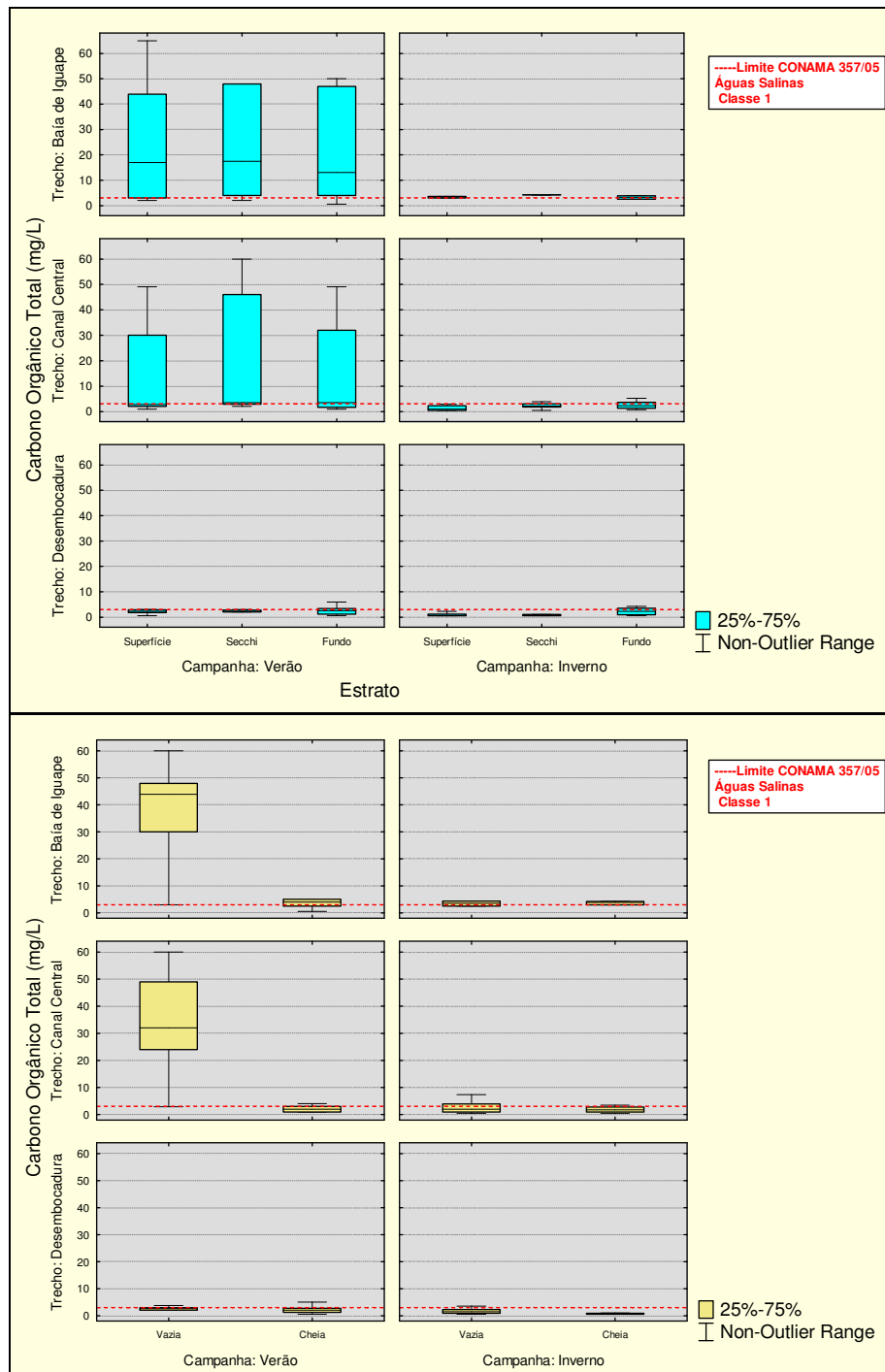


FIGURA 5.1.5.3- 40 – Comparação do COT observado em cada trecho avaliado entre as campanhas de verão e inverno, na área do Canal do Paraguaçu, no ano de 2009.



Compostos Fosforados (Fósforo e Fosfatos)

Os compostos fosforados avaliados no presente monitoramento apresentaram concentrações reduzidas em todas as amostras avaliadas, apresentando valores bem próximos dos respectivos limites de detecção do método. O fósforo apresentou variação

global entre $< 0,01$ e $0,06$ mg/L, enquanto que o fóstato total oscilou entre $< 0,03$ e $0,19$ mg/L, sendo este último obtido na amostra de fundo da campanha de inverno da estação PNAV01-vazia. Estes resultados são contraditórios com os valores de COT, que é também um indicador de matéria orgânica dissolvida na água. Enquanto os teores de carbono no verão foram muito elevados, os de fósforo permaneceram reduzidos e similares ao longo das campanhas.

Compostos Nitrogenados (N. Total, N. Kjeldahl, N. Orgânico, Nitrato, Nitrito e N. Amoniacal)

Outros indicadores que também se contrapõem aos teores de COT registrados no verão são os compostos nitrogenados. Os teores de nitrito e nitrogênio amoniacal foram inferiores ao limite de quantificação do método em quase todas as amostras. Já o Nitrogênio total e o Kjeldahl apresentaram variação similar ao longo das campanhas, indicando que maior parte do nitrogênio presente na água é de origem orgânica. Só que na comparação entre verão e inverno, as diferenças observadas nos três trechos avaliados (B. Iguape, Canal Central e Desembocadura) foram estatisticamente significativas. Observando a **FIGURA 5.1.5.2-42** nota-se claramente que no inverno os teores de nitrogênio foram mais elevados que no verão, comportamento inverso ao observado na análise do COT.

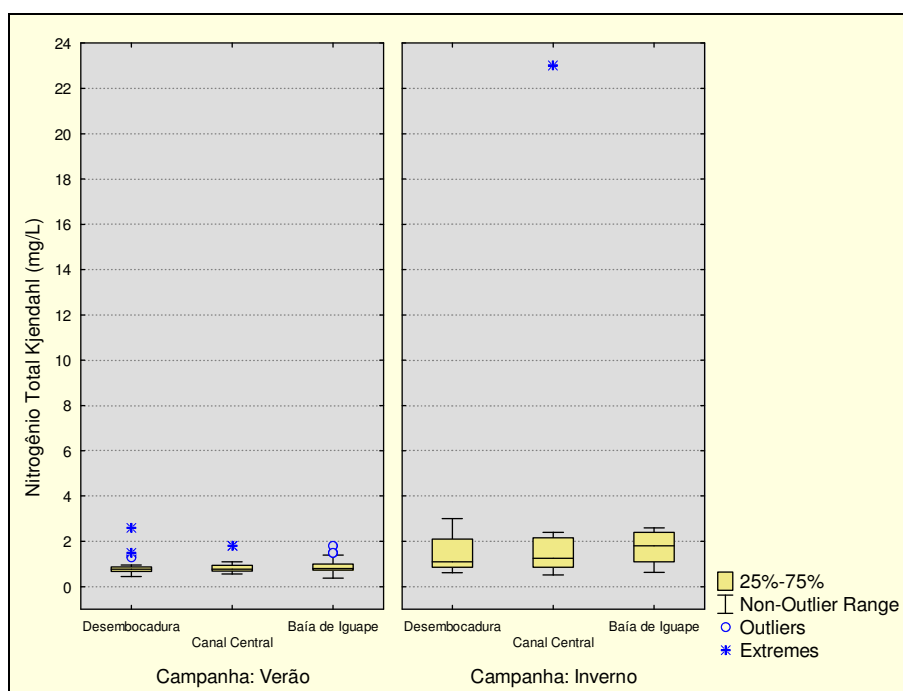


FIGURA 5.1.5.3- 42 – Comparação do N. Total observado em cada trecho avaliado entre as campanhas de verão e inverno, na área do Canal do Paraguaiçu, no ano de 2009.

Analisando o comportamento no nitrogênio na coluna d'água (**FIGURA 5.1.5.3-43**) observa-se que o mesmo encontra-se bem distribuído, exceto por uma elevação dos teores nas amostras de fundo da Baía de Iguape, que pode ter decorrido de alguma interferência do sedimento no momento da coleta (ressuspensão de material). De todo modo, as diferenças observadas entre os estratos não foram consideradas estatisticamente significativas.

A comparação entre os trechos avaliados revelou que não há gradiente espacial do nitrogênio ao longo do canal do rio Paraguaçu, pois a variação deste indicador em cada trecho foi bastante similar. Já na comparação entre marés foi observado que na campanha de Inverno, os valores encontrados na maré cheia foram significativamente maiores que os da maré vazia, em particular no Canal Central e Desembocadura do rio Paraguaçu.

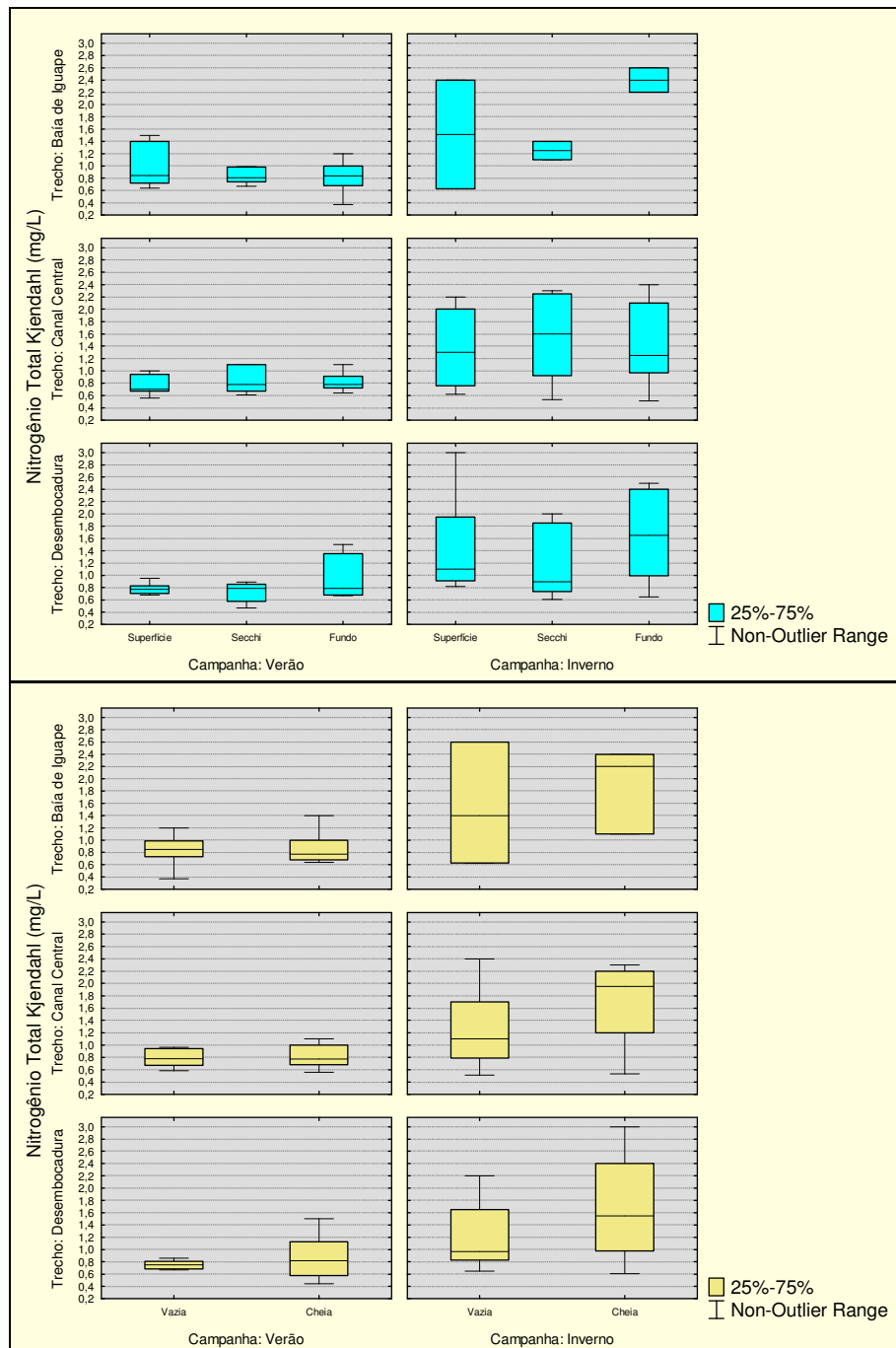


FIGURA 5.1.5.3- 43 – Comparação do N. kjeldahl observado em cada estrato (acima) e maré (abaixo) avaliados ao longo das campanhas de verão e inverno, na área do Canal do Paraguaçu, no ano de 2009.

Óleos e Graxas

A presença de óleos e graxas na água foi evidenciada nas duas campanhas de amostragem (**FIGURA 5.1.5.3-44**), mas com valores muito próximos do limite de quantificação empregado, de 1,0 mg/L, com uma oscilação entre < 1,0 e 3,0 mg/L na maioria das amostras. No entanto, foram observados resultados elevados na campanha de verão em duas delas, ambas situadas na desembocadura do canal: PNAV02, com um valor de 7,0 mg/L, e PNAV10C, que registrou o pico de 19 mg/L. O registro da maior presença de óleos e graxas na desembocadura do rio Paraguaçu pode está associada ao maior tráfego de embarcações naquela região. Em nenhum dos cruzamentos estatísticos realizados (campanha, trecho e maré) foram encontradas diferenças estatisticamente significativas nos resultados.

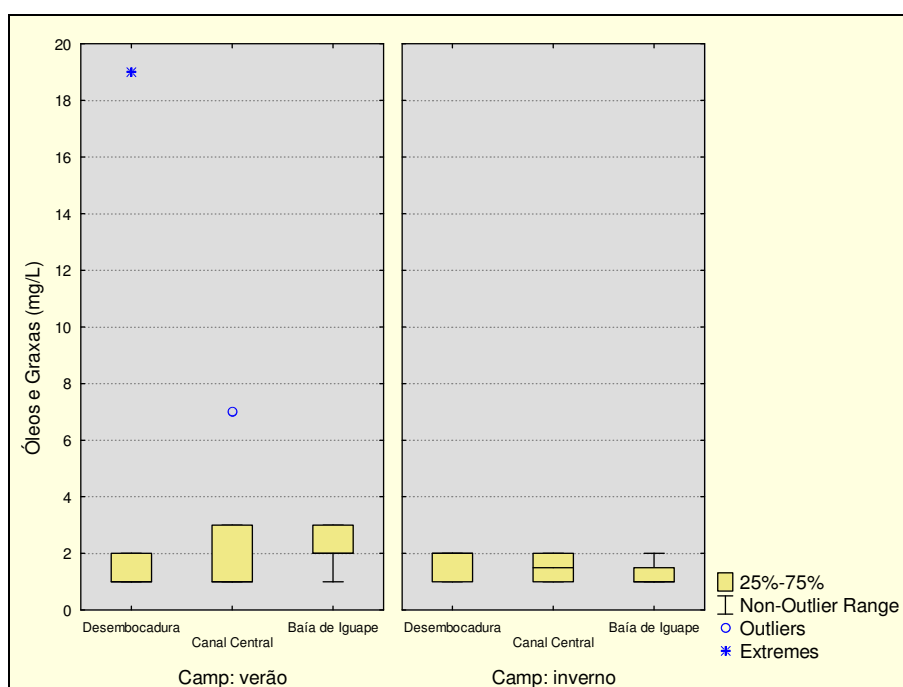


FIGURA 5.1.5.3- 44 – Comparação dos teores de óleos e graxas observados em cada trecho avaliado entre as campanhas de verão e inverno, na área do Canal do Paraguaçu, no ano de 2009.

Turbidez (NTU)

Os valores de Turbidez oscilaram entre < 0,1 e 283 mg/L, este último resultado encontrado na amostra de fundo, campanha de verão, maré vazia, da estação PNAV10C. Provavelmente a garrafa amostradora tenha tocado no fundo e ressuspendido material, provocando a distorção observada. De todo modo, considera-se que todos os resultados encontrados são esperados para o tipo de ambiente avaliado, e não representam risco à biota aquática. Na análise da **FIGURA 5.1.5.3-45** fica claro que a turbidez foi mais elevada na campanha de verão, em todos os trechos avaliados, onde nota-se também um gradiente descendente em direção à desembocadura, fato comprovado estatisticamente pela aplicação do teste de Kruskal-Wallis. Na avaliação em perfil, nota-se também um gradiente de elevação da turbidez em direção ao fundo, em todos os trechos avaliados (**FIGURA 5.1.5.3-46**), cujas diferenças foram consideradas

estatisticamente significativas. Entre marés, a variação observada na cheia foi similar à da vazia em cada um dos trechos.

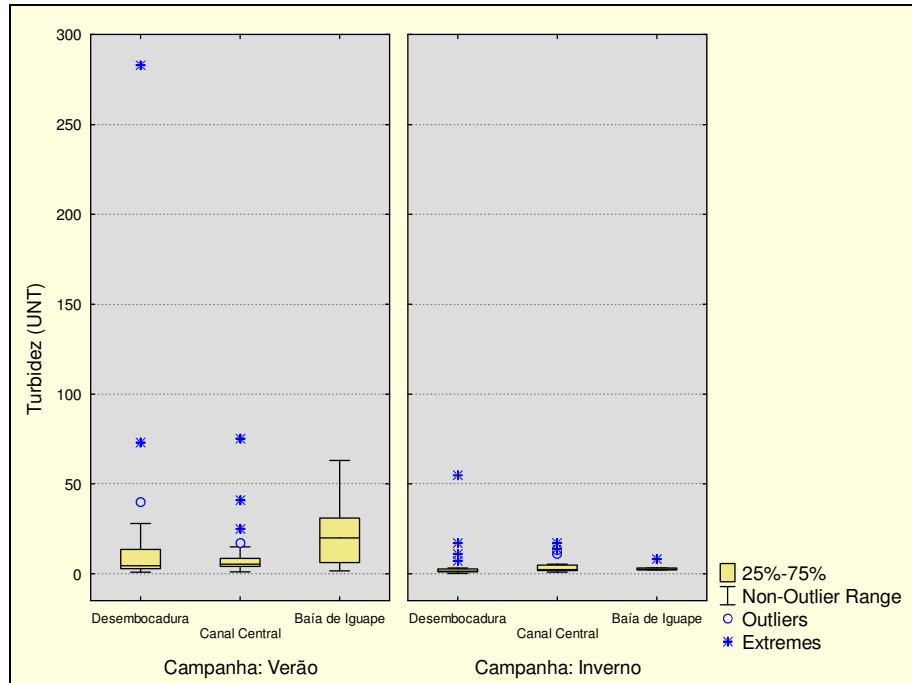


FIGURA 5.1.5.3- 45 – Comparação da turbidez observada em cada trecho avaliado entre as campanhas de verão e inverno, na área do Canal do Paraguaçu, no ano de 2009.

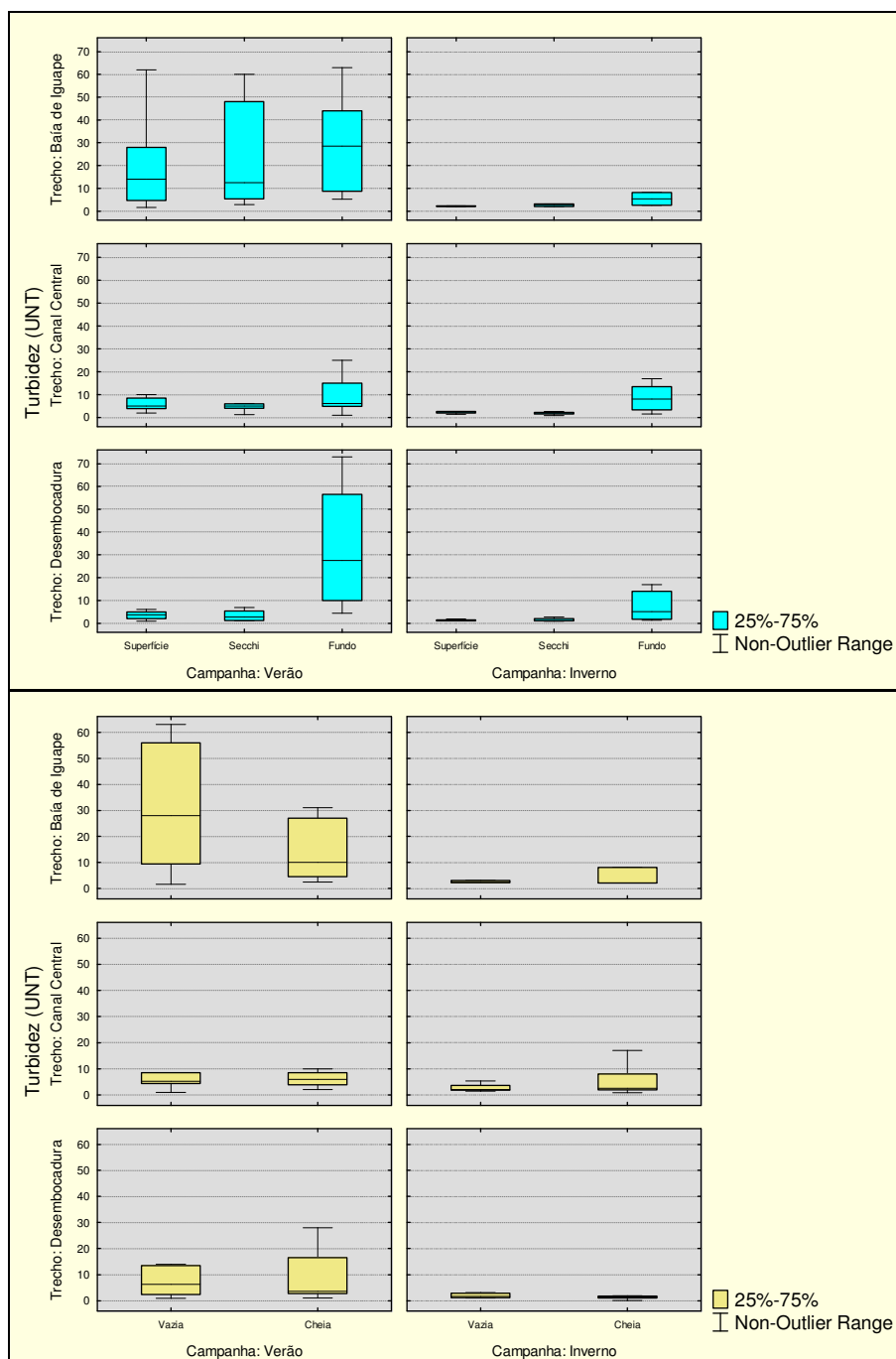


FIGURA 5.1.5.3- 46 – Comparação da turbidez observada em cada estrato (acima) e maré (abaixo) avaliados ao longo das campanhas de verão e inverno, na área do Canal do Paraguaçu, no ano de 2009.

Sólidos

Para avaliação do teor de sólidos presentes na água do canal do Paraguaçu foram avaliadas as frações dissolvidas e particuladas desse indicador. Os resultados denotam o óbvio, isto é, a maior parte dos sólidos nas amostras encontra-se dissolvido na água, devido à maior influência da BTS sobre todo o estuário até a Barragem de Pedra do

Cavalo. Fora o curso principal, os afluentes que drenam para o canal do Paraguaçu são de pequeno porte e com baixa competência hídrica e, embora as contribuições de águas doces sejam contínuas, essas não são suficientes para suplantar a influência da BTS sobre toda a área. Apesar disso, é possível notar um gradiente espacial da Baía de Iguape para a Desembocadura (**FIGURA 5.1.5.3-47**) para os sólidos totais. Na comparação entre verão e inverno não houve diferenças significativas em nenhum dos trechos, exatamente pela influência das águas salinas da BTS, que mantêm os valores sempre elevados independente do período sazonal (oscilação global de 23.973,0 a 43.088,0 mg/L).

O mesmo não se verifica com os sólidos suspensos – que oscilaram entre < 2,0 a 298 mg/L - onde a existência de um gradiente espacial não se verifica, embora a comparação entre os trechos tenha evidenciado diferenças significativas no verão. No inverno houve um aumento do teor de sólidos, mas distribuído ao longo de toda a malha de amostragem.

Na comparação entre marés (**FIGURA 5.1.5.3-48**), o teor de sólidos totais foi mais elevado na maré cheia, devido a maior contribuição da fração dissolvida. Já com a fração suspensa os valores foram similares, e o teste de Mann-Whitney indicou ausência de diferenças estatisticamente significativas.

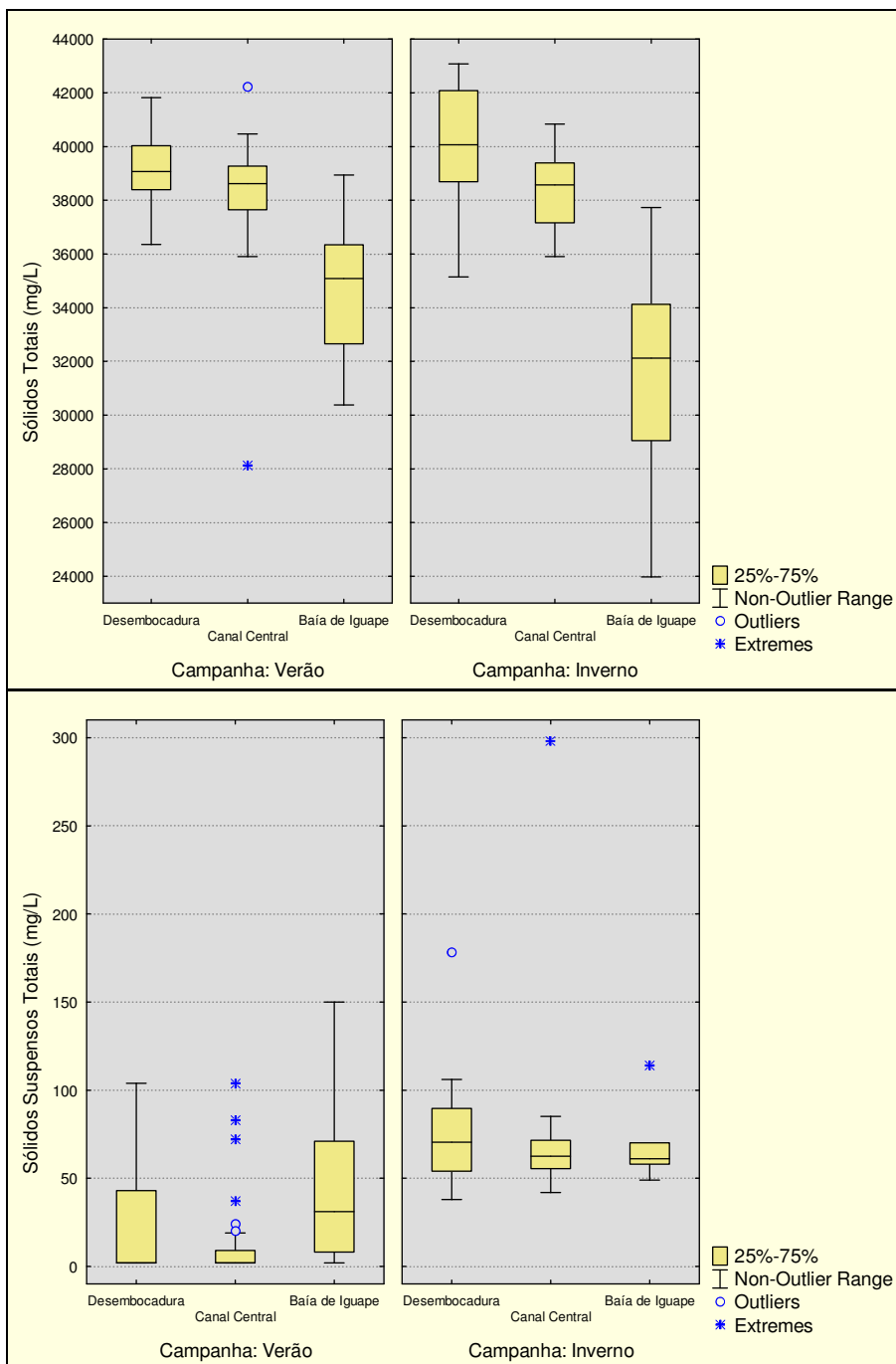


FIGURA 5.1.5.3- 47 – Comparação dos teores sólidos observados em cada trecho avaliado entre as campanhas de verão e inverno, na área do Canal do Paraguaçu, no ano de 2009. Acima os dados de sólidos dissolvidos, abaixo os sólidos suspensos.

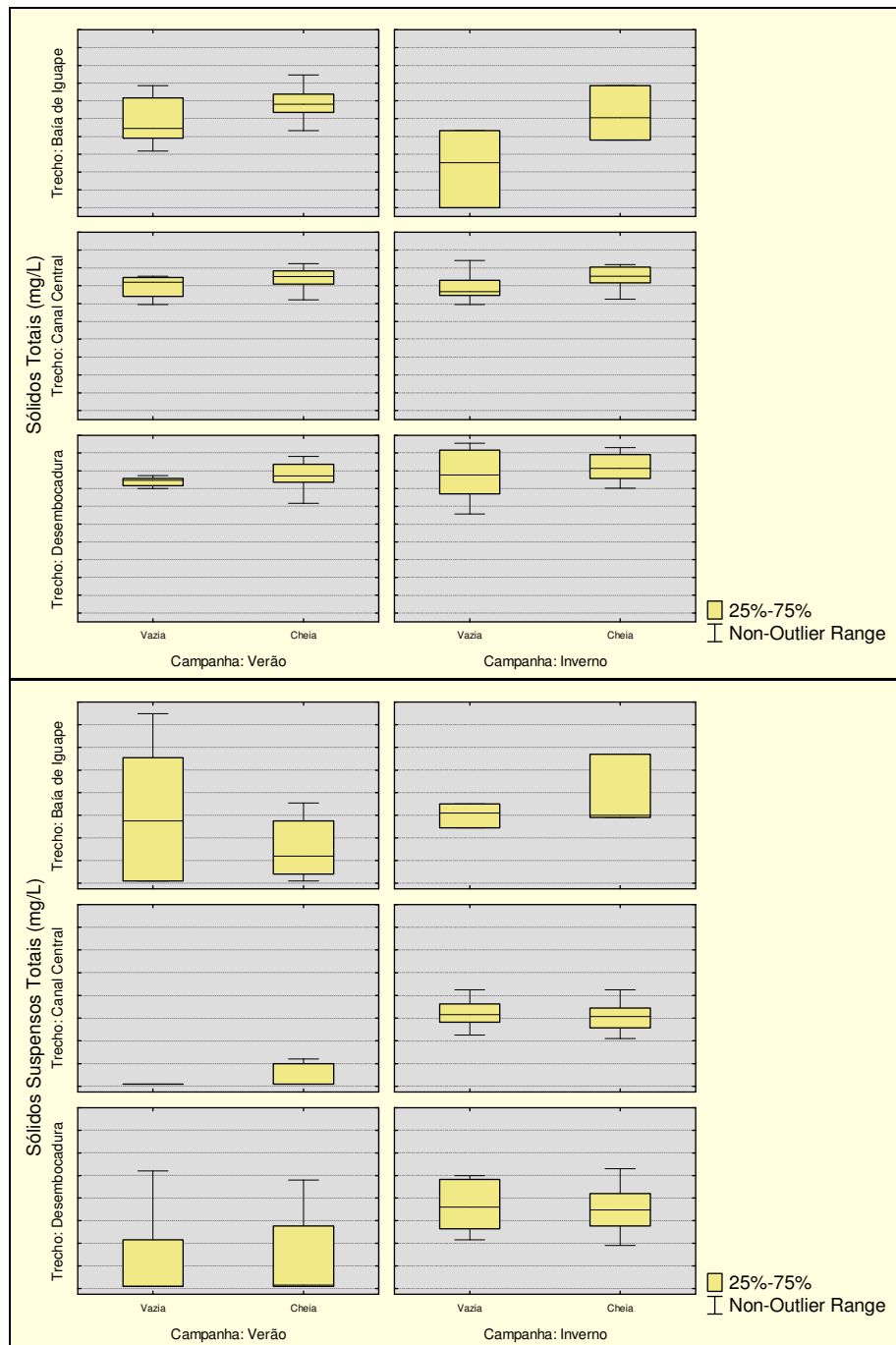


FIGURA 5.1.5.3- 48 – Comparação dos teores sólidos observados por maré, em cada trecho avaliado nas campanhas de verão e inverno, na área do Canal do Paraguaçu, no ano de 2009. Acima os dados de sólidos dissolvidos, abaixo os sólidos suspensos.

Cloretos e Sulfatos

Cloretos e sulfatos são sais que ocorrem em grandes concentrações em águas salinas e salobras, ainda mais em se tratando da área avaliada, onde os indicadores claramente evidenciam a predominância das águas salinas da BTS sobre o canal do rio Paraguaçu.

Observa-se que há um gradiente descendente da desembocadura para a Baía do Iguape para os dois indicadores, que apresentam um comportamento similar em todos os cenários traçados (maré, estrato, campanha).

Os cloretos, obviamente, são mais abundantes que os sulfatos, com a maioria dos resultados na faixa de 14.000,0 a 23.000,0 mg/L (**FIGURA 5.1.5.3-49**). Contudo foram registrados alguns valores extremos, especialmente na amostra de fundo da estação PNAV09-verão-cheia (157.511,0 mg/L), que pode ser decorrente da ressuspensão de material do fundo no momento da coleta.

Quanto aos sulfatos, a oscilação global observada ficou entre 1.497 a 15.926, este último obtido na mesma amostra de fundo onde foi registrado um pico nos cloretos; PNAV09-verão-cheia. Na maioria das amostras o teor de sulfatos não ultrapassou o patamar de 3.000 mg/L (**FIGURA 5.1.5.3-50**).

Em todos os trechos não foram observadas variações significativas entre os estratos avaliados em ambos os indicadores, porém, como esperado, houve aumento dos teores na maré cheia.

Talvez por serem tão abundantes neste tipo de ambiente, que a Resolução CONAMA 357/05 não estabelece valor de referência para estes indicadores na Classe 1 de águas salinas.

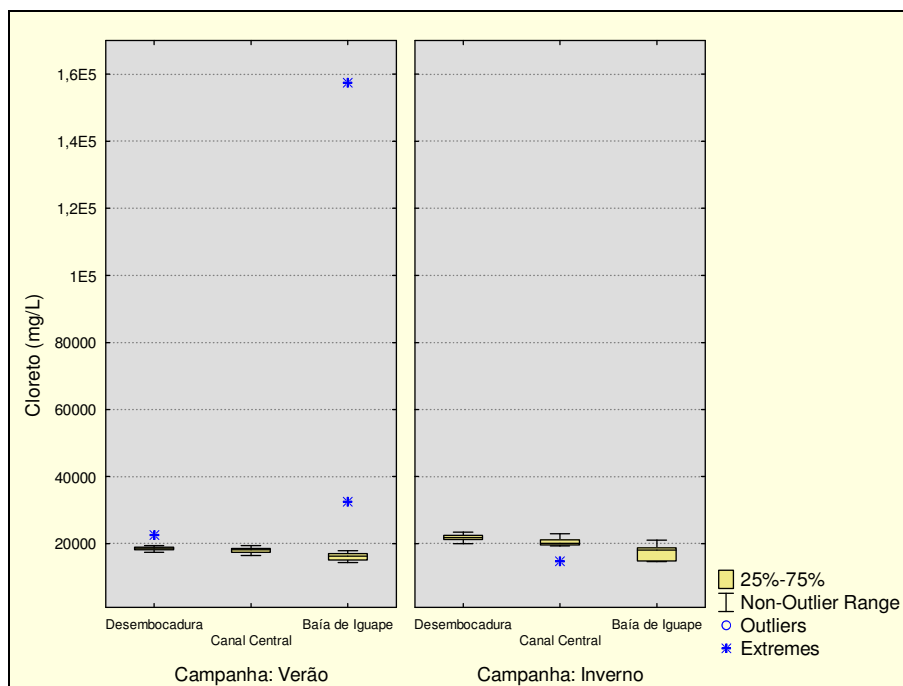


FIGURA 5.1.5.3- 49 – Comparação dos teores de cloretos observados em cada trecho avaliado entre as campanhas de verão e inverno, na área do Canal do Paraguaiçu, no ano de 2009.

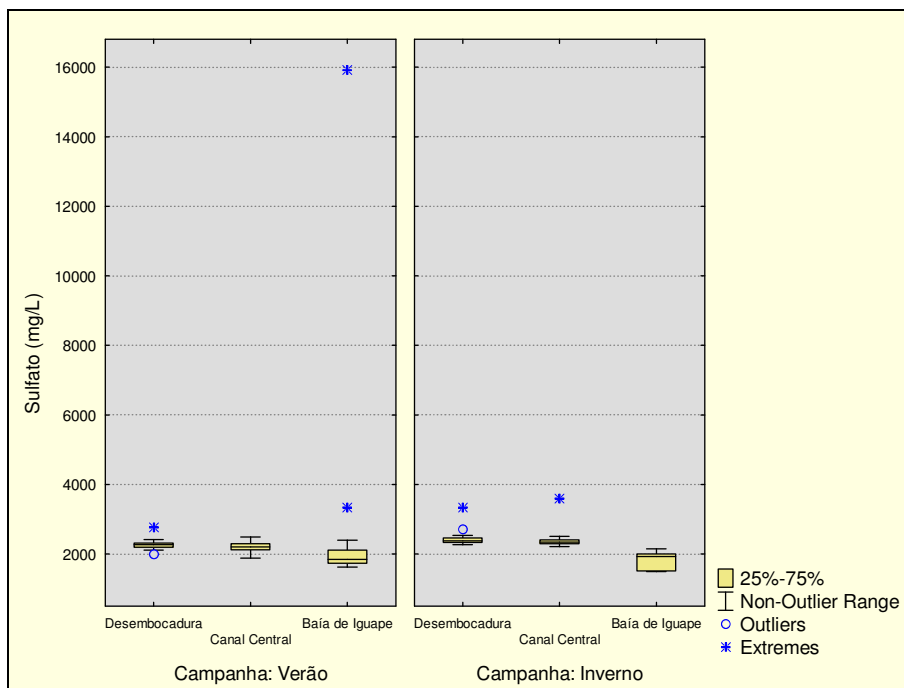


FIGURA 5.1.5.3- 50 – Comparação dos teores de sulfatos observados em cada trecho avaliado entre as campanhas de verão e inverno, na área do Canal do Paraguaçu, no ano de 2009.

Alcalinidade e Dureza Total

Os dados de alcalinidade e dureza foram antagônicos entre si, conforme pode ser observado pela análise da **FIGURA 5.1.5.3-51**. No verão, a alcalinidade oscilou entre 86,00 e 132 mg/L, enquanto que no inverno os resultados caíram para 0 a 59 mg/L. Já em relação à dureza, os menores resultados foram registrados no verão, entre 582,0 e 1.904,0 mg/L, sofrendo elevação expressiva no inverno, oscilando entre 58,0 e 10.729,0 mg/L.

A concentração de íons metálicos, principalmente Cálcio (Ca^{2+}) e Magnésio (Mg^{2+}), confere a água o que se convencionou chamar de Dureza da água ou Dureza Total. Outros íons metálicos como ferro, alumínio, manganês e zinco também podem influenciar os valores de Dureza, mas normalmente ocorrem em concentrações insignificantes. Como a maioria dos íons Ca^{2+} e Mg^{2+} encontram-se na forma de sais de carbonatos (CO_3^{2-}) e bicarbonatos (HCO_3^-), com frequência os valores da Dureza se equiparam aos valores de Alcalinidade (Dureza em Carbonatos). Em águas onde a Dureza Total supera a Alcalinidade, como na campanha de inverno, parte dos íons Ca^{2+} e Mg^{2+} encontram-se associados a sulfatos, nitratos, cloretos e silicatos. Por outro lado, em situações de alta Alcalinidade e baixa Dureza Total, tal como na campanha de verão do presente estudo, parte dos carbonatos e bicarbonatos está associada aos íons Na^+ e K^+ ao invés de Ca^{2+} e Mg^{2+} . Quando a dureza total for maior que a alcalinidade o valor excedente corresponde a dureza não-carbonatada.

Os teores de magnésio total observados no presente estudo foram mais elevados na campanha de verão. Este fato pode ter sido o principal responsável pelo comportamento antagônico da alcalinidade e dureza da água no presente estudo. É possível que as contribuições oriundas da barragem de Pedra do Cavalo exerçam influência sobre a

dinâmica desses dois indicadores. Não foram verificadas diferenças estatisticamente significativas quando comparados os estratos (superfície, secchi e fundo) nos três trechos avaliados, indicando ausência de estratificação. Já a comparação entre trechos e entre marés revelou a existência de diferenças estatisticamente significativas (**FIGURA 5.1.5.3-52**).

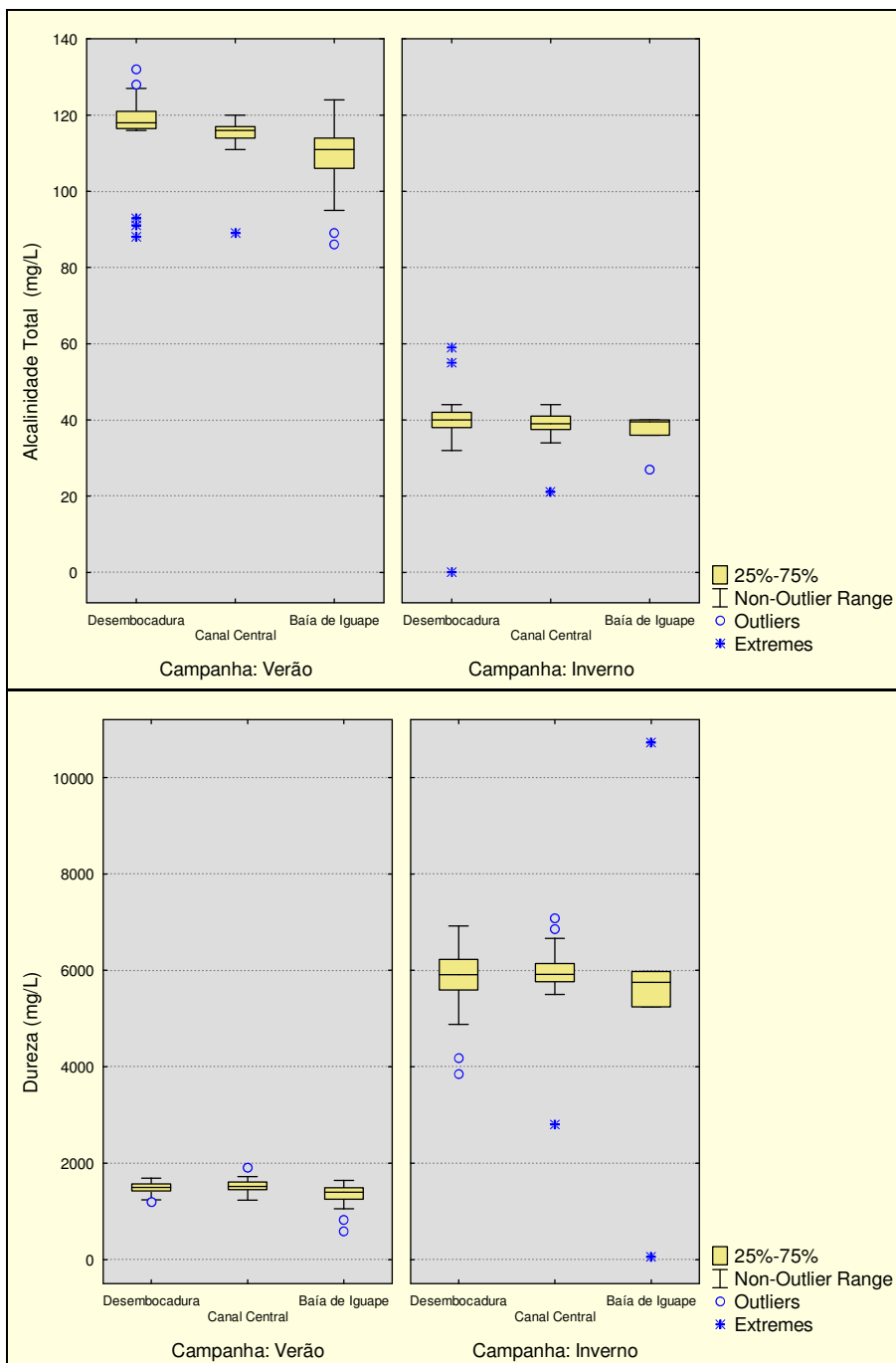


FIGURA 5.1.5.3- 51 – Comparação valores de alcalinidade (acima) e dureza (abaixo) observados em cada trecho avaliado entre as campanhas de verão e inverno, na área do Canal do Paraguaçu, no ano de 2009.

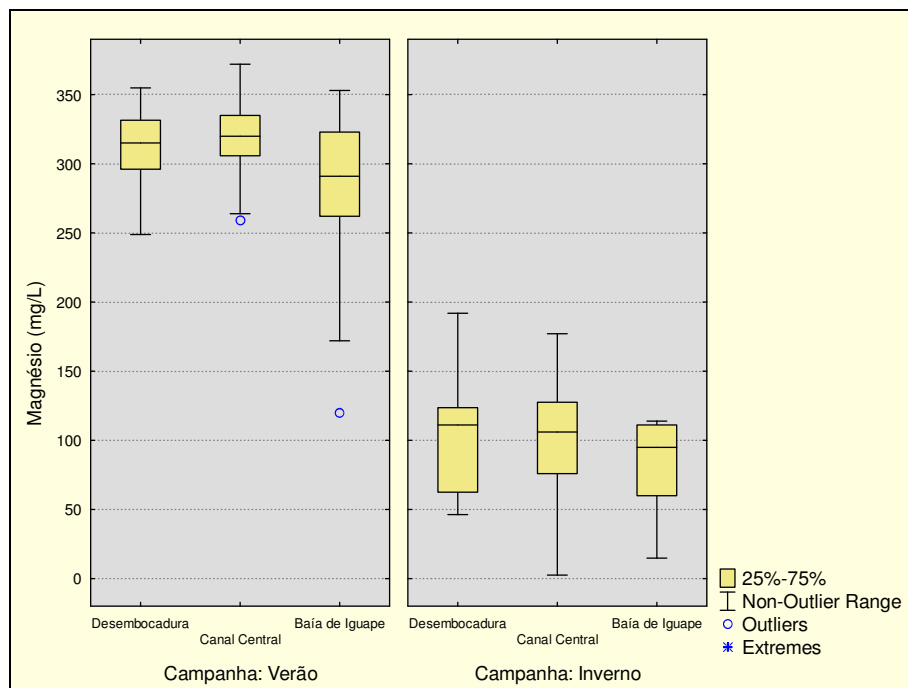


FIGURA 5.1.5.3- 52 – Comparação dos valores de magnésio observados em cada trecho avaliado entre as campanhas de verão e inverno, na área do Canal do Paraguaçu, no ano de 2009.

Índices Fenóis

O índice de fenóis é um indicador utilizado para verificar a presença de resíduos de borracha, plásticos, resinas e outros efluentes industriais na água. A maioria dos resultados encontrados nas amostras das duas campanhas esteve abaixo do limite de quantificação. Os resultados oscilaram entre 0 e 0,10 mg/L. Na campanha de verão, das 84 amostras analisadas 03 delas apresentaram índice de fenóis superior ao limite de 0,06 mg/L da Classe 1 de águas salinas da Resolução CONAMA 357/05, a saber: PNAV09-sup-vazia (0,09 mg/L), PNAV05-fun-cheia (0,09 mg/L) e PNAV10E-sec-vazia (0,10 mg/L). Nota-se que a primeira e última são estações situadas no trecho Baía de Iguape, à montante do Canteiro de São Roque. Já a PNAV-05 localiza-se em frente ao referido empreendimento.

A estação PNAV09 está situada ao lado do píer de Maragogipe e, neste sentido, é possível que resíduos das embarcações que circulam diariamente por aquela área sejam a fonte de contaminação de fenóis.

Há que se considerar também a possibilidade da contaminação ter sua origem nos pequenos cursos de água doce que drenam para o canal. Na caracterização desses mananciais realizada em setembro de 2009 foi identificada a presença de fenóis em níveis elevados em 02 estações de amostragem (AD-07-situada entre São Roque e Maragogipe e AD-08-situada no Distrito de Cabuçu).

Cianeto, Metais e Arsênio

A grande maioria, dos metais analisados no presente estudo, não foram detectados nas amostras. O magnésio total foi o que apresentou os resultados mais expressivos, porém, este é um elemento muito comum nos ecossistemas aquáticos do Nordeste do Brasil. A

seguir é feito um resumo dos principais resultados das análises em cianeto livre, metais e arsênio:

- Os parâmetros cianeto livre, vanádio, bário e cobalto, não foram detectados em nenhuma amostra, tanto no inverno como no verão.
- No inverno somente foram detectados os metais: antimônio, cádmio, molibidênio, magnésio, manganês e estrôncio. Em nenhum dos casos os valores ultrapassaram os limites permitidos para águas salinas da Classe 1 da Resolução CONAMA 357/05.
- No verão foram registrados valores mais elevados que no inverno, inclusive com valores acima do limite legal, a saber: mercúrio (PNAV02-fun-cheia), cádmio (PNAV03-sup-vazia), níquel (PNAV02-sup-vazia, PNAV03-sup-cheia, PNAV10C-fun-cheia, PNA05-sup-vazia), cromo (PNAV02-sup-vazia, PNAV03-sup-cheia, PNA09-sup-vazia, PNAV10C-fun-cheia, PNA05-sup-vazia, PNA05-sup-cheia), Manganês (PNAV03-sup-cheia e PNAV10C-fun-cheia).
- No que diz respeito aos metais dissolvidos (cobre, ferro e alumínio), foram obtidos os seguintes resultados: o cobre foi detectado em maior frequência nas amostras de inverno, registrando valores acima do CONAMA nas amostras PNAV-02-sec-cheia e PNAV03-fun-cheia. O alumínio dissolvido somente foi detectado em uma amostra, a PNAV10-sec-vazia.
- Já o ferro foi detectado em diversas amostras, a maioria no verão, mas nos três trechos avaliados (Baía de Iguape, Canal Central e Desembocadura), a saber: PNAV01-fundo-vazia, PNAV01-sec-cheia, PNAV01-fundo-cheia, PNAV01-sec-vazia, PNAV02-sup-cheia, PNAV02-sup-vazia, PNAV03-sup-vazia, PNA04-sup-cheia, PNAV05-sec-cheia, PNAV05-sec-vazia, PNAV06-sec-cheia, PNAV06-fun-cheia, PNAV07-fun-cheia, PNA07-sup-vazia, PNA08-sup-cheia, PNA08-fun-vazia, PNA09-sup-vazia, PNA10-sec-cheia, PNA10-fun-vazia, PNAV10B-fun-cheia, PNAV10C-fun-cheia, PNAV10D-sec-cheia, PNAV10D-sup-cheia, PNAV10D-sec-cheia e PNA10D-fun-vazia.
- No inverno o ferro dissolvido somente foi detectado na amostra PNAV03-fun-cheia.

A presença de metais pesados na água foi verificada desde a Baía de Iguape, indicando que a contaminação por estes compostos também é de montante.

Comparação com os dados pretéritos

Os dados oficiais disponíveis para consulta que tratam de avaliações na qualidade da água salina na área objeto do presente estudo remetem apenas a um único estudo: “Monitoramento da qualidade das águas e sedimentos da Baía Todos os Santos”, nos anos de 2000 e 2001, sob a coordenação do Instituto do Meio Ambiente, na época chamado de Centro de Recursos Ambientais do Estado da Bahia. Na área do rio Paraguaçu a rede de amostragem daquele estudo contemplou apenas três estações de amostragem: BS5080, BS5090 e BS5100, todas situadas no trecho correspondente à desembocadura do rio. Desta forma a correspondência com a rede de amostragem atual ocorre somente para as estações PNAV01, PNAV10B, PNAV10C e PNAV10D.

A **TABELA 5.1.5.3-8** apresenta os dados obtidos somente para os parâmetros em que houve análise nas três campanhas de amostragem. Como nos anos de 2000 e 2001 as amostras coletadas foram apenas de superfície, somente os dados de superfície do

presente diagnóstico foram utilizados. É possível notar que dos 17 parâmetros contemplados nas três campanhas, o teste de Kruskal-Wallis indicou a existência de diferenças estatisticamente significativas em apenas 04: oxigênio dissolvido, salinidade, cloretos e fosfato total. Parâmetros indicadores de contaminação por efluentes domésticos ou industriais apresentaram valores reduzidos nas três campanhas avaliadas, tais como: óleos e graxas, cromo hexavalente, mercúrio, zinco, cádmio e chumbo.

A **FIGURA 5.1.5.3-53** apresenta os gráficos apenas dos parâmetros cuja maioria dos resultados foram superiores ao LDM, ilustrando o comportamento de cada um deles ao longo das três campanhas consideradas. Focando nos indicadores onde houve diferenças estatisticamente significativas nota-se:

- Os teores de oxigênio dissolvido foram menores em 2009, porém isto está coerente com a salinidade observada no mesmo período, que foi mais elevada nesta mesma campanha. Esse aumento da salinidade contribuiu para a redução da solubilidade do oxigênio na água na presente campanha, porém, este resultado em si não representa riscos à biota aquática, uma vez que os percentuais de saturação de oxigênio obtidos nas duas últimas avaliações foram considerados satisfatórios.
- As diferenças observadas nos teores de cloretos deveram-se principalmente a resultados atípicos obtidos na campanha de agosto de 2001, quando foram mensuradas concentrações muito reduzidas e atípicas para aquela área, entre 17,22 e 18,65 mg/L. A comparação entre 2001 e 2009 mostra similaridade entre os resultados.
- A variabilidade observada nos teores de fosfato deveu-se principalmente aos resultados encontrados na campanha de 2001. Em 2009 os teores encontrados foram reduzidos.

TABELA 5.1.5.3- 8– Avaliação histórica dos parâmetros indicadores da qualidade das águas na desembocadura do rio Paraguçu nos anos 2000, 2001 e 2009.

| CÓDIGOS | Campanha | Temperatura | pH | Oxigênio dissolvido | Salinidade | Cloreto | Fosfato total | Nitrato | Nitrito | Turbidez | Sólidos totais | Óleos e graxas | Cádmio | Chumbo | Zinco | Mercúrio | Cromo hexavalente | Coliforme fecal |
|---------------------------|----------|-------------|-------------|---------------------|-------------|-------------|---------------|-----------|-----------|-------------|----------------|----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------------|-----------------|
| BS 5080 | fev-00 | 29,00 | 8,07 | 7,29 | 33,37 | 20.252 | 0,17 | 0,1 | <0,01 | 7,25 | 36.424 | <5 | <0,02 | <0,2 | <0,1 | <0,001 | <0,05 | 2,00 |
| BS 5090 | fev-00 | 29,00 | 7,87 | 6,00 | 32,80 | 19.903 | <0,01 | <0,1 | <0,01 | 1,68 | 38.420 | <5 | <0,02 | <0,2 | <0,1 | <0,001 | <0,05 | 130,00 |
| BS 5100 | fev-00 | 29,00 | 8,07 | 6,50 | 32,22 | 19.554 | <0,01 | 0,1 | <0,01 | 8,02 | 39.580 | <5 | <0,02 | <0,2 | <0,1 | <0,001 | <0,05 | 2,00 |
| BS 5080 | abri-01 | 29,50 | 8,20 | 5,35 | 23,70 | 14.341 | 0,016 | <0,05 | <0,02 | 1,87 | 42.062 | <0,02 | <0,2 | <0,1 | <0,05 | <0,001 | <0,05 | 4,00 |
| BS 5090 | abri-01 | 30,00 | 8,10 | 5,25 | 23,10 | 14.031 | 0,032 | 0,07 | <0,02 | 2,79 | 39.840 | <0,02 | <0,2 | <0,1 | <0,05 | <0,001 | <0,05 | 52,00 |
| BS 5100 | abri-01 | 30,00 | 8,20 | 5,74 | 22,60 | 13.723 | 0,017 | <0,05 | <0,02 | 1,99 | 40.790 | <0,02 | <0,2 | <0,1 | <0,05 | <0,001 | <0,05 | 5,00 |
| BS 5080 | ago-01 | 27,50 | 8,03 | 6,70 | 30,70 | 18,65 | 0,009 | <0,05 | <0,02 | 1,76 | 34.619 | <5 | <0,02 | <0,2 | <0,1 | <0,001 | <0,05 | 18,00 |
| BS 5090 | ago-01 | 27,50 | 8,06 | 6,87 | 28,40 | 17,22 | 0,021 | <0,05 | <0,02 | 2,87 | 33.432 | <5 | <0,02 | <0,2 | <0,1 | <0,001 | <0,05 | 1,00 |
| BS 5100 | ago-01 | 28,00 | 8,08 | 6,57 | 30,10 | 18,24 | 0,008 | <0,05 | <0,02 | 1,9 | 30.160 | <5 | <0,02 | <0,2 | <0,1 | <0,001 | <0,05 | 1,00 |
| PNAV 01 | mar-09 | 26,86 | 7,79 | 5,45 | 33,70 | 20090 | 0,04 | < 0,1 | < 0,02 | 1,10 | 39.458 | 1 | < 0,005 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,00006 | < 0,01 | 9,73 |
| PNAV 01 | mar-09 | 26,91 | 8,43 | 5,36 | 34,00 | 19965 | 0,04 | < 0,1 | < 0,02 | < 0,1 | 39.345 | 19 | < 0,005 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,00006 | < 0,01 | 20,91 |
| PNAV 10B | mar-09 | 26,90 | 8,35 | 5,47 | 34,00 | 23467 | 0,07 | < 0,1 | < 0,02 | 1,30 | 38.939 | 2 | < 0,005 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,00006 | < 0,01 | < 1 |
| PNAV 10B | mar-09 | 27,05 | 7,88 | 5,34 | 32,67 | 21652 | 0,06 | < 0,1 | < 0,02 | 1,00 | 40.562 | 2 | < 0,005 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,00006 | < 0,01 | < 1 |
| PNAV 10C | mar-09 | 27,16 | 8,01 | 5,33 | 32,46 | 22013 | 0,06 | < 0,1 | < 0,02 | 1,50 | 38.333 | 1 | < 0,005 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,00006 | < 0,01 | 95,90 |
| PNAV 10C | mar-09 | 27,16 | 8,40 | 5,45 | 32,90 | 21844 | 0,07 | < 0,1 | < 0,02 | 1,40 | 38.074 | 1 | < 0,005 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,00006 | < 0,01 | < 1 |
| PNAV 10D | mar-09 | 27,25 | 8,03 | 5,03 | 32,32 | 21456 | 0,03 | < 0,1 | < 0,02 | 1,10 | 38.433 | 1 | < 0,005 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,00006 | < 0,01 | 1553,10 |
| PNAV 10D | mar-09 | 27,21 | 8,42 | 5,49 | 33,13 | 21770 | 0,03 | < 0,1 | < 0,02 | 1,90 | 38.808 | 1 | < 0,005 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,00006 | < 0,01 | < 1 |
| PNAV 01 | set-09 | 29,24 | 8,16 | 6,08 | 36,21 | 19379 | < 0,03 | < 0,1 | < 0,02 | 4,10 | 42.918 | 1 | < 0,005 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,00006 | < 0,01 | < 1 |
| PNAV 01 | set-09 | 29,74 | 8,10 | 6,03 | 36,16 | 19020 | < 0,03 | < 0,1 | < 0,02 | 4,40 | 40.441 | 1 | < 0,005 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,00006 | < 0,01 | < 1 |
| PNAV 10B | set-09 | 29,45 | 8,16 | 5,70 | 36,15 | 18958 | < 0,03 | < 0,1 | < 0,02 | 3,20 | 39.271 | 2 | < 0,005 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,00006 | < 0,01 | < 1 |
| PNAV 10B | set-09 | 31,00 | 8,08 | 5,40 | 34,87 | 18829 | < 0,03 | < 0,1 | < 0,02 | 0,91 | 42.139 | 2 | < 0,005 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,00006 | < 0,01 | 11,00 |
| PNAV 10C | set-09 | 30,92 | 8,08 | 5,40 | 34,72 | 17807 | < 0,03 | < 0,1 | < 0,02 | 0,99 | 36.426 | 2 | < 0,005 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,00006 | < 0,01 | < 1 |
| PNAV 10C | set-09 | 29,65 | 8,16 | 5,70 | 36,00 | 18248 | < 0,03 | < 0,1 | < 0,02 | 6,00 | 39.372 | 2 | < 0,005 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,00006 | < 0,01 | 19,00 |
| PNAV 10D | set-09 | 30,00 | 8,08 | 5,80 | 34,53 | 17454 | < 0,03 | < 0,1 | < 0,02 | 5,60 | 36.136 | 2 | < 0,005 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,00006 | < 0,01 | < 1 |
| PNAV 10D | set-09 | 30,20 | 8,19 | 5,33 | 35,36 | 18664 | < 0,03 | < 0,1 | < 0,02 | 3,20 | 40.054 | 1 | < 0,005 | < 0,05 | < 0,05 | 0,00012 | < 0,01 | < 1 |
| Kruskal-Wallis "p" | | 0,77 | 0,24 | 0,04 | 0,01 | 0,00 | 0,02 | NR | NR | 0,18 | 0,61 | 0,09 | NR | NR | NR | NR | NR | 0,44 |

Obs: Em vermelho, valores de p em que as diferenças foram consideradas estatisticamente significativas, a partir da aplicação do teste de Kruskal-Wallis.

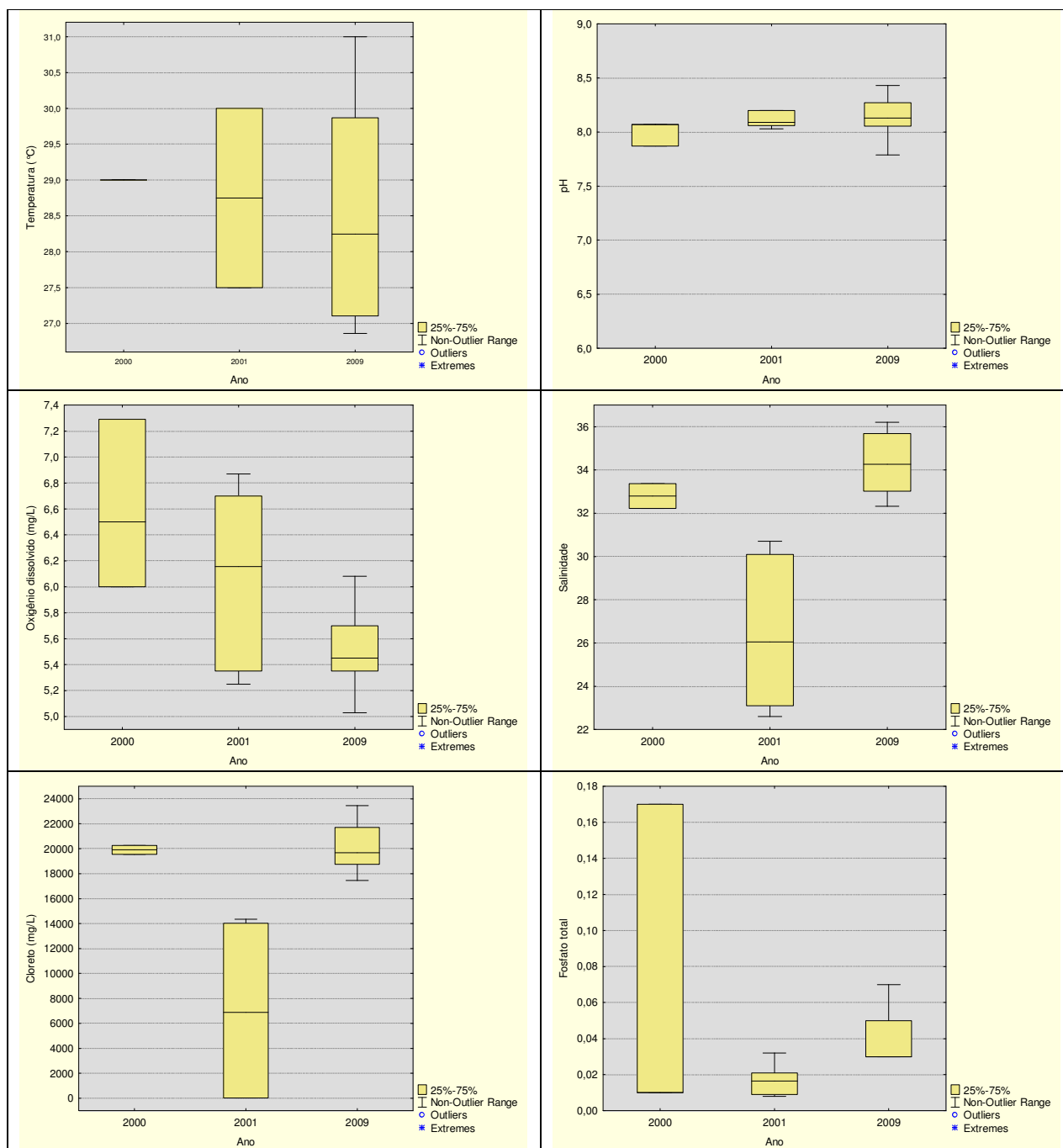


FIGURA 5.1.5.3- 53 – Gráficos ilustrativos da avaliação histórica dos parâmetros indicadores da qualidade das águas na desembocadura do rio Paraguçu nos anos 2000, 2001 e 2009.

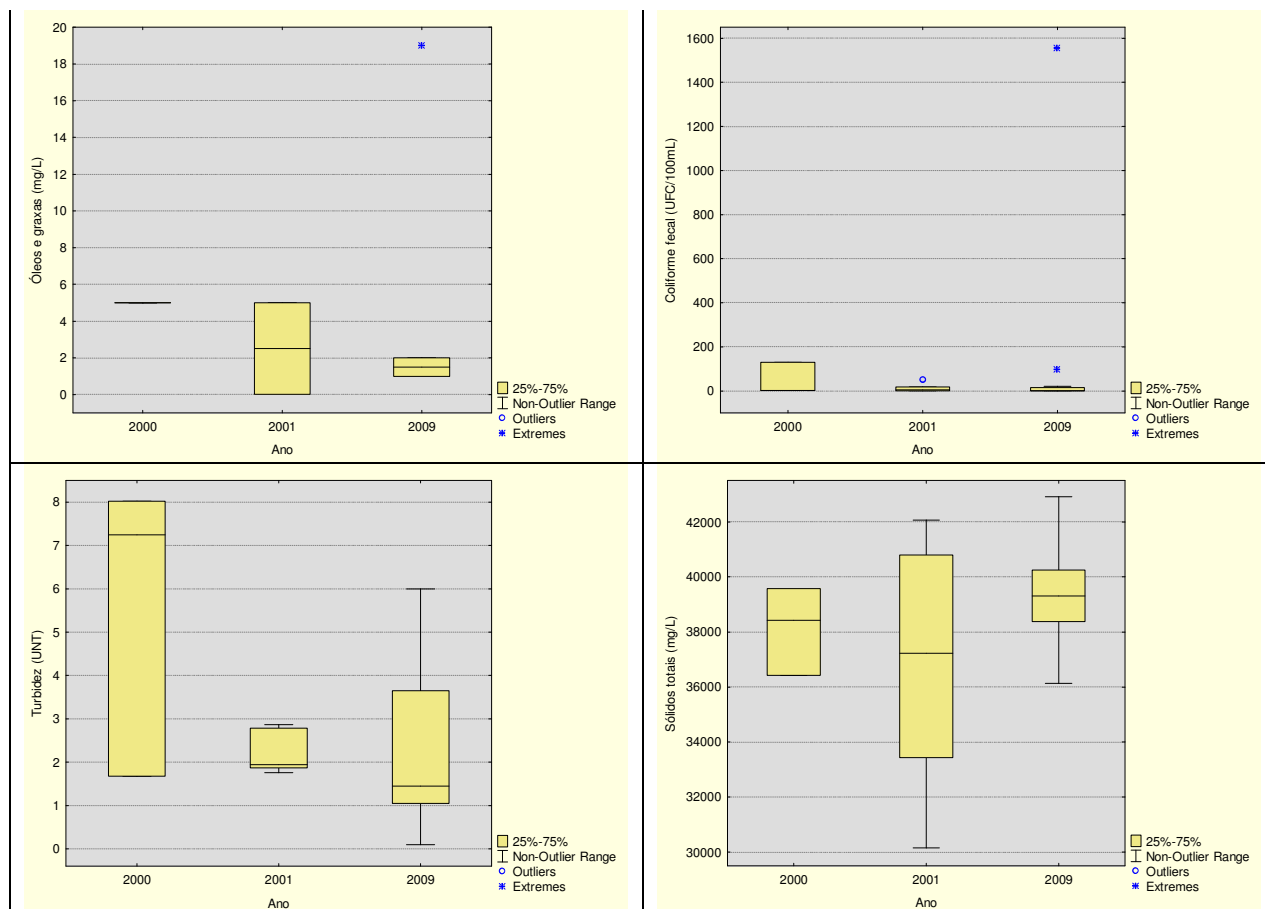


FIGURA 5.1.5.3- 54 – Gráficos ilustrativos da avaliação histórica dos parâmetros indicadores da qualidade das águas na desembocadura do rio Paraguaçu nos anos 2000, 2001 e 2009.

Considerações Finais

Água doce

A maioria dos resultados apresentou valores dentro do esperado para ambientes lóticos de água doce e em conformidade com os termos da Classe 2 da Resolução CONAMA 357/05. No entanto, alguns parâmetros apresentaram resultados elevados em algumas amostras, a saber:

- *Enterococcus* – nas estações AD02, AD03 e AD04, as quais estão sob influência das contribuições oriundas das cidades de Cachoeira/São Feliz e Maragogipe. Também foi registrado valor elevado na estação AD10, correspondente a um afluente que corta o Distrito de Bom Jesus, Município de Saubara.
- *Escherichia coli* – nas estações AD03 e AD10, em correspondência com os resultados de *Enterococcus*, evidenciando a presença de esgotos domésticos nas águas dos afluentes que cortam áreas urbanas da malha de amostragem.
- Óleos e graxas – nas estações AD03 e AD04, ambas situadas no município de Maragogipe.

- Clorofila a – nas estações AD06 e AD08, correspondentes a afluentes situados no trecho entre São Roque e Maragogipe. É possível que estes resultados estejam associados à presença de áreas de charco e pastagens à montante dos respectivos pontos de coleta. No entanto, em função da magnitude das concentrações registradas, a hipótese de erro analítico não deve ser descartada.
- Ferro dissolvido - nas estações AD03, AD04, AD06 e AD07, indicando concentrações elevadas deste metal na água dos rios que drenam para o estuário, mesmo em áreas isentas de efluentes industriais.
- Índice de Fenóis – nas estações AD06, AD07 e AD08, resultados que podem estar associados à influência de resíduos de veículos (partículas plásticas, combustíveis e borracha) que trafegam pelas estradas da região, já que todos esses afluentes são cortados por rodovias.

Água Salgada

A avaliação da qualidade das águas em três áreas do baixo curso do rio Paraguaçu – Baía de Iguape, Canal Central e Desembocadura – revelou os seguintes resultados:

- Em relação aos parâmetros de suporte, tais como temperatura, oxigênio, salinidade e pH, todos os resultados foram considerados adequados para o tipo de ambiente avaliado e não representam risco à sobrevivência da biota aquática. O efeito da sazonalidade foi comprovado em todos estes parâmetros, com a formação de gradientes espaciais da Baía de Iguape para a Desembocadura e vice-versa, sendo a maré e as chuvas os principais componentes reguladores dessa dinâmica.
- Foram encontrados indícios de contaminação por efluentes domésticos, particularmente pelo registro de números de colônias de *Enterococcus* acima do limite de Balneabilidade Imprópria da Resolução CONAMA 274/00 na campanha de Inverno. Esses resultados foram observados na Baía de Iguape e na Desembocadura do rio Paraguaçu. Certamente o maior volume de águas doces para dentro do canal no período chuvoso colaborou para estes resultados.
- Os valores de alcalinidade e dureza da água foram antagônicos entre as campanhas de inverno e verão, e os resultados apontam que a dinâmica das concentrações de magnésio foi o principal responsável por tais resultados.
- Em relação aos indicadores de contaminação por efluentes industriais a maioria dos indicadores avaliados não foi detectada nas amostras de água. Entretanto foram registrados em algumas amostras - sendo 46 analisadas por estrato somando-se as duas campanhas - principalmente na campanha de verão, alguns resultados acima dos limites do CONAMA nos seguintes estratos:
 - Superfície: cádmio (01 amostra), Níquel (03 amostras), cromo (04 amostras), Manganês (01 amostras) e ferro dissolvido (08 amostras).
 - Secchi: cobre dissolvido (01 amostra) e ferro dissolvido (08 amostras).
 - Fundo: mercúrio (01 amostra), cádmio (01 amostra), chumbo (01 amostra), níquel (01 amostra), cromo (02 amostras), manganês (01 amostra), cobre dissolvido (01 amostra) e ferro dissolvido (10 amostras).

- Na comparação com os dados pretéritos para as amostras de água doce, os resultados apontaram melhoria da qualidade da água no trecho do rio Paraguaçu imediatamente à jusante da Barragem de Pedra do Cavalo. Já em relação à zona estuarina, na desembocadura do rio Paraguaçu, os parâmetros avaliados nos anos de 2000, 2001 e 2009 não apresentaram diferenças estatisticamente significativas na maioria dos casos, exceto em quatro deles: pH, salinidade, oxigênio dissolvido e fosfato total. Os indicadores de contaminação por esgotos ou efluentes industriais apresentaram concentrações no presente estudos similares às duas campanhas anteriores.

5.1.6. Oceanografia e Hidrodinâmica Costeira

A seguir são apresentados resultados da caracterização oceanográfica do Canal de São Roque do Paraguaçu. Estes resultados são compostos por dados de Genz (2006) e monitoramento de campo em março e outubro de 2009. Os dados de monitoramento, referentes ao campo de velocidade, são encontrados no **ANEXO 5.1-9**

5.1.6.1 Caracterização oceanográfica do Canal de São Roque

As características oceanográficas do Canal de São Roque são basicamente estabelecidas pela propagação da onda de maré e advecção de água marinha, proveniente da Baía de Todos os Santos à jusante, bem como da descarga de água doce do rio Paraguaçu e dos pequenos afluentes no entorno da Baía de Iguape (**FIGURA 5.1.6.1-1**).

O rio Paraguaçu é o principal contribuinte de água doce para a BTS, e tem uma descarga média de 92,5 m³/s (média de 1947 a 2003). O valor que chega à BTS é, no entanto, regulado pela barragem de Pedra do Cavalo, localizada 16 km à montante da Baía de Iguape (**FIGURA 5.1.6.1-1**) e em operação desde 1986. No período entre 1987 a 2003, com a barragem em operação, a vazão do rio Paraguaçu (afluente à barragem) foi de 75,8 m³.s⁻¹, sendo que a vazão efluente da barragem foi de 62,4 m³.s⁻¹, ou seja, 82% da descarga fluvial. As curvas de permanência das séries de vazões afluentes (montante) e defluentes (jusante) da barragem (**FIGURA 5.1.6.1-2**) apresentam diferenças significativas em toda faixa de variação. Foi marcante a introdução de vazões nulas, passando de quase inexistentes a montante para 22% de permanência das vazões à jusante do reservatório.

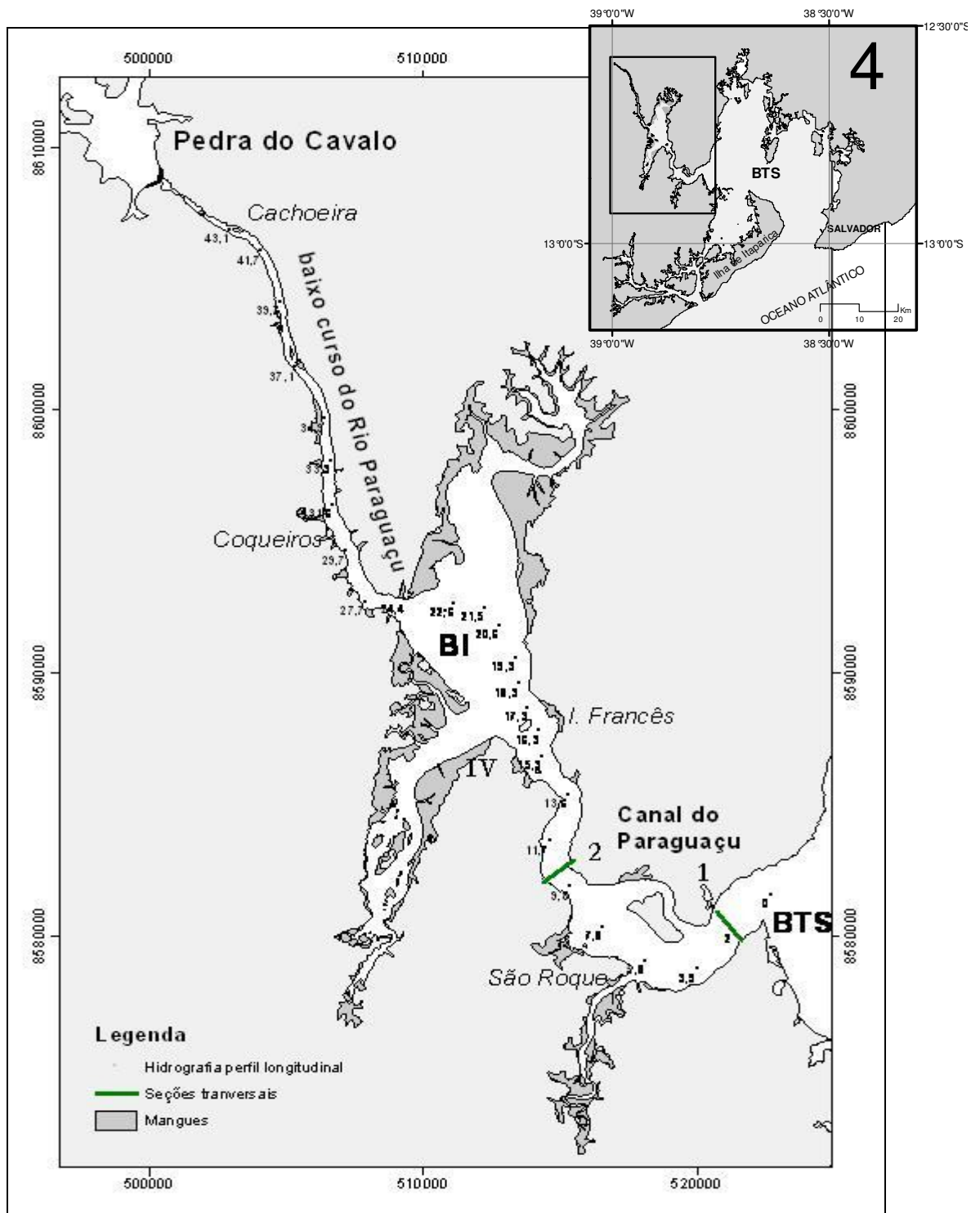


FIGURA 5.1.6.1- 1 – Localização da área em estudo.

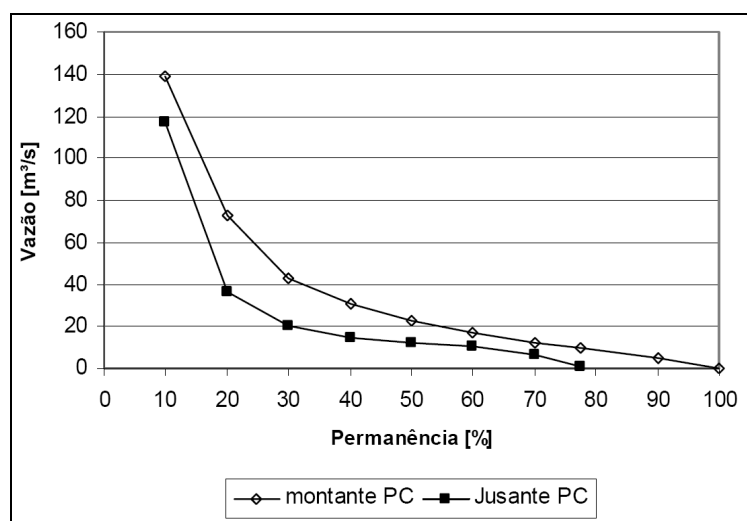


FIGURA 5.1.6.1- 2 – Curvas de permanência das vazões à montante (vazão fluvial) e à jusante (vazão do reservatório) da represa de Pedra do Cavallo (Genz, 2006).

A área a jusante da Barragem de Pedra do Cavallo é drenada por pequenos riachos que somam uma área de drenagem de 455,7 km², destacando-se o Rio Capivara (316km²). Embora a área seja relativamente pequena quando comparada ao rio Paraguaçu, no período úmido do Recôncavo Baiano (inverno), é provável que o aporte seja significativo.

A onda de maré que adentra o canal sofre progressiva amplificação e a altura média em sizígia chega a aumentar em 25 cm entre um extremo e outro do canal (**FIGURA 5.1.6.1-3**). No setor investigado, a altura de maré média em sizígia e quadratura é de aproximadamente 2,70 m e 1,40m, respectivamente (LESSA *et al.* 2009). Além de amplificada, a onda de maré sofre ainda distorção, passando a ter um período de elevação do nível d'água, ou maré de enchente, mais longo do que o de queda, ou maré de vazante.

A **FIGURA 5.1.6.1-3** mostra a progressão da amplificação e distorção da onda de maré entre o oceano (#13) e a Baía de Iguape (#18), esta última sendo representativa para a metade superior do Canal de São Roque. Esta distorção da onda de maré causa, mesmo com ausência de vazão fluvial, correntes de vazante mais vigorosas que as de enchente (GENZ, 2006). Resultados de simulação de fluxo apresentados por Lessa *et al.* (2009) mostram que as correntes de vazante próximo ao local de monitoramento, podem exceder 2 m s⁻¹.

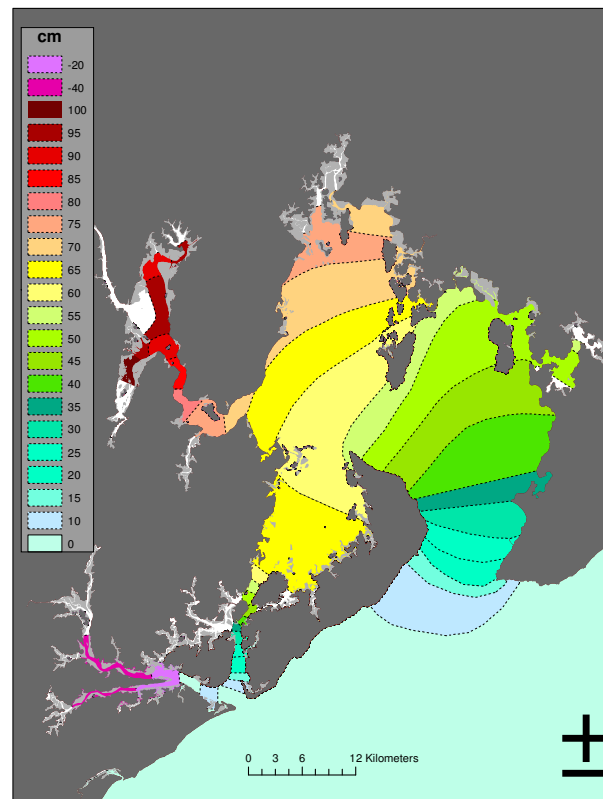


FIGURA 5.1.6.1- 3 - Variação espacial da amplificação da altura da maré no interior da BTS em relação à maré no oceano (Lessa et al. 2009).

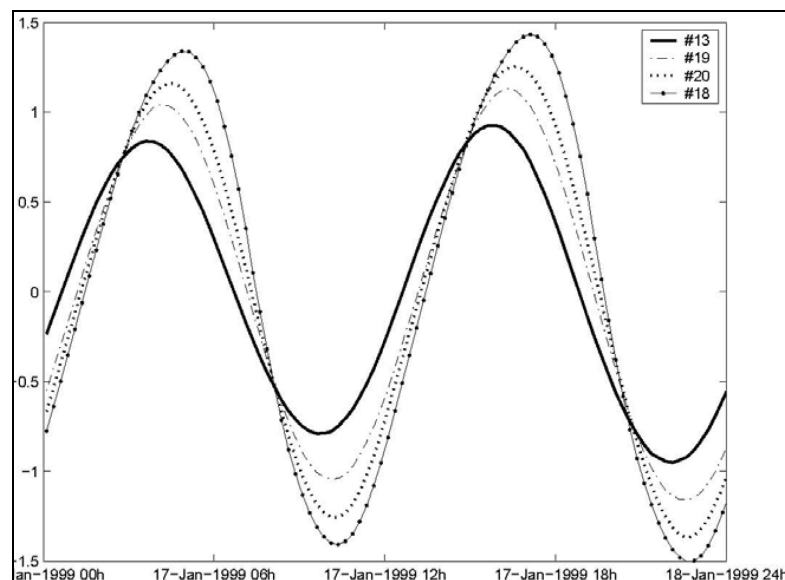


FIGURA 5.1.6.1- 4 - Registro simultâneo da maré no oceano e em 3 estações dispostas ao longo do eixo longitudinal da BTS (fonte: Cirano e Lessa 2007).

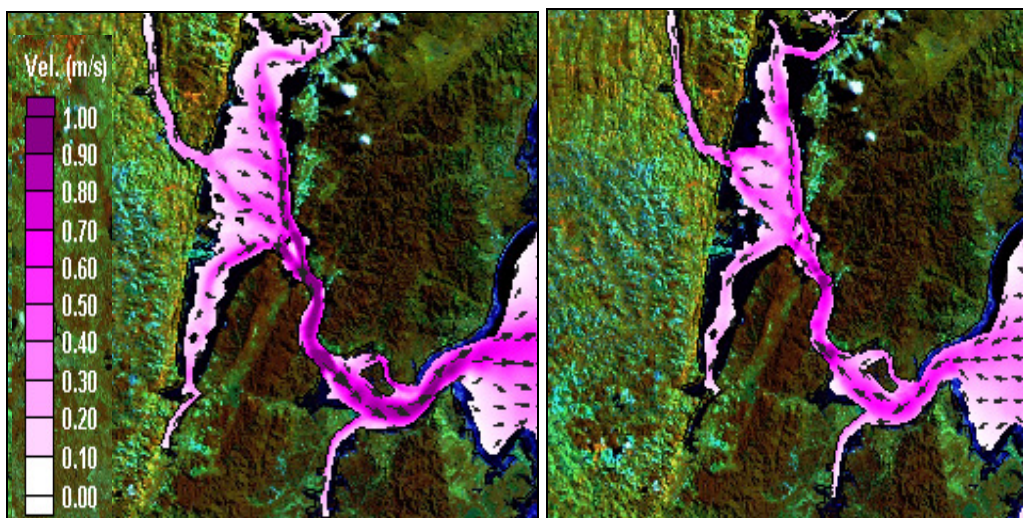


FIGURA 5.1.6.1- 5 - Campo de correntes no Canal de São Roque a meia maré de vazante (esquerda) e meia maré enchente (direita) em situação de sizígia (adaptado de Lessa et al 2009). Observar a maior intensidade da corrente de vazante.

De acordo com Genz (2006), a temperatura média da água ao longo do Canal de São Roque é 2 °C mais fria no inverno. Enquanto no verão a temperatura oscila entre 28 °C e 29,5 °C, no inverno esta se mantém entre 26 °C e 28 °C. O gradiente vertical de temperatura aumenta de jusante para montante, em direção ao rio Paraguaçu, com diferenças entre valores de superfície e fundo limitando-se normalmente a 1 °C no Canal de São Roque e alcançando até 3°C na Baía de Iguape.

Em situações de pequenas descargas da represa (médias diárias de 10 m³.s⁻¹ a 15 m³.s⁻¹), a coluna d'água é bem misturada ao longo de todo o canal de São Roque, com salinidades acima de 30. A coluna d'água se torna parcialmente misturada, ou até mesmo estratificada, com a sustentação de vazões médias diárias superiores a 1000 m³.s⁻¹. A **FIGURA 5.1.6.1-6** mostra a estrutura vertical de salinidade entre o extremo oriental do Canal de São Roque e o baixo curso do rio Paraguaçu, em situação anterior e posterior à simulação de cheia fluvial de magnitude média, quando a descarga pode aumentar de dezenas para várias centenas e até milhares de m³ s⁻¹ em apenas 1 dia.

Neste evento específico os valores da máxima descarga horária e a da máxima descarga média diária foram de 1500 m³ s⁻¹ e 600 m³ s⁻¹, respectivamente, tendo ocorrido em situação de maré de sizígia. Observa-se uma massa d'água bem misturada anterior à liberação da cheia (**FIGURA 5.1.6.1-6A**), com salinidades variando entre 30 e 32 no Canal de São Roque. Com o início do hidrograma de cheia (**FIGURA 5.1.6.1-6B e C**), o estuário passa gradualmente a uma condição de parcial mistura (principalmente na baixamar - **FIGURA 5.1.6.1-6B**), com valores de salinidade na superfície variando entre 22 (à montante) e 30 (à jusante). Mesmo após 4 dias do pico de descarga (**FIGURA 5.1.6.1-6D**) a completa mistura da coluna não foi alcançada, parcialmente devido à diminuição da capacidade de mistura das correntes com a aproximação da maré de quadratura.

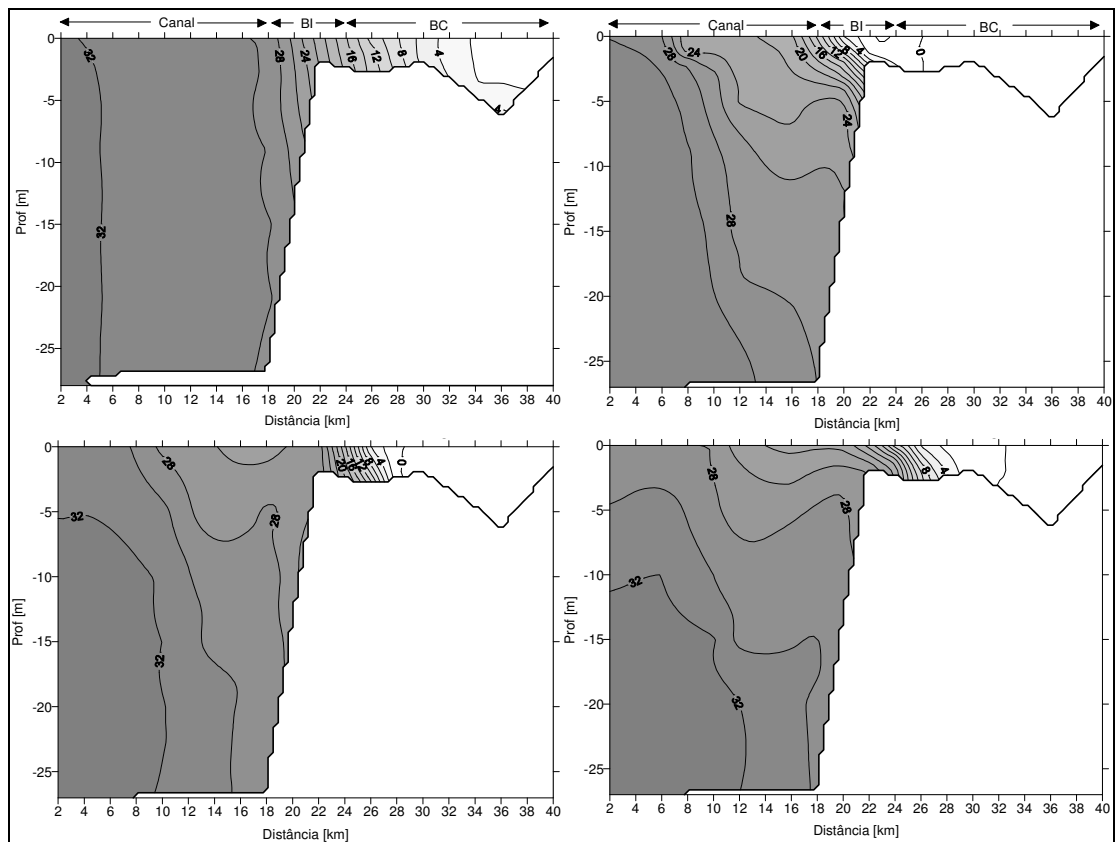


FIGURA 5.1.6.1- 6 - Perfis longitudinais de salinidade resultantes de um hidrograma de cheia liberado pela represa em novembro/2001. Estágios da maré e vazões médias diárias: a) baixa-mar e $13 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$; b) baixa-mar e $402 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$; c) preamar e $402 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$; d) preamar e $58 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$. Canal = Canal de São Roque; BI – Baía de Iguape; BC – Baixo curso do rio. (Genz et al. 2007)³⁶.

Caracterização da Seção Transversal 1

A seção transversal 1 define as condições de referência a jusante da área de interesse, antes do Canal de São Roque entrar com o setor central da BTS (**FIGURA 5.1.6.1-1**). A seção tem 1200 m de extensão e profundidade máxima de 31 m.

A seguir são apresentados os monitoramentos nas marés de sizígia e quadratura com vazão fluvial baixa ($15,6 \text{ m}^3/\text{s}$) segundo Genz (2006).

Correntes – Seção 1 - Sizígia – 26/10/2003

O monitoramento foi executado com uma vazão fluvial de $15,6 \text{ m}^3/\text{s}$ e altura de maré prevista de 3,09 m na enchente e 3,15 m na vazante (**FIGURA 5.1.6.1-7**). A duração da maré enchente (t_e), definida com base na velocidade média da seção, foi de 6,47 horas, superando a maré vazante (t_v) que chegou a 5,67 horas, tendo o ciclo completo a duração de 12,13 horas. Em contrapartida, as velocidades de vazante ($\bar{U} = 0,53 \text{ m/s}$,

³⁶ Genz, F., Lessa, G.C., Cirano, M. 2007. The impact of and Extreme Flood upon the Mixing Zone of the Todos os Santos Bay, Brazil. Journal of Coastal Research, v. 39, p. 707-712.

$U_{max} = 0,89 \text{ m/s}$, $\bar{u}_{max} = 1,18 \text{ m/s}$ superaram em 29%, 48% e 56% aquelas de enchente ($\bar{U} = -0,41 \text{ m/s}$, $U_{max} = -0,60 \text{ m/s}$, $\bar{u}_{max} = -0,76 \text{ m/s}$), respectivamente. As diferentes durações e velocidades na maré enchente e vazante são reflexos da assimetria da onda de maré e da desigualdade diurna, pois a altura foi maior na vazante. As velocidades de corrente foram máximas na meia maré, indicando uma onda estacionária.

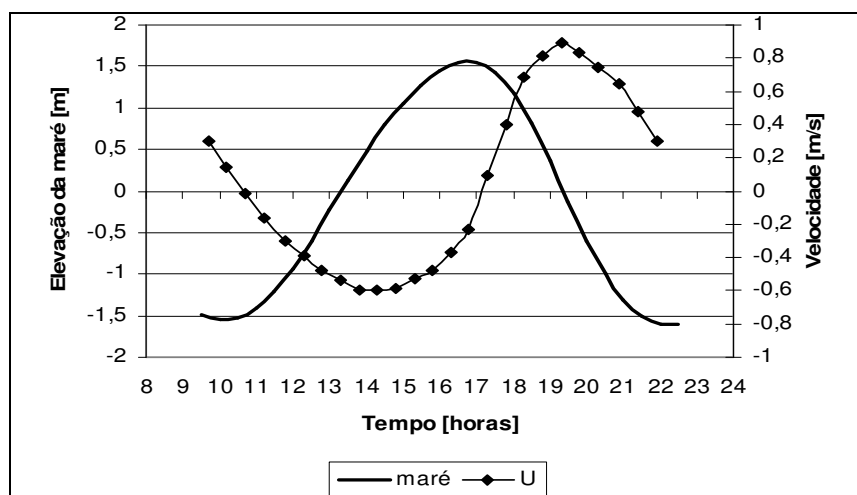


FIGURA 5.1.6.1- 7 - Velocidade média na seção 1 e maré prevista em S18 – 26/10/2003 – sizígia – $Q= 15,6 \text{ m}^3/\text{s}$.

A vazão máxima na vazante ($22.748 \text{ m}^3/\text{s}$) foi 45% maior do que a enchente ($-15.725 \text{ m}^3/\text{s}$), tendo a área da seção transversal variado entre 23.281 a 27.266 m^2 . O prisma da maré enchente foi calculado em $2,48 \times 10^8 \text{ m}^3$. A vazão residual foi igual a $618,7 \text{ m}^3/\text{s}$. O resumo com os valores característicos de velocidade e vazão é apresentado na **TABELA 5.1.6.1-1**.

TABELA 5.1.6.1- 1 - Resumo com os valores característicos dos ciclos monitorados no Canal do Paraguaçu.

| Parâmetros Hidrodinâmicos | Sizígia 26/10/2003 $Q=15,6 \text{ m}^3/\text{s}$ | Quadratura 02/11/2003 $Q=15,6 \text{ m}^3/\text{s}$ |
|---|--|---|
| Duração do ciclo [h] | 12,13 | 13,03 |
| Tempo de vazante [h] | 5,67 | 6,4 |
| \bar{U} na vazante [m/s] | 0,53 | 0,14 |
| U_{max} de vazante [m/s] | 0,89 | 0,27 |
| \bar{u}_{max} de vazante [m/s] | 1,18 | 0,29 |
| Q_{max} de vazante [m^3/s] | 22748 | 6996 |
| Tempo de enchente [m/s] | 6,47 | 6,62 |
| \bar{U} de enchente [m/s] | -0,41 | -0,16 |
| U_{max} de enchente [m/s] | -0,6 | -0,27 |
| \bar{u}_{max} de enchente [m/s] | -0,76 | -0,3 |
| Q_{max} de enchente [m^3/s] | -15725 | -7012 |

| Parâmetros Hidrodinâmicos | Sizigia 26/10/2003 Q=15,6 m ³ /s | Quadratura 02/11/2003 Q=15,6 m ³ /s |
|------------------------------------|---|--|
| Prisma – P [m ³] | 2,48 x10 ⁸ | 0,96 x10 ⁸ |
| Vazão residual [m ³ /s] | 618,7 | -158,6 |
| Altura da maré [m] | 3,15 | 1,32 |

Obs.: te e tv foram determinados em função da variação de U.

Em relação à distribuição espacial das velocidades na seção transversal, cabe destacar o cisalhamento lateral no campo de velocidades. No pico de vazante as maiores velocidades se localizaram na metade direita do Canal (isolinha de 1 m/s – **FIGURA 5.1.6.1-8A**), com forte cisalhamento de velocidade nas proximidades do fundo devido ao atrito.

Na estofa da baixa-mar (**FIGURA 5.1.6.1-8C**), o campo de velocidades referente mostra o escoamento de vazante na parte mais profunda da seção e o escoamento de enchente entrando pela margem esquerda, o que ocorreu pelo menos nas horas anteriores, como exemplifica a **FIGURA 5.1.6.1-8C**.

O campo de velocidades no pico da enchente (**FIGURA 5.1.6.1-8D**) concentrou as maiores velocidades em torno do centro da seção até a margem esquerda (isolinha de 0,6 m/s), permitindo a formação de uma região com escoamento de vazante na margem esquerda e próxima da superfície, que foi se ampliando com a aproximação da estofa (**FIGURA 5.1.6.1-8E** ilustra a situação 1,5 horas depois do pico). Os dois aspectos, maré enchente entrando pela margem esquerda e escoamento de vazante se concentrando na margem direita, colaboraram para resultar em um campo com estrutura de circulação residual bidirecional (**FIGURA 5.1.6.1-8F**).

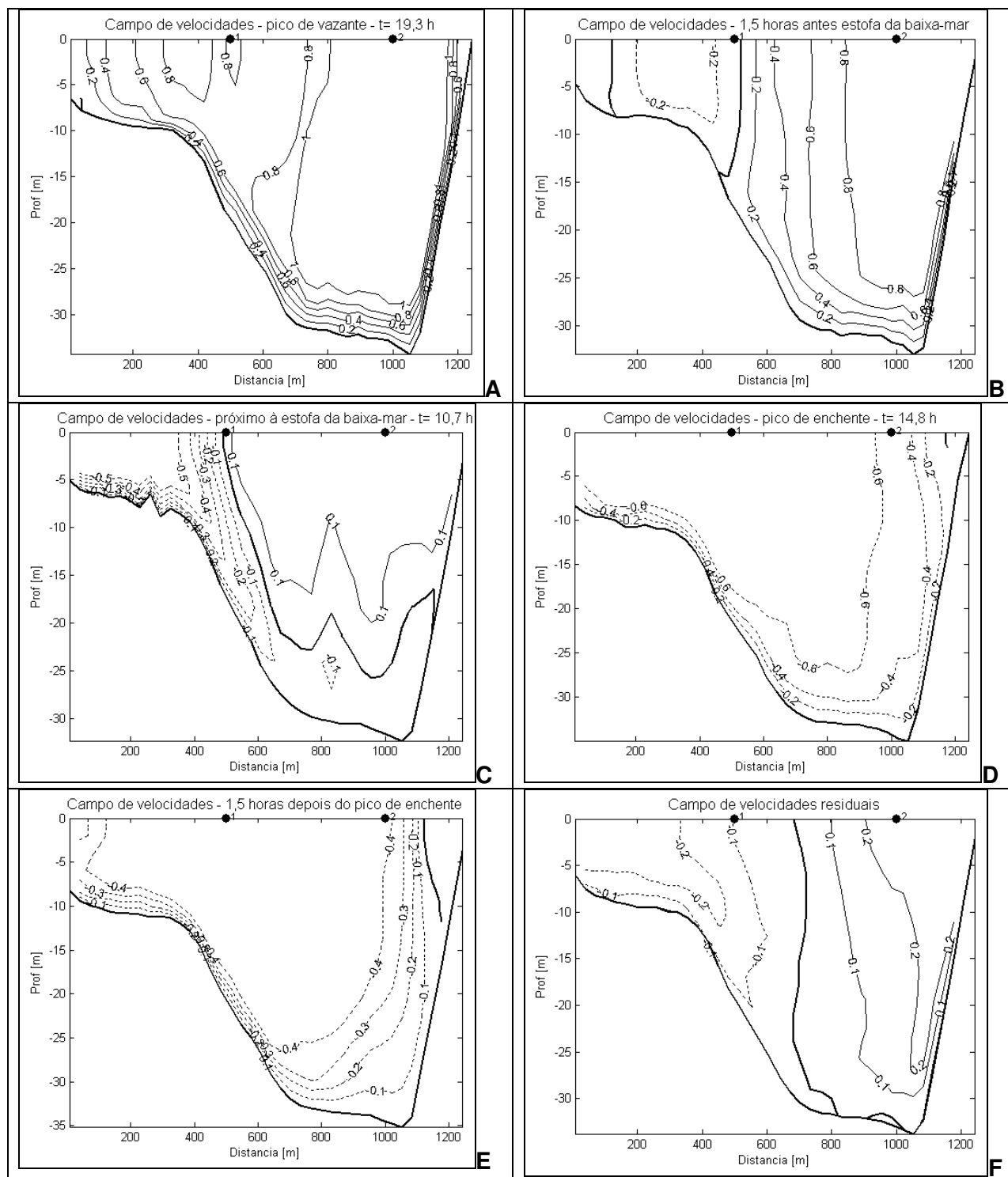


FIGURA 5.1.6.1- 8 - Campos de velocidades [m/s] característicos- 26/10/2003 – sizigia – Q= 15,6 m³/s. Seção 1 – Canal do Paraguaçu.

Correntes – Seção 1 - Quadratura - 02/11/2003

Este monitoramento também ocorreu durante a descarga fluvial de 15,6 m³/s, em maré de quadratura com altura de 1,32m na enchente e 1,17m na vazante (**FIGURA 5.1.6.1-9**). A duração da maré enchente (6,6 horas) ficou com um valor bem próximo da maré vazante (6,4 horas), totalizando um ciclo de maré com 13 horas. As velocidades de vazante e enchente se equivaleram, sendo respectivamente $\bar{U} = 0,14$ e $-0,16$ m/s e $\bar{u}_{max} = 0,27$ e $-0,3$ m/s. A U_{max} em ambas as fases foi igual a 0,27 m/s. Com a área da seção transversal variando entre 25.050 m² a 26.677 m², as vazões máximas foram praticamente iguais: 6.996 m³/s e -7.012 m³/s, respectivamente para vazante e enchente. O prisma de enchente foi de $0,96 \times 10^8$ m³. A vazão residual obtida foi igual a $-158,6$ m³/s. O resumo com os valores característicos de velocidade e vazão constam na **TABELA 5.1.6.1-1**.

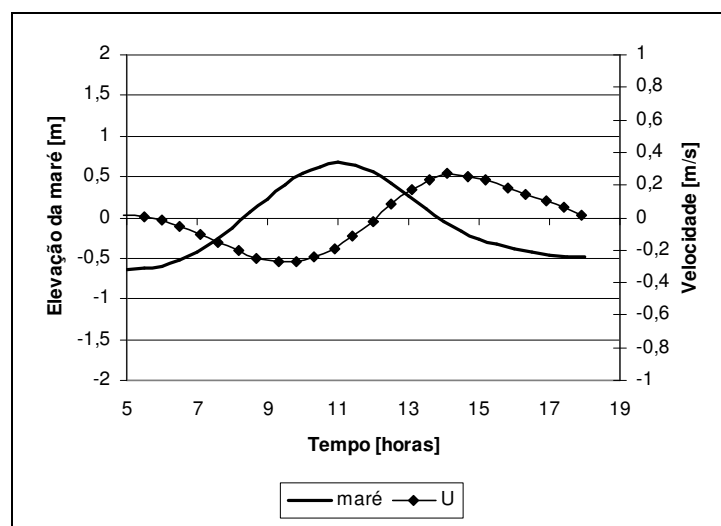


FIGURA 5.1.6.1- 9 - Velocidade média na seção I e maré prevista – 02/11/2003 – quadratura – Q= 15,6 m³/s.

No campo de corrente, verificou-se um padrão bem diferenciado da sizígia (**FIGURA 5.1.6.1-8**). A maré de enchente, embora tenha desenvolvido as maiores velocidades na parte mais profunda da seção, apresentou na camada superficial um fluxo de vazante, até duas horas após a estofa da baixa-mar, como mostram as **FIGURAS 5.1.6.1-10A e B**. Esse padrão ficou, de certa maneira, ainda registrado no pico de enchente pelas menores velocidades na camada superficial em relação à camada mais profunda da seção (**FIGURA 5.1.6.1-10C**). No pico de vazante as velocidades se distribuíram em toda a seção (**FIGURA 5.1.6.1-10D**). Como resultado, o campo de velocidade residual apresentou movimento bidirecional na vertical, ou seja, circulação gravitacional (**FIGURA 5.1.6.1-10E**).

O padrão de movimento bidirecional na vertical observado nos campos residuais em maré de sizígia (**FIGURA 5.1.6.1-8F**) mostram a atenuação do efeito baroclínico verificado na quadratura (**FIGURA 5.1.6.1-10E**) devido à maior intensidade do efeito barotrópico da maré.

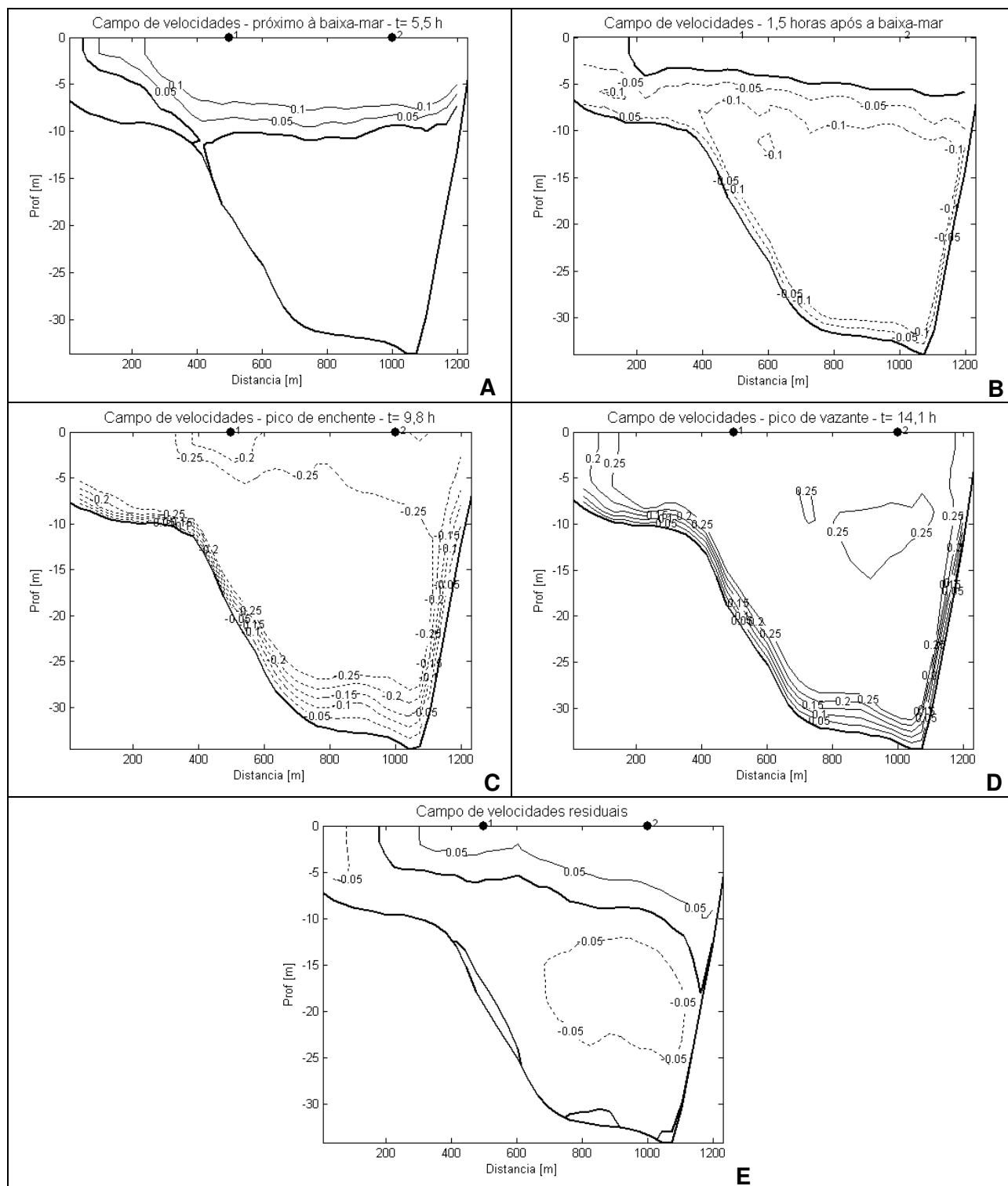


FIGURA 5.1.6.1- 10 - Campos de velocidades [m/s] característicos – 02/11/2003 – quadratura – Q= 15,6 m³/s. Seção 1 – Canal do Paraguaçu.

Houve ainda um terceiro monitoramento no Canal do Paraguaçu, que ocorreu em maré de sizígia e vazão fluvial de 191 m³/s, com altura de maré de 3,13m na vazante e 3,03m na enchente. As características das correntes foram semelhantes àsquelas de 26/10/2003, não sendo identificada influência da maior vazão fluvial, segundo Genz (2006).

Propriedades hidrográficas – Seção 1 - Sizígia – 26/10/2003

Em sizígia, com baixa descarga fluvial (15,6 m³/s), os perfis verticais CTD 1 (profundidade máxima ~10 m) e CTD 2 (profundidade máxima ~ 31 m) apresentaram algumas variações devido a circulação lateralmente diferenciada (ver campo de correntes na **FIGURA 5.1.6.1-8**).

Os dados do CTD 2 serão utilizados para descrever os aspectos gerais da hidrografia na Seção 1. A coluna d'água apresentou-se bem misturada durante todo o ciclo (**FIGURA 5.1.6.1-11A**), com valor médio de 34,5, variando entre o máximo na preamar (~35,1) e mínimo na baixa-mar (~33,5). A temperatura teve pequena variabilidade (média de 27,5°C), com padrão vertical mais homogêneo próximo da baixa-mar (**FIGURA 5.1.6.1-11B**). As velocidades máximas ocorreram à meia maré enchente e vazante (**FIGURA 5.1.6.1-11C**), com \bar{u}_{max} de -0,53 e 1,16 m/s, respectivamente. A velocidade máxima instantânea na enchente (-0,66 m/s) ocorreu a 0,5Z, enquanto que na vazante (1,28 m/s) foi registrado na superfície. A velocidade residual foi de 0,156 m/s. A maior concentração de sedimentos esteve associada à maré enchente, logo após a baixa-mar e junto ao fundo (máximo de 107 mg/l), e no pico de enchente para a coluna toda (máximo de 92 mg/l). Na maré vazante, somente cerca de 3 horas após a preamar foi verificado o aumento da concentração dos sedimentos em suspensão e ao longo de toda a coluna de água (**FIGURA 5.1.6.1-11D**).

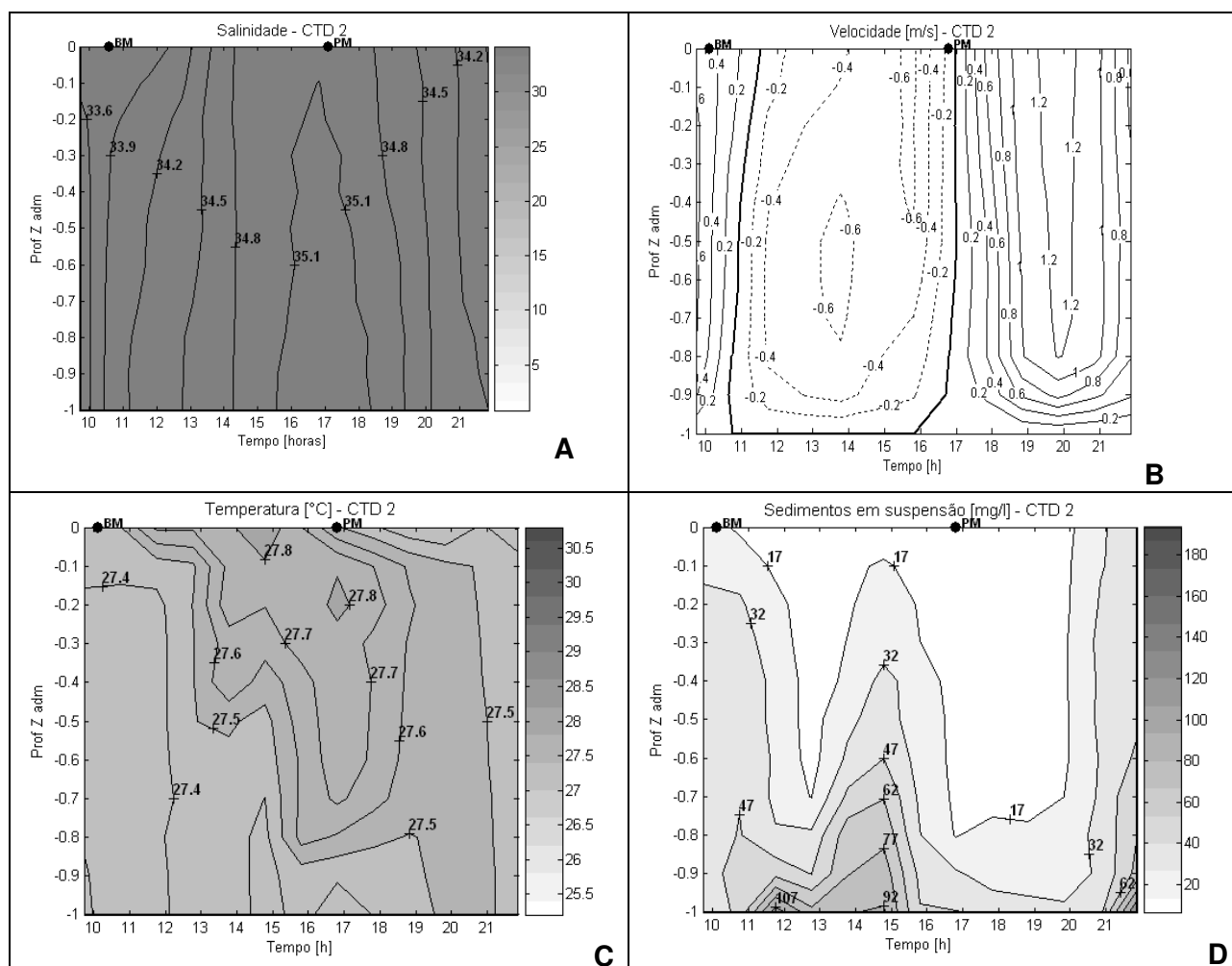


FIGURA 5.1.6.1- 11 - Variação temporal da salinidade (a), temperatura (b), velocidade (c), e sedimentos em suspensão (d) – 26/10/2003 – CTD 2 - Canal do Paraguaçu – sizígia e $Q = 15,6 \text{ m}^3/\text{s}$.

Em relação aos resultados do perfil do CTD 1 (próximo a margem esquerda) apenas ficou em destaque a maior quantidade de sedimentos em suspensão medida (máximo de 307 mg/l) (GENZ, 2006).

Propriedades hidrográficas – Seção 1 – Quadratura - 02/11/2003

Na maré de quadratura não houve circulação em sentidos diferenciados na horizontal (ver campos de corrente na **FIGURA 5.1.6.1-10**) e devido aos resultados semelhantes nas duas posições de medição, somente os dados do CTD 2 são descritos. A variação temporal das variáveis ao longo do ciclo de maré apresentou um pequeno e gradual gradiente de salinidade na coluna de água (valor médio de 34,7) (**FIGURA 5.1.6.1-12A**). Os valores acima de 35 sempre estiveram preenchendo a região de profundidade maior que 0,7Z e os valores abaixo de 33,6 acontecendo próximo da superfície e da baixa-mar. Associada à salinidade, a temperatura mostrou um padrão semelhante, com temperaturas menores no fundo ($< 27,8^\circ\text{C}$) e temperaturas maiores na superfície,

principalmente durante a maré vazante (**FIGURA 5.1.6.1-12C**). A temperatura média foi de 27,8°C.

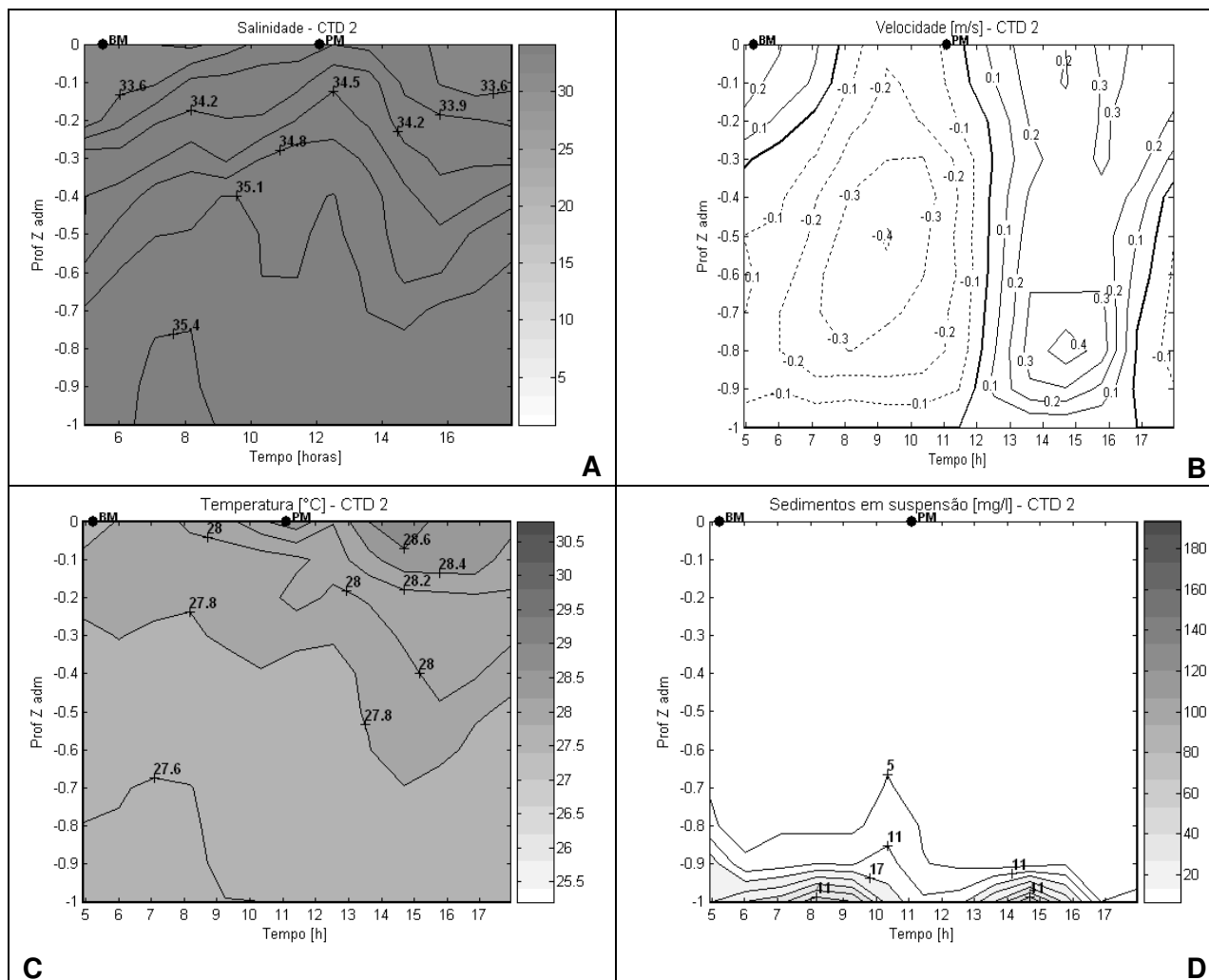


FIGURA 5.1.6.1- 12 - Variação temporal da salinidade (a), temperatura (b), velocidade (c), e sedimentos em suspensão (d) – 02/11/2003 – CTD 2 - Canal do Paraguaçu – quadratura e Q = 15,6 m³/s – Seção 1.

As velocidades (**FIGURA 5.1.6.1-12**), em comparação com àquelas de sizígia, foram bem menores. Os valores máximos da \bar{u}_{max} foram 0,28 e -0,27 m/s, embora os valores instantâneos máximos tenham alcançado 0,46 m/s (meia maré vazante e na altura de 0,5Z) e -0,41 m/s (meia maré enchente e na altura de 0,8Z). A velocidade residual foi de -0,005 m/s. A concentração de sedimentos em suspensão foi reduzida (entre 0 e 46 mg/l) e somente junto ao fundo foram registrados valores acima de 15 mg/l, associados à ocorrência da velocidade máxima de enchente e de vazante (**FIGURA 5.1.6.1-12D**).

Perfis médios

A análise dos perfis médios de salinidade, temperatura, velocidade (residual) e concentração de sedimentos em suspensão (**FIGURA 5.1.6.1-13**) mostrou que embora os valores médios da salinidade em sizígia e quadratura sejam praticamente iguais (~34,5), a variação vertical em sizígia aumentou de 0,2 para 1,72 na quadratura. Padrão semelhante foi observado em relação à temperatura. A velocidade residual em sizígia foi positivo em toda a coluna d'água, enquanto que em quadratura apresentou-se em duas camadas, típico de circulação gravitacional. Os sedimentos em suspensão na sizígia, devido às maiores velocidades, apresentaram concentrações mais elevadas, aumentando ao longo da coluna d'água e se acentuando próximo ao fundo. De modo geral, ficou evidente a maior capacidade de mistura e de transporte de sedimentos em suspensão na maré de sizígia (GENZ, 2006).

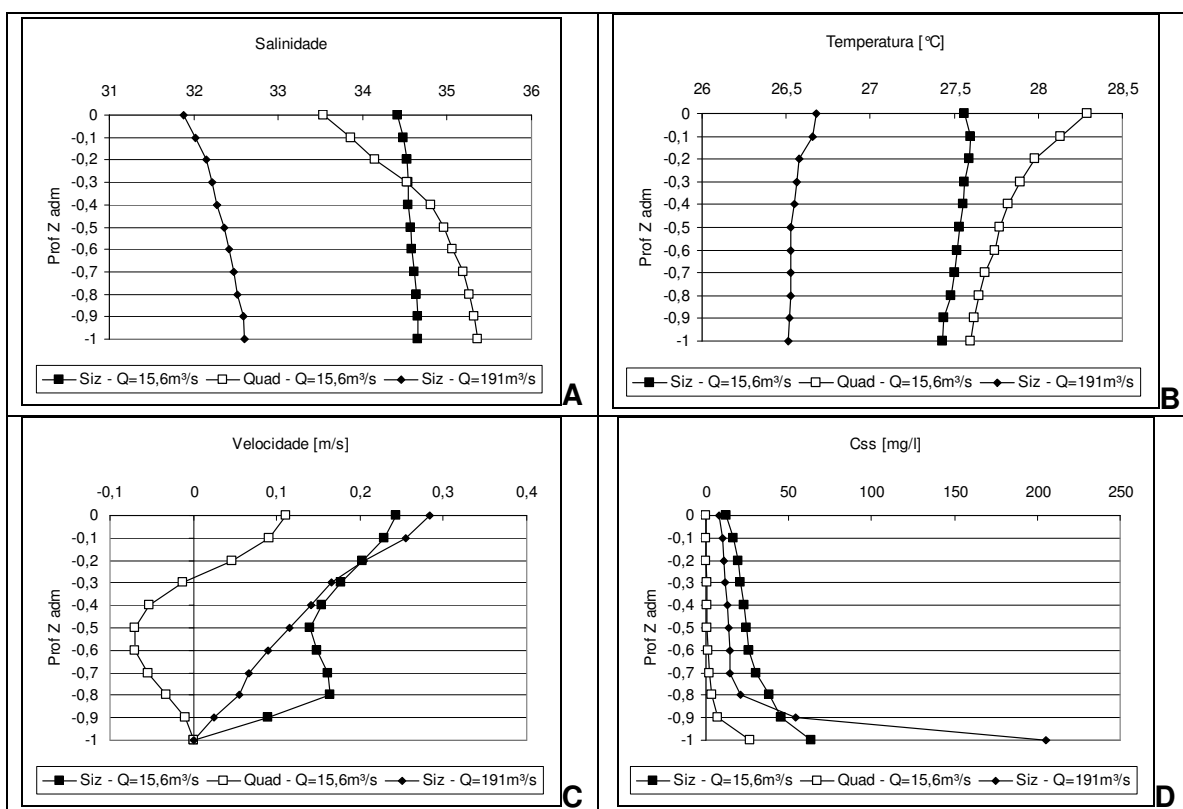


FIGURA 5.1.6.1- 13 - Perfis médios de salinidade (a), temperatura (b), velocidade (c) e sedimentos em suspensão (d) – Canal do Paraguaçu – seção 1.

Embora o comportamento das correntes na maré de sizígia de 29/08/2003 tenha sido semelhante àquela da sizígia de 26/10/2003, comparando-se as propriedades hidrográficas das situações de diferentes vazões fluviais, observou-se que o perfil médio da salinidade (**FIGURA 5.1.6.1-13**) mostrou uma variação da superfície ao fundo um pouco mais acentuada (0,8) com a vazão fluvial de 191 m³/s (29/08/2003).

O perfil de velocidade residual mudou a forma, apresentando um crescimento linear a partir do fundo, chegando na superfície com 0,28m/s (16% superior àquela de 26/10/2003). A concentração de sedimentos, embora ao longo de quase toda a coluna

d'água tenha sido inferior aos valores de 26/10/2003, junto ao fundo ocorreu um aumento extraordinário (valor médio de 205mg/l). Genz, (2006) destacou que ocorreram chuvas nos dias anteriores ao monitoramento e os pequenos mananciais que circundam o estuário podem ter contribuído para a maior quantidade de sedimentos.

Resultados do monitoramento na Seção Transversal 2

Marés

As alturas de maré monitoradas foram de 3,16 m no dia 10/3/2009 e 3,28 m no dia 11/3/2009. Comparando com as marés registradas no Porto de Salvador (**FIGURA 5.1.6.1-14**), observa-se que as alturas de maré em São Roque foram respectivamente 0,67 m e 0,45 m maiores. A situação de maré monitorada, e por conseguinte dinâmica, pode ser considerada com condição extrema, visto que marés com altura superior à 2,50 m em Salvador, corresponde às registrada nos dias 10 e 11/03, correspondem a menos de 3% das alturas previstas para todo um ano.

Na **FIGURA 5.1.6.1-14** podem ser também verificados os atrasos desiguais entre o momento da preamar e baixa-mar em Salvador e São Roque. Enquanto os momentos de baixa-mar foram quase sincrônicos, os momentos de preamar em São Roque sofreram atrasos de 20 minutos no dia 10/03 e de 75 minutos no dia 11/03. Esta diferença entre os momentos de baixa-mar e preamar nas duas localidades deve-se à distorção da onda de maré no Canal de São Roque, que gera um atraso no momento de preamar e tempos mais curtos de vazante.

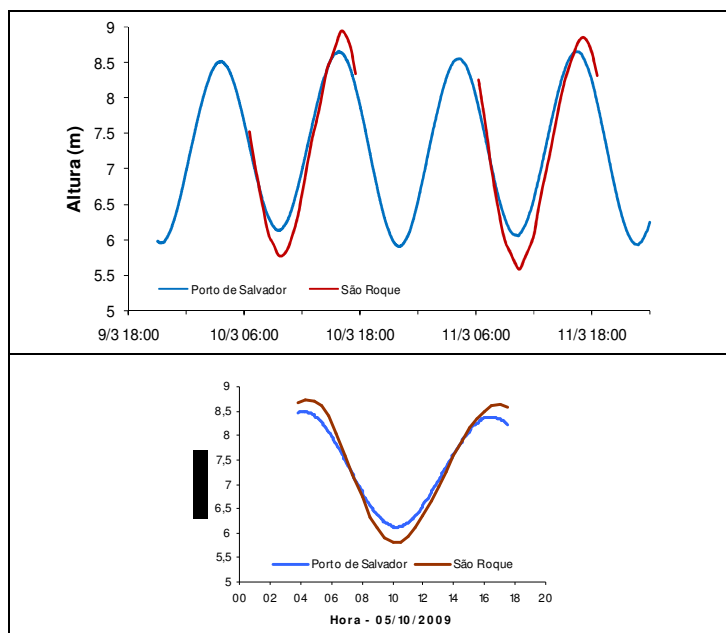


FIGURA 5.1.6.1- 14 – Variação da maré no Canal de São Roque (local de monitoramento) e no Porto de Salvador.

Correntes – Seção 2 - Sízígia – 10 e 11/03/2009

O monitoramento foi realizado ao longo da seção definida entre as coordenadas UTM WGS1984 515283/8582517 (margem esquerda) e 514462/8582246 (margem direita) (**FIGURA 5.1.6.1-1**), com comprimento aproximado de 870 m e profundidade máxima de 40 m.

Os valores de velocidade e direção das correntes na coluna d'água foram obtidos em intervalos de 0,5 hora, com dados a cada dois metros da coluna d'água e resolução horizontal média de 6 m.

A velocidade média dos fluxos de enchente e vazante para toda a seção foi de respectivamente $-0,43 \text{ m s}^{-1}$ e $0,52 \text{ m s}^{-1}$ no dia 10/3 e de $-0,43 \text{ m s}^{-1}$ e $0,58 \text{ m s}^{-1}$ no dia 11/03 (**TABELA 5.1.6.1-2**). As velocidades médias instantâneas máximas ocorreram em momentos próximos à meia maré, tendo alcançado $0,93 \text{ m s}^{-1}$ na vazante e $-0,65 \text{ m s}^{-1}$ na enchente (**FIGURA 5.1.6.1-15** e **TABELA 5.1.6.1-2**). Estes valores estão em acordo com a tendência de fluxos mais vigorosos nas marés de vazante. Da mesma forma as vazões máximas de vazante (máximo de $19916 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ no dia 10/03) foram superiores às de enchente (máximo de $-12836 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ no dia 11/03). Devido à morfologia triangular da seção transversal, a área de escoamento variou linearmente com a maré e os momentos de vazão e correntes máximas tenderam a ser sincrônicos.

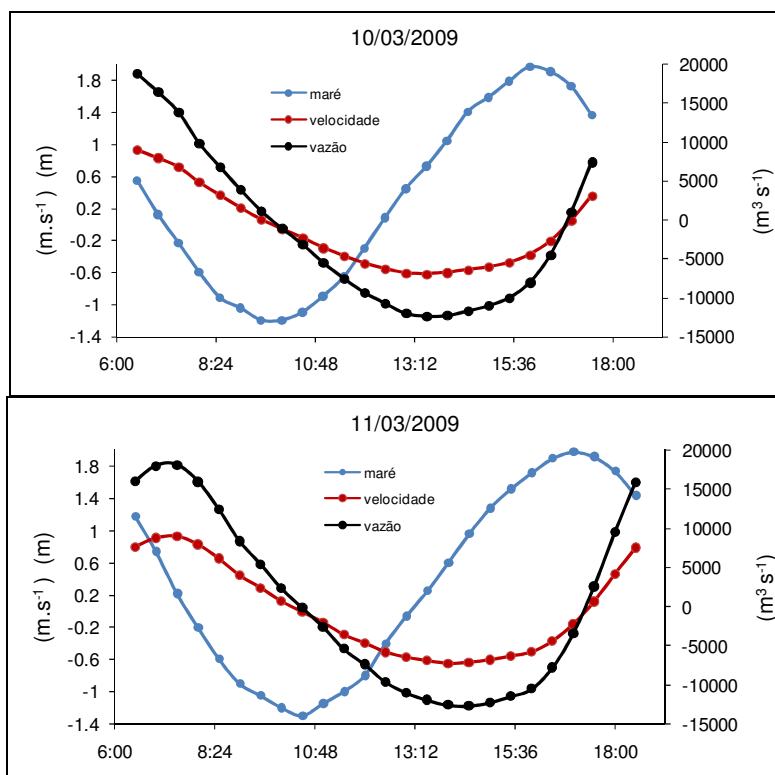


FIGURA 5.1.6.1- 15 - Variação da maré, das vazões instantâneas e correntes médias - Seção transversal 2 - 10 e 11 de março de 2009.

TABELA 5.1.6.1- 2 - Valores horários de velocidade, área da seção transversal e vazão.

| 10/03/2009 | | | | 11/03/2009 | | | |
|------------|-----------------------|-----------------------|--|------------|-----------------------|-----------------------|--|
| Hora | U(m s ⁻¹) | Área(m ²) | Vazão(m ³ s ⁻¹) | Hora | U(m s ⁻¹) | Área(m ²) | Vazão(m ³ s ⁻¹) |
| 6,8 | 0,924 | 20295 | 18743 | 6,5 | 0,805 | 19950 | 16061 |
| 7,2 | 0,826 | 19859 | 16402 | 7,0 | 0,916 | 19687 | 18030 |
| 7,7 | 0,713 | 19363 | 13798 | 7,5 | 0,934 | 19400 | 18123 |
| 8,2 | 0,522 | 18778 | 9806 | 8,0 | 0,836 | 19149 | 16012 |
| 8,7 | 0,363 | 18733 | 6793 | 8,5 | 0,659 | 18902 | 12455 |
| 9,2 | 0,203 | 19030 | 3860 | 9,0 | 0,447 | 18711 | 8368 |
| 9,6 | 0,059 | 18869 | 1119 | 9,5 | 0,294 | 18532 | 5443 |
| 10,1 | -0,060 | 18413 | -1108 | 10,0 | 0,127 | 18431 | 2338 |
| 10,6 | -0,171 | 18609 | -3177 | 10,6 | -0,008 | 18315 | -145 |
| 11,1 | -0,293 | 18833 | -5516 | 11,1 | -0,138 | 18629 | -2571 |
| 11,6 | -0,397 | 19063 | -7562 | 11,6 | -0,292 | 18530 | -5412 |
| 12,1 | -0,487 | 19218 | -9362 | 12,1 | -0,395 | 18714 | -7387 |
| 12,5 | -0,557 | 19314 | -10760 | 12,6 | -0,509 | 18934 | -9632 |
| 13,0 | -0,608 | 19795 | -12045 | 13,1 | -0,573 | 19214 | -11011 |
| 13,5 | -0,620 | 20030 | -12415 | 13,6 | -0,616 | 19377 | -11944 |
| 14,0 | -0,602 | 20485 | -12333 | 14,1 | -0,650 | 19363 | -12590 |
| 14,5 | -0,567 | 20713 | -11754 | 14,6 | -0,636 | 19960 | -12693 |
| 14,9 | -0,533 | 20792 | -11074 | 15,1 | -0,605 | 20240 | -12252 |
| 15,4 | -0,479 | 20963 | -10049 | 15,6 | -0,559 | 20527 | -11475 |
| 15,9 | -0,379 | 21316 | -8085 | 16,1 | -0,507 | 20792 | -10532 |
| 16,4 | -0,210 | 21645 | -4541 | 16,6 | -0,372 | 20967 | -7805 |
| 16,9 | 0,043 | 21214 | 913 | 17,1 | -0,162 | 21139 | -3422 |
| 17,4 | 0,355 | 20831 | 7385 | 17,6 | 0,123 | 20936 | 2579 |
| 17,8 | 0,674 | 20177 | 13607 | 18,2 | 0,466 | 20440 | 9527 |
| 18,3 | 1,001 | 19786 | 19812 | 18,7 | 0,795 | 20097 | 15977 |

A distribuição do campo de velocidades ao longo da seção indicou fluxos mais vigorosos na porção central do canal (**FIGURA 5.1.6.1-16A** e **FIGURA 5.1.6.1-16C**), os quais alcançaram valores máximos de $1,65 \text{ m s}^{-1}$ na vazante (na metade superior da coluna d'água) e de até $-1,1 \text{ m s}^{-1}$ na enchente (na metade inferior da coluna d'água). A estofa da maré ocorreu em instantes diferentes de um lado e outro da seção. No final da maré vazante e início da maré enchente, uma estratificação lateral foi estabelecida, com fluxos de enchente sendo iniciados primeiramente na margem esquerda do canal (**FIGURA 5.1.6.1-16B**). Da mesma forma, ao final da maré enchente e início da maré vazante, fluxos de vazante foram estabelecidos primeiramente na margem esquerda do canal (**FIGURA 5.1.6.1-16D**). Esta estratificação lateral é controlada pela sinuosidade do canal próximo ao local de monitoramento, que força o escoamento do fluxo preferencial (enchente ou vazante) pela margem SW (direita), onde a inversão do fluxo é tardia.

Uma ligeira tendência à estratificação vertical também ocorre ao longo da primeira hora posterior à estofa, especialmente no início da maré enchente (entre 10 e 11 horas nos dias 10 e 11/03 - **ANEXO 5.1-9**), quando a reduzida velocidade do fluxo causa menor

mistura da coluna d'água e o gradiente de densidade força o escoamento da água menos salgada pela superfície.

O prisma da maré de enchente foi de $219,9 \times 10^6 \text{ m}^3$ no dia 10/03 e $226,5 \times 10^6 \text{ m}^3$ no dia 11/3, quando a altura de maré foi superior em 0,12 m.

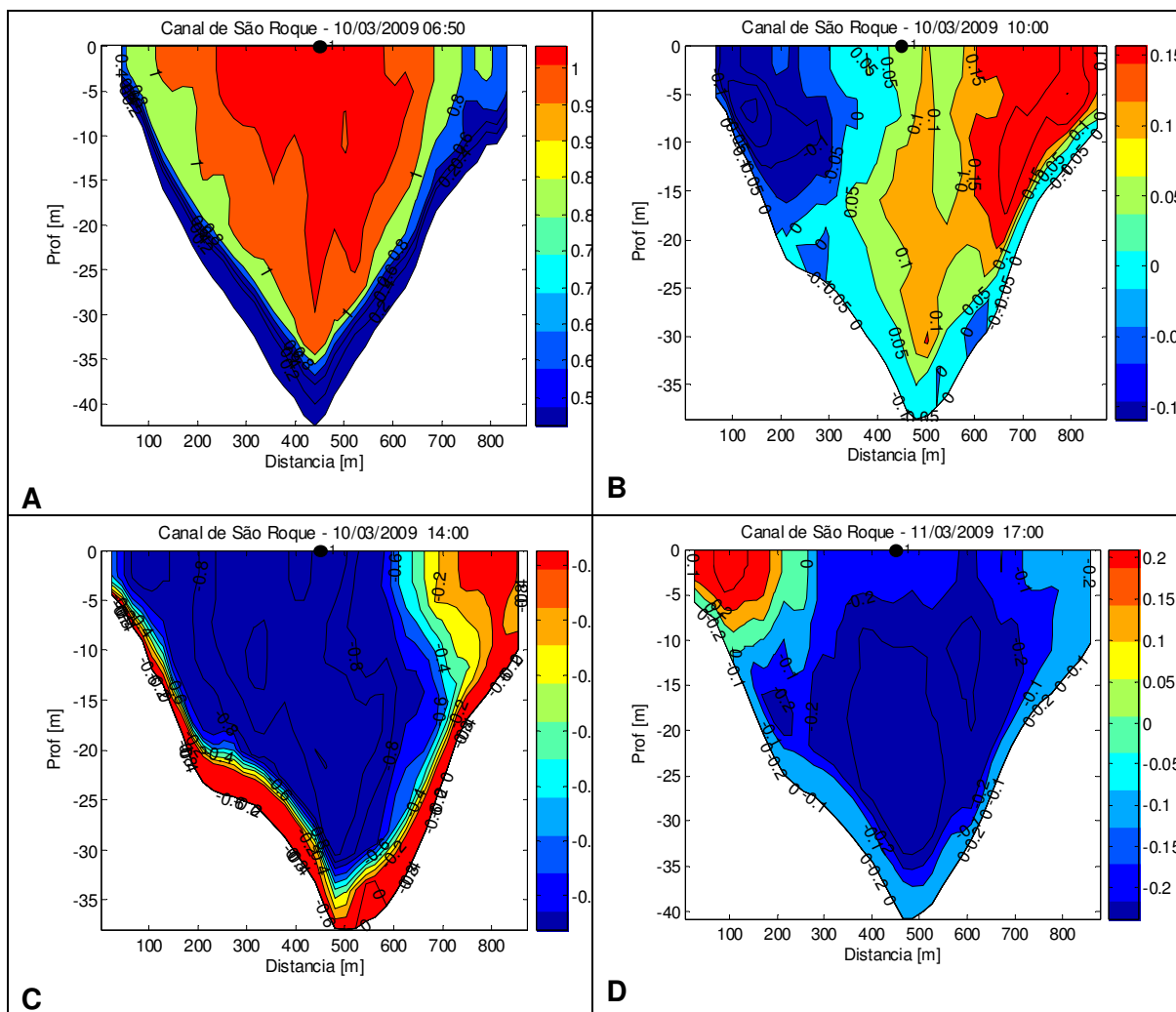


FIGURA 5.1.6.1- 16 - Distribuição do campo de velocidades instantâneas no dia 10/03, em momento de máximas velocidades de vazante (a), próximo à estufa de baixa-mar (b), máximas velocidades de enchente (c) e estufa de preamar (d).

De forma geral os dois dias de monitoramento mostram condições hidrodinâmicas muito semelhantes (**TABELA 5.1.6.1-3**).

TABELA 5.1.6.1- 3 - Valores característicos dos ciclos de maré

| Propriedades Hidrodinâmicas | 10 de março | 11 de março |
|--------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Estofa baixa-mar (hora) | 9,90 | 10,54 |
| preamar (hora) | 16,79 | 17,43 |
| U vazante ($m s^{-1}$) | 0,52 | 0,58 |
| enchente ($m s^{-1}$) | -0,43 | -0,43 |
| \bar{u} máx vazante ($m s^{-1}$) | 1,01 | 0,92 |
| enchente ($m s^{-1}$) | -0,62 | -0,65 |
| Q máxima vazante ($m^3 s^{-1}$) | 19916,2 | 18152,8 |
| enchente ($m^3 s^{-1}$) | -12474,6 | -12836,4 |
| Tempo de enchente (hora) | 6,89 | 6,89 |
| Prisma enchente (m^3) | -219,9 x 10 ⁶ | -226,5 x 10 ⁶ |

Propriedades hidrográficas – Seção 2 - Sizígia – 10 e 11/03/2009.

As propriedades hidrográficas (salinidade, temperatura e turbidez) na coluna d'água foram monitorada na posição central da seção transversal com o auxílio de um CTD *SeaBird*. O aparelho foi lançado em intervalos de 1/2 hora, coincidentes com o final da medição das correntes. Devido a problemas logísticos, apenas os 25 m superficiais da coluna d'água (profundidade total de ~40m) foram amostrados.

A coluna da água mostrou uma condição de boa mistura na vertical nos dois dias de monitoramento, sendo que ao longo do ciclo da maré houve uma pequena variação da salinidade. Enquanto próximo da baixa-mar a salinidade ficou em 32 na camada superficial, no momento da preamar na camada do fundo chegou a 35 (**FIGURA 5.1.6.1-17A e B**).

A temperatura se apresentou bastante homogênea, sendo que a variação abaixo dos 8 m de profundidade ($Z = -0,4$) foi inferior a 0,2 °C ao longo do ciclo de maré. No entanto, os primeiros 8 m da coluna d'água sofreram os efeitos da radiação solar ao longo do dia. Os valores de temperatura superficial foram até 1 °C mais elevados no meio do dia, tendo alcançado 30,7 °C no dia 10/03 (**FIGURA 5.1.6.1-17C e D**).

Os valores de turbidez variaram em até 10 vezes ao longo do ciclo de maré. No dia 10/3 a turbidez variou entre 3,6 NTU e 35 NTU, enquanto que no dia 11/3 a variação foi entre 6 e 65 NTU. Os maiores valores de turbidez ocorreram na meia vazante (em toda a coluna d'água) e meia enchente (na camada do fundo), sendo os menores observados na preamar (**FIGURA 5.1.6.1-17E e F**).

De forma geral os dois dias de monitoramento mostram condições hidrográficas muito semelhantes, também como foi observado nas correntes.

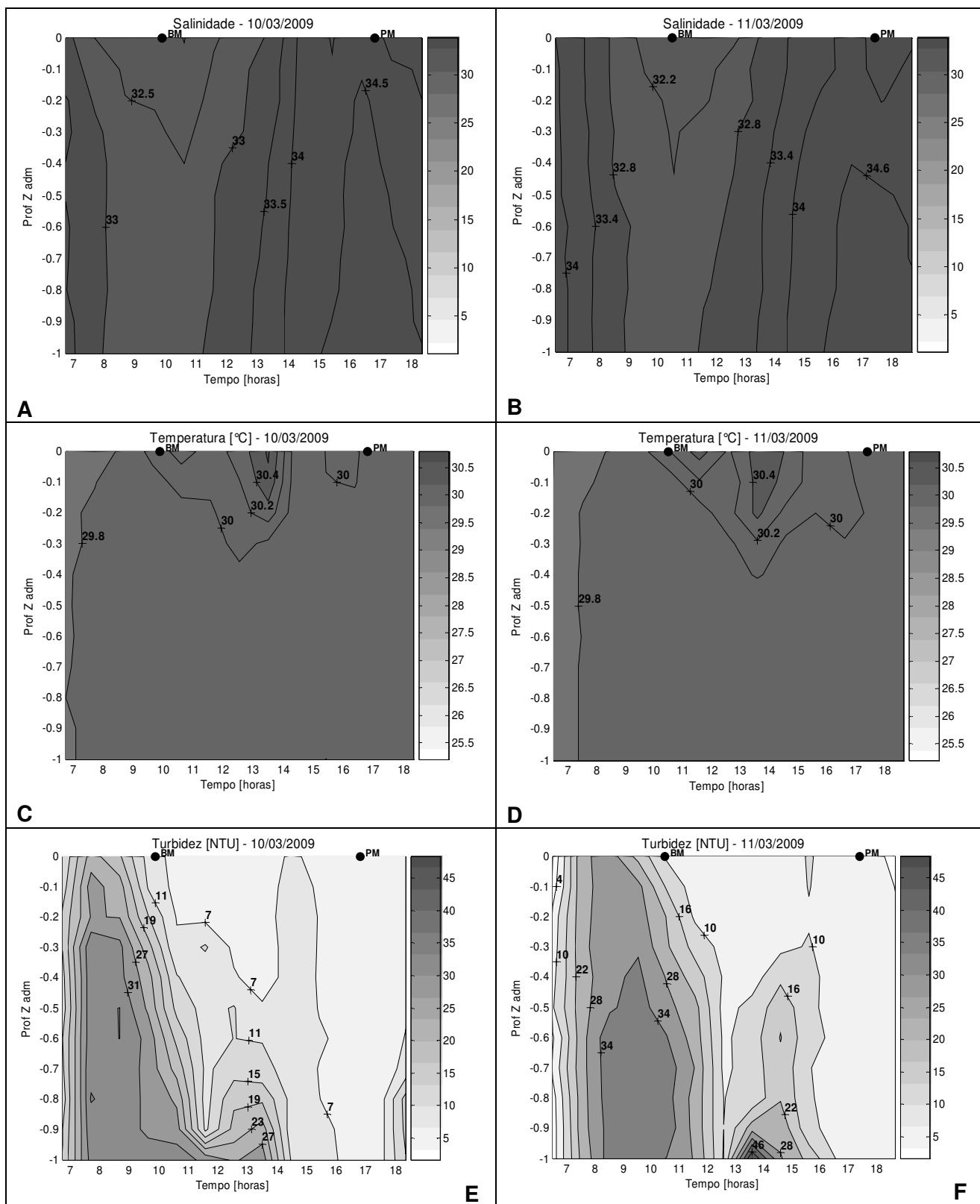


FIGURA 5.1.6.1- 17 - Variação temporal dos perfis verticais: salinidade (A,B), temperatura (C,D) e turbidez (E,F) – 10 e 11/03/2009 – Seção 2.

Perfis médios – Seção 2 - Sizígia – 10 e 11/03/2009.

Os valores médios de salinidade, temperatura e turbidez da coluna d'água para as duas campanhas foram de respectivamente 33,5, 29,8 °C e 16,2 NTU. A **FIGURA 5.1.6.1-18** mostra a variação dos valores médios destas propriedades na coluna d'água e a diferença entre os dois dias de monitoramento. Observa-se que a coluna d'água monitorada é bem misturada, com diferenças verticais de salinidade inferiores a 1 e de temperatura inferiores a 0,2 °C. Diferenças mais significativas são observadas no campo de turbidez, com variação de até 13 NTUs entre a superfície e a profundidade de 24 m. É chamada a atenção para o fato destas diferenças poderem ser maiores, dado o fato de que os 15 m mais profundos da lâmina d'água não terem sido alcançados.

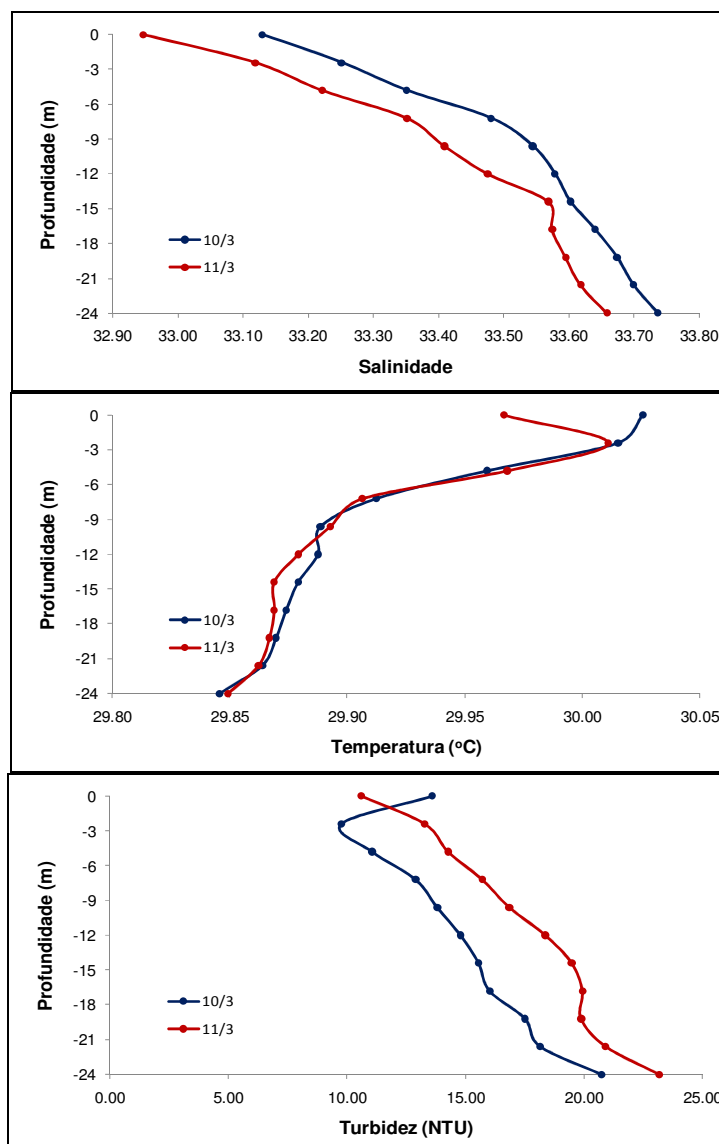


FIGURA 5.1.6.1- 18 - Perfis médios de salinidade, temperatura e turbidez nos dois dias de campanha

Correntes – Seção Transversal 2 - Sizígia – 05/10/2009

Os valores de velocidade e direção das correntes na coluna d'água foram obtidos em intervalos horários, com dados a cada dois metros da coluna d'água e resolução horizontal média de 10 m. Em cada horário o fluxo na seção foi monitorado com duas passagens do correntômetro (ida e volta), permitindo estabelecer um valor médio.

A velocidade média dos fluxos de enchente e vazante para toda a seção foi de respectivamente $-0,50 \text{ m s}^{-1}$ e $0,37 \text{ m s}^{-1}$ (TABELA 5.1.6.1-4). As velocidades médias instantâneas máximas ocorreram em momentos próximos à meia maré, tendo alcançado $1,03 \text{ m s}^{-1}$ na vazante e $-0,69 \text{ m s}^{-1}$ na enchente (FIGURA 5.1.6.1-19 e TABELA 5.1.6.1-5). Estes valores estão em acordo com a tendência de fluxos mais vigorosos nas marés de vazante. Da mesma forma as vazões máximas de vazante (máximo de $17362 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$) foram superiores às de enchente (máximo de $-10264 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$). Devido à morfologia triangular da seção transversal, a área de escoamento variou linearmente com a maré e os momentos de vazão e correntes máximas tenderam a ser sincrônicos.

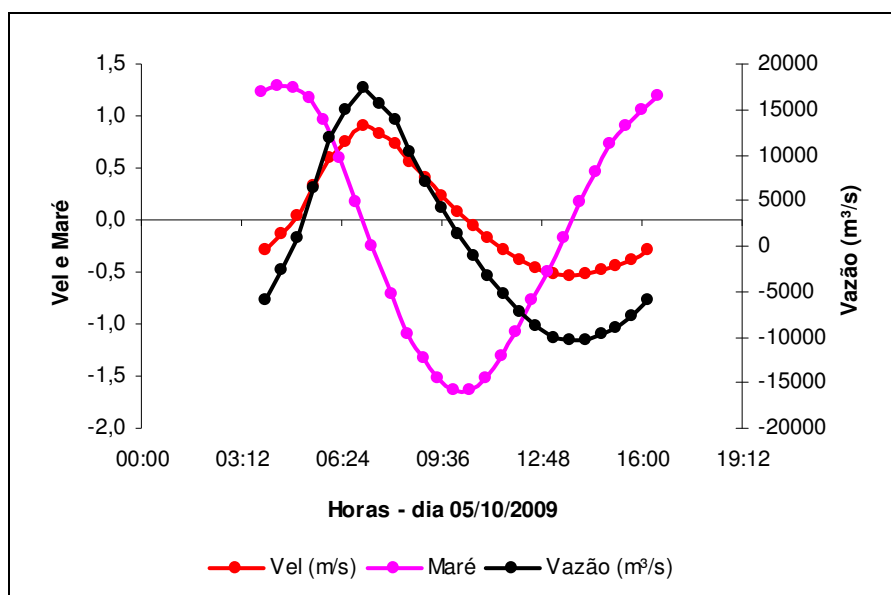


FIGURA 5.1.6.1- 19 - Variação da maré, das vazões instantâneas e correntes médias - Seção transversal 2 – 05 de outubro de 2009.

TABELA 5.1.6.1- 4 - Valores característicos dos ciclos de maré – 05/10/09.

| Propriedades Oceanográficas | Valores |
|--|---------|
| Estofa baixa-mar (hora) | 10,42 |
| preamar (hora) | 4,93 |
| U vazante (m s^{-1}) | 0,50 |
| enchente (m s^{-1}) | -0,37 |
| \bar{u} máx vazante (m s^{-1}) | 1,03 |
| enchente (m s^{-1}) | -0,69 |
| Q máxima vazante ($\text{m}^3 \text{ s}^{-1}$) | 16975 |
| enchente ($\text{m}^3 \text{ s}^{-1}$) | -10496 |

| Propriedades Oceanográficas | Valores |
|-----------------------------------|-------------------------|
| Tempo de enchente (hora) | 6,55 |
| Prisma enchente (m ³) | 178,1 x 10 ⁶ |

TABELA 5.1.6.1- 5 - Valores horários de velocidade, área da seção transversal e vazão – 05/10/09.

| N. | Hora | U(m s ⁻¹) | Área(m ²) | Vazão(m ³ s ⁻¹) |
|----|-------|-----------------------|-----------------------|--|
| 1 | 04:00 | -0,30 | 20350 | -6006 |
| 2 | 04:30 | -0,13 | 20247 | -2601 |
| 3 | 05:00 | 0,04 | 20143 | 818 |
| 4 | 05:30 | 0,32 | 20034 | 6405 |
| 5 | 06:00 | 0,59 | 19909 | 11770 |
| 6 | 06:30 | 0,76 | 19555 | 14837 |
| 7 | 07:06 | 0,90 | 19211 | 17362 |
| 8 | 07:36 | 0,83 | 18963 | 15686 |
| 9 | 08:06 | 0,74 | 18697 | 13789 |
| 10 | 08:36 | 0,57 | 18314 | 10387 |
| 11 | 09:06 | 0,40 | 17972 | 7135 |
| 12 | 09:36 | 0,23 | 17835 | 4137 |
| 13 | 10:06 | 0,07 | 17769 | 1294 |
| 14 | 10:36 | -0,06 | 17992 | -1031 |
| 15 | 11:06 | -0,18 | 18227 | -3302 |
| 16 | 11:36 | -0,29 | 18501 | -5272 |
| 17 | 12:06 | -0,38 | 18763 | -7178 |
| 18 | 12:36 | -0,46 | 18991 | -8791 |
| 19 | 13:12 | -0,52 | 19199 | -10005 |
| 20 | 13:42 | -0,53 | 19359 | -10263 |
| 21 | 14:12 | -0,52 | 19572 | -10264 |
| 22 | 14:42 | -0,49 | 19894 | -9720 |
| 23 | 15:12 | -0,44 | 20125 | -8940 |
| 24 | 15:42 | -0,39 | 20195 | -7778 |
| 25 | 16:12 | -0,30 | 20195 | -5985 |

A distribuição do campo de velocidades ao longo da seção indicou fluxos mais vigorosos na porção central do canal (**FIGURA 5.1.6.1-20B e D**), os quais alcançaram valores máximos de 1,40 m s⁻¹ na vazante e de até -1,0 m s⁻¹ na enchente, ambos na metade superior da coluna d'água. A estufa da maré ocorreu em instantes diferentes de um lado e outro da seção. No final da maré vazante e início da maré enchente, uma estratificação lateral foi estabelecida, com fluxos de enchente sendo iniciados primeiramente na margem esquerda do canal (**FIGURA 5.1.6.1-20C**). No caso do final da maré enchente e início da maré vazante, fluxos de vazante foram estabelecidos primeiramente na parte superior da coluna dá, mas também junto à margem esquerda do canal (**FIGURA 5.1.6.1-20A**). Esta estratificação lateral é controlada pela sinuosidade do canal próximo ao local de monitoramento, que força o escoamento do fluxo preferencial (enchente ou vazante) pelo margem NE (esquerda). O prisma da maré de enchente foi de 178,1 x 10⁶ m³.

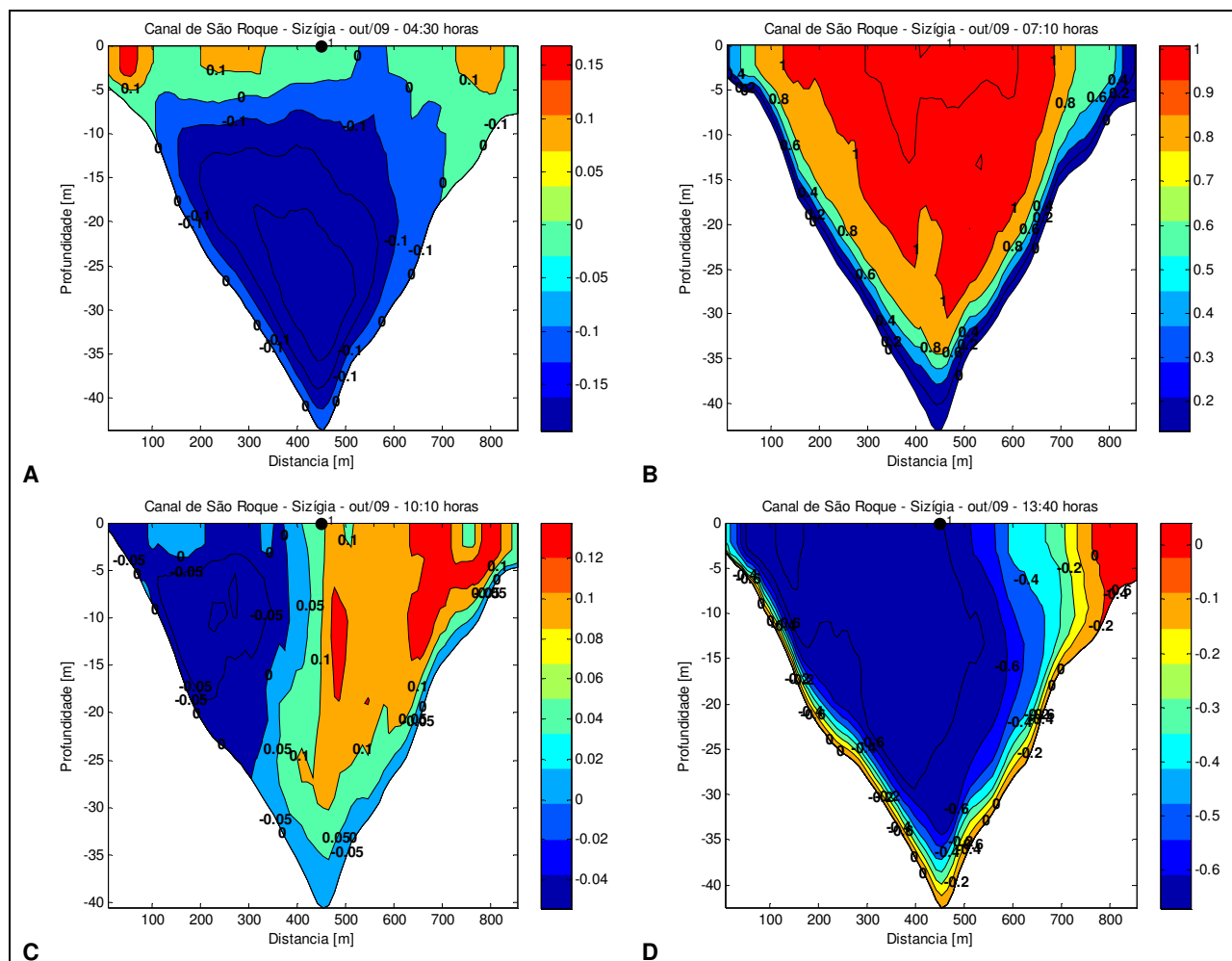


FIGURA 5.1.6.1- 20 – Distribuição do campo de velocidades instantâneas no dia 05/10/2009, em momento próximo a estufa de preamar (A), de máximas velocidades de vazante (B), próximo à estufa de baixa-mar (C) e máximas velocidades de enchente (D).

Propriedades hidrográficas – Seção 2 – Sizígia – 05/10/2009.

As propriedades hidrográficas na coluna d'água foram monitorada na posição central da seção transversal com o auxílio de um CTD *SeaBird*, lançado em intervalos de 1 hora. A coluna da água mostrou uma condição de boa mistura na vertical, sendo que ao longo do ciclo da maré houve uma pequena variação da salinidade. Enquanto próximo da baixa-mar a salinidade ficou em 32,2 na camada superficial, no momento da preamar na camada do fundo chegou a 34,2 (FIGURA 5.1.6.1-21A).

A temperatura se apresentou bastante homogênea, oscilando pouco em torno do valor médio de 27,8°C. A camada superficial da coluna d'água sofreu os efeitos da radiação solar ao longo do dia e de uma chuva rápida que ocorreu no início da manhã (7 horas). Os valores de temperatura superficial foram até 1°C mais elevados no meio do dia, tendo alcançado 28,1°C (FIGURA 5.1.6.1-21B).

Os valores de turbidez variaram em média entre 12 NTU e 45 NTU. Os maiores valores de turbidez ocorreram na meia vazante (em toda a coluna d'água) e logo após a baixa-mar (na camada do fundo), sendo os menores observados na preamar da manhã (**FIGURA 5.1.6.1-21C**).

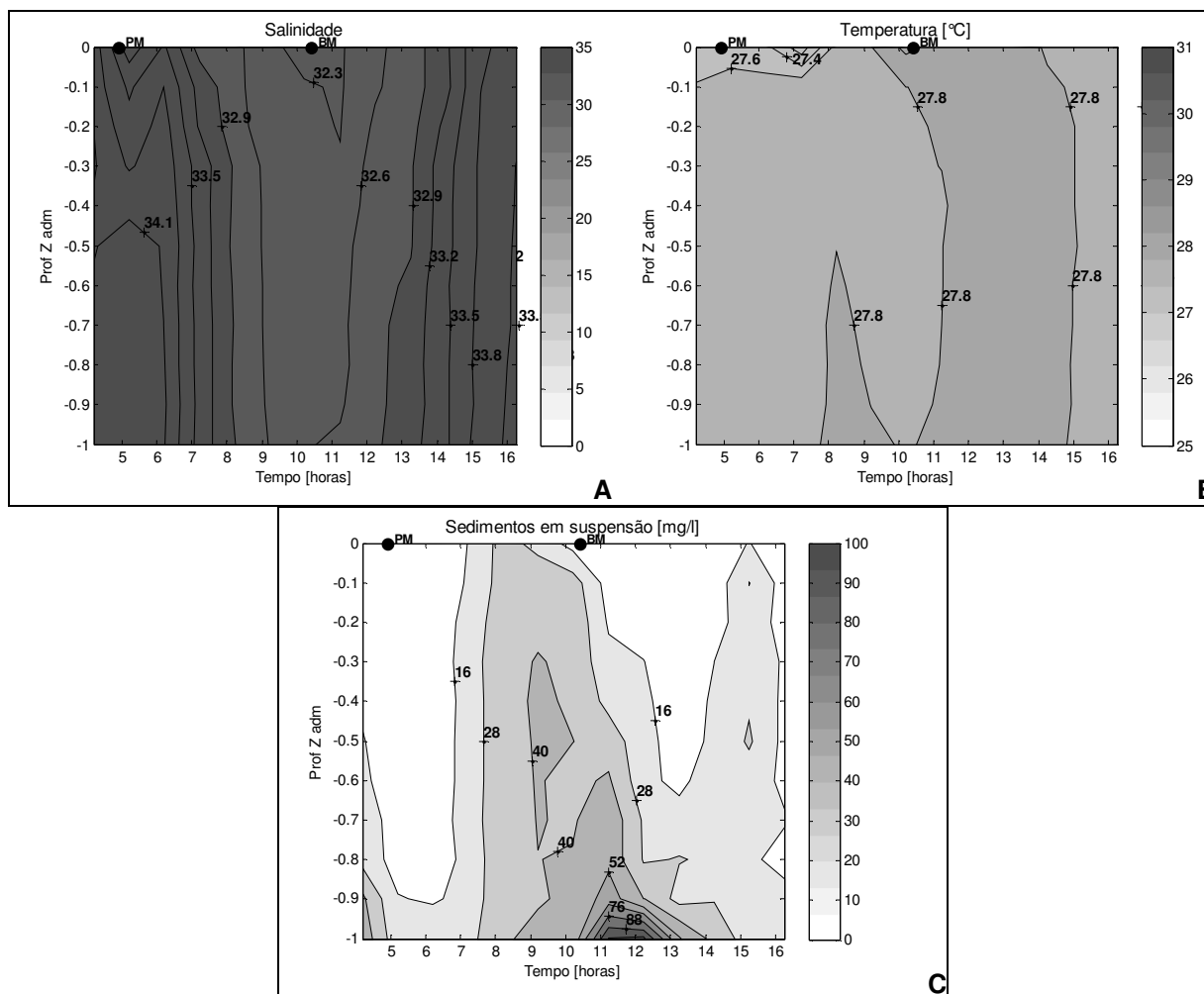


FIGURA 5.1.6.1- 21 - Variação temporal dos perfis verticais: salinidade (A), temperatura (B) e turbidez (C) – Seção 2 – 05/10/2009.

Perfis médios – Seção 2 – Sizígia – 05/10/2009.

Os valores médios de salinidade, temperatura, turbidez e velocidade residual na coluna d'água foram 33,3, 27,8 °C, 24,5 NTU e 0,015 m/s, respectivamente. A **FIGURA 5.1.6.1-22** mostra a variação dos valores médios destas propriedades na coluna d'água. Observa-se que a coluna d'água monitorada é bem misturada, com diferenças verticais de salinidade inferiores a 0,5 e de temperatura inferiores a 0,1 °C. As diferenças mais significativas são observadas no campo de turbidez, com variação de até 33 NTUs entre a superfície e a profundidade de 41 m.

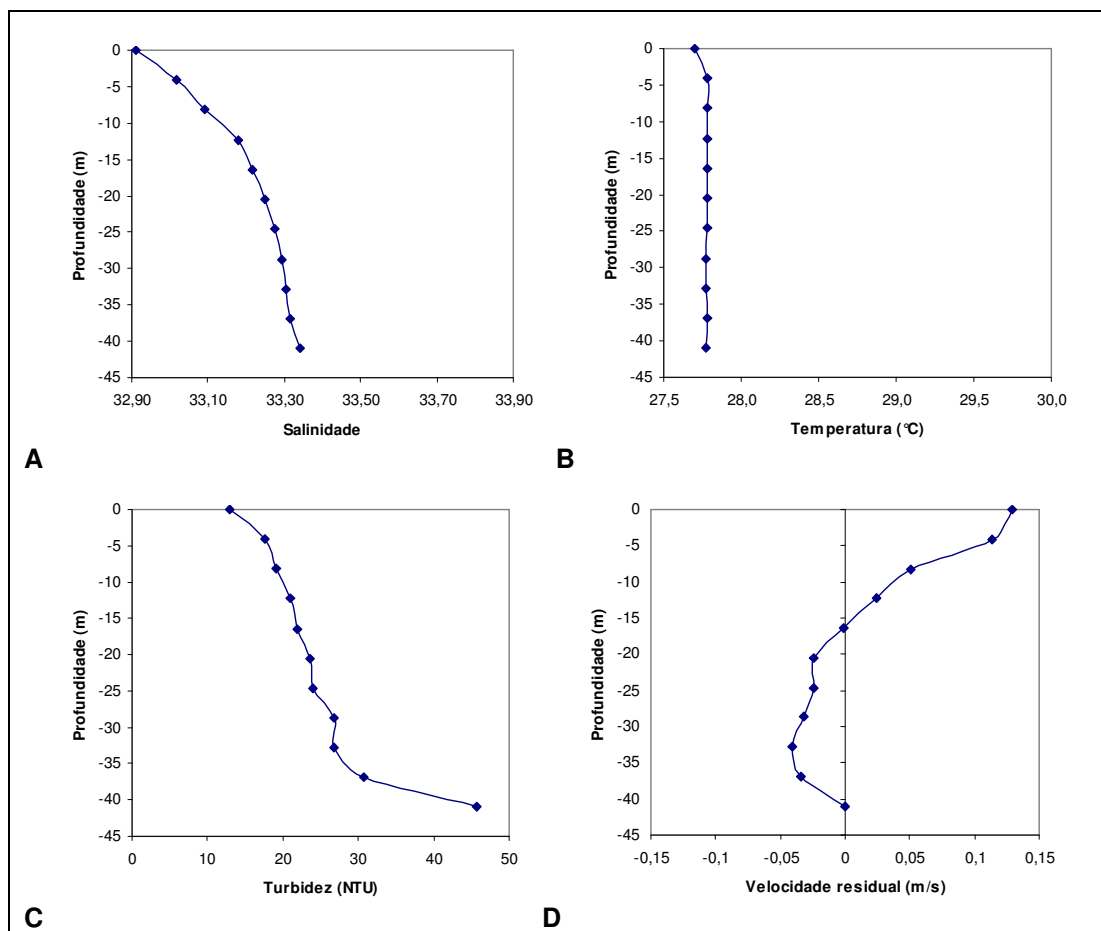


FIGURA 5.1.6.1- 22 - Perfis médios de salinidade (A), temperatura (B), turbidez (C) e velocidade residual (D) – 05/10/2009.

Classificação da dinâmica estuarina – Canal do Paraguaçu

Segundo a classificação do diagrama de circulação e estratificação (HANSEN E RATTRAY, 1966), o Canal do Paraguaçu com vazão de $15,6 \text{ m}^3/\text{s}$ varia do *tipo 1a* (bem misturado) em sizígia, para um ponto na transição de *2a* para *2b* (parcialmente misturado) na quadratura (FIGURA 5.1.6.1-23). Assim, enquanto na sizígia predomina o mecanismo de difusão turbulenta, na quadratura a circulação gravitacional e a mistura longitudinal se desenvolvem, tanto por mecanismos de dispersão quanto por advecção. Na maré de sizígia de março/2009, com vazão fluvial de $44 \text{ m}^3/\text{s}$, o estuário continuou classificado dentro do *tipo 1a* (FIGURA 5.1.6.1-24A). Na maré de sizígia de outubro/2009, com vazão fluvial de $11 \text{ m}^3/\text{s}$, o estuário ficou classificado dentro do *tipo 2a* (parcialmente misturado) (FIGURA 5.1.6.1-24B), diretamente decorrente do perfil médio de velocidade obtido com valores opostos na camada superior e inferior (FIGURA 5.1.6.1-22D), que por sua vez resulta da existência de fluxos preferenciais forçados pela sinuosidade do canal no local de monitoramento.

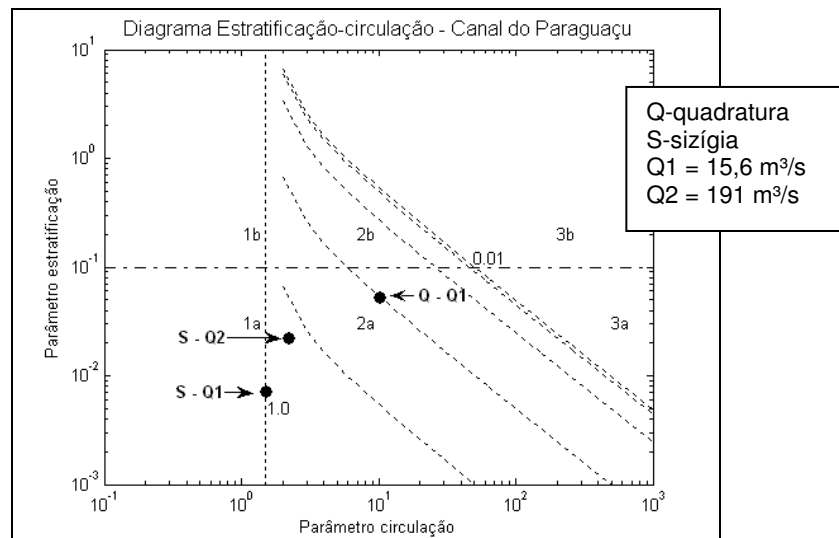


FIGURA 5.1.6.1- 23 - Diagrama de estratificação e circulação (Hansen e Rattray, 1966) – Seção 1 – 2003 (Genz, 2006).

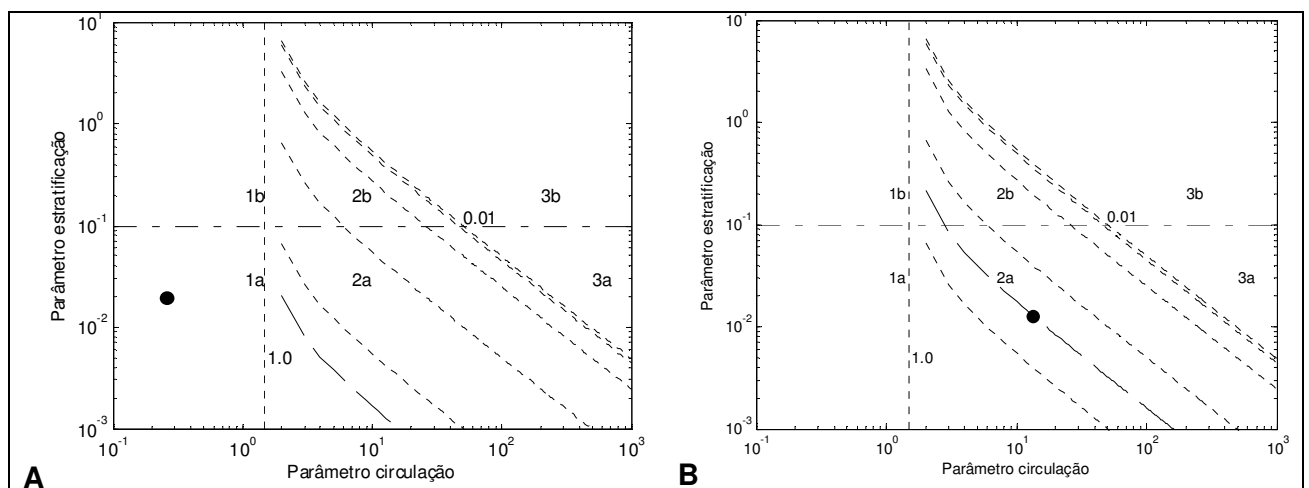


FIGURA 5.1.6.1- 24- Diagrama de estratificação e circulação (Hansen e Rattray, 1966) – Seção 2 – maré de sizígia - 10 e 11 de março de 2009 (A) e 5 de outubro de 2009 (B).

5.1.6.2 Considerações Finais

Os dados de vazão e propriedades hidrográficas coletados por Genz (2006) durante 13 horas de monitoramento no extremo leste do Canal de São Roque (Seção 1, **FIGURA 5.1.6.1-1**), englobando marés de sizígia (26/10/2003) e quadratura (02/11/2003), mostram valores máximos de corrente alcançando $1,18 \text{ m s}^{-1}$ em marés de vazante em sizígia. A coluna d'água é bem misturada em marés de sizígia, mas a menor energia do fluxo em marés de quadratura reduz o grau de mistura e ocorrem maiores diferenças verticais do campo termohalino (salinidade = 1,82 e temperatura = $0,69 \text{ }^\circ\text{C}$). A estrutura das correntes residuais é de fluxo unidirecional em maré de sizígia (orientado para vazante), e estratificado em marés de quadratura. Nas marés de quadratura a menor penetração da água salina estuário acima gera maiores gradientes longitudinais de salinidade entre a

BTS e a Baía de Iguape e induz a formação de uma circulação gravitacional, com campo de velocidade residual em duas camadas de sentido oposto na vertical.

Os monitoramentos de março e outubro de 2009 foram executados em período de pequena descarga fluvial (44 m³/s e 11 m³/s, respectivamente), ausência de precipitação significativa e em maré de sizígia de grande amplitude. As alturas de maré nos dias de monitoramento foram superiores a 95% das alturas de maré previstas para um ano. Desta forma, as velocidades de corrente de maré registradas podem ser consideradas como as máximas prováveis em situação de ausência de descargas na barragem de Pedra do Cavalo. Da mesma forma, o campo termohalino registrado deve ser característico de uma situação de grande intrusão salina. Em situações de maior precipitação pluvial e/ou descarga da barragem de Pedra do Cavalo, espera-se uma maior diluição da água marinha e maior estratificação do fluxo. Comparativamente, em outubro a salinidade média apresentou valor máximo menor que em relação à março (diferença de 0,4 próximo ao fundo) e assim como a temperatura média foi 2 °C menor em outubro.

5.1.7. Assoreamento, necessidade de dragagem de aprofundamento e previsão de dragagens de manutenção.

5.1.7.1 Caracterização das necessidades de dragagem

Para a viabilização do empreendimento será necessária a dragagem de 1.283.008,86m³ de sedimento, em uma área de 229.518,58m². Este volume foi obtido levando em consideração a cota final de -10m, necessária para o transito das embarcações previstas pelo empreendimento. Considerando que a profundidade média da área a ser dragada é de 4,42m temos uma média de escavação de 5,59m.

5.1.7.2. Caracterização dos sedimentos superficiais do canal do rio Paraguaçu.

A caracterização geoquímica dos sedimentos aqui apresentada, foi realizada no Canal do Paraguaçu, com a coleta de 05 amostras superficiais, como também na ADA, através da realização de 16 testemunhos de 1m de espessura. Os resultados dos levantamentos são apresentados nas **TABELAS 5.1.7.2-1 e 5.1.7.2-2 e ANEXO 5.1-10.**

Foram utilizados os valores orientadores indicados na Resolução CONAMA N° 344/04, que define dois níveis de classificação para sedimentos de água salina. Os níveis de classificação são:

NÍVEL1: limiar abaixo do qual prevê-se baixa probabilidade de efeitos adversos à biota.

NÍVEL2: limiar acima do qual prevê-se um provável efeito adverso à biota.

A confecção de gráficos e aplicação de testes estatísticos foi feita apenas para aqueles indicadores onde a maioria dos resultados foram superiores ao limite de quantificação do método.

A seguir é apresentada uma conceituação de cada um dos indicadores analisados no presente estudo.

TABELA 5.1.7.2- 1 - Resultados obtidos para caracterização geoquímica dos sedimentos referentes as amostra do canal do rio Paraguaçu.

| Parâmetros | Unid. | Conama 344 - Nível 1 | Conama 344 - Nível 2 | Kit 01 | Kit 02 | Kit 03 | Kit 04 | KIT SR |
|-------------------------------------|-------|----------------------|----------------------|---------|---------|--------|---------|---------|
| Arsênio | mg/kg | 8,2 | 70 | 1,6 | < 0,5 | 1,7 | 1,3 | 1,6 |
| Cádmio | mg/kg | 1,2 | 9,6 | < 0,057 | < 0,052 | < 0,1 | < 0,074 | < 0,043 |
| Chumbo | mg/kg | 46,7 | 218 | 3,4 | 4,6 | 12 | 9,1 | 7,4 |
| Cobre | mg/kg | 34 | 270 | 2,7 | 3,6 | 11 | 6,7 | 2,2 |
| Cromo | mg/kg | 81 | 370 | 7 | 8,1 | 25 | 15 | 4,7 |
| Mercúrio | mg/kg | 0,15 | 0,71 | 0,063 | < 0,026 | 0,19 | < 0,037 | < 0,022 |
| Níquel | mg/kg | 20,9 | 51,6 | 2,8 | 3,8 | 11 | 7,2 | 2 |
| Zinco | mg/kg | 150 | 410 | 13 | 16 | 30 | 26 | 13 |
| BHC Alfa | µg/kg | 0,32 | 0,99 | < 0,11 | < 0,098 | < 0,22 | < 0,15 | < 0,091 |
| BHC Beta | µg/kg | 0,32 | 0,99 | < 0,11 | < 0,098 | < 0,22 | < 0,15 | < 0,091 |
| BHC Delta | µg/kg | 0,32 | 0,99 | < 0,11 | < 0,098 | < 0,22 | < 0,15 | < 0,091 |
| BHC Gama | µg/kg | 0,32 | 0,99 | < 0,11 | < 0,098 | < 0,22 | < 0,15 | < 0,091 |
| Cis Clordano | µg/kg | 2,26 | 4,79 | < 0,35 | < 0,33 | < 0,71 | < 0,48 | < 0,31 |
| Trans Clordano | µg/kg | 2,26 | 4,79 | < 0,35 | < 0,33 | < 0,71 | < 0,48 | < 0,31 |
| DDD (isômeros) | µg/kg | 1,22 | 180 | < 0,18 | < 0,17 | < 0,36 | < 0,24 | < 0,16 |
| DDE (isômeros) | µg/kg | 2,07 | 7,81 | < 0,18 | < 0,17 | < 0,36 | < 0,24 | < 0,16 |
| DDT (isômeros) | µg/kg | 1,19 | 374 | < 0,18 | < 0,17 | < 0,36 | < 0,24 | < 0,16 |
| Dieldrin | µg/kg | 0,71 | 4,77 | < 0,21 | < 0,2 | < 0,43 | < 0,29 | < 0,19 |
| Endrin | µg/kg | 2,67 | 4,3 | < 0,21 | < 0,2 | < 0,43 | < 0,29 | < 0,19 |
| PCB's (soma - lista holandesa) | µg/kg | 22,7 | 62,4 | < 2,45 | < 2,29 | < 4,93 | < 3,35 | < 2,12 |
| Benzo(a)antraceno | µg/kg | 74,8 | 693 | < 0,35 | 0,463 | < 70,5 | < 0,48 | 4,8 |
| Benzo(a)pireno | µg/kg | 88,8 | 763 | < 0,35 | < 0,33 | 393 | < 0,48 | 5,3 |
| Criseno | µg/kg | 108 | 846 | < 0,35 | 0,404 | 454 | < 0,48 | 4,7 |
| Dibenzo(a,h)antraceno | µg/kg | 6,22 | 135 | < 0,35 | < 0,33 | < 0,71 | < 0,48 | 0,803 |
| Acenafteno | µg/kg | 16 | 500 | < 0,35 | < 0,33 | 6115 | < 0,48 | 0,897 |
| Acenaftileno | µg/kg | 44 | 640 | < 0,35 | < 0,33 | 238 | < 0,48 | < 0,31 |
| Antraceno | µg/kg | 85,3 | 1100 | < 0,35 | < 0,33 | 251 | < 0,48 | 1,4 |
| Fenantreno | µg/kg | 240 | 1500 | < 0,35 | < 0,33 | 887 | < 0,48 | 7,5 |
| Fluoranteno | µg/kg | 600 | 5100 | < 0,35 | 0,633 | 318 | 0,554 | 12 |
| Fluoreno | µg/kg | 19 | 540 | < 0,35 | < 0,33 | 293 | < 0,48 | 0,994 |
| 2-Metilnaftaleno | µg/kg | 70 | 670 | < 0,35 | < 0,33 | 2030 | < 0,48 | 0,543 |
| Naftaleno | µg/kg | 160 | 2100 | < 0,35 | < 0,33 | 11468 | < 0,48 | < 0,31 |
| Pireno | µg/kg | 665 | 2600 | < 0,35 | 0,587 | 572 | 0,486 | 8,8 |
| Soma de PAHs | µg/kg | 3000 | - | < 4,55 | 5 | 23089 | < 6,22 | 47 |
| Carbono Orgânico Total | % p/p | 10 | 10 | 0,32 | 0,28 | 0,91 | 1,1 | 0,25 |
| Nitrogênio Total Kjeldahl | mg/kg | 4800 | 4800 | 804 | 570 | 602 | 721 | 745 |
| Fósforo | mg/kg | 2000 | 2000 | 333 | 251 | 568 | 531 | 284 |
| Porcentagem de sólidos | % | | | 71,3 | 76,6 | 35,5 | 52,2 | 82,7 |
| Areia Muito Grossa (2 a 1 mm) | % | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,5 |
| Areia Grossa (1 a 0,5 mm) | % | | | 1,3 | 0 | 0 | 0,5 | 11,3 |
| Areia Média (0,5 a 0,25 mm) | % | | | 17,4 | 0 | 0 | 12,2 | 39,3 |
| Areia Fina (0,25 a 0,125 mm) | % | | | 21,9 | 0,1 | 1,1 | 36,6 | 19,2 |
| Areia Muito Fina (0,125 a 0,062 mm) | % | | | 7,7 | 4,9 | 10,9 | 10 | 3,4 |
| Silte (0,062 a 0,00394 mm) | % | | | 45,9 | 86 | 75,6 | 32,6 | 23,8 |
| Argila (0,00394 a 0,0002 mm) | % | | | 5,8 | 9 | 12,4 | 8,1 | 2,5 |

TABELA 5.1.7.2- 2 - Resultados obtidos para caracterização geoquímica dos sedimentos superficiais e sub-superficiais referentes as amostra da área do Corujão (Testemunho).

| Parâmetros | Unid | Conama 344 - Nível 1 | Conama 344 - Nível 2 | T1 Fun | T1 sup | T2 fun | T2 sup | T3 fun | T3 sup | T4 fun | T4 sup | T6 fun | T6 sup | T7 fun | T7 sup | T8 fun | T8 sup | T9 fun | T9 sup | T10 fun | T10 sup | T11 fun | T11 sup | T12 fun | T12 sup | T14 fun | T14 sup | T15 fun | T15 sup | T16 fun | T16 sup |
|--------------------------------|-------|----------------------|----------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Arsênio | mg/kg | 8,2 | 70 | <0,05 | <0,4 | <0,4 | <0,4 | <0,6 | 1,9 | 1,7 | 1,6 | 1 | 2 | <0,7 | <0,5 | 0,6 | 0,5 | <0,4 | <0,4 | 0,8 | 2,7 | <0,5 | 1,7 | <0,8 | 1,2 | 0,9 | 2,2 | 2,8 | 1,1 | 2,4 | 0,9 |
| Cádmio | mg/kg | 1,2 | 9,6 | <0,005 | <0,045 | <0,043 | <0,043 | <0,056 | <0,053 | <0,065 | <0,066 | <0,064 | <0,073 | <0,068 | <0,054 | <0,051 | <0,052 | <0,04 | <0,04 | <0,052 | <0,095 | <0,051 | <0,047 | <0,076 | <0,094 | <0,051 | <0,07 | <0,06 | <0,086 | <0,056 | <0,071 |
| Chumbo | mg/kg | 46,7 | 218 | 1,9 | 1,4 | 0,6 | 0,5 | 2,5 | 3,6 | 6,6 | 13 | 7 | 14 | 1,6 | 2,7 | 3,1 | 1,2 | 0,6 | 0,6 | 3,5 | 6,3 | 1,7 | 3,2 | 4,5 | 8,4 | 4,2 | 7,1 | 5,2 | 7,7 | 4,6 | 5,8 |
| Cobre | mg/kg | 34 | 270 | 0,2 | 1,5 | 0,7 | 0,7 | 3,7 | 2,9 | 4,2 | 4 | 3,9 | 4,2 | 0,8 | 2,6 | 3,2 | 1,6 | 0,8 | 0,8 | 3,2 | 6,3 | 1,3 | 2,8 | 4,2 | 6,7 | 3,3 | 5,6 | 3,9 | 7,3 | 3,8 | 5,4 |
| Cromo | mg/kg | 81 | 370 | 0,3 | 2,4 | 0,7 | 0,5 | 7,2 | 10 | 20 | 19 | 17 | 18 | 4 | 4,8 | 7,7 | 1,9 | 0,7 | 0,7 | 6,2 | 11 | 4,2 | 6,8 | 9,6 | 16 | 11 | 11 | 12 | 14 | 8 | 8,3 |
| Mercúrio | mg/kg | 0,15 | 0,71 | 0,052 | 0,032 | 0,027 | 0,028 | 0,064 | 0,047 | 0,082 | 0,081 | 0,075 | 0,095 | 0,063 | 0,059 | <0,025 | 0,065 | 0,026 | 0,025 | 0,071 | 0,11 | 0,05 | 0,054 | 0,046 | <0,047 | <0,026 | 0,049 | 0,13 | <0,043 | 0,069 | <0,036 |
| Níquel | mg/kg | 20,9 | 51,6 | 0,1 | 0,9 | <0,4 | <0,4 | 2,8 | 4,2 | 8,3 | 7,8 | 7,8 | 7,6 | 1,2 | 2 | 3,3 | 1,3 | <0,4 | <0,4 | 2,5 | 4,2 | 1,4 | 2,5 | 4,1 | 7,2 | 4,9 | 5,1 | 4,7 | 6,1 | 3,3 | 3,6 |
| Zinco | mg/kg | 150 | 410 | 0,3 | 4,4 | 1,7 | 1,6 | 10 | 19 | 30 | 46 | 33 | 40 | 4,4 | 6 | 9,9 | 2,9 | 1,4 | 1,6 | 10 | 14 | 3,5 | 15 | 14 | 40 | 19 | 23 | 27 | 33 | 11 | 31 |
| BHC Alfa | µg/kg | 0,32 | 0,99 | <0,099 | <0,095 | <0,083 | <0,077 | <0,11 | <0,11 | <0,13 | <0,13 | <0,13 | <0,16 | <0,14 | <0,11 | <0,1 | <0,1 | <0,084 | <0,078 | <0,097 | <0,18 | <0,094 | <0,099 | <0,16 | <0,19 | <0,11 | <0,15 | <0,12 | <0,18 | <0,12 | <0,14 |
| BHC Beta | µg/kg | 0,32 | 0,99 | <0,099 | <0,095 | <0,083 | <0,077 | <0,11 | <0,11 | <0,13 | <0,13 | <0,13 | <0,16 | <0,14 | <0,11 | <0,1 | <0,1 | <0,084 | <0,078 | <0,097 | <0,18 | <0,094 | <0,099 | <0,16 | <0,19 | <0,11 | <0,15 | <0,12 | <0,18 | <0,12 | <0,14 |
| BHC Delta | µg/kg | 0,32 | 0,99 | <0,099 | <0,095 | <0,083 | <0,077 | <0,11 | <0,11 | <0,13 | <0,13 | <0,13 | <0,16 | <0,14 | <0,11 | <0,1 | <0,1 | <0,084 | <0,078 | <0,097 | <0,18 | <0,094 | <0,099 | <0,16 | <0,19 | <0,11 | <0,15 | <0,12 | <0,18 | <0,12 | <0,14 |
| BHC Gama | µg/kg | 0,32 | 0,99 | <0,099 | <0,095 | <0,083 | <0,077 | <0,11 | <0,11 | <0,13 | <0,13 | <0,13 | <0,16 | <0,14 | <0,11 | <0,1 | <0,1 | <0,084 | <0,078 | <0,097 | <0,18 | <0,094 | <0,099 | <0,16 | <0,19 | <0,11 | <0,15 | <0,12 | <0,18 | <0,12 | <0,14 |
| Cis Clordano | µg/kg | 2,26 | 4,79 | <0,33 | <0,32 | <0,28 | <0,26 | <0,36 | <0,36 | <0,41 | <0,44 | <0,41 | <0,51 | <0,45 | <0,36 | <0,34 | <0,34 | <0,28 | <0,26 | <0,33 | <0,6 | <0,32 | <0,33 | <0,53 | <0,61 | <0,36 | <0,49 | <0,39 | <0,6 | <0,39 | <0,44 |
| Trans Clordano | µg/kg | 2,26 | 4,79 | <0,33 | <0,32 | <0,28 | <0,26 | <0,36 | <0,36 | <0,41 | <0,44 | <0,41 | <0,51 | <0,45 | <0,36 | <0,34 | <0,34 | <0,28 | <0,26 | <0,33 | <0,6 | <0,32 | <0,33 | <0,53 | <0,61 | <0,36 | <0,49 | <0,39 | <0,6 | <0,39 | <0,44 |
| DDD (isômeros) | µg/kg | 1,22 | 180 | <0,17 | <0,16 | <0,14 | <0,13 | <0,18 | <0,18 | <0,21 | <0,22 | <0,21 | <0,26 | <0,23 | <0,18 | <0,17 | <0,17 | <0,14 | <0,13 | <0,17 | <0,3 | <0,16 | <0,17 | <0,27 | <0,31 | <0,18 | <0,25 | <0,2 | <0,3 | <0,2 | <0,22 |
| DDE (isômeros) | µg/kg | 2,07 | 7,81 | <0,17 | <0,16 | <0,14 | <0,13 | <0,18 | <0,18 | <0,21 | <0,22 | <0,21 | <0,26 | <0,23 | <0,18 | <0,17 | <0,17 | <0,14 | <0,13 | <0,17 | <0,3 | <0,16 | <0,17 | <0,27 | <0,31 | <0,18 | <0,25 | <0,2 | <0,3 | <0,2 | <0,22 |
| DDT (isômeros) | µg/kg | 1,19 | 374 | <0,17 | <0,16 | <0,14 | <0,13 | <0,18 | <0,18 | <0,21 | <0,22 | <0,21 | <0,26 | <0,23 | <0,18 | <0,17 | <0,17 | <0,14 | <0,13 | <0,17 | <0,3 | <0,16 | <0,17 | <0,27 | <0,31 | <0,18 | <0,25 | <0,2 | <0,3 | <0,2 | <0,22 |
| Dieldrin | µg/kg | 0,71 | 4,77 | <0,2 | <0,19 | <0,17 | <0,16 | <0,22 | <0,22 | <0,25 | <0,26 | <0,25 | <0,31 | <0,27 | <0,22 | <0,2 | <0,2 | <0,17 | <0,16 | <0,2 | <0,36 | <0,19 | <0,2 | <0,32 | <0,37 | <0,22 | <0,3 | <0,24 | <0,36 | <0,24 | <0,27 |
| Endrin | µg/kg | 2,67 | 4,3 | <0,2 | <0,19 | <0,17 | <0,16 | <0,22 | <0,22 | <0,25 | <0,26 | <0,25 | <0,31 | <0,27 | <0,22 | <0,2 | <0,2 | <0,17 | <0,16 | <0,2 | <0,36 | <0,19 | <0,2 | <0,32 | <0,37 | <0,22 | <0,3 | <0,24 | <0,36 | <0,24 | <0,27 |
| PCB's (soma - lista holandesa) | µg/kg | 22,7 | 62,4 | <2,29 | <2,2 | <1,94 | <1,8 | <2,49 | <2,49 | <2,87 | <3,02 | <2,84 | <3,52 | <3,15 | <2,51 | <2,33 | <2,33 | <1,96 | <1,81 | <2,26 | <3,42 | <2,18 | <2,31 | <3,68 | <4,26 | <2,46 | <3,42 | <2,71 | <4,17 | <2,73 | <3,07 |
| Benzo(a)antraceno | µg/kg | 74,8 | 693 | <0,33 | 0,371 | <0,28 | <0,26 | <0,36 | 0,455 | <0,41 | <0,44 | <0,41 | 3,2 | 0,657 | 3,5 | <0,34 | 0,908 | 0,312 | <0,26 | 5,8 | <0,6 | <0,32 | <0,33 | 2,8 | 1,5 | 0,492 | 6,7 | 5,9 | 6,3 | 11 | 5,7 |
| Benzo(a)pireno | µg/kg | 88,8 | 763 | <0,33 | <0,32 | <0,28 | <0,26 | <0,36 | <0,36 | <0,41 | <0,44 | <0,41 | 2 | 0,809 | 3,4 | <0,34 | 0,789 | <0,28 | <0,26 | 8,2 | <0,6 | <0,32 | <0,33 | 3,5 | 1,8 | 0,53 | 4,5 | 7,9 | 9,8 | 16 | 6,7 |
| Criseno | µg/kg | 108 | 846 | <0,33 | <0,32 | <0,28 | <0,26 | <0,36 | <0,36 | <0,41 | <0,44 | <0,41 | 3 | <0,45 | 4,2 | <0,34 | 0,862 | <0,28 | <0,26 | 6,1 | <0,6 | <0,32 | <0,33 | 2,7 | 1,3 | <0,36 | 6,1 | 3,6 | 7,8 | 9,8 | 4,7 |
| Dibenzo(a,h)antraceno | µg/kg | 6,22 | 135 | <0,33 | <0,32 | <0,28 | <0,26 | <0,36 | <0,36 | <0,41 | <0,44 | <0,41 | <0,51 | <0,45 | <0,36 | <0,34 | <0,34 | <0,28 | <0,26 | 1 | <0,6 | <0,32 | <0,33 | 1 | <0,61 | <0,36 | <0,49 | <0,39 | 1,5 | <0,39 | <0,44 |
| Acenafeno | µg/kg | 16 | 500 | <0,33 | <0,32 | <0,28 | <0,26 | <0,36 | <0,36 | <0,41 | <0,44 | <0,41 | <0,51 | <0,45 | <0,36 | <0,34 | <0,34 | <0,28 | <0,26 | 0,341 | <0,6 | <0,32 | <0,33 | <0,53 | <0,61 | <0,36 | <0,49 | <0,39 | <0,6 | <0,39 | <0,44 |
| Acenafileno | µg/kg | 44 | 640 | <0,33 | <0,32 | <0,28 | <0,26 | <0,36 | <0,36 | <0,41 | <0,44 | <0,41 | 0,523 | <0,45 | 0,517 | <0,34 | <0,34 | <0,28 | <0,26 | 1,7 | <0,6 | <0,32 | <0,33 | 0,696 | <0,61 | <0,36 | 1,4 | 0,82 | 1,1 | 1,6 | 0,838 |
| Antraceno | µg/kg | 85,3 | 1100 | <0,33 | <0,32 | <0,28 | <0,26 | <0,36 | <0,36 | <0,41 | <0,44 | <0,41 | 0,774 | <0,45 | 0,673 | <0,34 | 0,583 | <0,28 | <0,26 | 1,2 | <0,6 | <0,32 | <0,33 | <0,53 | <0,61 | <0,36 | 1,8 | 0,749 | 1,8 | 1,3 | 1,1 |
| Fenantreno | µg/kg | 240 | 1500 | <0,33 | <0,32 | <0,28 | <0,26 | <0,36 | <0,36 | <0,41 | <0,44 | <0,41 | 1,9 | <0,45 | 1 | <0,34 | 1,2 | <0,28 | <0,26 | 2 | <0,6 | <0,32 | <0,33 | <0,53 | <0,61 | <0,36 | 1,8 | 1,5 | 4,2 | 2,5 | 2,2 |
| Fluoranteno | µg/kg | 600 | 5100 | <0,33 | 0,371 | <0,28 | <0,26 | <0,36 | 0,405 | <0,41 | 1,3 | <0,41 | 1,8 | 0,666 | 4,4 | <0,34 | 2,5 | 0,368 | <0,26 | 7,8 | 2,6 | 0,422 | <0,33 | 3,2 | 2,8 | 0,422 | 16 | 7,4 | 12 | 13 | <0,44 |
| Fluoreno | µg/kg | 19 | 540 | <0,33 | <0,32 | <0,28 | <0,26 | <0,36 | <0,36 | <0,41 | 0,473 | <0,41 | <0,51 | <0,45 | <0,36 | <0,34 | <0,34 | <0,28 | <0,26 | 0,455 | <0,6 | <0,32 | <0,33 | <0,53 | <0,61 | <0,36 | 0,57 | <0,39 | 0,702 | 0,478 | <0,44 |
| 2-Metilnaftaleno | µg/kg | 70 | 670 | <0,33 | <0,32 | <0,28 | <0,26 | <0,36 | <0,36 | <0,41 | 0,456 | <0,41 | <0,51 | <0,45 | <0,36 | <0,34 | <0,34 | <0,28 | <0,26 | 1,2 | <0,6 | <0,32 | <0,33 | <0,53 | <0,61 | <0,36 | <0,49 | <0,39 | <0,6 | <0,39 | <0,44 |
| Naftaleno | µg/kg | 160 | 2100 | <0,33 | <0,32 | <0,28 | 0,855 | 2,6 | 3,4 | 1,8 | 2,2 | <0,41 | 0,994 | 2,8 | <0,36 | <0,34 | <0,34 | 2,3 | 2,1 | 0,844 | <0,6 | <0,32 | 1,6 | <0,53 | 1,4 | <0,36 | 1,5 | 7,4 | <0,6 | 2,8 | <0,44 |
| Pireno | µg/kg | 665 | 2600 | <0,33 | 0,339 | <0,28 | <0,26 | <0,36 | 0,374 | <0,41 | 1,1 | <0,41 | 5,6 | 0,602 | 4,8 | <0,34 | 1,9 | 0,29 | <0,26 | 7,9 | 2,3 | 0,388 | <0,33 | 2,9 | 2,4 | 0,368 | 14 | 7 | 12 | 13 | 8,2 |
| Soma de PAHs | µg/kg | 3000 | - | <4,25 | <4,09 | <3,6 | <3,34 | <4,63 | 6,7 | 5,9 | 6,7 | <5,27 | 21 | 7,7 | 24 | <4,33 | 10 | 4,9 | 4,4 | 44 | 9,6 | <4,04 | <4,29 | 19 | 15 | <4,57 | 55 | 44 | 59 | 72 | 32 |
| Carbono Orgânico Total | % p/p | 10 | | 7,5 | 0,34 | 0,51 | <0,05 | 0,96 | 0,5 | 1,6 | 0,47 | 0,59 | 0,13 | 0,69 | 0,23 | 0,75 | 0,56 | <0,05 | 0,1 | 0,39 | 0,83 | <0,05 | 2,3 | 0,38 | 0,58 | 0,55 | 0,51 | 0,58 | 1,3 | 0,25 | 0,75 |
| Nitrogênio Total Kjeldahl | mg/kg | 4800 | | 1257 | 1158 | 960 | 1211 | 1387 | 1451 | 1588 | 1059 | 1068 | 1349 | 1754 | 1359 | 1321 | 1202 | 1221 | 1188 | 1472 | 1549 | 1305 | 1193 | 1004 | 593 | 573 | 606 | 697 | 514 | 597 | 468 |
| Fósforo | mg/kg | 2000 | | 3,7 | 51 | 25 | 24 | 93 | 132 | 288 | 704 | 324 | 863 | 73 | 81 | 211 | 33 | 27 | 27 | 121 | 294 | 42 | 175 | 135 | 446 | 220 | 366 | 269 | 440 | 143 | 293 |
| Porcentagem de sólidos | % | | | 76,4 | 79,6 | 90,1 | 97,4 | 70,3 | 70,3 | 61 | 58 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Metais e Arsênio

Comparando-se os resultados apresentados na **TABELA 5.1.7.2-1** com os Valores Máximos Permitidos pela Resolução CONAMA nº344/04 pode-se observar que quatro dos cinco pontos de sedimento superficial avaliados obtiveram teores de metais abaixo dos Níveis 1 e 2 da referida legislação, conforme pode ser observado nas **FIGURAS 5.1.7.2-1 a 5.1.7.2-7**. Apenas a estação Kit03 apresentou um valor de mercúrio total, acima do Nível 1 da referida Resolução. Conforme será observado na análise dos demais parâmetros, essa estação Kit03, situada à jusante do canteiro de São Roque se constitui em uma zona deposicional no canal do rio Paraguaçu.

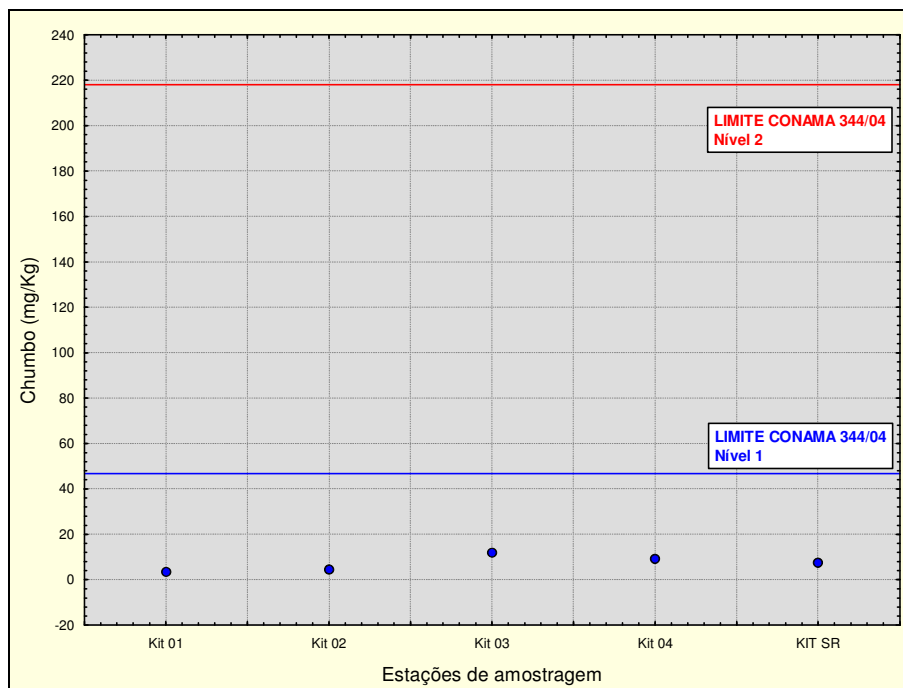


FIGURA 5.1.7.2- 1 - Valores de chumbo obtidos nos sedimentos do Canal do rio Paraguaçu.

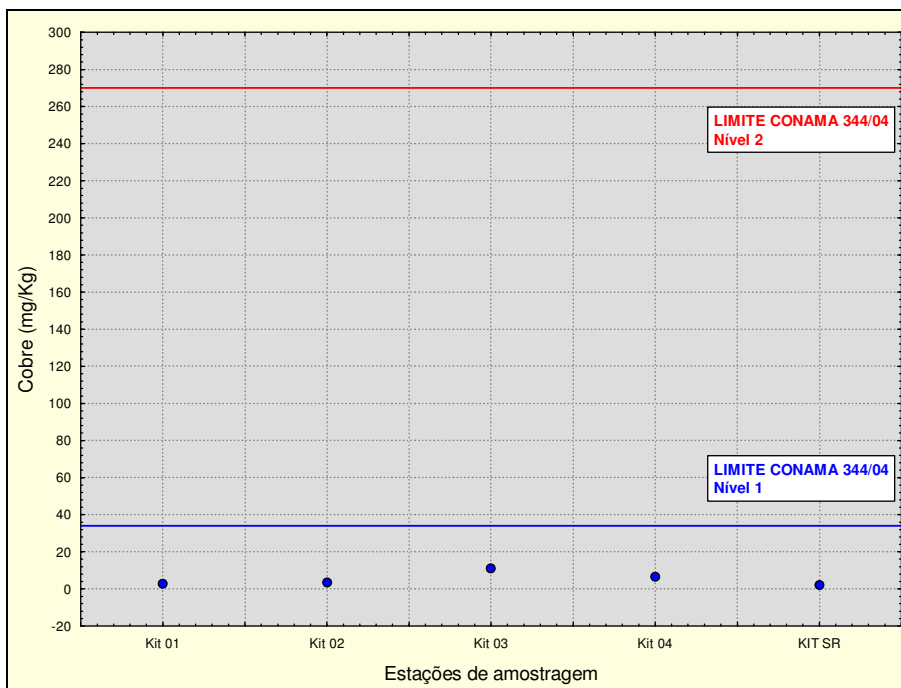


FIGURA 5.1.7.2- 2 – Valores de cobre obtidos nos sedimentos do Canal do rio Paraguauçu.

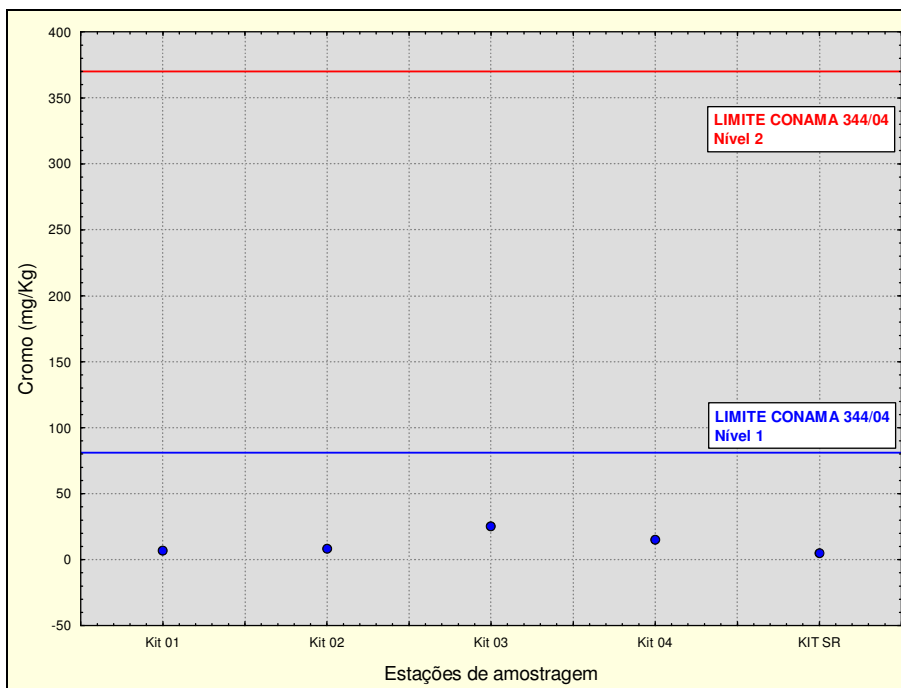


FIGURA 5.1.7.2- 3 - Valores de cromo obtidos nos sedimentos do Canal do rio Paraguauçu.

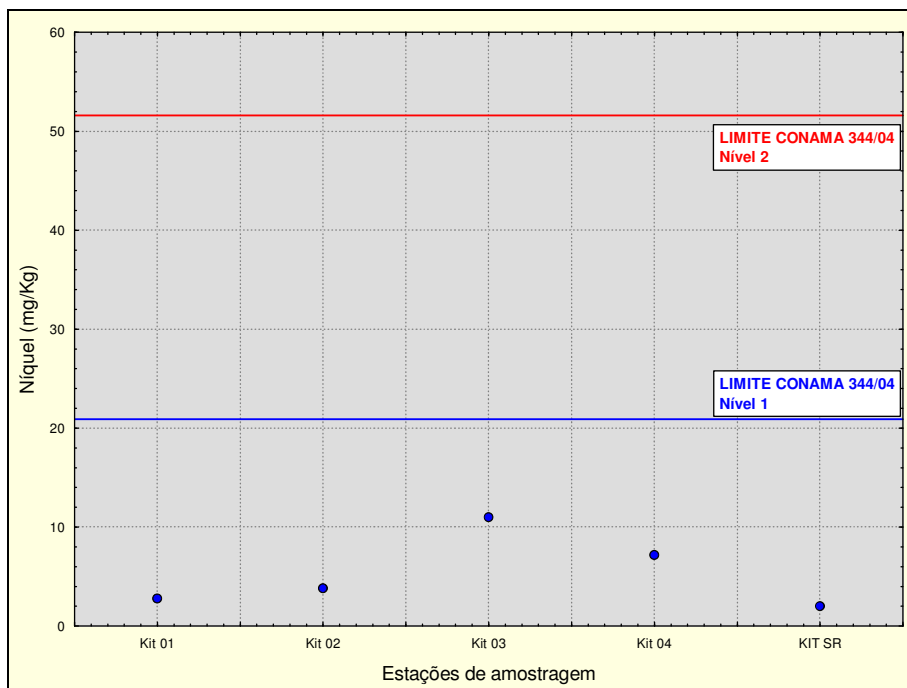


FIGURA 5.1.7.2- 4 - Valores de níquel obtidos nos sedimentos do Canal do rio Paraguaçu.

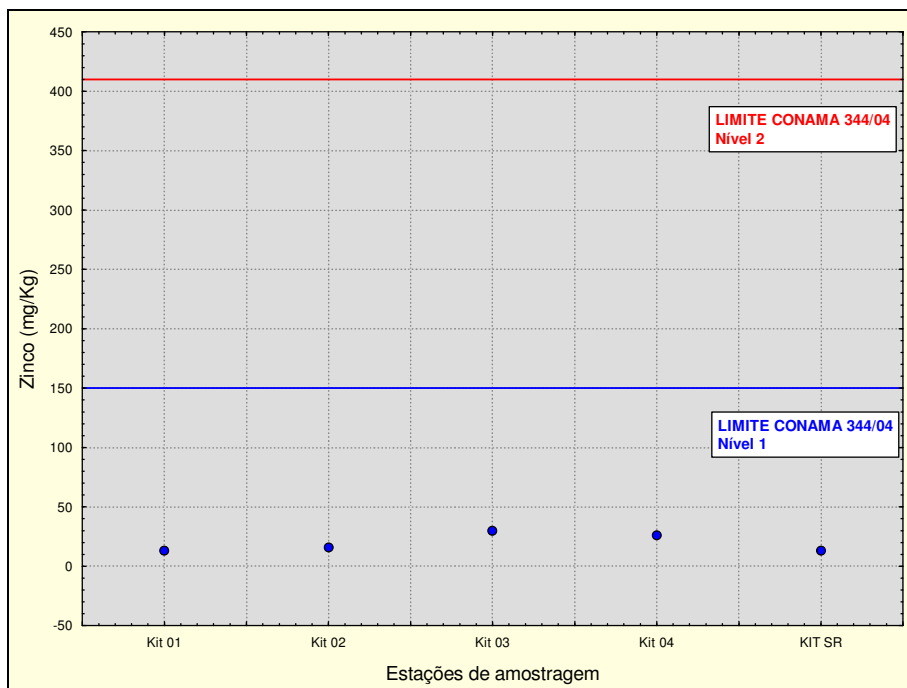


FIGURA 5.1.7.2- 5 - Valores de zinco obtidos nos sedimentos do Canal do rio Paraguaçu.

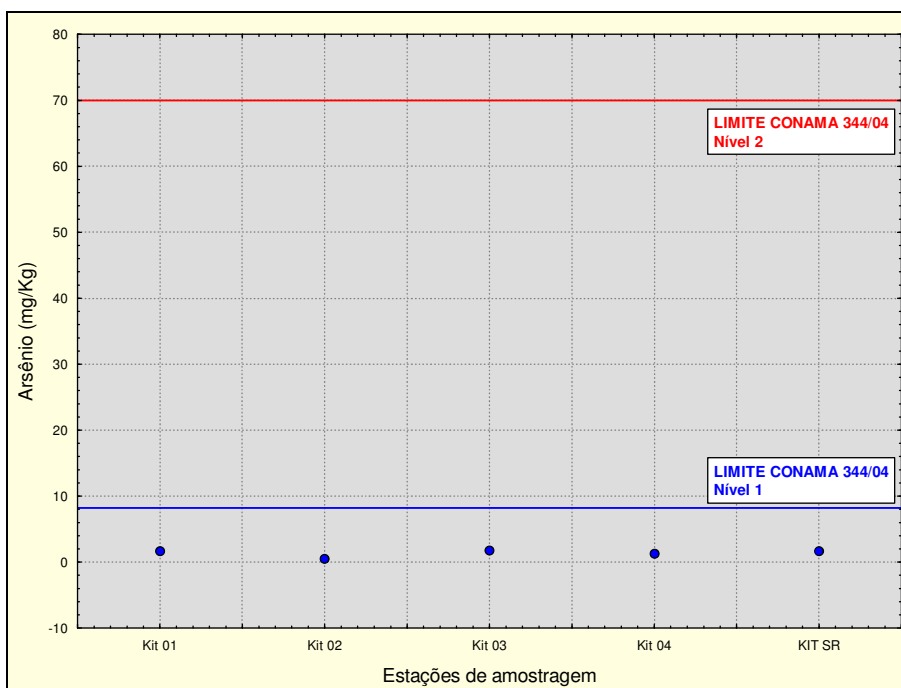


FIGURA 5.1.7.2- 6 - Valores de arsênio obtidos nos sedimentos do Canal do rio Paraguaçu.

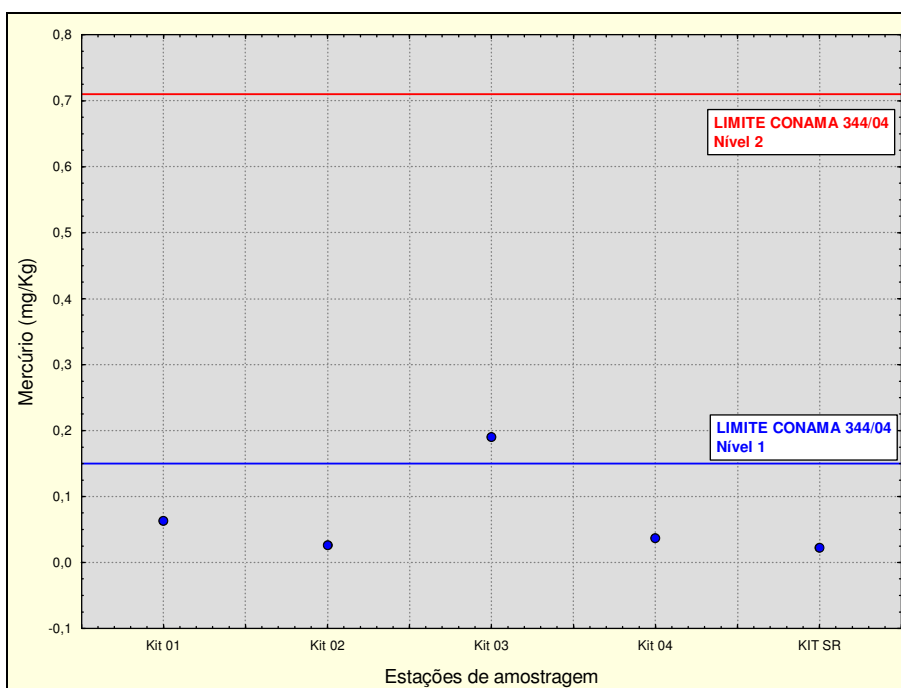


FIGURA 5.1.7.2- 7 - Valores de mercúrio obtidos nos sedimentos do Canal do rio Paraguaçu.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos – HPAs

Os Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs) formam um grupo de compostos cujas características os transforma em contaminantes ambientais de elevado risco, com potencial cancerígeno e genotóxicos para organismos aquáticos e terrestres, principalmente quanto às concentrações dos compostos benzo(a)pireno, pireno e fluoranteno. Segundo Patin (1999³⁷) os invertebrados bentônicos, possuem uma maior capacidade de acumular óleo devido à elevada taxa de filtração, contato com o próprio sedimento e a um sistema metabólico e enzimático menos desenvolvido em relação a outros organismos.

Os pontos amostrais referentes ao Kit 01, Kit 02 e Kit 04 apresentaram a maioria de seus valores de Hidrocarbonetos Policíclicos aromáticos não detectáveis (**TABELA 5.1.7.2-2**), porém todos os resultados foram inferiores aos Níveis 1 e 2 da Resolução CONAMA 344/04 (**FIGURA 5.1.7.2-8**).

Já a estação kit 03 apresentou valores de Benzo(a)pireno, Criseno, Acenafitileno, Antraceno, Fenantreno, Fluoreno e Pireno acima no valor máximo estipulado para o Nível 1, porém abaixo Nível 2. Para os HPAs Acenafteno, Metilnaftaleno e Naftaleno os valores apuradas estiveram bem acima do valor máximo permitido pela Resolução CONAMA 344/04 de Nível 2, na qual o risco de toxicidade à Biota é mais elevado.

O ponto amostral referente ao Kit 03, localizado a jusante do empreendimento, é caracterizado por apresentar profundidade mais elevada em relação aos demais pontos amostrais. Ao que tudo indica, este ponto parece ter sido locado exatamente em um “buraco” no meio do Canal, cujas correntes de maré tem seu efeito minimizado e, assim, ocorre a deposição de partículas nessa área específica. Prova disso é que a estação Kit 04, distante cerca de 50m apenas do Kit03 apresentou resultados bastante reduzidos para todos os parâmetros.

Como se pode observar nos resultados da análise granulométrica referente a este ponto, a fração silte é a mais representativa, o que favorece a hipótese de que esses poluentes orgânicos, que apresentam tendência de associação a partículas sólidas finas, foram carregados pelo canal do rio Paraguaçu ficando depositados nesse ponto amostral, por conta da profundidade mais elevada. Vale ressaltar que, esses Hidrocarbonetos detectados estão sendo emitidos por alguma fonte antropogênica ali presente, como por exemplo: derramamento de petróleo, queima de combustíveis, resíduos industriais, etc.

³⁷ PATIN, A. S. Environmental Impact of the Offshore oil and Gas Industry. *Ecomonitor Publishing*. USA. 1999.

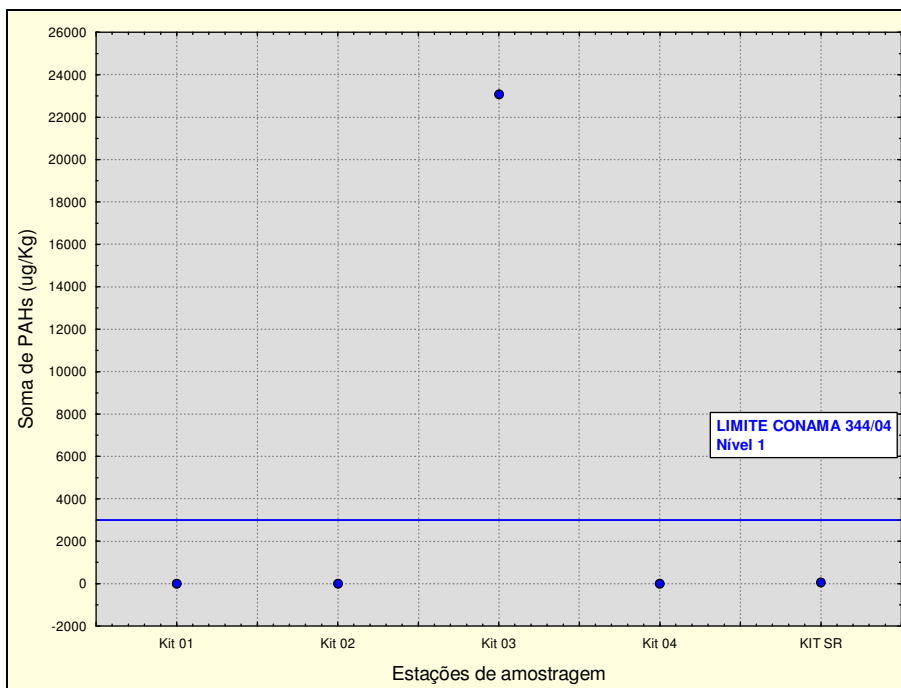


FIGURA 5.1.7.2- 8 - Valores de HPAs obtidos nos sedimentos do Canal do rio Paraguaçu.

Pesticidas Organoclorados e PCBs

Os compostos organoclorados causam grande impacto na natureza devido a três características básicas: persistência ambiental, bioacumulação e alta toxicidade. Estes compostos são relativamente inertes e sua alta estabilidade está relacionada às ligações carbono-cloro. Segundo Rissato (2004)³⁸, alguns deles podem persistir por 15 a 20 anos no solo, podendo ser arrastados pelas chuvas através do processo de lixiviação para o interior dos cursos de água. Estes compostos podem penetrar em ambientes aquáticos através de efluentes industriais, esgotos, derramamentos de óleo, sedimentos contaminados, através da atmosfera e por contaminação direta durante a aplicação de produtos utilizados na agricultura.

PCBs (bifenila policloradas) é o nome genérico dado à classe de compostos organoclorados resultante da reação do grupo bifenila com cloro anidro na presença de catalisador. O destino e comportamento dos congêneres de PCBs no ambiente são influenciados pelas suas propriedades físico-químicas, principalmente sua pressão de vapor, solubilidade em água e lipoficidade. Congêneres menos clorados possuem pressão de vapor e solubilidade em água maior do que os mais clorados, os quais são mais lipofílicos. Estas diferenças exercem um grande efeito na persistência dos congêneres individuais e seu coeficiente de partição entre os diferentes compartimentos ambientais. Além disso, as fontes dominantes de PCBs são as formulações técnicas, e suas composições variam em função da quantidade de cloro na molécula.

³⁸ RISSATO, S. R.; LIBANIO, M.; GIAFFERIS, G. P.; GERENUTTI, M. Determinação de pesticidas organoclorados em água de manancial, água potável e solo na região de Bauru (SP) *Química Nova*, vol.27, n.5, São Paulo, 2004.

Não foram obtidas concentrações detectáveis de pesticidas organoclorados e PCBs, indicando ausência de contaminação com estes elementos tanto para as amostras do canal do rio Paraguaçu.

Nutrientes e Matéria Orgânica

O Carbono Orgânico Total (COT) em sedimentos provém da matéria orgânica oriunda de detritos, restos de vegetais, organismos mortos, dentre outros, depositada nos sedimentos, apresentando desta forma variações de acordo com o ambiente avaliado.

Os percentuais de COT nas amostras de sedimento superficial do canal do rio variaram entre 0,25 e 1,1%, representando valores muito abaixo do limite de alerta estabelecido pela Resolução CONAMA 344/04 para este parâmetro que é de 10% de COT (**FIGURA 5.1.7.2-9**). Os baixos teores de matéria orgânica no canal do rio Paraguaçu estão associados à característica da elevada hidrodinâmica da área, promovida pelas correntes de maré.

A análise dos teores de Nitrogênio total também confirmou a avaliação de que os sedimentos do Canal do rio Paraguaçu são pobres em matéria orgânica e nutrientes (**FIGURA 5.1.7.2-10**). Os valores de fósforo variaram entre 251 e 568 mg/kg, sendo também considerados reduzidos (**FIGURA 5.1.7.2-11**).

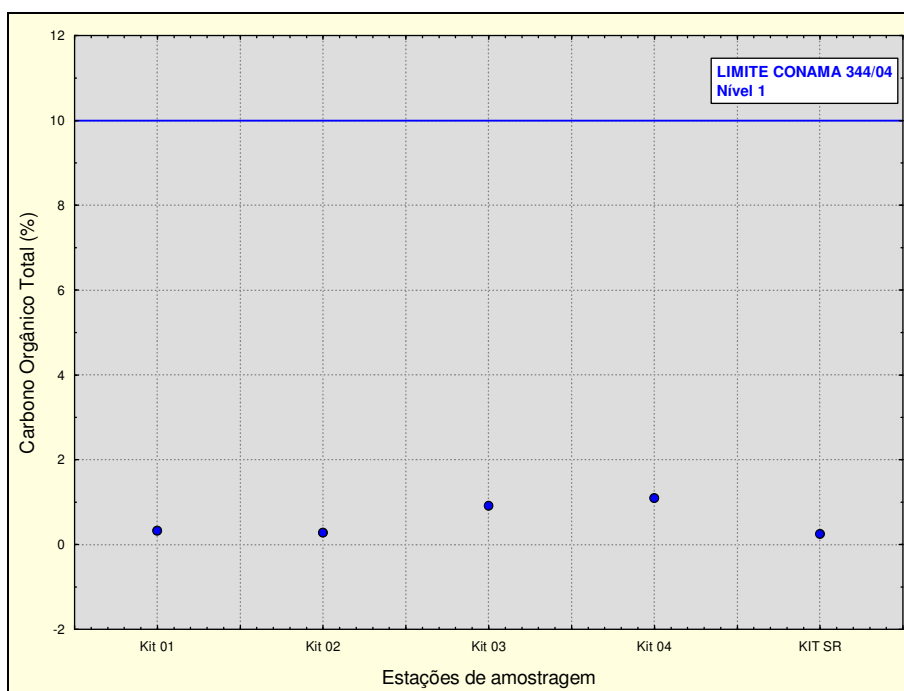


FIGURA 5.1.7.2- 9 - Valores de COT obtidos nos sedimentos do Canal do rio Paraguaçu.

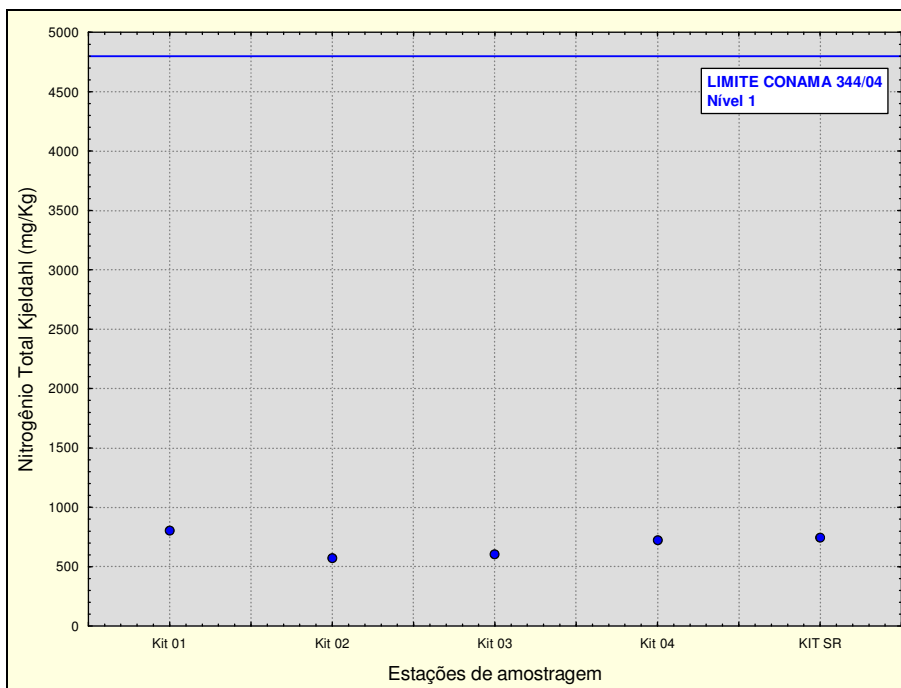


FIGURA 5.1.7.2- 10 - Valores de nitrogênio total obtidos nos sedimentos do Canal do rio Paraguaçu.

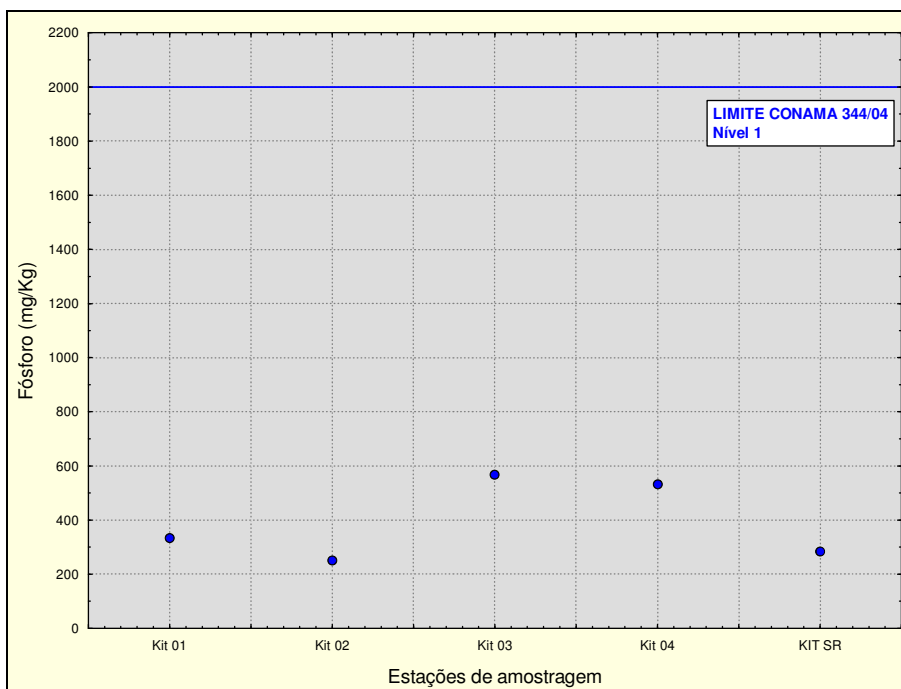


FIGURA 5.1.7.2- 11 - Valores de fósforo total obtidos nos sedimentos do Canal do rio Paraguaçu.

Análise Textural

A análise Granulométrica dos sedimentos foi realizada por difração a Laser no Laboratório da Bioagri Ambiental em Piracicaba - São Paulo. A **FIGURA 5.1.7.2-12** ilustra o agrupamento dos resultados obtidos nas diferentes faces sedimentares, considerando as amostras de sedimento superficial do canal do rio Paraguaçu. Decompondo os resultados por estação de amostragem, conforme a **FIGURA 5.1.7.2-13**, nota-se que as estações Kit 02 e Kit03 são as que apresentaram maior percentual de finos. Isso confirma a hipótese apresentada na análise dos hidrocarbonetos quanto a característica deposicional da Kit03. Já a Kit02 está à montante e mais distante das zonas industriais existentes na área do canal, razão que explicaria a baixa concentração de contaminantes nesta estação de amostragem.

Para as amostras referentes ao canal do rio Paraguaçu a fração Silte é a mais representativa, com percentual de ocorrência de 23,8 e 86% nas amostras, considerando os percentuais de 25 e 75%. As frações Areia Muito Grossa e Areia Grossa são de menor representatividade, com ocorrência de 0,5% em apenas uma amostra, para Areia Muito Grossa e ocorrência de 0,5 a 11,3% em 60% das amostras para Areia Grossa.

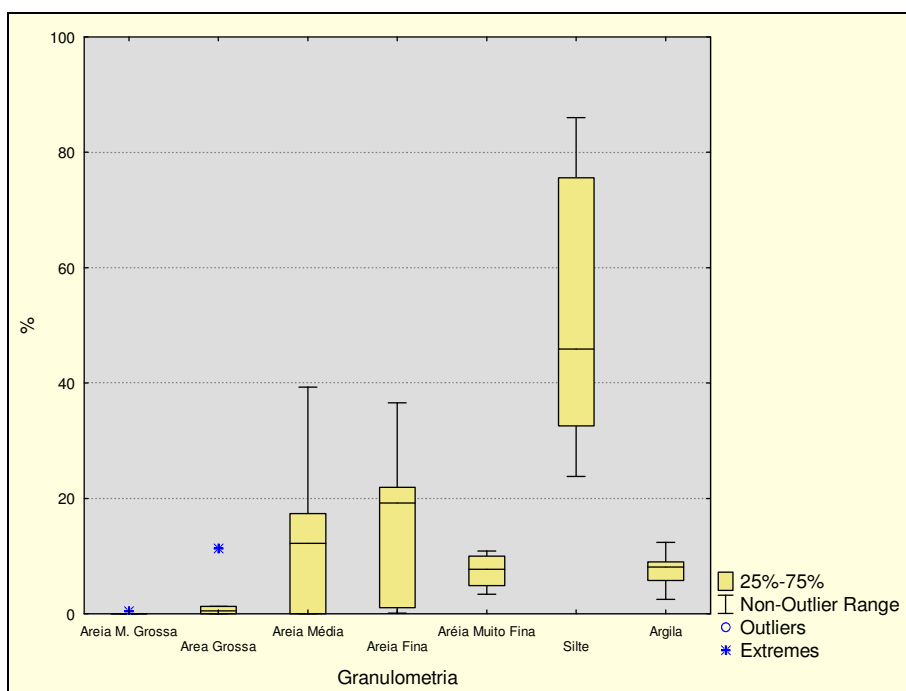


FIGURA 5.1.7.2- 12 - Classificação granulométrica X percentual de ocorrência nas cinco amostras de sedimento das estações referentes ao canal do rio Paraguaçu.

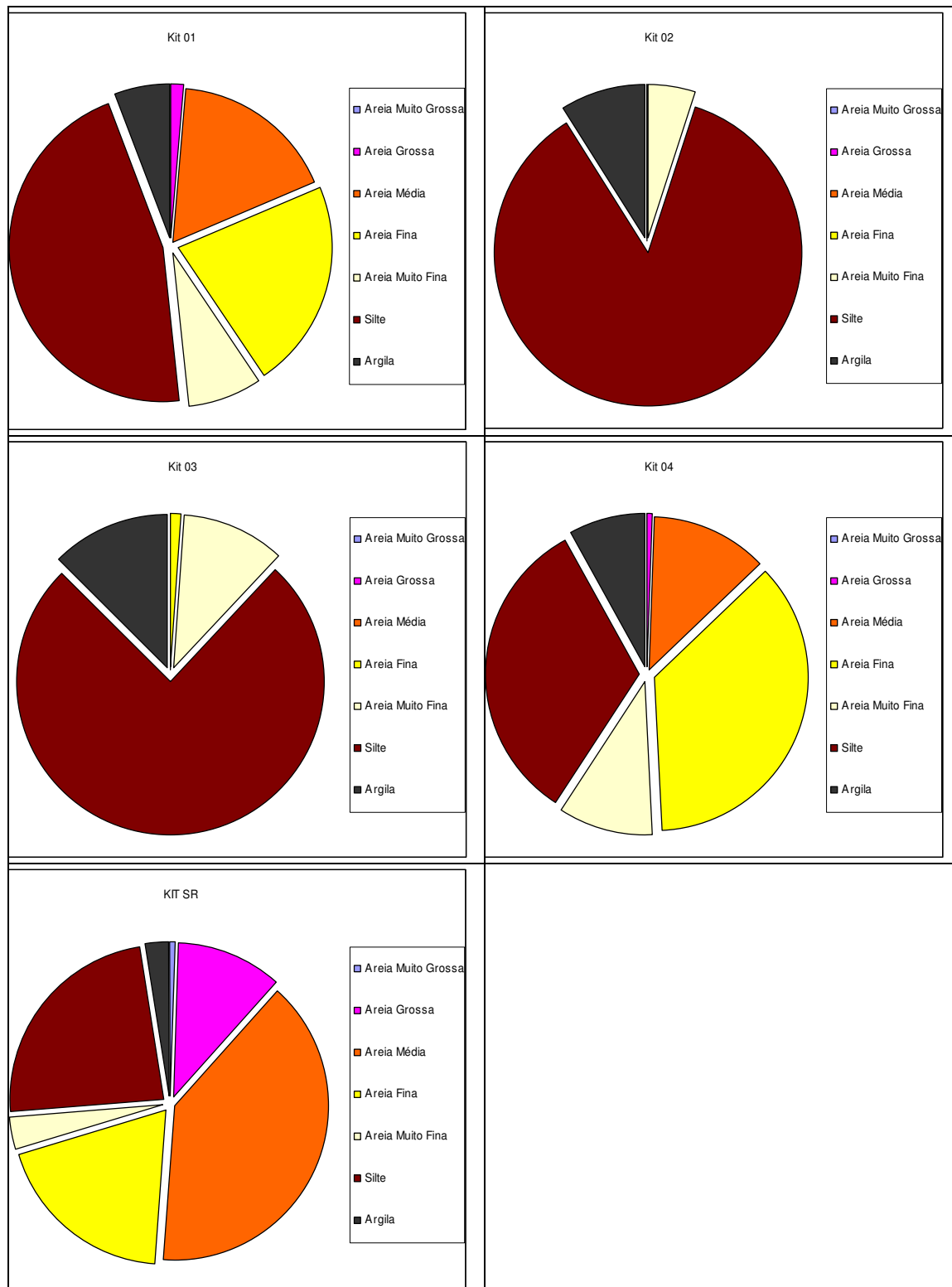


FIGURA 5.1.7.2- 13 – Distribuição das frações granulométricas em cada uma das estações avaliadas no canal do rio Paraguauçu.

A análise da **TABELA 5.1.7.2-3** abaixo indica que a textura não houve correlação estatisticamente significativa entre a textura do sedimento e os teores de metais e maioria dos nutrientes encontrados no mesmo. Apenas o fósforo apresentou um valor de r significativo, indicando que nas estações com maiores teores de areia fina foram encontradas as maiores concentrações de fósforo.

TABELA 5.1.7.2- 3 – Matriz de correlação de Pearson (r) elaborada a partir do cruzamento entre a textura do sedimento e os demais parâmetros, nas amostras de sedimentos superficiais.

| Parâmetro | Areia Muito Grossa (2 a 1 mm) | Areia Grossa (1 a 0,5 mm) | Areia Média (0,5 a 0,25 mm) | Areia Fina (0,25 a 0,125 mm) | Areia Muito Fina (0,125 a 0,062 mm) | Silte (0,062 a 0,00394 mm) | Argila (0,00394 a 0,0002 mm) |
|---------------------------|-------------------------------|---------------------------|-----------------------------|------------------------------|-------------------------------------|----------------------------|------------------------------|
| Arsênio | 0,29 | 0,34 | 0,45 | 0,31 | 0,36 | -0,53 | -0,17 |
| Chumbo | 0,02 | -0,05 | -0,19 | -0,06 | 0,59 | 0,01 | 0,51 |
| Cobre | -0,46 | -0,52 | -0,62 | -0,24 | 0,84 | 0,39 | 0,85 |
| Cromo | -0,49 | -0,54 | -0,63 | -0,24 | 0,86 | 0,40 | 0,86 |
| Mercúrio | -0,36 | -0,39 | -0,49 | -0,46 | 0,70 | 0,45 | 0,73 |
| Níquel | -0,50 | -0,56 | -0,64 | -0,21 | 0,86 | 0,38 | 0,86 |
| Zinco | -0,47 | -0,52 | -0,58 | -0,05 | 0,85 | 0,26 | 0,80 |
| Soma de PAHs | -0,25 | -0,30 | -0,47 | -0,53 | 0,61 | 0,47 | 0,73 |
| Carbono Orgânico Total | -0,45 | -0,47 | -0,41 | 0,32 | 0,87 | -0,04 | 0,60 |
| Nitrogênio Total Kjeldahl | 0,32 | 0,42 | 0,72 | 0,77 | -0,09 | -0,84 | -0,73 |
| Fósforo | -0,42 | -0,44 | -0,39 | 0,20 | 0,93 | 0,00 | 0,64 |

Em vermelho, valor de r cujo $p < 0,05$, indicando correlação estatisticamente significativa.

Considerações finais

A partir dos resultados encontrados nas 05 amostras de sedimentos do canal do rio Paraguaçu foi possível concluir que:

- Em relação à contaminação por metais pesados a maioria das amostras apresentou teores reduzidos para todos os indicadores avaliados. Apenas a estação Kit03 exibiu concentração e mercúrio acima do Nível 1 da Resolução CONAMA 344/04.
- Quanto à contaminação por hidrocarbonetos, estes foram muito elevados nos sedimentos da estação Kit03. A hipótese levantada no presente estudo é de que essa estação corresponde a uma área de maior profundidade no meio do canal, com tendência à deposição de partículas finas e, portanto, sendo uma zona de acumulação destes contaminantes. Vale ressaltar que esta estação situa-se à jusante da ADA e não será objeto de intervenção em nenhuma das etapas do empreendimento.
- Quanto à contaminação por pesticidas organoclorados, os resultados apontaram ausência destes compostos nos sedimentos do canal do rio Paraguaçu.
- Em relação aos teores de matéria orgânica e nutrientes, todas as amostras apresentaram valores inferiores aos valores máximos permitidos pela Resolução CONAMA 344/04.

5.1.7.3. Caracterização dos sedimentos subsuperficiais da área do Corujão.

Metais e Arsênio

Para os pontos amostrais referentes à área do Corujão (Testemunho), as amostras de sedimento superficial e sub-superficial todos os metais e arsênio apresentaram valores abaixo do valor máximo permitido pela Resolução CONAMA 344/04 de Nível 1, na qual prevê-se uma baixa probabilidade de efeitos adversos à biota. As **FIGURAS 5.1.7.3-1 a 5.1.7.3-7** ilustram bem a boa qualidade observada na análise de metais nos sedimentos da ADA. A aplicação do teste de Mann-Whitney para comparação entre o teor de metais nas amostras de superfície e fundo confirmou que as diferenças observadas não foram consideradas estatisticamente significativas.

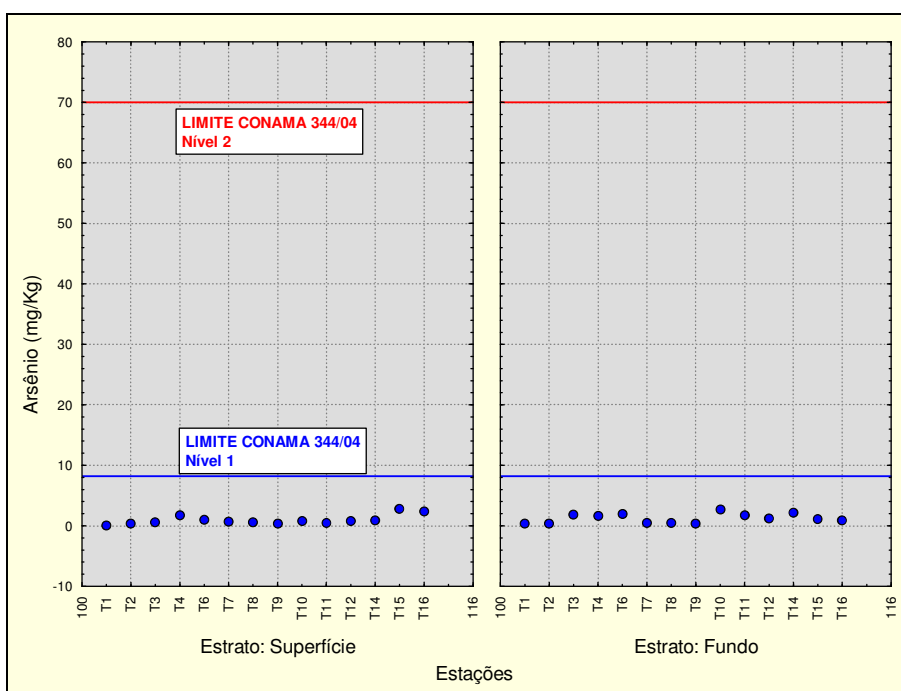


FIGURA 5.1.7.3- 1 - Valores de arsênio obtidos nos testemunhos analisados da ADA, na Ponta do Corujão.

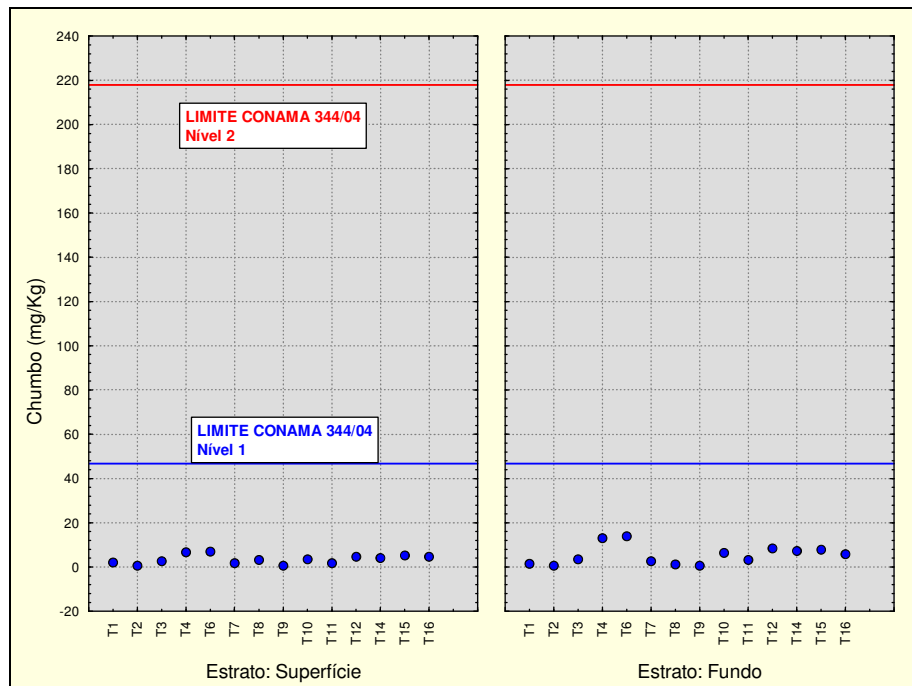


FIGURA 5.1.7.3- 2 - Valores de chumbo obtidos nos testemunhos analisados da ADA, na Ponta do Corujão.

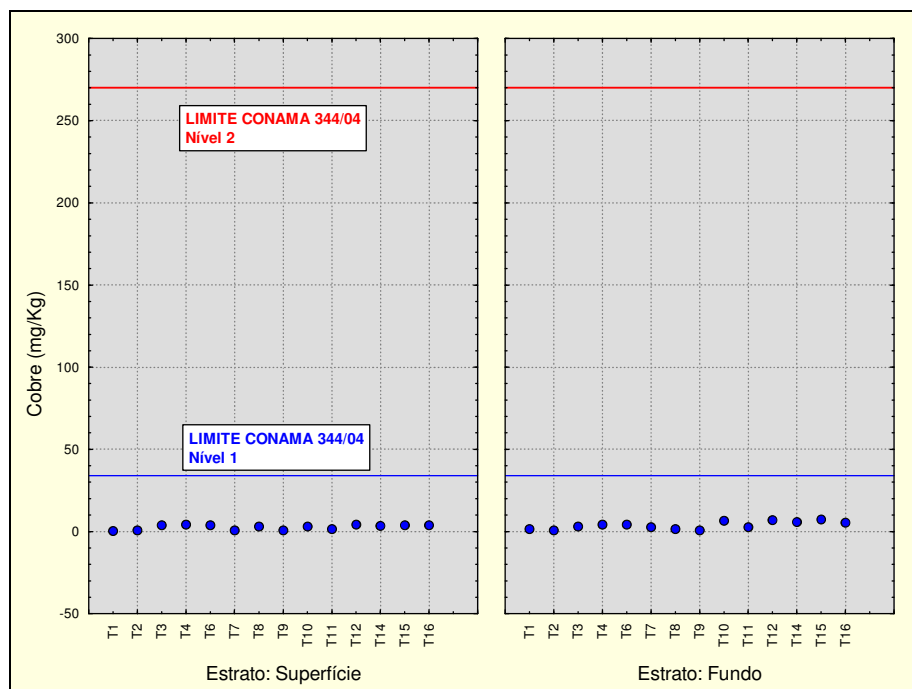


FIGURA 5.1.7.3- 3 - Valores de cobre obtidos nos testemunhos analisados da ADA, na Ponta do Corujão.

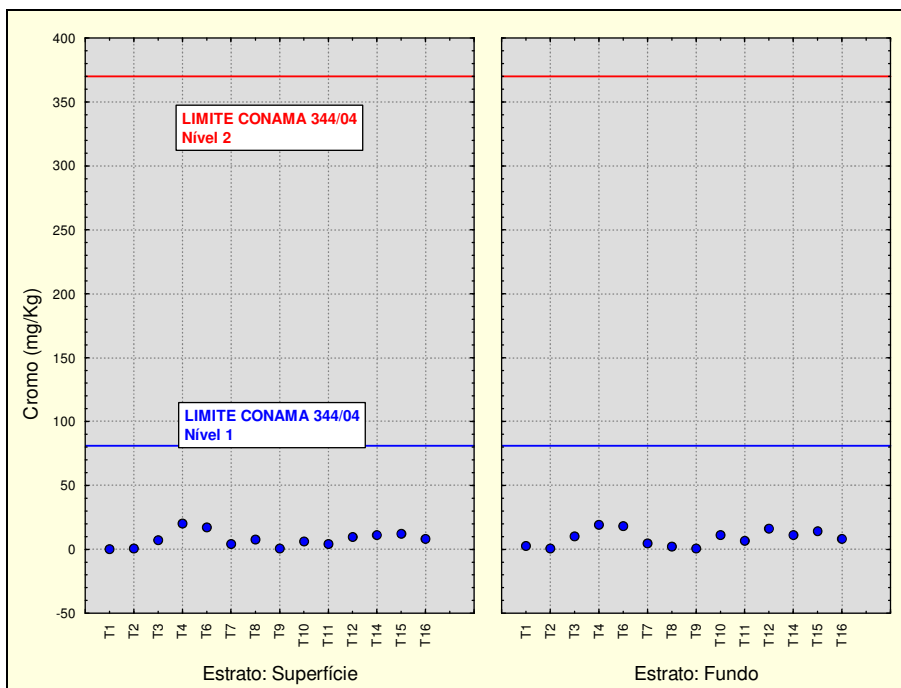


FIGURA 5.1.7.3- 4 - Valores de cromo obtidos nos testemunhos analisados da ADA, na Ponta do Corujão.

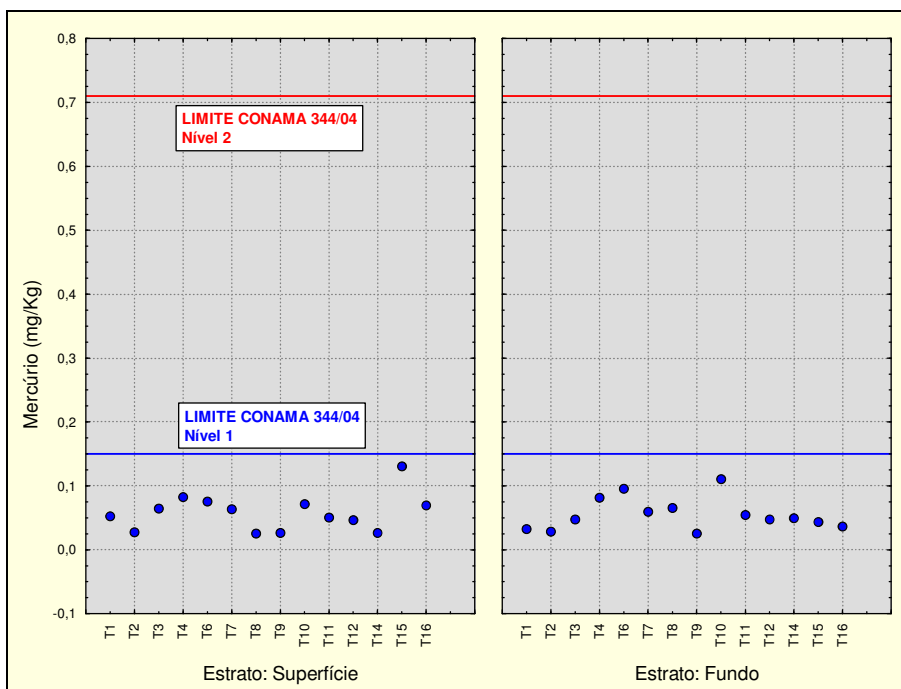


FIGURA 5.1.7.3- 5 - Valores de mercúrio obtidos nos testemunhos analisados da ADA, na Ponta do Corujão.

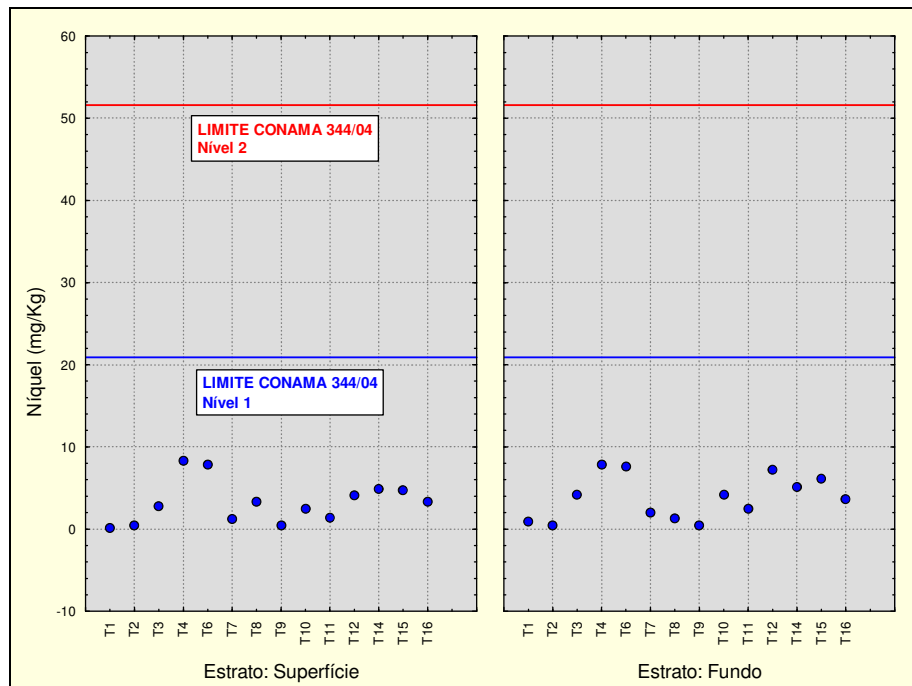


FIGURA 5.1.7.3- 6 - Valores de níquel obtidos nos testemunhos analisados da ADA, na Ponta do Corujão.

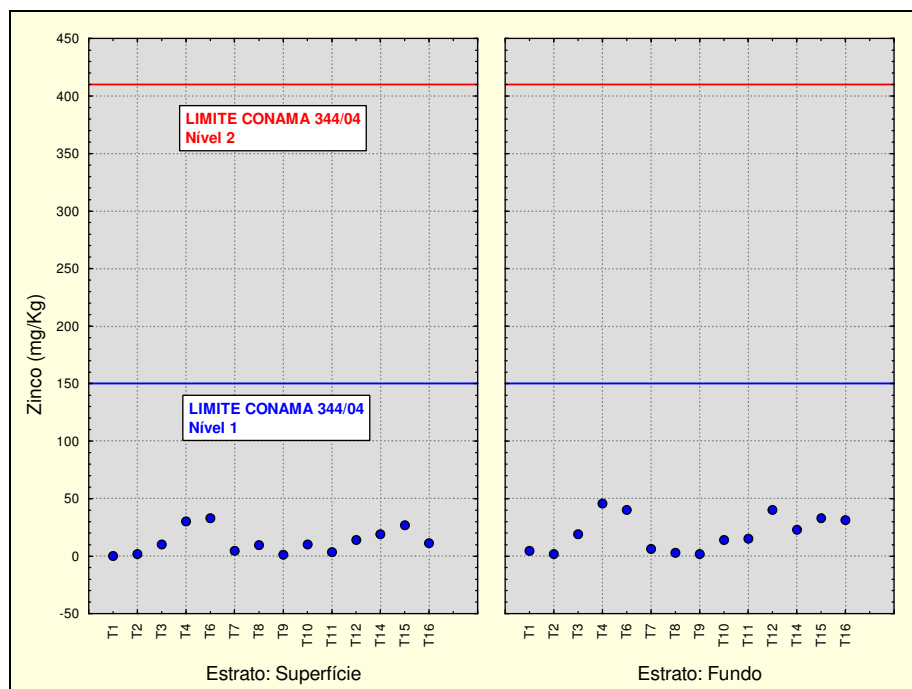


FIGURA 5.1.7.3- 7 - Valores de zinco obtidos nos testemunhos analisados da ADA, na Ponta do Corujão.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos – HPAs

Todas as dezesseis amostras referentes aos sedimentos superficiais e sub-superficiais da área do Corujão (Testemunho), tiveram a maioria dos valores de concentração de

HPAs não detectáveis, sendo todos os resultados abaixo do limite máximo permitido pela Resolução CONAMA 344/04 de Nível 2, como apresentado na **FIGURA 5.1.7.3-8**. A textura mais arenosa dos sedimento da ADA contribui para a não deposição de contaminantes orgânicos, que quando presentes na água, são carregados para outras áreas.

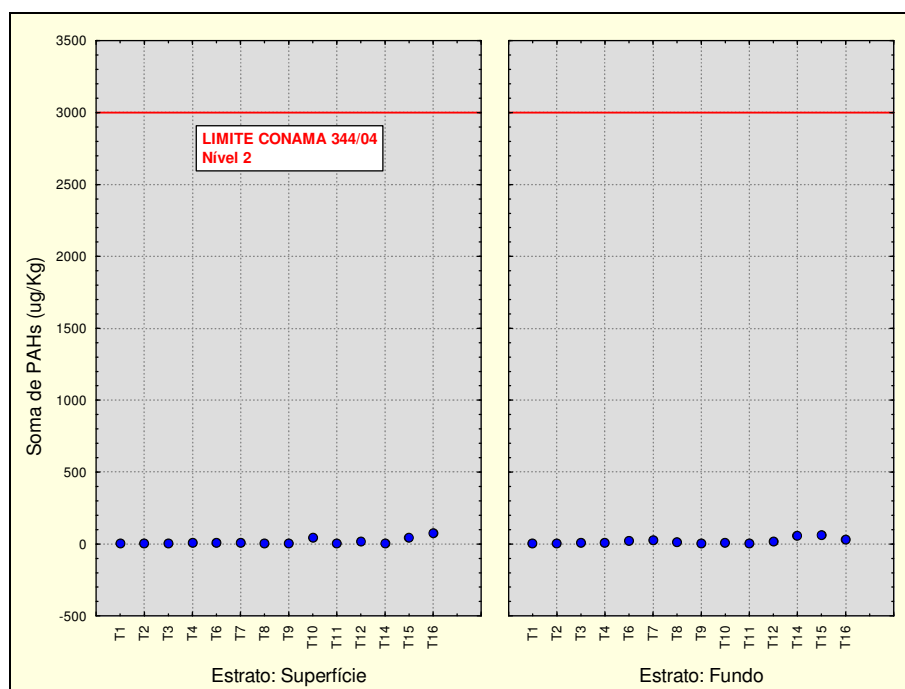


FIGURA 5.1.7.3- 8 - Valores de HPAs obtidos nos testemunhos analisados da ADA, na Ponta do Corujão.

Pesticidas Organoclorados e PCBs

O mesmo pode ser dito em relação aos pesticidas organoclorados e PCBs, que não foram detectados em nenhuma das amostras analisadas.

Nutrientes e Matéria Orgânica

Assim como nas amostras superficiais do Canal, os teores de COT nos testemunhos coletados na ADA na Ponta do Corujão foram reduzidos. Em nenhum dos casos os percentuais obtidos foram superiores a 10 %, valor previsto na Resolução CONAMA 344/04 (**FIGURA 5.1.7.3-9**).

Os percentuais de Nitrogênio Kjeldahl Total nas amostras de Testemunho variaram entre 468 e 1.754 mg/Kg, resultados considerados baixo quando comparados ao valor de alerta de 4.800 mg/Kg estabelecido pela Resolução CONAMA 344/04 (**FIGURA 5.1.7.3-10**).

Os valores de Fósforo Total nas amostras de testemunho variaram entre 3,7 e 863 mg/kg (**FIGURA 5.1.7.3-11**), representando valores muito abaixo do limite de alerta estabelecido pela Resolução CONAMA 344/04 para este parâmetro que é de 2.000 mg/kg.

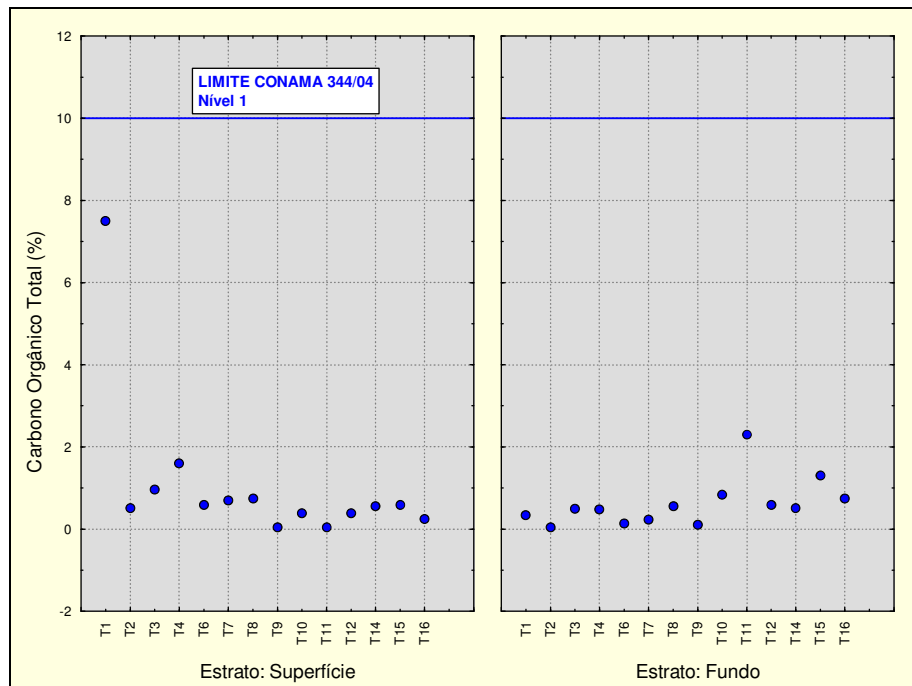


FIGURA 5.1.7.3- 9 - Percentuais de COT obtidos nos testemunhos analisados da ADA, na Ponta do Corujão.

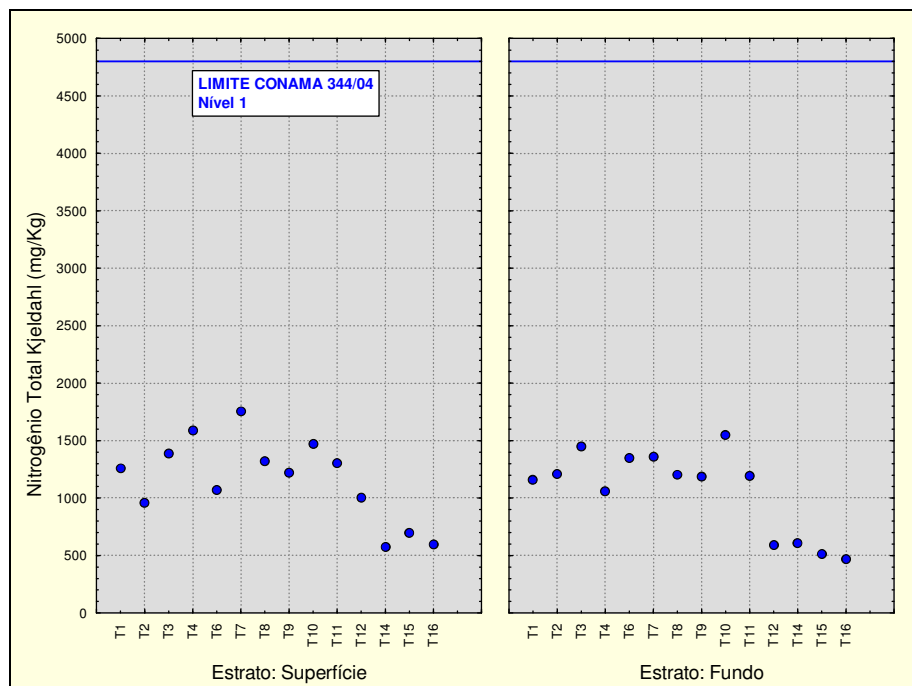


FIGURA 5.1.7.3- 10 - Valores de nitrogênio total obtidos nos testemunhos analisados da ADA, na Ponta do Corujão.

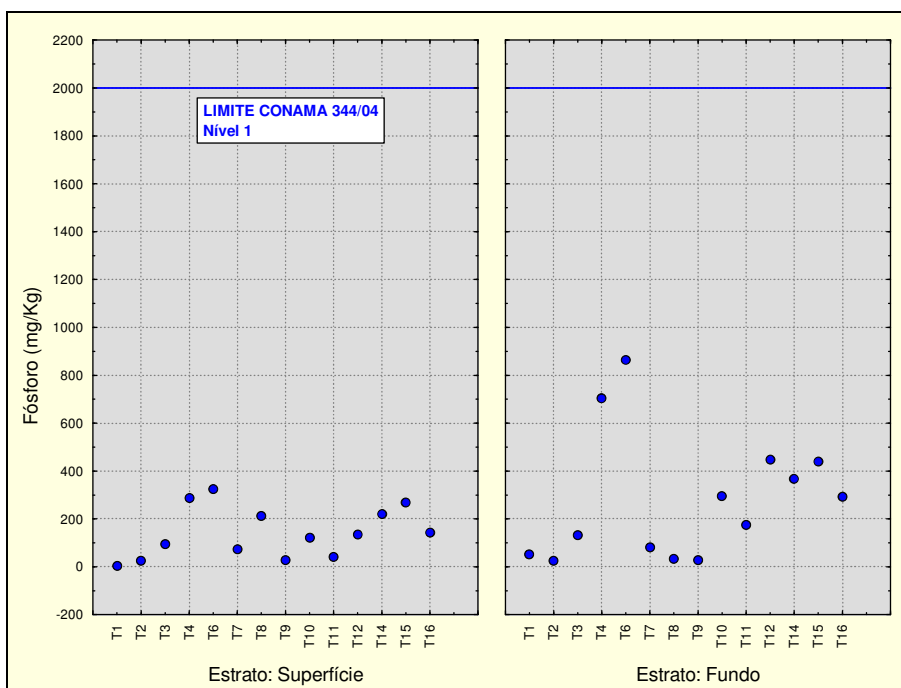


FIGURA 5.1.7.3- 11 - Valores de fósforo obtidos nos testemunhos analisados da ADA, na Ponta do Corujão.

Análise Textural

A textura dos sedimentos superficiais das amostras de testemunho revelou que a fração silte foi a mais representativa, com percentual de ocorrência de 14,5 a 75,3% nas amostras (**FIGURA 5.1.7.3-12**). No entanto, a fração areia média também obteve uma boa representatividade para esses pontos amostrais, com percentual de ocorrência de 0,1 a 55,5%.

O teste de Mann-Whitney revelou ausência de diferenças estatisticamente significativas na textura das amostras de superfície e fundo.

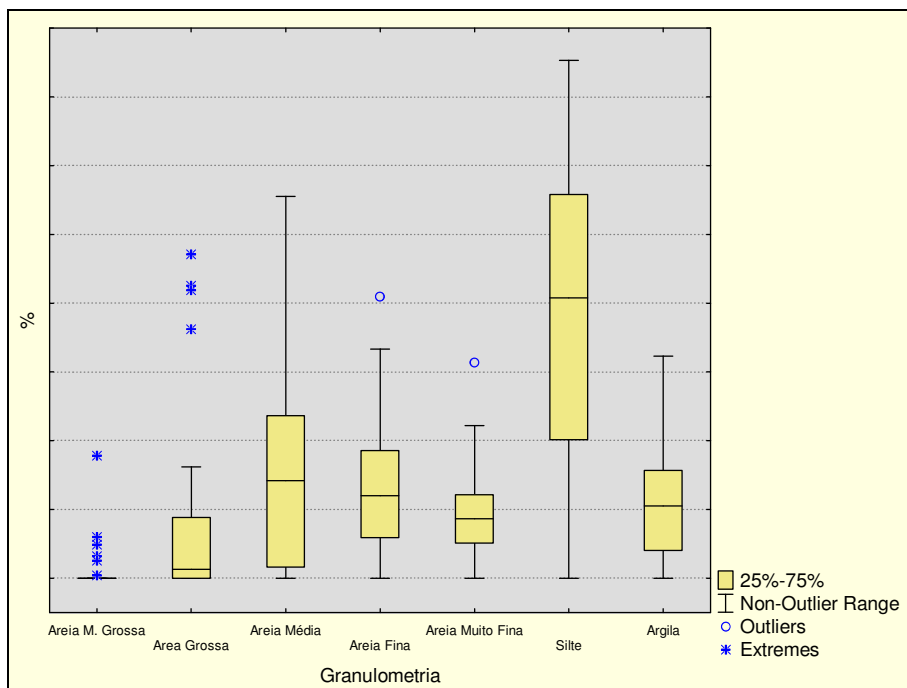


FIGURA 5.1.7.3- 12 - Classificação granulométrica X percentual de ocorrência nas 16 amostras de sedimento das estações referentes ao Corujão (Testemunho).

Para as amostras de testemunho, os testes de correlação foram diferentes daqueles realizados nas 05 estações do canal do Paraguaçu. Como pode ser observado na **TABELA 5.1.7.3-1**, foi possível identificar correlações inversas estatisticamente significativas entre a fração “areia muito grossa e areia grossa” para os metais arsênio, cobre, cromo, chumbo, mercúrio, níquel e zinco. Ao passo que para a fração “silte”, a correlação foi direta para esses mesmos indicadores. Estes resultados confirmam a regra, onde as estações com maior percentuais de finos tendem a acumular mais contaminantes que aquelas onde predominam sedimentos arenosos e cascalhosos.

As estações de testemunho que apresentaram o maior teor de silte nas amostras foram T10, T11, T14, T15 e T16. com percentuais superiores a 60%. Já as estações T2 e T9 foram as que apresentaram os sedimentos mais arenosos (areia grossa e areia média).

TABELA 5.1.7.3- 1 – Matriz de correlação de Pearson (r) elaborada a partir do cruzamento entre a textura do sedimento e os demais parâmetros, nas amostras de sedimentos dos 16 testemunhos realizados na área da Ponta do Corujão em setembro de 2009.

| Parâmetro | Areia Muito Grossa (2 a 1 mm) | Areia Grossa (1 a 0,5 mm) | Areia Média (0,5 a 0,25 mm) | Areia Fina (0,25 a 0,125 mm) | Areia Muito Fina (0,125 a 0,062 mm) | Silte (0,062 a 0,00394 mm) | Argila (0,00394 a 0,0002 mm) |
|---------------------------|-------------------------------|---------------------------|-----------------------------|------------------------------|-------------------------------------|----------------------------|------------------------------|
| Arsênio | -0,34 | -0,48 | -0,39 | 0,01 | 0,29 | 0,49 | 0,05 |
| Chumbo | -0,38 | -0,51 | -0,41 | 0,03 | 0,25 | 0,53 | 0,06 |
| Cobre | -0,46 | -0,64 | -0,63 | 0,01 | 0,36 | 0,70 | 0,14 |
| Cromo | -0,46 | -0,61 | -0,55 | 0,05 | 0,35 | 0,57 | 0,29 |
| Mercúrio | -0,36 | -0,47 | -0,35 | 0,08 | 0,38 | 0,32 | 0,28 |
| Níquel | -0,43 | -0,58 | -0,52 | 0,04 | 0,33 | 0,55 | 0,25 |
| Zinco | -0,38 | -0,52 | -0,43 | -0,01 | 0,19 | 0,57 | 0,10 |
| Soma de PAHs | -0,24 | -0,34 | -0,25 | 0,06 | 0,50 | 0,28 | -0,12 |
| Carbono Orgânico Total | 0,04 | -0,04 | -0,05 | -0,17 | -0,08 | 0,08 | 0,16 |
| Nitrogênio Total Kjeldahl | -0,02 | 0,07 | 0,05 | 0,03 | 0,00 | -0,17 | 0,23 |
| Fósforo | -0,32 | -0,42 | -0,35 | -0,04 | 0,16 | 0,50 | 0,02 |

Em vermelho, valor de r cujo $p < 0,05$, indicando correlação estatisticamente significativa.

Considerações finais

Em relação às amostras de sedimento coletadas dentro da área de intervenção de direta, as 14 estações avaliadas apresentaram resultados em conformidade com os termos do Nível 1 da Resolução CONAMA 344 para todos os indicadores avaliados. Os resultados apontaram teores reduzidos e/ou não detectados de metais, hidrocarbonetos, pesticidas organoclorados, carbono orgânico total e nutrientes. Estes resultados indicam que os sedimentos da área objeto das atividades de dragagem estão isentos de contaminação.

5.1.8. Modelagem

Os estudos de modelagem numérica que objetivam demonstrar as prováveis interferências da implantação do empreendimento sobre os padrões de circulação hidrodinâmica, advecção das plumas de dragagem e descarte do material dragado, advindas do empreendimento são apresentadas no **ANEXO 5.1-3**.

Apresenta-se a seguir a síntese das modelagens efetuadas. Os detalhes da metodologia de execução e configuração das modelagens são descritos no **ANEXO 5.1-3**.

5.1.8.1. Modelagem de interferências na hidrodinâmica

A modelagem da interferência na hidrodinâmica considerou como base os padrões atuais de erosão e acreção no entorno da área pretendida para a implantação do empreendimento. Este padrão é apresentado na **FIGURA 5.1.8.1-1**.

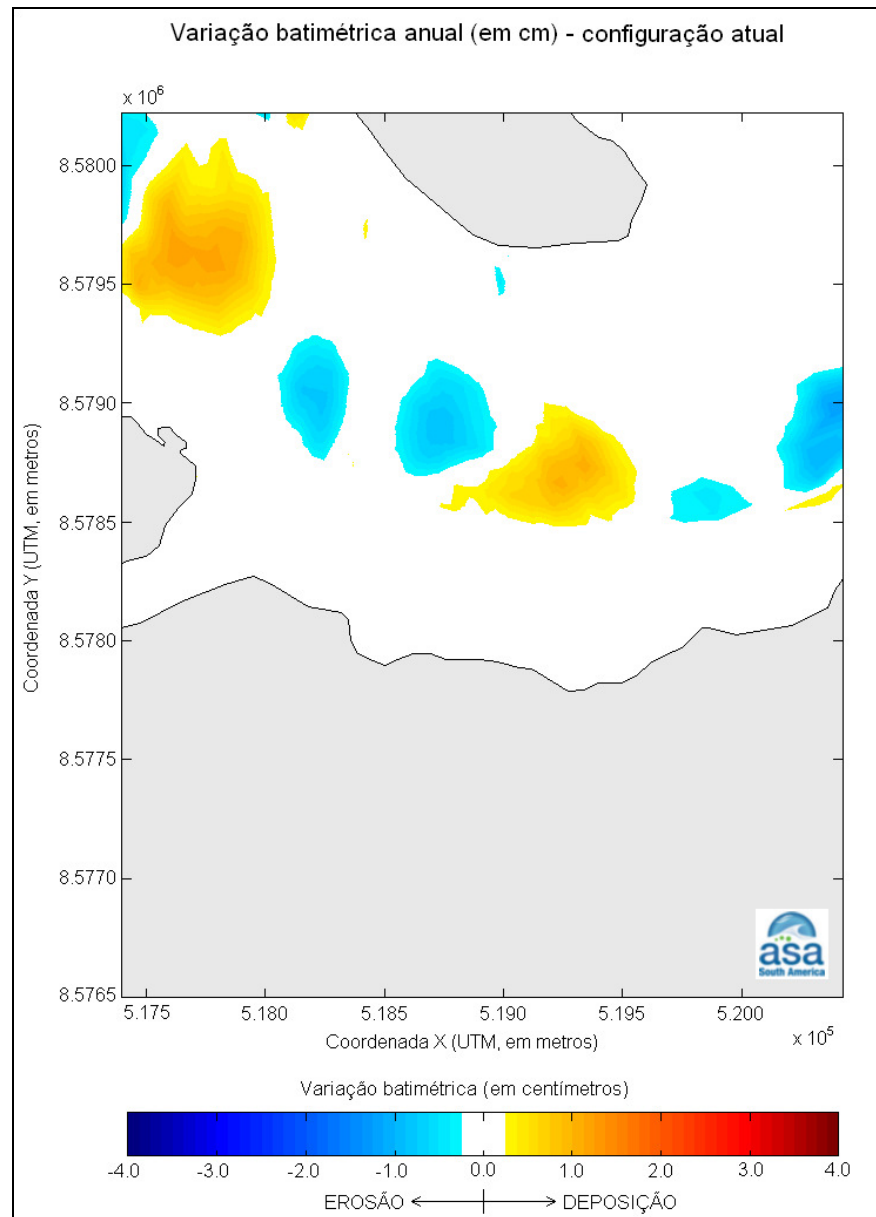


FIGURA 5.1.8.1- 1 – Variação batimétrica anual (em centímetros) como resultado da simulação numérica na região da Ponta do Corujão (Fonte: ASA, 2009).

Verifica-se que, embora existam algumas áreas de deposição e erosão ao longo do Canal do Paraguaçu, estas apresentam pequena grandeza, sendo estas de poucos centímetros de remoção e/ou acréscimo de sedimentos, em áreas específicas do Canal do Paraguaçu.

De acordo com os dados obtidos na modelagem, o projeto a ser implementado provoca alterações pouco significativas na circulação hidrodinâmica em relação à configuração anual. A **FIGURA 5.1.8.1-2** apresenta estas mudanças. As alterações hidrodinâmicas detectadas refletem-se em pequenos processos erosivos e deposicionais. De modo geral, os processos erosivos tendem a ocorrer em regiões em que a intensidade do fluxo

hidrodinâmico sofre acréscimo e processos deposicionais tendem a ocorrer em regiões onde há decréscimo do fluxo hidrodinâmico.

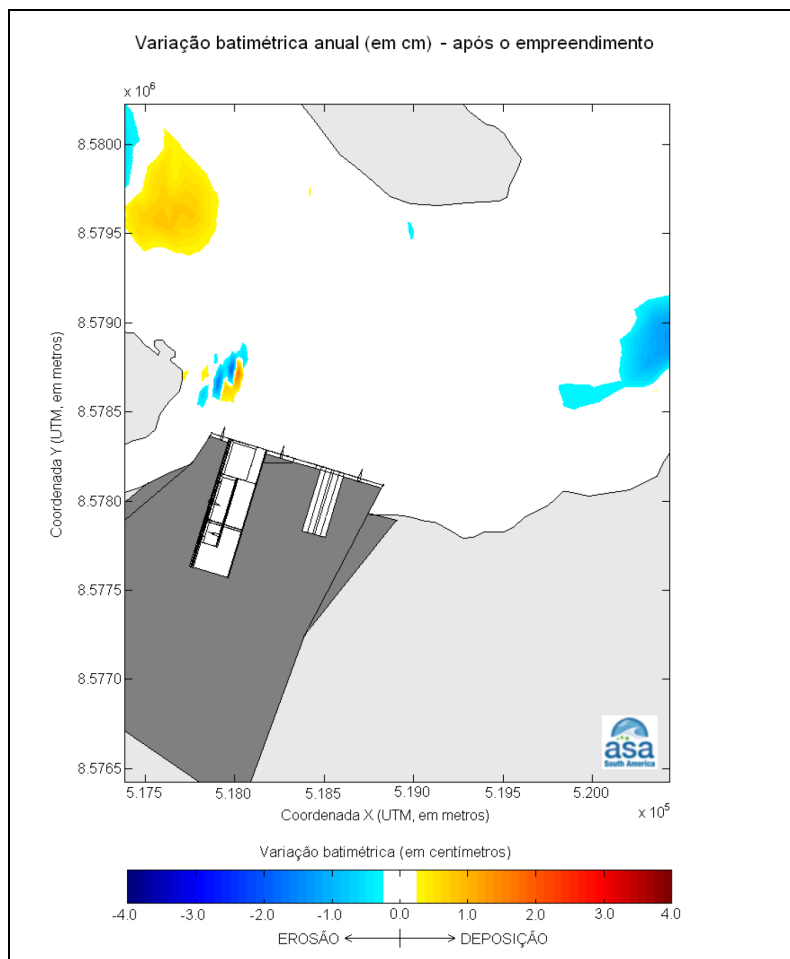


FIGURA 5.1.8.1- 2 – Variação batimétrica anual (em centímetros) como resultado da simulação numérica, para a Região da Ponta do Corujão, com a configuração futura. (Fonte: ASA, 2009).

De acordo com a **FIGURA 5.1.8.1-2** as possíveis alterações nos padrões de deposição e remoção de sedimentos, devido às interferências do projeto com a circulação das águas encontram-se circunscritas à área do Canal do Paraguaçu que está próxima à foz do Rio Baetantã. A magnitude destas alterações será pequena, abrangendo tanto deposição como erosão de até 3 cm no trecho indicado.

De acordo com as modelagens realizadas, infere-se que:

- Em regiões em que não há intervenção direta, ou seja, “alteração física” (aterro e dragagem), o padrão de erosão (valores negativos) e de deposição de sedimentos (valores positivos) não é alterado significativamente quando comparada a configuração futura em relação à configuração atual, e;
- Processos de erosão e deposição de pequena magnitude (ordem de 3cm) tendem a ocorrer na porção oeste da área a ser dragada, na região próxima à foz do Rio Baetantã. Neste sentido, a tendência é a de erosão na parte superior do talude da

região dragada, com conseqüente deposição desses sedimentos na parte baixa (dragada) imediatamente adjacente ao talude.

5.1.8.2. Modelagem das plumas de dragagem

A modelagem da atividade de dragagem foi realizada considerando os efeitos de formação de pluma na área de extração e deposição de sedimentos. Cabe ressaltar que a disposição do material dragado será feita em área designada pela Diretoria de Portos e Costas da Marinha do Brasil, a mais de 700 metros de profundidade, nas coordenadas 13°09'S e 38°25'W. A **FIGURA 5.1.8.2-1** mostra as áreas de dragagem e de descarte.

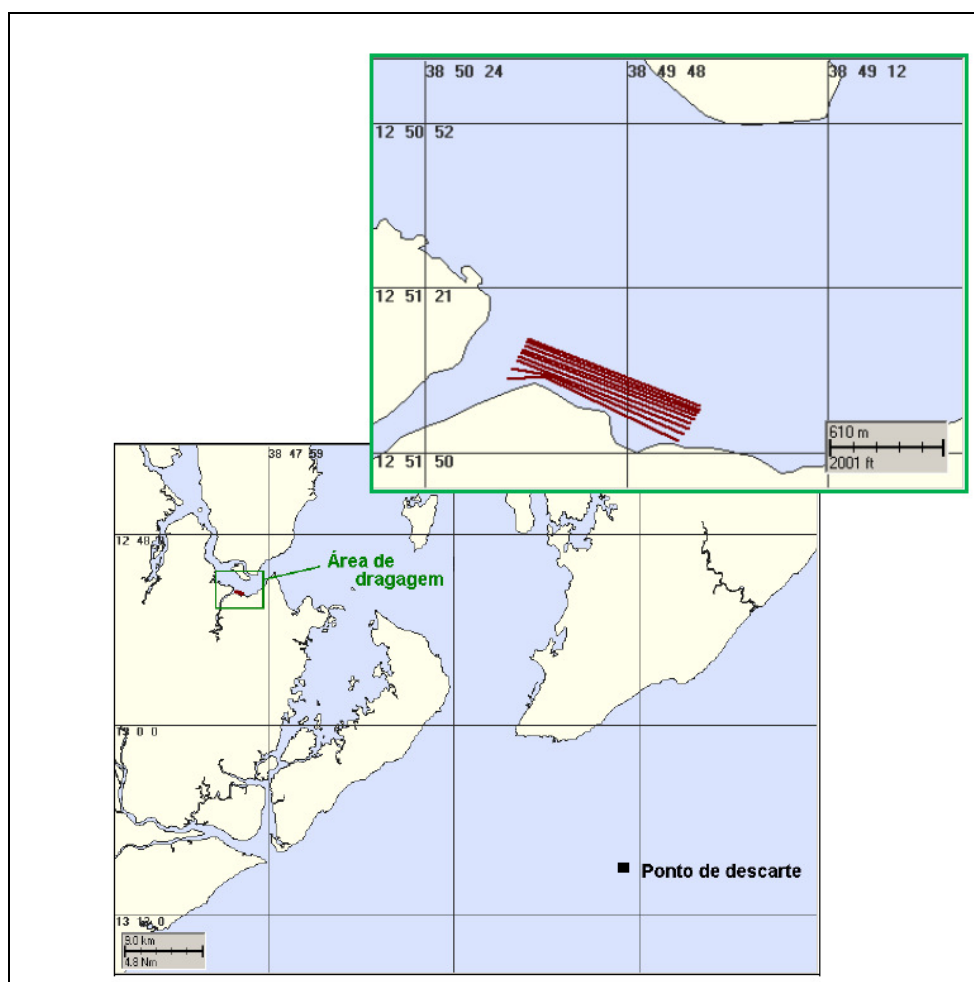


FIGURA 5.1.8.2- 1 – Localização das áreas de dragagem e descarte de material (Fonte: ASA, 2009).

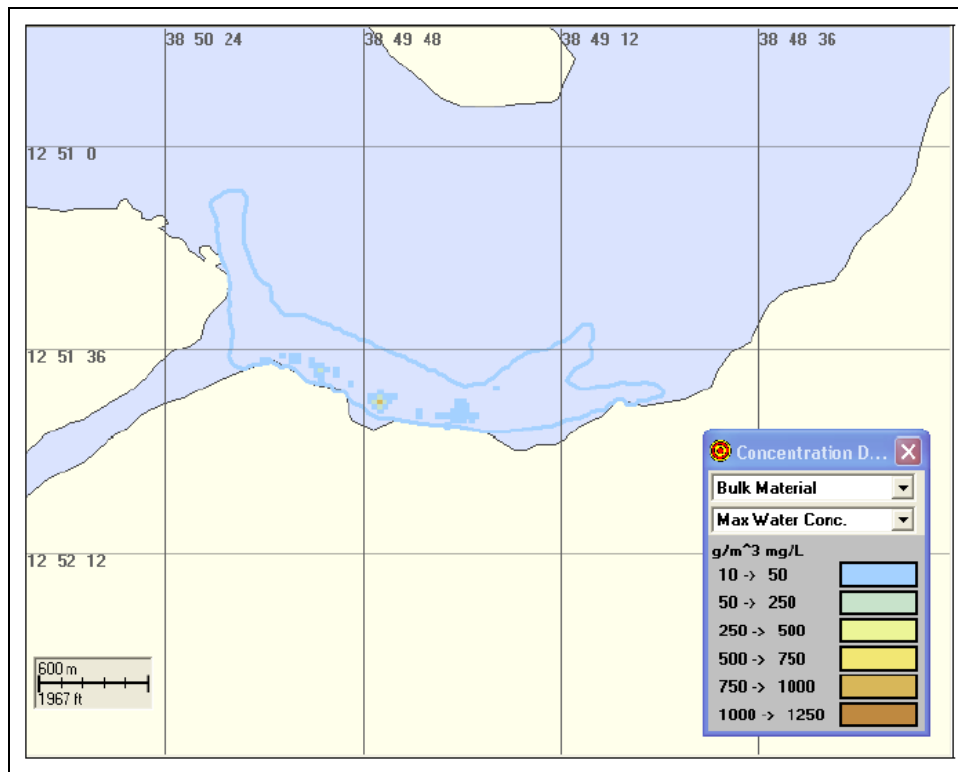


FIGURA 5.1.8.2- 3 – Área total das trajetórias das plumas e concentração na coluna de água ao final de dois ciclos de operação de dragagem, durante o período de verão. (Fonte: ASA, 2009).

A **FIGURA 5.1.8.2-4** a seguir apresenta as plumas de sedimentos ressuspensos no instante final após 8 (oito) ciclos de operação. Os resultados são referentes à dragagem no período de verão e representam a extração de 16.620,0 m³ de sedimentos. A área total das trajetórias das plumas foi de 1,3km², com concentração máxima de 1.218,10 mg/L.

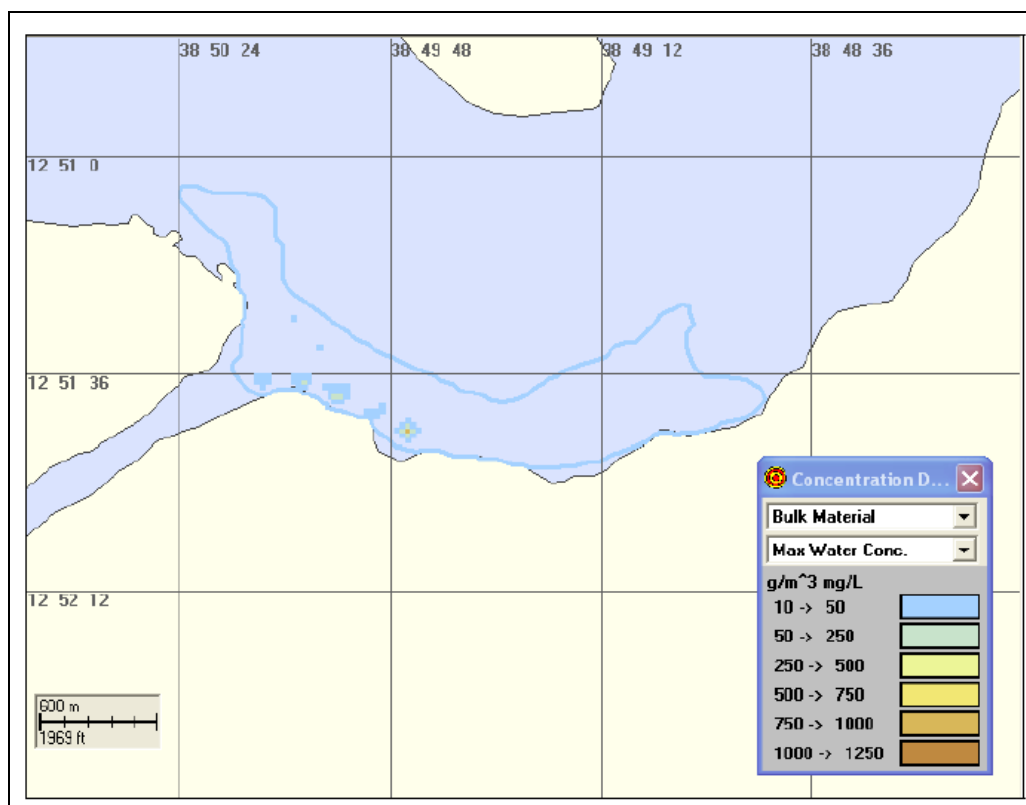


FIGURA 5.1.8.2- 4 – Área total das trajetórias das plumas e concentração da coluna de água ao final de oito ciclos da operação de dragagem, durante o período de verão.

Pluma de extração – resultados do período de inverno

Os resultados da modelagem das plumas de extração no período de inverno são apresentados nas **FIGURAS 5.1.8.2-5 a 5.1.8.2-6**.

A **FIGURA 5.1.8.2-5** apresenta as plumas de sedimentos ressuspensos no instante final após um ciclo de operação. Os resultados são referentes à dragagem no período de inverno e representam a extração de 2.077,5 m³ de sedimentos dragados. A área total das trajetórias das plumas foi de 0,46 km², com concentração máxima de 1.207,90 mg/L.

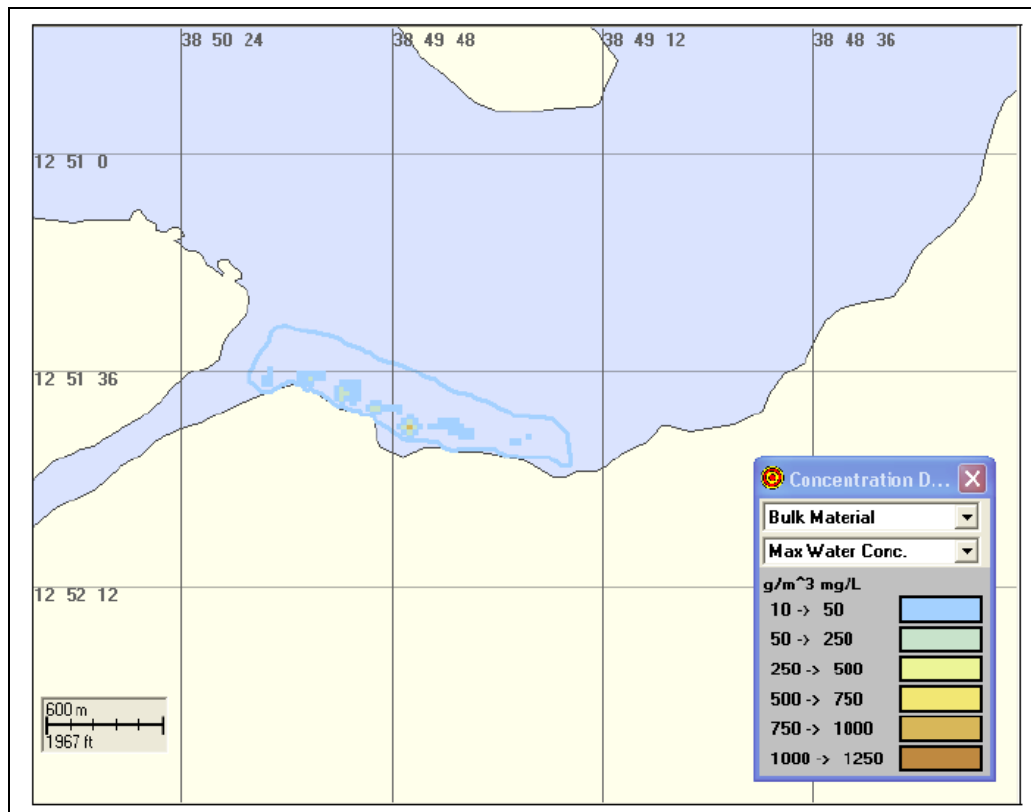


FIGURA 5.1.8.2- 5 – Área total das trajetórias das plumas e concentração na coluna de água no instante final de um único ciclo de operação de dragagem, durante o período de inverno.

A **FIGURA 5.1.8.2-6** apresenta as plumas de sedimentos ressuspensos no instante final após dois ciclos de operação. Os resultados são referentes à dragagem no período de inverno e representam a extração de 4.155,0 m³ de sedimentos dragados. A área total das trajetórias das plumas foi de 0,65 Km², com concentração máxima de 1.207,90 mg/L.

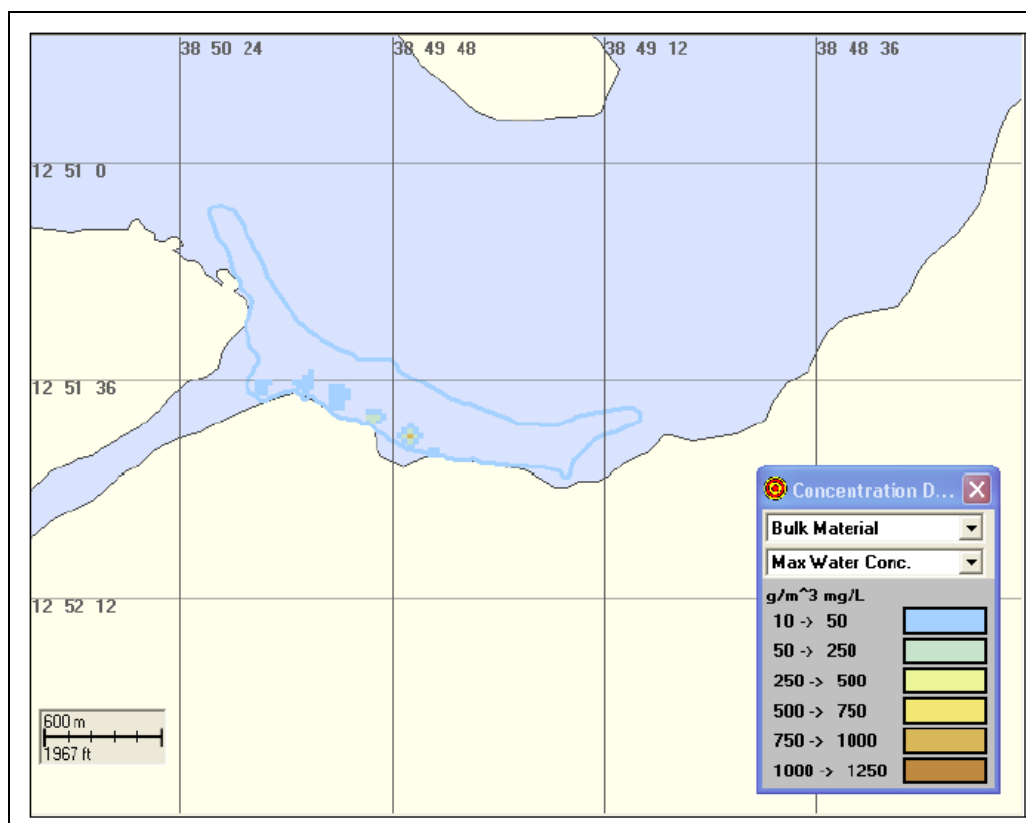


FIGURA 5.1.8.2- 6 – Área total das trajetórias das plumas e concentração na coluna de água ao final de dois ciclos de operação de dragagem, no período de inverno. (Fonte: ASA, 2009).

A **FIGURA 5.1.8.2-7** apresenta as plumas de sedimentos ressuspensos no instante final após oito ciclos de operação. Os resultados são referentes à dragagem no período de inverno e representam o descarte de 16.620,0 m³ de sedimentos dragados. A área total das trajetórias das plumas foi de 1,56 Km², com concentração máxima de 1.213,2 mg/L.

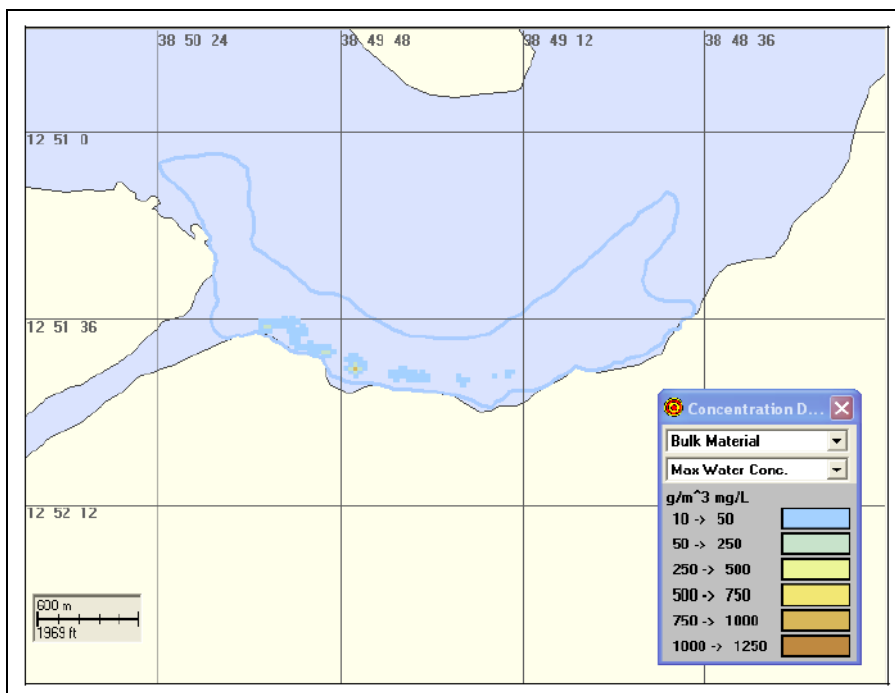


FIGURA 5.1.8.2- 7 – Área total das trajetórias das plumas e concentração na coluna de água ao final de oito ciclos de operação de dragagem, no período de inverno. (Fonte: ASA, 2009).

Plumas de deposição

As plumas de deposição são aquelas geradas pela liberação do material dragado em alto mar. As **FIGURAS 5.1.8.2-8 e 5.1.2.8-9** apresentam a extensão, espalhamento e concentração de sólidos na coluna de água das plumas de disposição no períodos de verão e inverno. Considerou-se como ponto de corte a concentração de 10 mg/L. Estas figuras apresentam os resultados das simulações considerando os cenários de 30 dias consecutivos de descartes (213.685,70m³ de sedimentos), considerando a área total de cobertura de todas as trajetórias das plumas de sedimento descartado ao longo do período total simulado. O espalhamento da pluma de descarte se dá preferencialmente ao longo do eixo direcional SW-NE. No período de verão, este espalhamento alcança 9,7km na direção NE e 22,4 Km na direção SE. No período de inverno, este espalhamento alcança 17,7 Km na direção NE e 17,9 Km na direção SE. As concentrações máximas de sólidos no ponto de descarte foram de 396,9 mg/L.

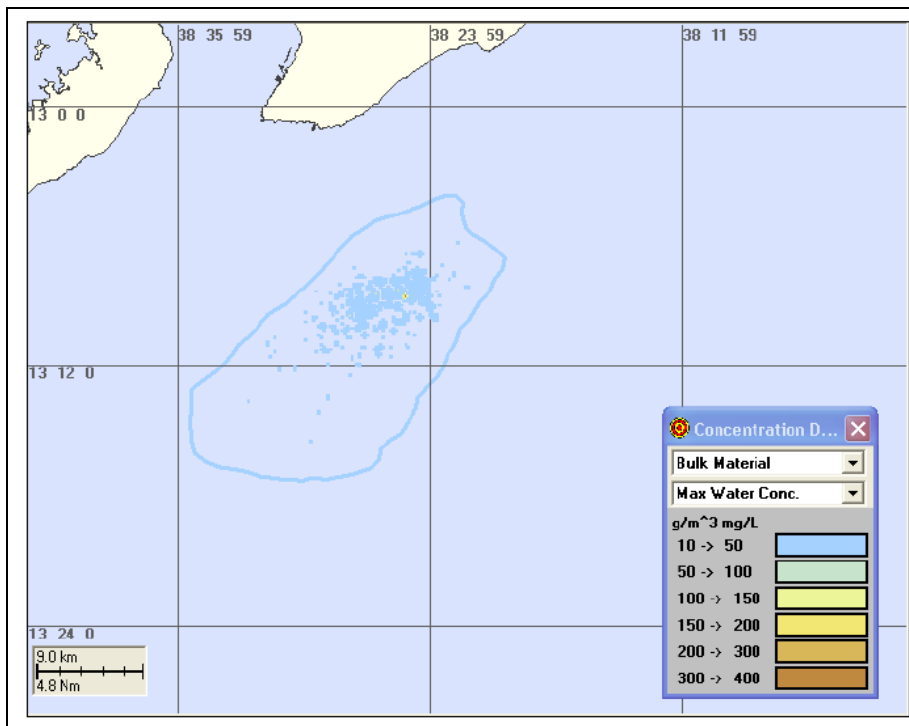


FIGURA 5.1.8.2- 8 – Área total das trajetórias das plumas e concentração na coluna de água no instante final dos descartes realizados durante 30 dias de operações, durante o período de verão. (Fonte: ASA, 2009).

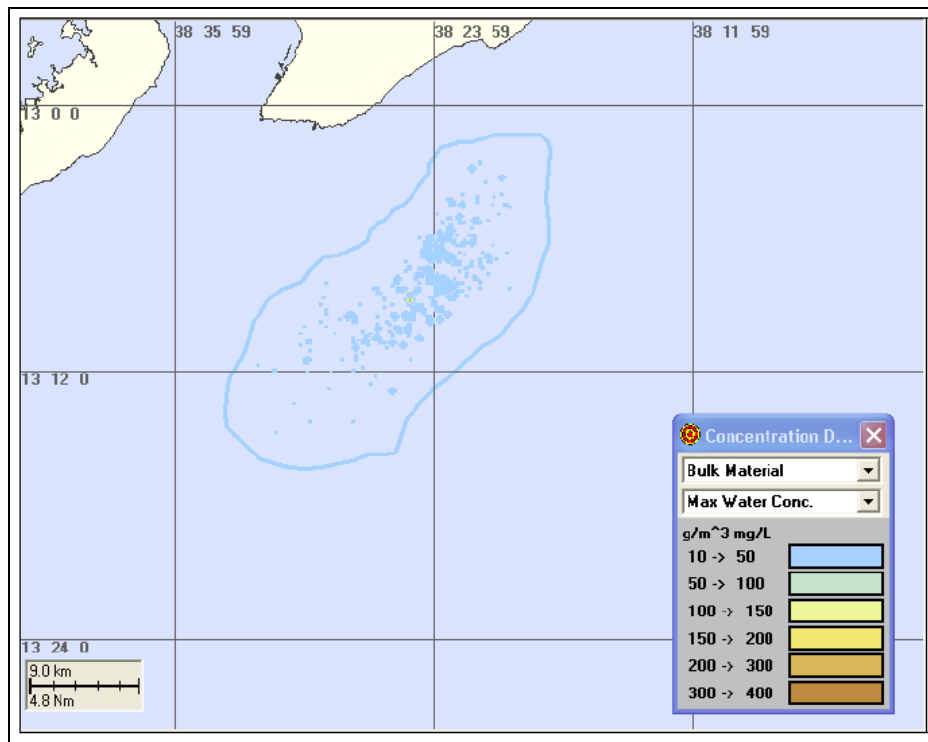


FIGURA 5.1.8.2- 9 – Área total das trajetórias das plumas e concentração na coluna de água no instante final dos descartes realizados durante 30 dias de operações, durante o período de inverno (Fonte: ASA, 2009).

Além do espalhamento e concentração de sólidos nas águas, também considerou-se o acúmulo de sedimentos depositados no leito marinho, em decorrência das atividades de disposição de material dragado, considerando a linha de corte de 1mm de espessura. Ao longo de todo o período de dragagem, a espessura máxima depositada no leito marinho será de 193,7 mm no verão, e de 154,7 mm no inverno. As **FIGURAS 5.1.8.2-10 e 5.1.8.2-11** apresentam a modelagem das espessuras de material depositadas no entorno da área de disposição de materiais dragados.

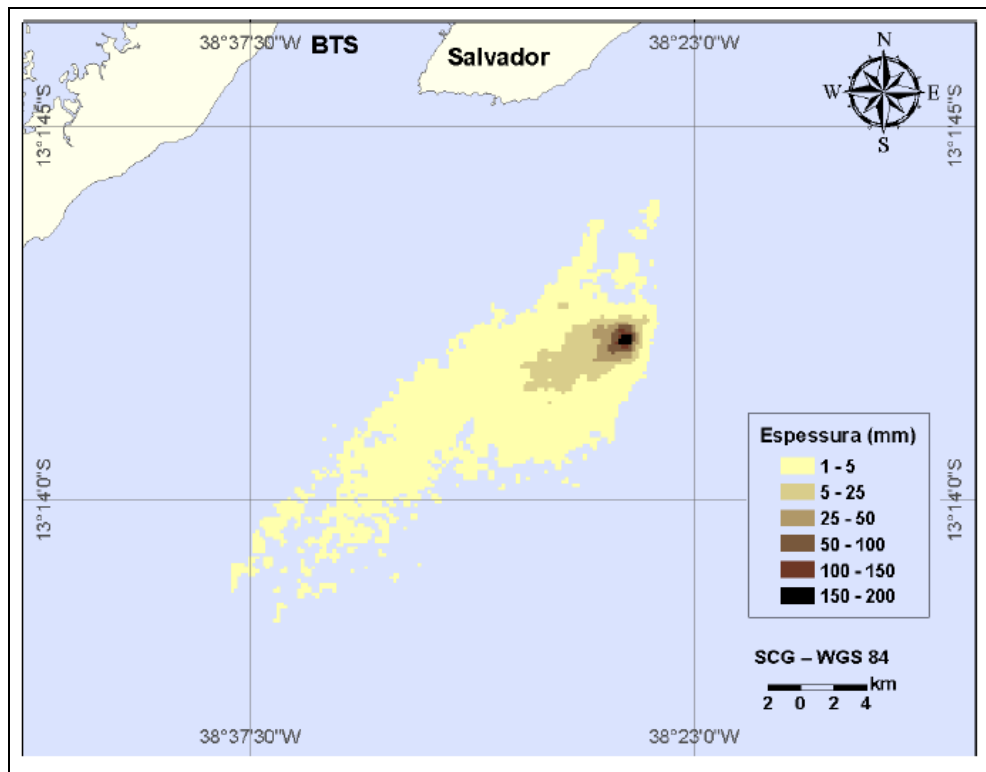


FIGURA 5.1.8.2- 10 – Espessura (mm) de sedimentos depositados estimados durante o tempo total de descartes (182,5 dias), no período de verão (Fonte: ASA, 2009).

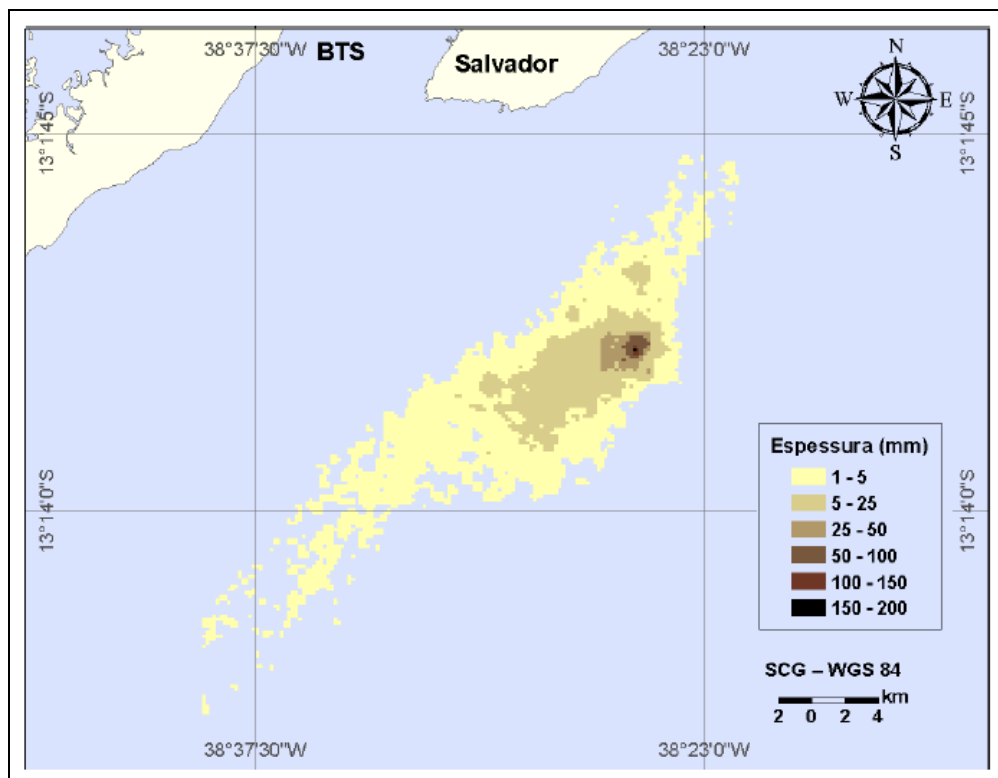


FIGURA 5.1.8.2- 11- Espessura (mm) de sedimentos depositados estimados durante o tempo total de descartes (182,5 dias), no período de inverno (Fonte: ASA, 2009).

5.1.8.3. Considerações finais

As alterações hidrodinâmicas observadas foram pouco significativas e não apresentaram diferenças relevantes entre si para os períodos de verão e de inverno. Em decorrência à variação batimétrica (região a ser dragada) pode-se inferir que em pontos onde haverá alteração significativa de cota batimétrica a tendência é de aumento de intensidade do fluxo hidrodinâmico (da ordem de 10% em magnitude).

Em locais onde as variações batimétricas não são significativas (configuração futura ante a configuração atual) não se observam alterações significativas na magnitude do fluxo hidrodinâmico.

Em relação aos descartes na região do bota fora, as áreas totais de trajetória de plumas foram da ordem de 20,75 x 20,75 Km e deposição máxima de cerca de 194 mm.

Quanto à avaliação da pluma de sedimentos oriundos das operações de dragagem, os resultados das simulações apresentaram áreas totais das plumas em suspensão inferiores a 1,60 Km² e não alcançam a área da Reserva Extrativista Marinha Baía de Iguape.

ANEXO 5.1-1 – Mapa de Localização dos Pontos de Amostragem de Água

ANEXO 5.1-2 – Mapa de Localização dos Pontos de Amostragem de Sedimento

ANEXO 5.1-3 – Modelagem

ANEXO 5.1-4 – Dados Meteorológicos da Área de Influência e Regiões Vizinhas

ANEXO 5.1-5 – Mapa dos Solos

ANEXO 5.1-6 – Perfis Pedológicos Descritos na área de influência do empreendimento

ANEXO 5.1-7 Localização geográfica dos poços perfurados cadastrados na Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), nos municípios de Salinas de Margarida e Maragogipe.

ANEXOS 5.1-8A e B – Laudos de Análise das Águas que drenam ao rio Paraguaçu e Laudos de Análise das Águas da Porção Terminal do Estuário do Paraguaçu, respectivamente.

ANEXO 5.1-9 – Campos de Velocidade da Água no Canal de São Roque

ANEXO 5.1-10 – Laudos de Análise das amostras de Sedimentos