



FUNDAÇÃO APOLÔNIO SALLES
F A D U R P E

Chesf
Companhia Hidro Elétrica do São Francisco

**MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA E DA
CUNHA SALINA DO RIO SÃO FRANCISCO, DURANTE
PERÍODO DE VAZÃO REDUZIDA**

Relatório mensal
Setembro-outubro/2013

Novembro – 2013



| | |
|--|------------|
| APRESENTAÇÃO | 12 |
| 1. INTRODUÇÃO | 13 |
| 2. OBJETIVOS | 15 |
| 3. MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA | 16 |
| 3.1 MONITORAMENTO MENSAL DA QUALIDADE DA ÁGUA – DADOS PRIMÁRIOS..... | 16 |
| 3.1.1 METODOLOGIA | 16 |
| 3.1.2 RESULTADOS..... | 19 |
| 4.1 METODOLOGIA | 34 |
| 4. MONITORAMENTO DE MACRÓFITAS AQUÁTICAS | 86 |
| 5.1 METODOLOGIA | 86 |
| 5.2 RESULTADOS..... | 87 |
| 6. MONITORAMENTO DE PROCESSOS EROSIVOS | 100 |
| 6.1 METODOLOGIA..... | 100 |
| 6.2 IMPLANTAÇÃO DAS ESTAÇÕES..... | 111 |
| 6.3 RESULTADOS DO MONITORAMENTO MENSAL (OUTUBRO/2013)..... | 121 |
| 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 133 |
| 8. REFERÊNCIAS CONSULTADAS..... | 135 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 3.1 - Localização das estações de monitoramento da qualidade da água. | 17 |
| Figura 3.2 – Variação da temperatura da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante a campanha de setembro - outubro/2013. | 20 |
| Figura 3.3 – Variação do pH da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante a campanha de setembro - outubro/2013. As barras vermelhas indicam os limites inferior e superior estabelecidos pela Resolução nº 357/2005 CONAMA para águas da Classe 2. | 21 |
| Figura 3.4 – Variação da condutividade elétrica da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante a campanha de setembro - outubro/2013. | 21 |
| Figura 3.5 – Variação da concentração de sólidos totais dissolvidos da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante a campanha de setembro - outubro/2013. | 22 |
| Figura 3.6 – Variação da salinidade da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante a campanha de setembro - outubro/2013. | 22 |
| Figura 3.7 – Variação da concentração de oxigênio dissolvido da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante a campanha de setembro - outubro/2013. A barra vermelha indica o limite mínimo estabelecido pela Resolução nº 357/2005 CONAMA para águas da Classe 2. | 23 |
| Figura 3.8 – Variação da saturação de oxigênio dissolvido da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante a campanha de setembro - outubro/2013. | 23 |
| Figura 3.9 – Variação da transparência da água nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante a campanha de setembro - outubro/2013. | 24 |
| Figura 3.10 – Variação da concentração de nitrato da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante a campanha de setembro - outubro/2013. | 26 |
| Figura 3.11 – Variação da concentração de fósforo total da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante a campanha de setembro - outubro/2013. A barra vermelha indica o limite estabelecido pela Resolução no. 357/2005 CONAMA para águas da Classe 2, respectivamente para ambientes lóticos (50 µg.L ⁻¹) e lênticos (30 µg.L ⁻¹). | 26 |
| Figura 3.12 – Variação da demanda bioquímica de oxigênio da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante a campanha de setembro - outubro/2013. | 27 |
| Figura 4.1 – Instrumentos empregados na mensuração de variáveis meteorológicas e hidrológicas: mini-estação Kestrel (esquerda), mini-CTD YSI CAsTaway (meio) e correntômetro Aquadopp modelo AOD 5776 (direita). | 34 |
| Figura 4.2 - Localização das estações de monitoramento da introdução da cunha salina. | 35 |
| Figura 4.3 – Variação da velocidade média da água na coluna entre as estações de amostragem da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante a baixamar da maré de sizígia (lua cheia) do dia 17/09/2013. | 43 |
| Figura 4.4 – Direção média da água na coluna em cada estação de amostragem da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante a baixamar da maré de sizígia (lua cheia) do dia 17/09/2013. | 44 |



| | |
|---|----|
| Figura 4.5 – Variação da velocidade média da água na coluna entre as estações de amostragem da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante a preamar da maré de sizígia (lua cheia) do dia 17/09/2013..... | 45 |
| Figura 4.6 – Direção média da água na coluna em cada estação de amostragem da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante a preamar da maré de sizígia (lua cheia) do dia 17/09/2013..... | 45 |
| Figura 4.7 – Variação da velocidade média da água na coluna entre as estações de amostragem da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante a baixamar da maré de sizígia (lua cheia) do dia 18/09/2013..... | 46 |
| Figura 4.8 – Direção média da água na coluna em cada estação de amostragem da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante a baixamar da maré de sizígia (lua cheia) do dia 18/09/2013..... | 47 |
| Figura 4.9 – Variação da velocidade média da água na coluna entre as estações de amostragem da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante a preamar da maré de sizígia (lua cheia) do dia 18/09/2013..... | 48 |
| Figura 4.10 – Direção média da água na coluna em cada estação de amostragem da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante a preamar da maré de sizígia (lua cheia) do dia 18/09/2013..... | 48 |
| Figura 4.11 – Variação da profundidade das estações de amostragem da cunha salina na foz do Rio São Francisco, durante a preamar (PM) e a baixamar (BM) da maré de sizígia (lua cheia) dos dias 17 e 18/09/2013..... | 49 |
| Figura 4.12 – Variação da velocidade média da coluna d'água nas estações de amostragem da cunha salina na foz do Rio São Francisco, durante a preamar (PM) e a baixamar (BM) da maré de sizígia (lua cheia) dos dias 17 e 18/09/2013..... | 49 |
| Figura 4.13 – Variação da direção média da coluna d'água nas estações de amostragem da cunha salina na foz do Rio São Francisco, durante a preamar (PM) e a baixamar (BM) da maré de sizígia (lua cheia) dos dias 17 e 18/09/2013..... | 50 |
| Figura 4.14 – Variação da velocidade média da água na coluna entre as estações de amostragem da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante a baixamar da maré de sizígia (lua nova) do dia 02/10/2013..... | 51 |
| Figura 4.15 – Direção média da água na coluna em cada estação de amostragem da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante a baixamar da maré de sizígia (lua nova) do dia 02/10/2013..... | 51 |
| Figura 4.16 – Variação da velocidade média da água na coluna entre as estações de amostragem da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante a preamar da maré de sizígia (lua nova) do dia 02/10/2013..... | 52 |
| Figura 4.17 – Direção média da água na coluna em cada estação de amostragem da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante a preamar da maré de sizígia (lua nova) do dia 02/10/2013..... | 53 |
| Figura 4.18 – Variação da velocidade média da água na coluna entre as estações de amostragem da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante a baixamar da maré de sizígia (lua nova) do dia 03/10/2013..... | 54 |
| Figura 4.19 – Direção média da água na coluna em cada estação de amostragem da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante a baixamar da maré de sizígia (lua nova) do dia 03/10/2013..... | 54 |
| Figura 4.20 – Variação da velocidade média da água na coluna entre as estações de amostragem da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante a preamar da maré de sizígia (lua nova) do dia 03/10/2013..... | 55 |
| Figura 4.21 – Direção média da água na coluna em cada estação de amostragem da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante a preamar da maré de sizígia (lua nova) do dia 03/10/2013..... | 56 |
| Figura 4.22 - Variação da profundidade das estações de amostragem da cunha salina na foz do Rio São Francisco, durante a preamar (PM) e a baixamar (BM) da maré de sizígia (lua nova) dos dias 02 e 03/10/2013..... | 56 |

| | |
|--|----|
| Figura 4.23 – Variação da velocidade média da coluna d’água nas estações de amostragem da cunha salina na foz do Rio São Francisco, durante a preamar (PM) e a baixamar (BM) da maré de sizígia (lua nova) dos dias 02 e 03/10/2013. | 57 |
| Figura 4.24 – Variação da direção média da coluna d’água nas estações de amostragem da cunha salina na foz do Rio São Francisco, durante a preamar (PM) e a baixamar (BM) da maré de sizígia (lua nova) dos dias 02 e 03/10/2013. | 57 |
| Figura 4.25 – Diagramas da dispersão comparativa dos perfis verticais da temperatura (esquerda), condutividade elétrica específica (centro) e salinidade (direita) da água nas diferentes estações de monitoramento da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante a baixamar da maré de sizígia (lua cheia), do dia 17 de setembro de 2013. Gráficos gerados pelo Programa CTD-CastAway. | 60 |
| Figura 4.26 – Diagramas da dispersão comparativa dos perfis verticais da temperatura (esquerda), condutividade elétrica específica (centro) e salinidade (direita) da água nas diferentes estações de monitoramento da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante a preamar da maré de sizígia (lua cheia), do dia 17 de setembro de 2013. Gráficos gerados pelo Programa CTD-CastAway. | 61 |
| Figura 4.27 – Diagramas da dispersão comparativa dos perfis verticais da temperatura (esquerda), condutividade elétrica específica (centro) e salinidade (direita) da água nas diferentes estações de monitoramento da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante a baixamar da maré de sizígia (lua cheia), do dia 18 de setembro de 2013. Gráficos gerados pelo Programa CTD-CastAway. | 62 |
| Figura 4.28 – Diagramas da dispersão comparativa dos perfis verticais da temperatura (esquerda), condutividade elétrica específica (centro) e salinidade (direita) da água nas diferentes estações de monitoramento da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante a preamar da maré de sizígia (lua cheia), do dia 18 de setembro de 2013. Gráficos gerados pelo Programa CTD-CastAway. | 63 |
| Figura 4.29 – Diagramas da dispersão comparativa dos perfis verticais da temperatura (esquerda), condutividade elétrica específica (centro) e salinidade (direita) da água nas diferentes estações de monitoramento da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante a baixamar da maré de sizígia (lua nova), do dia 02 de outubro de 2013. Gráficos gerados pelo Programa CTD-CastAway. | 64 |
| Figura 4.30 – Diagramas da dispersão comparativa dos perfis verticais da temperatura (esquerda), condutividade elétrica específica (centro) e salinidade (direita) da água nas diferentes estações de monitoramento da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante a preamar da maré de sizígia (lua nova), do dia 02 de outubro de 2013. Gráficos gerados pelo Programa CTD-CastAway. | 65 |
| Figura 4.31 – Diagramas da dispersão comparativa dos perfis verticais da temperatura (esquerda), condutividade elétrica específica (centro) e salinidade (direita) da água nas diferentes estações de monitoramento da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante a baixamar da maré de sizígia (lua nova), do dia 03 de outubro de 2013. Gráficos gerados pelo Programa CTD-CastAway. | 66 |
| Figura 4.32 – Diagramas da dispersão comparativa dos perfis verticais da temperatura (esquerda), condutividade elétrica específica (centro) e salinidade (direita) da água nas diferentes estações de monitoramento da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante a preamar da maré de sizígia (lua nova), do dia 03 de outubro de 2013. Gráficos gerados pelo Programa CTD-CastAway. | 67 |
| Figura 4.33 – Perfis verticais da temperatura da água nas duas marés de baixamar (BM1 e BM2) e preamar (PM1 e PM2) durante a fase de lua cheia nas diferentes estações de monitoramento da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante as coletas de setembro-outubro/2013. | 68 |
| Figura 4.33 (continuação) – Perfis verticais da temperatura da água nas duas marés de baixamar (BM1 e BM2) e preamar (PM1 e PM2) durante a fase de lua cheia nas diferentes estações de monitoramento da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante as coletas de setembro-outubro/2013. | 69 |

| | |
|--|----|
| Figura 4.33 (continuação) – Perfis verticais da temperatura da água nas duas marés de baixamar (BM1 e BM2) e preamar (PM1 e PM2) durante a fase de lua cheia nas diferentes estações de monitoramento da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante as coletas de setembro-outubro/2013..... | 70 |
| Figura 4.34 – Perfis verticais da salinidade da água nas duas marés de baixamar (BM1 e BM2) e preamar (PM1 e PM2) durante a fase de lua cheia nas diferentes estações de monitoramento da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante as coletas de setembro-outubro/2013..... | 72 |
| Figura 4.35 – Perfis verticais da temperatura da água nas duas marés de baixamar (BM1 e BM2) e preamar (PM1 e PM2) durante a fase de lua nova nas diferentes estações de monitoramento da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante as coletas de setembro-outubro/2013..... | 76 |
| Figura 4.36 – Perfis verticais da salinidade da água nas duas marés de baixamar (BM1 e BM2) e preamar (PM1 e PM2) durante a fase de lua nova nas diferentes estações de monitoramento da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante as coletas de setembro-outubro/2013..... | 80 |
| Figura 4.37 – Perfis verticais da salinidade da água nas duas marés de baixamar (BM1 e BM2) e preamar (PM1 e PM2) durante as fases de lua cheia (9ª. coleta) e nova (10ª. coleta) nas estações ESF 20, ESF 21 e ESF 22 de monitoramento da cunha salina da foz do Rio São Francisco, localizadas respectivamente a jusante, à frente e a montante, da cidade de Piaçabuçu (AL), com dados relativos às coletas de setembro-outubro/2013. | 84 |
| Figura 5.1 – Mapa de localização das áreas de monitoramento de macrófitas aquáticas. As setas pretas indicam as áreas de macrófitas aquáticas selecionadas preliminarmente e amostradas, com exceção daquela próxima à confluência do rio Moxotó com o corpo do reservatório, substituída pela área indicada pela seta vermelha..... | 87 |
| Figura 5.2 – Delimitação do perímetro reconstituído da área IT PTL 01, coberta com macrófitas na região de Petrolândia (acima), indicando a delimitação da área pela CHESF (linha verde) e do perímetro (linha vermelha). A figura inferior indica o limite externo da área ocupada por vegetação submersa em setembro-outubro/2013 (linha vermelha), em relação a julho-agosto/2013 (linha verde) e agosto-setembro/2013(linha amarela), com ligeira ampliação da área em relação ao último período..... | 88 |
| Figura 5.3 – Delimitação do perímetro reconstituído da área MO RM Inter, coberta com macrófitas na região de Moxotó (acima), indicando a delimitação da área pela CHESF (linha verde) e do perímetro (linha vermelha). A figura inferior indica o limite da área ocupada por macrófitas em setembro-outubro/2013 (linha vermelha) em relação a julho-agosto (linha azul) e agosto-setembro/2013 (linha amarela), com ligeiro aumento da área em relação ao último período..... | 89 |
| Figura 5.4 – Delimitação do perímetro reconstituído da área MO RM Final, coberta com macrófitas na região de Moxotó (acima), indicando a delimitação total da área (linha vermelha fina) e do perímetro livre de macrófitas (linha vermelha grossa) em maio-junho/2013. A figura inferior indica os limites da área ocupada com macrófitas nas coletas de setembro-outubro (linha vermelha grossa), em relação a agosto-setembro/2013 (linha amarela), sem alteração de área em relação a esse período. | 90 |
| Figura 5.5 – Vistas do meandro da estação IT PTL 01, no reservatório de Itaparica, em Petrolândia (PE). Nas imagens superiores, limite de ocupação dos bancos de <i>Eichhornia crassipes</i> , evidenciando o afloramento dos bancos imersos de <i>Egeria densa</i> (imagens do meio), cuja exposição está associada ao rebaixamento do nível da água do reservatório (imagens inferiores). | 98 |
| Figura 5.6 – Vistas do meandro da estação IT PTL 01, no reservatório de Itaparica, em Petrolândia (PE). Nas imagens superiores, limite de ocupação dos bancos de <i>Eichhornia crassipes</i> , evidenciando o afloramento dos bancos imersos de <i>Egeria densa</i> (imagens do meio), cuja exposição está associada ao rebaixamento do nível da água do reservatório (imagens inferiores). | 99 |

| | |
|---|-----|
| Figura 6.1 - Localização das estações de monitoramento ao longo do rio São Francisco, entre os reservatórios de Itaparica e Sobradinho. | 101 |
| Figura 6.2 - Localização das estações de monitoramento ao longo do rio São Francisco, a jusante do reservatório de Xingó. | 101 |
| Figura 6.3 – Marcos de concreto utilizados na demarcação das áreas de monitoramento dos Processos Erosivos. | 102 |
| Figura 6.4 – Hastes de ferro utilizadas para facilitar as leituras em cada transecto por estação. | 102 |
| Figura 6.5 - Exemplo de perfil de seção de uma estação de monitoramento de processos erosivos. | 103 |
| Figura 6.6 – Exemplo da representação do Modelo Digital do Terreno(MDT) e dos perfis transversais à margem do rio numa estação de monitoramento. | 104 |
| Figura 6.7 – GPS de Navegação Garmim map 76Sx utilizado na determinação das coordenadas de partida das estações de monitoramento. | 105 |
| Figura 6.8 –Estação Total Pentax R425VN: utilizada na determinação do plano cotado e dos perfis, bem como nas leituras resultantes do levantamento planialtimétrico. | 106 |
| Figura 6.9 – Vistas das Estações de Monitoramento 1.1 (acima) e 1.3 (abaixo), bem como de sua localização na área monitorada (centro). | 107 |
| Figura 6.10 - Vistas das Estações de Monitoramento 2.1 (acima) e 2.5 (abaixo), bem como de sua localização na área monitorada (centro). | 108 |
| Figura 6.11 – Vistas das Estações de Monitoramento 4.2 (acima) e 4.3 (abaixo), bem como de sua localização na área monitorada (centro). | 109 |
| Figura 6.12 – Vistas das Estações de Monitoramento 5.1 (acima) e 5.2 (abaixo), bem como de sua localização na área monitorada (centro). | 110 |
| Figura 6.13 – Localização das Estações de Monitoramento situadas entre os reservatórios de Sobradinho e Itaparica. | 111 |
| Figura 6.14 – Localização das Estações de Monitoramento situadas a jusante da Barragem de Xingó. | 111 |
| Figura 6.15 – Vistas da estação de monitoramento EM 1.1, com vista detalhada do barranco (abaixo). | 112 |
| Figura 6.16 – Imagem de satélite com a localização da Estação de Monitoramento EM 1.1. | 113 |
| Figura 6.17– Vistas do barranco à beira do rio São Francisco, na estação de monitoramento EM 1.3. | 113 |
| Figura 6.18- Imagem de satélite com a localização da Estação de Monitoramento EM 1.3. | 114 |
| Figura 6.19 –Vistas da estação EM 2.1, com evidência de erosão por ação antrópica num ponto de ancoragem de barcos de serviços (esquerda) e presença de certa cobertura vegetal (direita). | 114 |
| Figura 6.20 – Imagem de satélite com a localização da Estação de Monitoramento EM 2.1. | 115 |
| Figura 6.21 – Vistas com detalhes da área de monitoramento da estação EM 2.5. | 115 |
| Figura 6.22 – Imagem de satélite com a localização da Estação de Monitoramento EM 2.5. | 116 |
| Figura 6.23 – Vista da estação EM 4.2, evidenciando detalhe com solo franco arenoso, sem cobertura vegetal, usado para a criação de gado bovino. | 116 |
| Figura 6.24 – Imagem de satélite com a localização da Estação de Monitoramento EM 4.2. | 117 |
| Figura 6.25 – Vistas da estação de monitoramento EM 4.3. | 117 |
| Figura 6.26 – Vistas da estação EM 4.3, com detalhes da vegetação rala e a presença de pasto e gado bovino. | 118 |
| Figura 6.27 - Imagem de satélite com a localização da Estação de Monitoramento EM 4.3. | 118 |
| Figura 6.28 - Vistas do barranco (esquerda) e da área de pastagem (direita) na estação de monitoramento EM 5.1. | 119 |
| Figura 6.29 – Imagem de satélite com a localização da Estação de Monitoramento EM 5.1. | 119 |
| Figura 6.30 - Vistas do talude na estação M 5.2, constituído por solo arenoso. | 120 |
| Figura 6.31 – Imagem de satélite com a localização da Estação de Monitoramento EM 5.2. | 120 |
| Figura 6.32 - Modelo Digital do Terreno e Perfis Transversais da Estação EM 1.1. | 123 |
| Figura 6.33 - Modelo Digital do Terreno e Perfis Transversais da Estação EM 1.3. | 124 |
| Figura 6.34 - Modelo Digital do Terreno e Perfis Transversais da Estação EM 2.1. | 125 |

| | |
|---|-----|
| Figura 6.35 - Modelo Digital do Terreno e Perfis Transversais da Estação EM 2.5. | 127 |
| Figura 6.36 - Modelo Digital do Terreno e Perfis Transversais da Estação EM 4.2. | 128 |
| Figura 6.37 - Modelo Digital do Terreno e Perfis Transversais da Estação EM 4.3. | 129 |
| Figura 6.37 - Modelo Digital do Terreno e Perfis Transversais da Estação EM 5.1. | 131 |
| Figura 6.38 - Modelo Digital do Terreno e Perfis Transversais da Estação EM 5.2. | 132 |

ÍNDICE DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 3.1 - Localização das estações de Monitoramento da Qualidade da Água. | 18 |
| Tabela 3.2 – Valores de temperatura, condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos (STD), oxigênio (OD), pH e transparência da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante a campanha de setembro - outubro/2013. | 20 |
| Tabela 3.3 – Valores da concentração de nitrato e fósforo total e da demanda bioquímica de oxigênio (DBO) da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante a campanha de setembro - outubro/2013. | 25 |
| Tabela 3.4 – Valores de vazão ($m^3 \cdot s^{-1}$) médios diários do Rio São Francisco, conforme as datas de coleta de dados de qualidade da água (azul) e de monitoramento da cunha salina (cinza). Os valores das estações <i>Itaparica</i> , <i>Moxotó</i> e <i>Xingó</i> referem-se aos valores de afluência dos reservatórios. Os demais são valores observados nos postos hidrométricos. Dados fornecidos pela DORH/CHESF. | 27 |
| Tabela 4.1 - Localização e características das estações utilizadas no Monitoramento da introdução da cunha salina. | 35 |
| Tabela 4.2 – Dados de altura da maré durante as fases de lua cheia (17 e 18/09/13) e lua nova (02 e 03/10/13), com indicação dos horários de realização das coletas (em azul). Dados relativos ao Porto de Aracaju (DHN)..... | 37 |
| Tabela 4.3– Dados da direção e velocidade do vento e da temperatura do ar em cada estação de amostragem da cunha salina, durante a baixamar da maré de sizígia (lua cheia) do dia 17/09/2013, na foz do Rio São Francisco. | 37 |
| Tabela 4.4 – Dados da direção e velocidade do vento e da temperatura do ar em cada estação de amostragem da cunha salina, durante a preamar da maré de sizígia (lua cheia) do dia 17/09/2013, na foz do Rio São Francisco. | 38 |
| Tabela 4.5 – Dados da direção e velocidade do vento e da temperatura do ar em cada estação de amostragem da cunha salina, durante a baixamar da maré de sizígia (lua cheia) do dia 18/09/2013, na foz do Rio São Francisco. | 38 |
| Tabela 4.6 – Dados da direção e velocidade do vento e da temperatura do ar em cada estação de amostragem da cunha salina, durante a preamar da maré de sizígia (lua cheia) do dia 18/09/2013, na foz do Rio São Francisco. | 39 |
| Tabela 4.7 – Valores médios da direção e velocidade do vento e da temperatura do ar durante as coletas nas estações de monitoramento da cunha salina nas diferentes marés de sizígia (lua cheia) dos dias 17 e 18/09/2013..... | 39 |
| Tabela 4.9 – Dados da direção e velocidade do vento e da temperatura do ar em cada estação de amostragem da cunha salina, durante a preamar da maré de sizígia (lua nova) do dia 02/10/2013, na foz do Rio São Francisco. | 40 |
| Tabela 4.10 – Dados da direção e velocidade do vento e da temperatura do ar em cada estação de amostragem da cunha salina, durante a baixamar da maré de sizígia (lua nova) do dia 03/10/2013, na foz do Rio São Francisco. | 41 |
| Tabela 4.11 – Dados da direção e velocidade do vento e da temperatura do ar em cada estação de amostragem da cunha salina, durante a preamar da maré de sizígia (lua nova) do dia 03/10/2013, na foz do Rio São Francisco. | 41 |
| Tabela 4.12 – Valores médios da direção e velocidade do vento e da temperatura do ar durante as coletas nas estações de monitoramento da cunha salina nas diferentes marés de sizígia (lua nova) dos dias 02 e 03/10/2013. | 42 |
| Tabela 4.13 – Dados da profundidade, velocidade média e direção média da água na coluna em cada estação de amostragem da cunha salina, durante a baixamar da maré de sizígia (lua cheia) do dia 17/09/2013, na foz do Rio São Francisco. | 43 |



| | |
|---|----|
| Tabela 4.14 – Dados da profundidade, velocidade média e direção média da água na coluna em cada estação de amostragem da cunha salina, durante a preamar da maré de sizígia (lua cheia) do dia 17/09/2013, na foz do Rio São Francisco. | 44 |
| Tabela 4.15 – Dados da profundidade, velocidade média e direção média da água na coluna em cada estação de amostragem da cunha salina, durante a baixamar da maré de sizígia (lua cheia) do dia 18/09/2013, na foz do Rio São Francisco. | 46 |
| Tabela 4.16 – Dados da profundidade, velocidade média e direção média da água na coluna em cada estação de amostragem da cunha salina, durante a preamar da maré de sizígia (lua cheia) do dia 18/09/2013, na foz do Rio São Francisco. | 47 |
| Tabela 4.17 – Dados da profundidade, velocidade média e direção média da água na coluna em cada estação de amostragem da cunha salina, durante a baixamar da maré de sizígia (lua nova) do dia 02/10/2013, na foz do Rio São Francisco. | 50 |
| Tabela 4.18 – Dados da profundidade, velocidade média e direção média da água na coluna em cada estação de amostragem da cunha salina, durante a preamar da maré de sizígia (lua nova) do dia 02/10/2013, na foz do Rio São Francisco. | 52 |
| Tabela 4.19 – Dados da profundidade, velocidade média e direção média da água na coluna em cada estação de amostragem da cunha salina, durante a baixamar da maré de sizígia (lua nova) do dia 03/10/2013, na foz do Rio São Francisco. | 53 |
| Tabela 4.20 – Dados da profundidade, velocidade média e direção média da água na coluna em cada estação de amostragem da cunha salina, durante a preamar da maré de sizígia (lua nova) do dia 03/10/2013, na foz do Rio São Francisco. | 55 |
| Tabela 5.1 - Localização dos prados para o Monitoramento de Macrófitas. | 86 |
| Tabela 5.2 – Espécies de macrófitas aquáticas com ocorrência em cada região amostrada nos reservatórios de Itaparica e Moxotó. Em negrito, as espécies com ocorrência nos quadrados amostrados na campanha de setembro-outubro/2013. | 91 |

ÍNDICE DE QUADROS

| | |
|--|----|
| Quadro 5.1 – Dados da extensão de cada banco de macrófitas nas regiões amostradas e respectivas estimativas de biomassa úmida e seca total ao longo das coletas realizadas em maio-junho, junho-julho, julho-agosto, agosto-setembro e setembro-outubro/2013. | 93 |
| Quadro 5.2 – Dados da composição e biomassa (g) das espécies de macrófitas nos quadrados amostrados na região de Petrolândia (IT PTL 01), na amostragem de setembro-outubro/2013. | 94 |
| Quadro 5.3 – Dados da composição e biomassa (g) das espécies de macrófitas nos quadrados amostrados na região de Moxotó (MO RM Final – MOX 04), na amostragem de setembro-outubro/2013. | 95 |
| Quadro 5.4 – Dados da composição e biomassa (g) das espécies de macrófitas nos quadrados amostrados na região de Moxotó (MO RM Inter – MOX 03), na amostragem de setembro-outubro/2013. | 96 |

APRESENTAÇÃO

A Fundação Apolônio Sales de Desenvolvimento Educacional - FADURPE, através deste documento, apresenta o **Relatório Mensal** conforme Plano de Trabalho apresentado para atender ao termo de referência elaborado pela CHESF, em função da Autorização Especial N° 1/2013 (IBAMA).

Conforme o escopo do Termo de Referência emitido pela Chesf, o trabalho tem como objeto o monitoramento dos ecossistemas aquáticos do Rio São Francisco na área de abrangência, nos aspectos relativos à qualidade de água, introdução da cunha salina, desenvolvimento de macrófitas aquáticas e processos erosivos.

A área de abrangência definida refere-se aos trechos do submédio e baixo Rio São Francisco, de jusante da UHE Sobradinho a sua foz, compreendendo os reservatórios e trechos lóticos ali inseridos, submetidos à redução de vazão de que trata a Autorização Especial n°.01/2013, emitida pelo IBAMA em 01 de abril de 2013.

1. INTRODUÇÃO

Este Relatório tem por objetivo o atendimento às condicionantes referentes à autorização Especial nº 1/2013 concedida pelo IBAMA para reduzir, em caráter emergencial, a vazão em todo o vale a jusante das barragens de Sobradinho e de Xingó para 1.100 m³/s. Apresenta a situação de atendimento das condicionantes, mais especificamente as condicionantes 2.2, 2.3 e parte da 2.4 da Autorização Especial nº1/2013 do IBAMA para o período de julho e agosto de 2013.

Com base no histórico de operação e do processo de licenciamento ambiental da UHE Xingó, relata-se que em três ocasiões anteriores a Chesf já foi autorizada a operar o seu conjunto de Hidrelétricas no São Francisco com a vazão defluente mínima da UHE Xingó abaixo de 1300 m³/s. Essas ocasiões foram:

1ª – Durante o racionamento de energia elétrica 2001/2002, onde foi permitido que a vazão defluente de Xingó fosse de 1000 m³/s, autorizado pela Resolução nº 39, de 21 de agosto de 2001 da Câmara de Gestão da Crise de Energia Elétrica.

2ª – Devido a violação da Curva de Aversão a Risco em 2003, foi autorizado pela Licença Especial do Ibama nº 01/2003 que autorizou a operação com a vazão defluente da UHE Xingó a 1100 m³/s.

3ª – Entre os meses de outubro de 2007 e fevereiro de 2008, devido a situação hidrometeorológica crítica, foi autorizada a vazão defluente da UHE Xingó em 1100 m³/s pela Licença Especial do IBAMA nº 01/2007.

A sobredita Autorização, que estabelece a redução da vazão do Rio em caráter emergencial a partir das UHE Sobradinho, Complexo Hidrelétrico Paulo Afonso e UHE Xingó, é válida por 6 meses, a contar do momento em que a CHESF comunicar ao IBAMA que já foram adotadas todas as ações de responsabilidade das diversas entidades e usuários, a jusante de Sobradinho, que possibilitam a redução da restrição da defluência.

Assim sendo, a citada Autorização será suspensa quando o regime hídrico do Rio São Francisco atingir a vazão que permita às Usinas Hidrelétricas operarem com uma vazão residual mínima de 1.300 m³/s, podendo ser prorrogada automaticamente caso não se atinja a condição disposta anteriormente.

Neste sentido, este Relatório Mensal apresenta os dados da Nona e Décima Campanhas do Programa de Monitoramento da Cunha Salina, assim como a Quinta Campanha dos

Programas de Monitoramento da Qualidade da Água, Monitoramento das Macrófitas Aquáticas e Monitoramento de Processos Erosivos.

As atividades relativas ao Monitoramento de Processos Erosivos, referentes ao mês de outubro/2013, foram executadas no âmbito do Contrato CTNI-92.2013.2490.00 – Programa de monitoramento do rio São Francisco durante o período de vazão reduzida.

2. OBJETIVOS

Monitorar os ecossistemas aquáticos do Rio São Francisco na área de abrangência definida no item anterior, nos aspectos relativos à qualidade de água, introdução da cunha salina, desenvolvimento de macrófitas aquáticas e ocorrência de processos erosivos.

Especificamente, este relatório corresponde à:

- Quinta Campanha do Monitoramento da Qualidade da Água;
- Nona e Décima Campanhas do Monitoramento da Introdução da Cunha Salina;
- Quinta Campanha do Monitoramento de Macrófitas Aquáticas;
- Quinta Campanha do Monitoramento de Processos Erosivos.

As atividades desenvolvidas no âmbito de cada monitoramento acima citado, assim como os resultados levantados, estão detalhadas nos itens posteriores.

3. MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA

O monitoramento da qualidade da água foi subdividido em duas etapas distintas, uma a partir de dados primários e outra, a partir de dados secundários, coletados junto às empresas que captam as águas do Rio São Francisco para abastecimento humano.

3.1 MONITORAMENTO MENSAL DA QUALIDADE DA ÁGUA – DADOS PRIMÁRIOS

3.1.1 METODOLOGIA

As amostras de água para determinação das variáveis físicas e químicas foram coletadas com uma garrafa Van Dorn, com capacidade de 5,0 L, na superfície. Após determinação *in situ* das variáveis, as amostras foram acondicionadas em garrafas PET e refrigeradas em caixas isotérmicas com gelo para seu transporte até Recife (PE), para serem analisadas.

Determinação de variáveis *in situ*

As variáveis temperatura (°C), pH, condutividade elétrica ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$), oxigênio dissolvido da água ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ e % Sat.), salinidade e sólidos totais dissolvidos (STD)($\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$), foram determinadas mediante o uso de um analisador multiparâmetros YSI 556.

A transparência da água foi estimada através da leitura da profundidade média de extinção de disco de Secchi (Zds), medida à sombra.

Determinação de variáveis em laboratório

A concentração de nitrato ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ N), foi determinada segundo Mackereth et al. (1978), o fósforo total ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ P) foi determinado segundo Strickland & Parsons (1960) e o $\text{DBO}_{5/20}$ segundo a metodologia constante de APHA (1995).

Estações de Monitoramento

As estações de monitoramento limnológico, num total de vinte e uma (21), foram distribuídas no trecho lótico entre Sobradinho e Itaparica (4 estações), no reservatório de Itaparica (5 estações), no reservatório de Moxotó (4 estações), no reservatório de PA IV (1 estação), no reservatório de Xingó (3 estações) e no trecho lótico do baixo São Francisco (4

estações), de acordo com a Figura 3.1 e Tabela 3.1. Todas as estações tiveram suas posições definitivas devidamente georreferenciadas, empregando-se um receptor GPS.



Figura 3.1 - Localização das estações de monitoramento da qualidade da água.

Tabela 3.1 - Localização das estações de Monitoramento da Qualidade da Água.

| Trecho | Estação | Localização | Latitude (Sul) | Longitude (Oeste) |
|--------------------------------------|----------|--------------------------|----------------|-------------------|
| Lótico, entre Sobradinho e Itaparica | SOB 22 | Petrolina/Juazeiro | 09°24'23" | 040°29'47" |
| | SOB 24 | Vermelhos | 09°05'19" | 040°07'16" |
| | SOB 25 | Santa Maria da Boa Vista | 08°48'32" | 039°49'39" |
| | SOB 29 | Ibó | 08°37'54" | 039°14'31" |
| Reservatório de Itaparica | ITA 01 | Belém de São Francisco | 08°47'30" | 038°57'42" |
| | ITA 04 | Rodelas | 08°54'21" | 038°41'05" |
| | ITA 08 | Petrolândia | 08°55'58" | 038°31'00" |
| | ITA 10 | Petrolândia | 08°59'48" | 038°14'09" |
| | ITA 11 | Barragem | 09°05'02" | 038°21'14" |
| Reservatório de Moxotó | MOX 02 | Jusante de Jatobá | 09°14'05" | 038°16'53" |
| | MOX 03 | Braço do Rio Moxotó | 09°16'16" | 038°09'58" |
| | MOX 04 | Braço do Rio Moxotó | 09°18'45" | 038°13'15" |
| | MO PI 09 | Próximo a Pisciculturas | 09°19'10" | 038°14'49" |
| Reservatório de PAIV | PAIV 01 | Final do canal | 09°24'31" | 038°13'48" |
| Reservatório de Xingó | XIN 01 | Paulo Afonso | 09°26'26" | 038°09'18" |
| | XIN 04 | Corpo do Reservatório | 09°29'57" | 037°59'58" |
| | XIN 10 | Canindé de São Francisco | 09°36'22" | 037°52'49" |
| Lótico, Baixo São Francisco | BSF 02 | Entremontes | 09°42'15" | 037°37'34" |
| | BSF 06 | Belo Monte | 09°53'45" | 037°14'28" |
| | BSF 11 | Porto Real do Colégio | 10°11'30" | 036°50'30" |
| | BSF 16 | Piaçabuçu | 10°26'04" | 036°25'28" |

A coleta de campo foi realizada no período de 23 de setembro a 03 de outubro de 2013.

3.1.2 RESULTADOS

Ficha de Monitoramento dos Pontos de Controle

A) Mapa de localização das estações de monitoramento da qualidade da água



B) Dados da coleta

Os resultados das variáveis monitoradas em campo e analisadas em laboratório nas estações de amostragem constam, respectivamente, das Tabelas 3.2 e 3.3. As Figuras 3.2 a 3.12 apresentam a variação espacial das variáveis nas diferentes estações de amostragem. Dados de vazão do Rio São Francisco em estações de monitoramento hidrológico localizadas ao longo do trecho monitorado, relativos aos dias de coleta, constam da Tabela 3.4.

Tabela 3.2 – Valores de temperatura, condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos (STD), oxigênio (OD), pH e transparência da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante a campanha de setembro - outubro/2013.

| Estações | Temperatura (°C) | Condutividade mS.cm ⁻¹ | STD g.L ⁻¹ | Salinidade | OD %Sat. | OD mg.L ⁻¹ | pH | Secchi (M) |
|----------|------------------|-----------------------------------|-----------------------|------------|----------|-----------------------|------|------------|
| SOB 22 | 24,10 | 61 | 0,040 | 0,03 | 100,40 | 9,02 | 7,81 | 2,85 |
| SOB 24 | 24,74 | 62 | 0,040 | 0,03 | 114,20 | 9,23 | 7,94 | 2,00 |
| SOB 25 | 25,11 | 62 | 0,041 | 0,03 | 98,90 | 8,20 | 7,79 | 3,00 |
| SOB 29 | 25,08 | 62 | 0,041 | 0,03 | 95,50 | 7,87 | 7,60 | 3,50 |
| ITA 01 | 25,89 | 63 | 0,041 | 0,03 | 101,10 | 8,18 | 7,69 | 3,00 |
| ITA 04 | 25,27 | 64 | 0,041 | 0,03 | 95,80 | 7,87 | 7,76 | 3,00 |
| ITA 08 | 24,96 | 65 | 0,042 | 0,03 | 95,80 | 7,91 | 7,71 | 3,00 |
| ITA 10 | 25,12 | 66 | 0,043 | 0,03 | 98,60 | 8,11 | 7,81 | 2,90 |
| ITA 11 | 26,00 | 64 | 0,041 | 0,03 | 99,60 | 8,09 | 7,93 | 3,00 |
| MOX 02 | 25,45 | 64 | 0,042 | 0,03 | 101,80 | 8,31 | 7,77 | 3,80 |
| MOX 03 | 27,06 | 86 | 0,056 | 0,04 | 78,40 | 6,18 | 6,87 | 2,20 |
| MOX 04 | 25,91 | 66 | 0,043 | 0,03 | 108,00 | 8,01 | 7,87 | 3,20 |
| MO PI 09 | 24,70 | 64 | 0,042 | 0,03 | 92,80 | 7,71 | 7,56 | 3,00 |
| XIN 01 | 24,70 | 64 | 0,042 | 0,03 | 92,80 | 7,71 | 7,56 | 3,70 |
| XIN 04 | 26,91 | 67 | 0,044 | 0,03 | 105,90 | 8,45 | 8,38 | 2,40 |
| XIN 10 | 28,73 | 68 | 0,044 | 0,03 | 112,40 | 8,68 | 8,54 | 2,60 |
| PA IV 01 | 24,96 | 64 | 0,042 | 0,03 | 101,80 | 8,36 | 7,64 | 2,70 |
| BSF 02 | 24,84 | 65 | 0,042 | 0,03 | 92,50 | 7,64 | 7,17 | 4,50 |
| BSF 06 | 25,66 | 66 | 0,043 | 0,03 | 101,80 | 8,32 | 7,58 | 4,50 |
| BSF 11 | 26,55 | 66 | 0,043 | 0,03 | 101,90 | 8,18 | 7,52 | 3,85 |
| BSF 16 | 27,64 | 2560 | 1,665 | 1,31 | 106,10 | 8,28 | 8,25 | 2,00 |

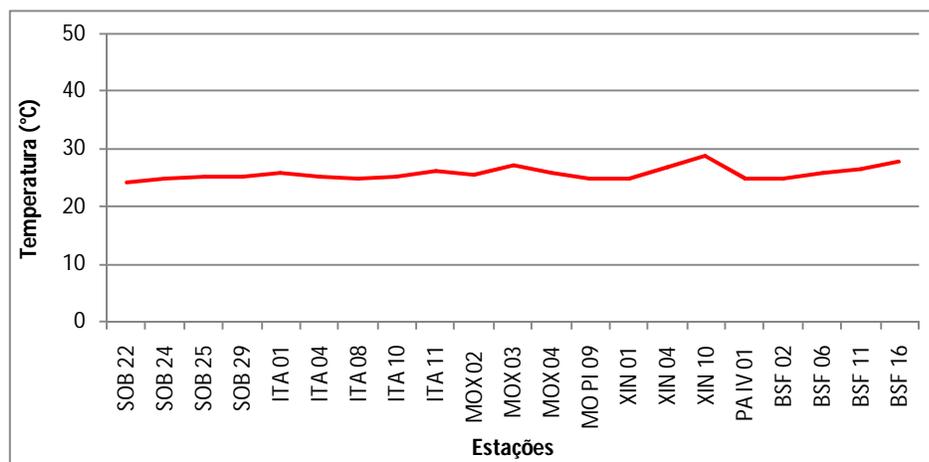


Figura 3.2 – Variação da temperatura da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante a campanha de setembro - outubro/2013.

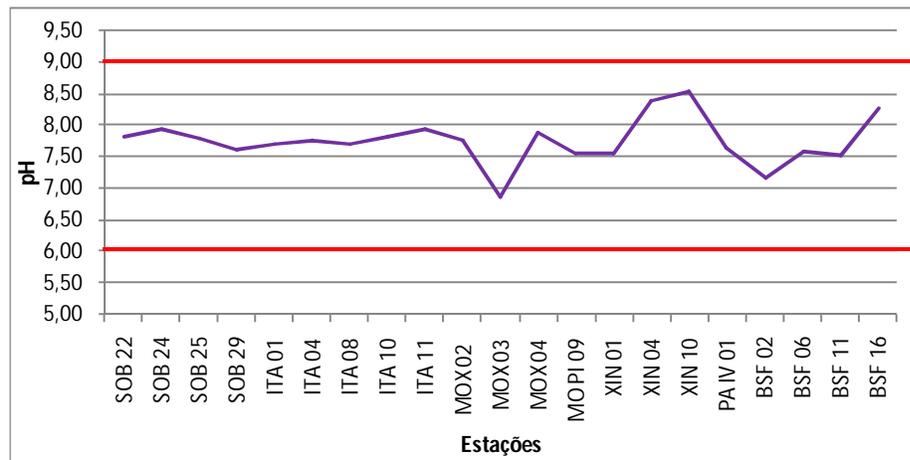


Figura 3.3 – Variação do pH da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante a campanha de setembro - outubro/2013. As barras vermelhas indicam os limites inferior e superior estabelecidos pela Resolução nº 357/2005 CONAMA para águas da Classe 2.

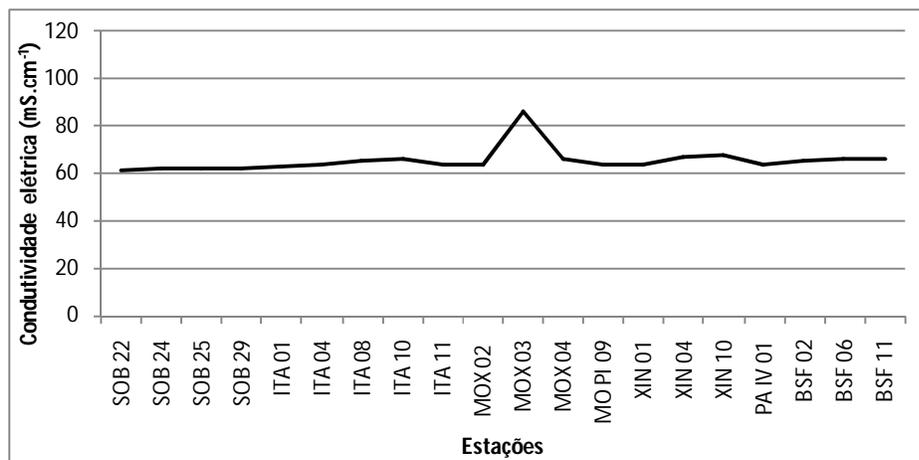


Figura 3.4 – Variação da condutividade elétrica da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante a campanha de setembro - outubro/2013.

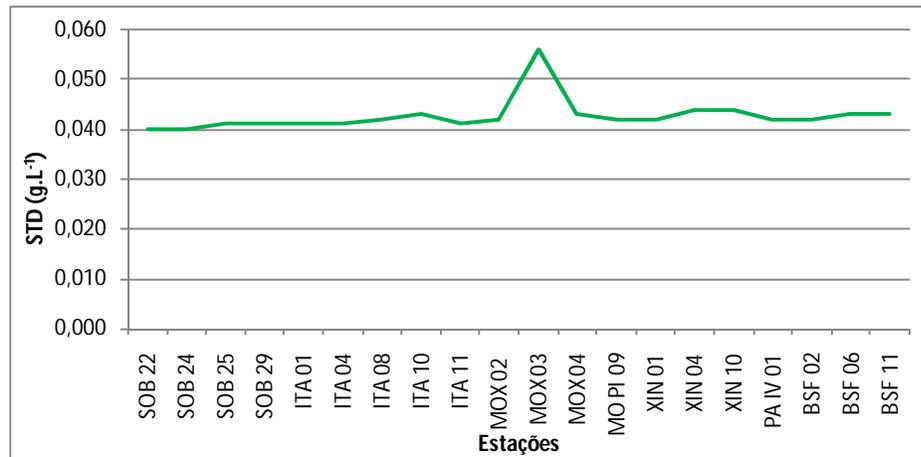


Figura 3.5 – Variação da concentração de sólidos totais dissolvidos da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante a campanha de setembro - outubro/2013.

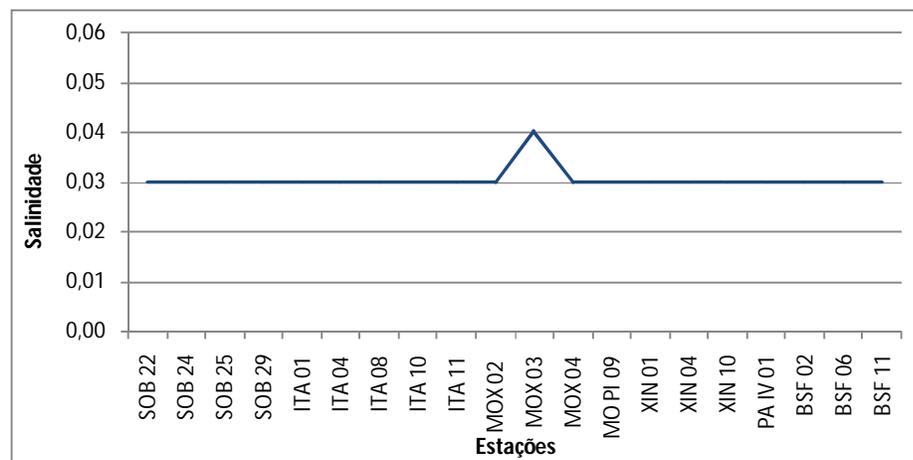


Figura 3.6 – Variação da salinidade da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante a campanha de setembro - outubro/2013.

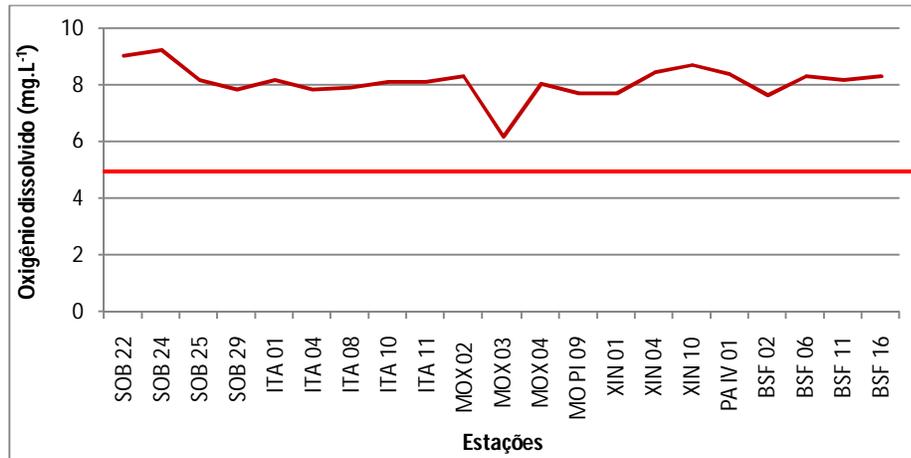


Figura 3.7 – Variação da concentração de oxigênio dissolvido da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante a campanha de setembro - outubro/2013. A barra vermelha indica o limite mínimo estabelecido pela Resolução nº 357/2005 CONAMA para águas da Classe 2.

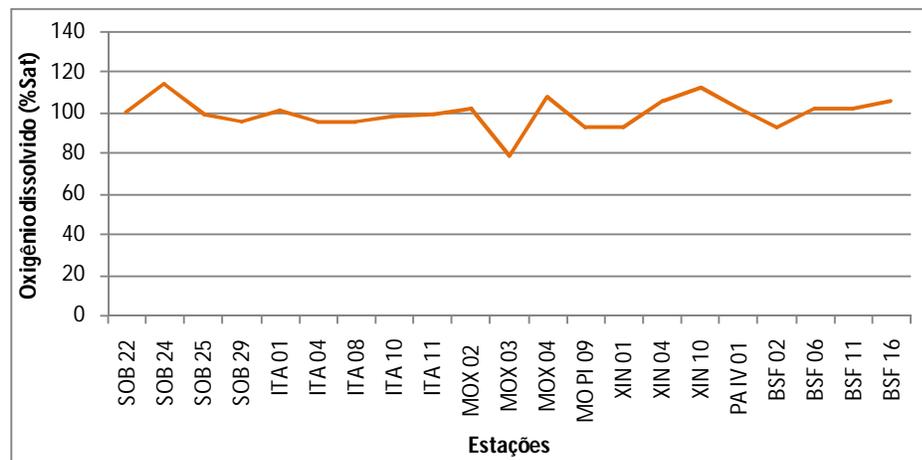


Figura 3.8 – Variação da saturação de oxigênio dissolvido da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante a campanha de setembro - outubro/2013.

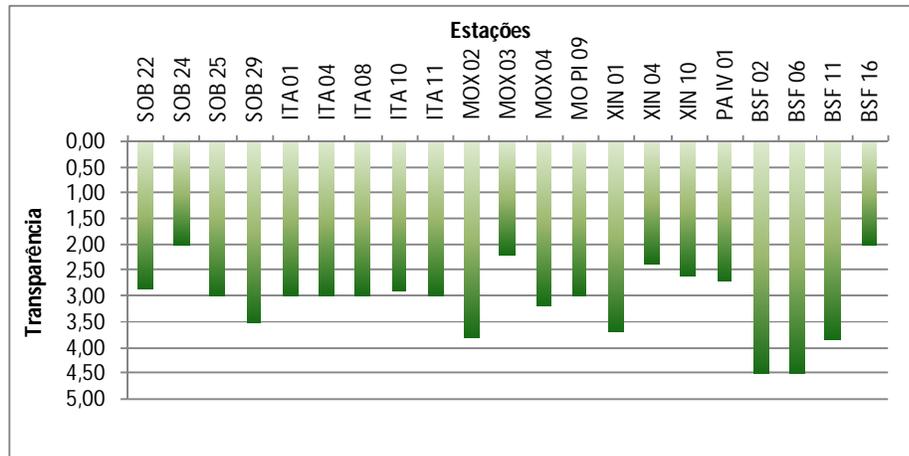


Figura 3.9 – Variação da transparência da água nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante a campanha de setembro - outubro/2013.

Tabela 3.3 – Valores da concentração de nitrato e fósforo total e da demanda bioquímica de oxigênio (DBO) da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante a campanha de setembro - outubro/2013.

| Estações | Nitrato | Fósforo total | DBO |
|----------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | mg.L ⁻¹ | mg.L ⁻¹ | mg.L ⁻¹ |
| SOB 22 | 22,562 | 25,750 | 2,80 |
| SOB 24 | 6,236 | 15,450 | 0,20 |
| SOB 25 | 21,328 | 38,625 | 0,20 |
| SOB 29 | 10,538 | 123,600 | 2,10 |
| ITA 01 | 8,971 | 33,475 | 2,80 |
| ITA 04 | 17,609 | 38,625 | 2,70 |
| ITA 08 | 13,924 | 59,225 | 2,60 |
| ITA 10 | 21,328 | 25,750 | 2,90 |
| ITA 11 | 11,772 | 18,025 | 0,20 |
| MOX 02 | 18,559 | 18,025 | 2,10 |
| MOX 03 | 7,453 | 23,175 | 2,70 |
| MOX 04 | 13,607 | 18,025 | 3,00 |
| MOPI 09 | 20,591 | 41,200 | 2,20 |
| PA IV 01 | 28,147 | 61,800 | 2,70 |
| XIN 01 | 38,003 | 38,625 | 2,60 |
| XIN 04 | 16,408 | 56,650 | 0,30 |
| XIN 10 | 14,557 | 118,450 | 2,70 |
| BSF 02 | 88,581 | 25,750 | 2,70 |
| BSF 06 | 65,167 | 54,075 | 2,90 |
| BSF 11 | 59,598 | 54,075 | 2,40 |
| BSF 16 | 23,544 | 41,200 | 3,00 |

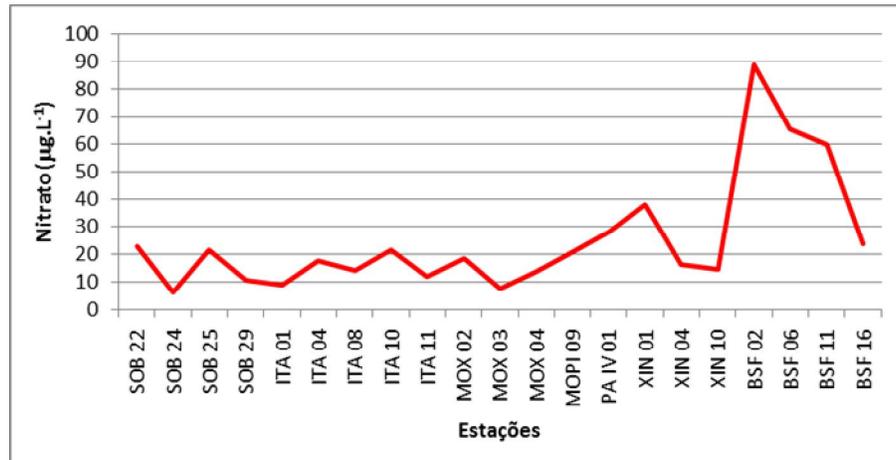


Figura 3.10 – Variação da concentração de nitrato da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante a campanha de setembro - outubro/2013.

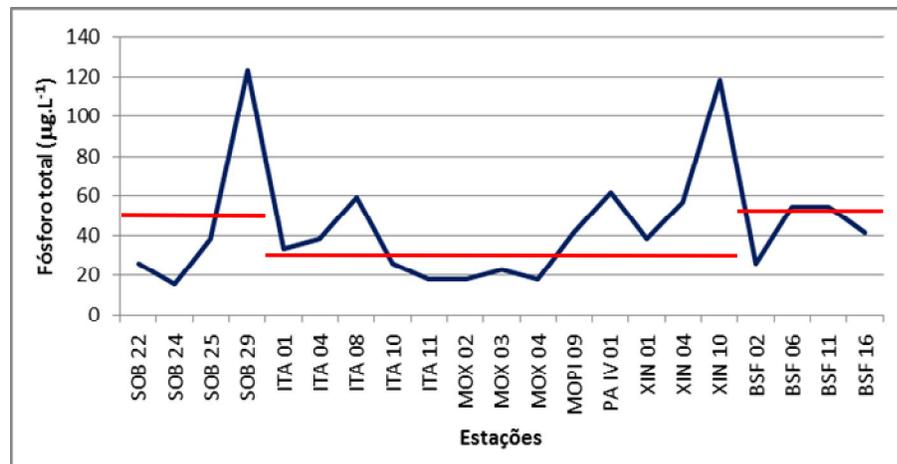


Figura 3.11 – Variação da concentração de fósforo total da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante a campanha de setembro - outubro/2013. A barra vermelha indica o limite estabelecido pela Resolução no. 357/2005 CONAMA para águas da Classe 2, respectivamente para ambientes lóticos ($50 \mu\text{g.L}^{-1}$) e lenticos ($30 \mu\text{g.L}^{-1}$).

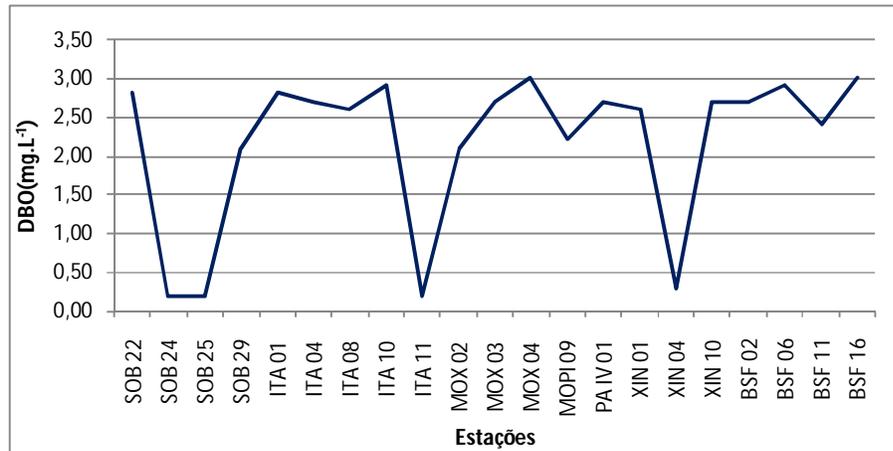


Figura 3.12 – Variação da demanda bioquímica de oxigênio da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante a campanha de setembro - outubro/2013.

Tabela 3.4 – Valores de vazão ($m^3.s^{-1}$) médios diários do Rio São Francisco, conforme as datas de coleta de dados de qualidade da água (azul) e de monitoramento da cunha salina (cinza). Os valores das estações *Itaparica*, *Moxotó* e *Xingó* referem-se aos valores de afluência dos reservatórios. Os demais são valores observados nos postos hidrométricos. Dados fornecidos pela DORH/CHESF.

| Estações | Data | | | | | | | |
|---------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 17/set | 18/set | 23/set | 24/set | 25/set | 30/set | 02/out | 03/out |
| Juazeiro | 1239 | 1285 | 1360 | 1524 | 1584 | 1573 | 1534 | 1524 |
| Sta M ^a da Boa Vista | 1218 | 1230 | 1310 | 1328 | 1517 | 1490 | 1583 | 1516 |
| Ibó | 1320 | 1301 | 1530 | 1397 | 1446 | 1602 | 1633 | 1719 |
| <i>Itaparica</i> | 1000 | 1000 | 1320 | 1050 | 980 | 1130 | 1220 | 1370 |
| <i>Moxotó</i> | 1279 | 1369 | 1188 | 1442 | 1346 | 1107 | 1352 | 1271 |
| <i>Xingó</i> | 1284 | 1221 | 1246 | 1352 | 1404 | 1166 | 1306 | 1229 |
| Piranhas | 1412 | 1424 | 1246 | 1361 | 1476 | 1151 | 1280 | 1225 |
| Pão de Açúcar | 1379 | 1408 | 1330 | 1376 | 1505 | 1269 | 1288 | 1340 |
| Propriá | 1222 | 1350 | 1226 | 1295 | 1358 | 1303 | 1233 | 1295 |

Temperatura

Os valores de temperatura da água registrados entre as estações refletem a temperatura do ar na região. Devido à elevada insolação em toda a região de monitoramento, a água acompanhou a mesma tendência, apresentando temperaturas tipicamente elevadas. Apesar das temperaturas mais amenas terem sido registradas em diversos ambientes, a mais baixa ocorreu no trecho lótico inicial e a mais elevada no reservatório de Xingó, apresentando uma variação de 24,10°C em SOB 22 até 28,73°C em XIN 10, com média de temperatura de 25,68°C para todas as estações e, apresentando ainda um padrão espacial de incremento de temperatura em direção à foz (Tabela 3.2 e Figura 3.2).

Condutividade elétrica, Sólidos totais dissolvidos e Salinidade

As variáveis condutividade elétrica, concentração de sólidos totais dissolvidos (STD) e salinidade são intimamente correlacionadas entre si, tendo sido determinadas por método potenciométrico. Estas variáveis estão relacionadas à presença de íons em solução e, por esta razão, suas variações temporais e espaciais apresentam comportamento semelhante. Observa-se que os valores das três variáveis na estação BSF 16 apresentou-se mais elevados quando comparado com os demais, fato este, decorrente da coleta ocorrer na preamar e desta forma no momento da leitura houve forte influência do ambiente marinho na variação dos valores dos parâmetros. A condutividade elétrica apresentou valores de 61 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ em SOB 22, trecho lótico inicial, a 2560 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ em BSF 16, no trecho lótico final, apresentando ainda um segundo pico de 86 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ em MOX 03 no reservatório de Moxotó, apresentando ainda uma média de 65,45 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ para todas as estações de amostragem, exceto a BSF 16 devido à discrepância ocasionada pela influência do ambiente marinho. Os sólidos totais dissolvidos variaram de 0,040 $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ na estação SOB 22 e SOB 24 a 1,665 $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ em BSF 16 e um segundo pico em MOX 03 de 0,056 $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ e uma média para todas estações exceto a BSF 16 de 0,043 $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$, enquanto que a salinidade apresentou valores de 0,03 em todas as estações, exceto em MOX 03 com 0,04 e BSF 16 que foi registrado 1,31 (Tabela 3.2 e Figuras 3.4, 3.5 e 3.6). A salinidade da água nas diferentes estações está em conformidade com a Resolução CONAMA 357, no que se refere à água doce, com salinidade inferior a 0,5, exceto a estação BSF 16 durante a preamar que ultrapassou esse valor. Nos gráficos das três variáveis não é mostrada a estação BSF 16 por motivos de escala.

Oxigênio dissolvido

As concentrações mensuradas de oxigênio dissolvido, bem como seu percentual de saturação foram elevadas, apresentando valores que variaram de 6,18 mg.L⁻¹ e 78,4% a 9,23 mg.L⁻¹ e 114,20 % de concentração e saturação respectivamente. Apresentando ainda, uma média de concentração de oxigênio de 8,11 mg.L⁻¹ para todas as estações de amostragem (Tabela 3.2).

Na Figura 3.7 observa-se que nenhuma estação apresentou concentração de oxigênio dissolvido abaixo do limite mínimo recomendado pela Resolução n°. 357 do CONAMA, segundo a qual o oxigênio dissolvido em qualquer amostra não pode ser inferior a 5,0 mg.L⁻¹ O₂ para águas da classe 2.

pH

Os valores de pH apresentaram-se predominantemente alcalinos ao longo de todas as estações amostradas, e apenas MOX 03 se apresentou próximo a neutralidade, tendo variado de 6,87 em MOX 03 a 8,54 em XIN 10 e uma média de pH de 7,75 (Tabela 3.2 e Figura 3.3). Deste modo, os valores mensurados são compatíveis com aqueles recomendados pela Resolução n°. 357/05 do CONAMA, cujo padrão para águas de classe 2 é de pH entre 6,0 e 9,0, em todas as estações de monitoramento.

Transparência

A transparência da água, expressa através da leitura da profundidade do disco de Secchi, apresentou valor igual e abaixo dos 2,00 m de profundidade no trecho lótico inicial e final (estações SOB e BSF), devendo salientar que na estação SOB 24 a transparência foi mensurada até o fundo do rio devido a pouca profundidade da estação no momento da coleta, enquanto que no reservatório de Itaparica chegou a 3,00 m e a 3,80 m no reservatório de Moxotó. Em Xingó, o valor máximo chegou a 3,70 m enquanto que no Baixo São Francisco ocorreram dois picos de 4,50 m em BSF 02 e BSF 06, provavelmente devido à baixa produtividade primária na região lótica a jusante (Tabela 3.2 e Figura 3.9).

Nitrato

As concentrações de nitrato apresentaram uma ampla variação entre as estações, dependendo de cada ambiente no qual foram mensuradas. Variou de $6,236 \mu\text{g.L}^{-1}$ em SOB 24 até $88,581 \mu\text{g.L}^{-1}$ em BSF 02 (Tabela 3.3). As concentrações mais elevadas ocorreram no trecho lótico final, entre BSF 02 e BSF 11, e as mais baixas em SOB 24, ITA 01 e MOX 03 com concentrações abaixo dos $10,00 \mu\text{g.L}^{-1}$ (Figura 3.10). Apresentou ainda uma média de $25,166 \mu\text{g.L}^{-1}$ para todas as estações de amostragem e uma média por ambiente mais alta no trecho lótico final e mais baixa no reservatório de Itaparica. Os valores mensurados da concentração de nitrato para o período de setembro - outubro/2013 estão dentro dos padrões estabelecidos pela Resolução 357/05 do CONAMA, que é de $10,0 \text{mg.L}^{-1}$.

Fósforo total

As concentrações de fósforo total mensuradas no período variaram de $15,450 \mu\text{g.L}^{-1}$ em SOB 24 a $123,600 \mu\text{g.L}^{-1}$ em SOB 29 e foi registrada uma concentração média de $44,265 \mu\text{g.L}^{-1}$ para todas as estações de amostragem (Tabela 3.3).

As concentrações de fósforo total de grande parte das estações do trecho monitorado estão acima do limite estabelecido pelo CONAMA, que é de $30 \mu\text{g.L}^{-1}$ para ambientes lênticos e de $50 \mu\text{g.L}^{-1}$ P para ambientes lóticos. No trecho lótico, as estações SOB 29, BSF 06 e BSF 11 ultrapassaram o valor limite, e no trecho lêntico, as estações ITA 01, ITA 04 e ITA 08 localizadas no reservatório de Itaparica, MOPI 09 no reservatório de Moxotó, PA IV 01 em Paulo Afonso e todas do reservatório de Xingó apresentaram concentrações superiores ao limite recomendado. Observou-se, ainda, que as menores concentração médias foram para os reservatórios de Moxotó e de Itaparica, da ordem de $25,106 \mu\text{g.L}^{-1}$ e de $35,020 \mu\text{g.L}^{-1}$, respectivamente, e o reservatório de Xingó com a mais alta, com $71,242 \mu\text{g.L}^{-1}$, além de uma grande variabilidade espacial das concentrações, mostrando vários incrementos e reduções nos diversos ambientes ao longo de todo trecho de monitoramento (Figura 3.11).

DBO

A demanda bioquímica de oxigênio nas estações de amostragem variou entre 0,2 e 3,0 mg.L^{-1} , valores inferiores ao limite de $3,0 \text{mg.L}^{-1}$, estabelecido para águas da classe 2 pela

Resolução no. 357/CONAMA, exceto apenas em MOX 04 e BSF 16 onde atingiram o limite máximo (Tabela 3.3, Figura 3.12). Os níveis mais elevados foram registrados no reservatório de Moxotó e no trecho lótico final. Apresentou uma média de $2,181 \text{ mg.L}^{-1}$ para todas as estações de amostragem, enquanto que, numa avaliação por ambiente, o trecho lótico inicial apresentou a DBO mais baixa e o trecho lótico final a mais alta, com $1,325 \text{ mg.L}^{-1}$ e $2,750 \text{ mg.L}^{-1}$, respectivamente.

De acordo com os últimos dados de monitoramento realizado na área de estudo, em agosto e setembro/13, nas estações SOB 22 a SOB 29 e ITA 01 a ITA 11 foram registrados valores médios atuais mais elevados de temperatura e STD apenas nas estações SOB, valores semelhante de condutividade elétrica, de STD em Itaparica, salinidade e pH e uma pequena redução do oxigênio dissolvido. No tocante à transparência de Secchi, ocorreu um aumento nos valores médios nas estações SOB e ITA passando de 2,18 m para 2,84 m e de 2,44 m para 2,98 m, respectivamente. Quanto às estações do reservatório de Moxotó – MOX 02 a MO PI 09 – ocorreu uma semelhança nos valores de salinidade e pH, um pequeno aumento da temperatura e da transparência, da ordem de $0,45^\circ\text{C}$ e 0,21 m, respectivamente, e uma redução dos valores de condutividade, STD e do oxigênio dissolvido em apenas $0,24 \text{ mg.L}^{-1}$. Em PA IV 01, ocorreu um pequeno aumento no valor da temperatura, uma redução na transparência e valores semelhantes nas demais variáveis.

Analisando os dados da última campanha do reservatório de Xingó, verifica-se que ocorreu um aumento dos valores médios de temperatura e na transparência, da ordem de $0,31^\circ\text{C}$ e 0,60 m, respectivamente; uma pequena redução dos valores de condutividade, STD, oxigênio dissolvido e pH e uma semelhança nos valores de salinidade. No Baixo São Francisco – BSF 02 a BSF 16, analisando os últimos dados mais próximos ao período de análise atual, verifica-se uma redução nos valores médios de condutividade, STD, oxigênio dissolvido e transparência, um aumento na temperatura e pH e uma semelhança apenas nos valores de salinidade, excluindo a estação BSF 16 pelos motivos citados anteriormente.

Quanto às variáveis analisadas em laboratório, o nitrato apresentou concentrações médias diferentes nos diferentes ambientes. Quando comparadas com os dados obtidos na

campanha anterior, observamos que ocorreu uma redução dos níveis de concentração média nos reservatórios de Itaparica, Moxotó, PA IV e no trecho lótico final, sendo os mais expressivos em PA IV e no trecho lótico final, da ordem de $12,040 \mu\text{g.L}^{-1}$ e $12,640 \mu\text{g.L}^{-1}$, respectivamente, e um aumento no trecho lótico inicial e no reservatório de Xingó, da ordem de $5,516 \mu\text{g.L}^{-1}$ e $14,118 \mu\text{g.L}^{-1}$, respectivamente.. Quanto ao fósforo total, ocorreu uma redução das concentrações médias nos reservatórios de Itaparica e Moxotó, e um incremento de concentração nos reservatórios de PA IV e Xingó e nos trechos lóticos inicial e final. O incremento mais significativo ocorreu em PA IV com $20,600 \mu\text{g.L}^{-1}$.

Com relação à demanda bioquímica do oxigênio (DBO), no período atual (setembro-outubro), ocorreu uma aumento em todos os ambientes analisados em seus valores médios ($2,181 \text{mg.L}^{-1}$), em relação ao período anterior ($0,705 \text{mg.L}^{-1}$, agosto-setembro).

3.2 MONITORAMENTO MENSAL DA QUALIDADE DA ÁGUA NAS CAPTAÇÕES PARA ABASTECIMENTO PÚBLICO – DADOS SECUNDÁRIOS.

Os dados relativos à qualidade da água nas estações de captação não constam do presente relatório, tendo em vista não terem sido fornecidos os resultados relativos ao período correspondente ao presente monitoramento.

4. MONITORAMENTO DA INTRODUÇÃO DA CUNHA SALINA

4.1 METODOLOGIA

O Monitoramento da Cunha Salina acompanhou o comportamento do ambiente estuarino do Rio São Francisco em dois picos mensais das marés de Sizígia. Os níveis de maré oceânica foram medidos no mês em maré de sizígia (lua nova e lua cheia), durante períodos de preamar e baixamar ao longo de 24 horas (2 ciclos inteiros de maré). O horário da maré foi ajustado em função dos dados da tábua de maré referente ao Porto de Aracaju. Foram mensuradas a velocidade e a direção do vento e a temperatura do ar em cada estação durante as coletas, empregando uma estação portátil Kestrel 5400 (Figura 4.1). Os perfis verticais de velocidade da corrente foram determinados a cada metro entre a superfície e o fundo, empregando um correntógrafo Aquadopp modelo AQD 5776 (Figura 4.1). As medições em cada profundidade foram determinadas a cada 20 segundos, com base no valor médio de 4 medidas com intervalo de 5 segundos entre elas. A temperatura, a salinidade e a condutividade elétrica específica da água em perfil vertical até o fundo foram determinadas com um mini-CTD YSI CastAway (Figura 4.1). As estações de monitoramento da cunha salina, num total de catorze (14) foram distribuídas na região da lótica do baixo Rio São Francisco distando entre 4,7 a 11,7 km da foz (Tabela 5.2). A Figura 4.2 apresenta a localização das estações para o acompanhamento da cunha salina. Todas as estações tiveram suas posições definitivas devidamente georreferenciadas, empregando-se um receptor GPS Garmin Etrex, conforme Tabela 4.1.



Figura 4.1 – Instrumentos empregados na mensuração de variáveis meteorológicas e hidrológicas: mini-estação Kestrel (esquerda), mini-CTD YSI CAstAway (meio) e correntômetro Aquadopp modelo AQD 5776 (direita).



Figura 4.2 - Localização das estações de monitoramento da introdução da cunha salina.

Tabela 4.1 - Localização e características das estações utilizadas no Monitoramento da introdução da cunha salina.

| Estação | Profundidade (m) | Latitude (Sul) | Longitude (Oeste) | Distância da foz (m) |
|---------|------------------|----------------|-------------------|----------------------|
| ESF 09 | 5,5 | 10°27'40" | 036°24'26" | 4.793 |
| ESF10 | 5,0 | 10°27'26" | 036°24'34" | 5.291 |
| ESF11 | 6,5 | 10°27'11" | 036°24'42" | 5.794 |
| ESF12 | 5,0 | 10°26'57" | 036°24'50" | 6.310 |
| ESF13 | 4,5 | 10°26'43" | 036°25'00" | 6.814 |
| ESF14 | 3,5 | 10°26'31" | 036°25'11" | 7.315 |
| ESF15 | 3,0 | 10°26'18" | 036°25'21" | 7.814 |
| ESF16 | 4,5 | 10°26'04" | 036°25'27" | 8.307 |
| ESF17 | 6,5 | 10°25'48" | 036°25'32" | 8.810 |
| ESF18 | 5,5 | 10°25'34" | 036°25'42" | 9.337 |
| ESF19 | 5,5 | 10°25'17" | 036°25'46" | 9.864 |
| ESF20 | 6,0 | 10°25'00" | 036°25'50" | 10.308 |
| ESF21 | 11,0 | 10°24'46" | 036°25'59" | 10.828 |
| ESF22 | 8,0 | 10°24'22" | 036°26'20" | 11.736 |

A coleta de campo na nona campanha (lua cheia) foi realizada no período 17 a 18 de setembro e a décima campanha (lua nova), entre os dias 02 e 03 de outubro de 2013.

4.2 RESULTADOS

Ficha de Monitoramento dos Pontos de Controle

A) Mapa de localização das estações de monitoramento de cunha salina



B) Dados da estação de coleta

A Tabela 4.2 apresenta os valores de altura das marés de baixamar e preamar durante os dias de amostragem, nas duas fases lunares (cheia e nova) relativas às marés de sizígia. As Tabelas e Figuras apresentadas contêm Os dados relativos às variáveis meteorológicas (velocidade e direção do vento e temperatura do ar) de cada estação, nas marés e luas amostradas constam das Tabelas 4.3 a 4.6 (lua cheia) e 4.8 a 4.11 (lua nova), cujos valores médios são resumidos nas Tabelas 4.7 e 4.12.

Tabela 4.2 – Dados de altura da maré durante as fases de lua cheia (17 e 18/09/13) e lua nova (02 e 03/10/13), com indicação dos horários de realização das coletas (em azul). Dados relativos ao Porto de Aracaju (DHN).

| Lua | Data | Hora | Altura maré (m) |
|-------|----------------|-------|-----------------|
| Cheia | TER 17/09/2013 | 02:17 | 2,1 |
| | | 08:38 | 0,1 |
| | | 14:51 | 2,1 |
| | | 20:56 | 0,2 |
| | QUA 18/09/2013 | 03:04 | 2,2 |
| | | 09:19 | 0,0 |
| | | 15:30 | 2,1 |
| Nova | | 21:36 | 0,1 |
| | QUA 02/10/2013 | 02:19 | 1,9 |
| | | 08:38 | 0,3 |
| | | 14:43 | 1,9 |
| | | 20:54 | 0,3 |
| | QUI 03/10/2013 | 02:54 | 2,0 |
| | | 09:09 | 0,2 |
| | 15:15 | 2,0 | |
| | 21:26 | 0,2 | |

Tabela 4.3– Dados da direção e velocidade do vento e da temperatura do ar em cada estação de amostragem da cunha salina, durante a baixamar da maré de sizígia (lua cheia) do dia 17/09/2013, na foz do Rio São Francisco.

| Data | Hora | Estação | Direção (°) | Velocidade (m.s ⁻¹) | Temp. ar (°C) |
|------------|-------|---------|-------------|---------------------------------|---------------|
| 17/09/2013 | 07:35 | ESF 09 | 113 | 1,50 | 27,20 |
| | 07:42 | ESF 10 | 127 | 2,00 | 26,50 |
| | 07:50 | ESF 11 | 96 | 2,50 | 26,30 |
| | 08:00 | ESF 12 | 108 | 1,50 | 28,70 |
| | 08:06 | ESF 13 | 120 | 4,20 | 26,80 |
| | 08:15 | ESF 14 | 111 | 5,00 | 26,60 |
| | 08:20 | ESF 15 | 98 | 4,30 | 26,00 |
| | 08:26 | ESF 16 | 90 | 4,10 | 26,30 |
| | 08:35 | ESF 17 | 109 | 3,40 | 26,90 |
| | 08:49 | ESF 18 | 92 | 6,00 | 26,90 |
| | 08:56 | ESF 19 | 79 | 4,60 | 26,90 |
| | 09:04 | ESF 20 | 90 | 5,00 | 27,20 |
| | 09:12 | ESF 21 | 97 | 3,00 | 27,30 |
| | 09:30 | ESF 22 | 128 | 2,50 | 27,50 |

Tabela 4.4 – Dados da direção e velocidade do vento e da temperatura do ar em cada estação de amostragem da cunha salina, durante a preamar da maré de sizígia (lua cheia) do dia 17/09/2013, na foz do Rio São Francisco.

| Data | Hora | Estação | Direção (°) | Velocidade (m.s ⁻¹) | Temp. ar (°C) |
|------------|-------|---------|-------------|---------------------------------|---------------|
| 17/09/2013 | 13:50 | ESF 09 | 130 | 2,50 | 27,70 |
| | 14:00 | ESF 10 | 114 | 2,00 | 28,80 |
| | 14:07 | ESF 11 | 140 | 4,80 | 27,80 |
| | 14:15 | ESF 12 | 124 | 2,50 | 28,10 |
| | 14:24 | ESF 13 | 109 | 2,80 | 27,80 |
| | 14:31 | ESF 14 | 132 | 2,00 | 27,80 |
| | 14:38 | ESF 15 | 116 | 4,00 | 27,00 |
| | 14:45 | ESF 16 | 115 | 5,60 | 26,80 |
| | 14:51 | ESF 17 | 141 | 2,10 | 27,40 |
| | 15:00 | ESF 18 | 127 | 5,20 | 27,00 |
| | 15:05 | ESF 19 | 135 | 2,80 | 27,20 |
| | 15:12 | ESF 20 | 140 | 5,20 | 27,00 |
| | 15:20 | ESF 21 | 125 | 4,80 | 27,00 |
| | 15:34 | ESF 22 | 140 | 3,40 | 27,40 |

Tabela 4.5 – Dados da direção e velocidade do vento e da temperatura do ar em cada estação de amostragem da cunha salina, durante a baixamar da maré de sizígia (lua cheia) do dia 18/09/2013, na foz do Rio São Francisco.

| Data | Hora | Estação | Direção (°) | Velocidade (m.s ⁻¹) | Temp. ar (°C) |
|------------|-------|---------|-------------|---------------------------------|---------------|
| 18/09/2013 | 08:19 | ESF 09 | 113 | 4,40 | 27,40 |
| | 08:27 | ESF 10 | 115 | 1,50 | 28,60 |
| | 08:36 | ESF 11 | 130 | 4,00 | 28,30 |
| | 08:45 | ESF 12 | 121 | 1,30 | 28,00 |
| | 08:59 | ESF 13 | 106 | 4,20 | 27,70 |
| | 09:02 | ESF 14 | 118 | 7,20 | 27,50 |
| | 09:10 | ESF 15 | 125 | 7,40 | 27,00 |
| | 09:15 | ESF 16 | 130 | 5,20 | 27,40 |
| | 09:22 | ESF 17 | 105 | 2,80 | 28,20 |
| | 09:36 | ESF 18 | 120 | 4,90 | 27,70 |
| | 09:45 | ESF 19 | 130 | 4,70 | 27,70 |
| | 09:54 | ESF 20 | 125 | 6,70 | 27,40 |
| | 10:02 | ESF 21 | 115 | 3,00 | 27,30 |
| | 10:17 | ESF 22 | 105 | 5,10 | 27,30 |

Tabela 4.6 – Dados da direção e velocidade do vento e da temperatura do ar em cada estação de amostragem da cunha salina, durante a preamar da maré de sizígia (lua cheia) do dia 18/09/2013, na foz do Rio São Francisco.

| Data | Hora | Estação | Direção (°) | Velocidade (m.s ⁻¹) | Temp. ar (°C) |
|------------|-------|---------|-------------|---------------------------------|---------------|
| 18/09/2013 | 14:30 | ESF 09 | 125 | 2,00 | 27,70 |
| | 14:38 | ESF 10 | 140 | 4,00 | 27,60 |
| | 14:45 | ESF 11 | 122 | 4,30 | 27,30 |
| | 14:53 | ESF 12 | 135 | 3,20 | 28,10 |
| | 15:00 | ESF 13 | 135 | 3,30 | 27,60 |
| | 15:06 | ESF 14 | 124 | 3,70 | 27,80 |
| | 15:13 | ESF 15 | 111 | 5,30 | 27,30 |
| | 15:20 | ESF 16 | 121 | 4,50 | 27,40 |
| | 15:25 | ESF 17 | 141 | 1,60 | 28,20 |
| | 15:34 | ESF 18 | 111 | 6,00 | 27,10 |
| | 15:40 | ESF 19 | 113 | 6,40 | 27,00 |
| | 15:47 | ESF 20 | 112 | 4,60 | 26,90 |
| | 15:55 | ESF 21 | 117 | 4,70 | 27,00 |
| | 16:05 | ESF 22 | 116 | 4,60 | 27,10 |

Tabela 4.7 – Valores médios da direção e velocidade do vento e da temperatura do ar durante as coletas nas estações de monitoramento da cunha salina nas diferentes marés de sizígia (lua cheia) dos dias 17 e 18/09/2013.

| Data | Maré | Direção (°) | Velocidade (m.s ⁻¹) | Temp. ar (°C) |
|------------|----------|-------------|---------------------------------|---------------|
| 17/09/2013 | Baixamar | 104,14 | 3,54 | 26,94 |
| 17/09/2013 | Preamar | 127,71 | 3,55 | 27,49 |
| 18/09/2013 | Baixamar | 118,43 | 4,46 | 27,68 |
| 18/09/2013 | Preamar | 123,07 | 4,16 | 27,44 |

Tabela 4.8 – Dados da direção e velocidade do vento e da temperatura do ar em cada estação de amostragem da cunha salina, durante a baixamar da maré de sizígia (lua nova) do dia 02/10/2013, na foz do Rio São Francisco.

| | Data | Hora | Estação | Direção (°) | Velocidade (m.s ⁻¹) | Temp. ar (°C) |
|------------|------|-------|---------|-------------|---------------------------------|---------------|
| 02/10/2013 | | 07:38 | ESF 09 | 107 | 2,70 | 27,10 |
| | | 07:45 | ESF 10 | 114 | 1,00 | 29,00 |
| | | 07:51 | ESF 11 | 121 | 2,00 | 27,90 |
| | | 08:00 | ESF 12 | 107 | 0,70 | 29,00 |
| | | 08:12 | ESF 13 | 133 | 3,60 | 27,20 |
| | | 08:20 | ESF 14 | 104 | 3,00 | 27,20 |
| | | 08:25 | ESF 15 | 112 | 3,40 | 27,30 |
| | | 08:30 | ESF 16 | 120 | 2,50 | 28,10 |
| | | 08:38 | ESF 17 | 131 | 1,70 | 28,10 |
| | | 08:43 | ESF 18 | 119 | 2,50 | 27,90 |
| | | 08:55 | ESF 19 | 135 | 3,30 | 28,00 |
| | | 09:03 | ESF 20 | 117 | 3,50 | 27,10 |
| | | 09:20 | ESF 21 | 100 | 4,60 | 27,60 |
| | | 09:23 | ESF 22 | 135 | 4,50 | 27,80 |

Tabela 4.9 – Dados da direção e velocidade do vento e da temperatura do ar em cada estação de amostragem da cunha salina, durante a preamar da maré de sizígia (lua nova) do dia 02/10/2013, na foz do Rio São Francisco.

| | Data | Hora | Estação | Direção (°) | Velocidade (m.s ⁻¹) | Temp. ar (°C) |
|------------|------|-------|---------|-------------|---------------------------------|---------------|
| 02/10/2013 | | 13:43 | ESF 09 | 120 | 3,60 | 28,00 |
| | | 13:52 | ESF 10 | 140 | 4,40 | 27,70 |
| | | 14:00 | ESF 11 | 130 | 4,50 | 28,00 |
| | | 14:06 | ESF 12 | 145 | 3,50 | 28,50 |
| | | 14:15 | ESF 13 | 100 | 4,20 | 27,50 |
| | | 14:20 | ESF 14 | 110 | 5,00 | 27,50 |
| | | 14:22 | ESF 15 | 124 | 7,00 | 27,70 |
| | | 14:34 | ESF 16 | 108 | 3,30 | 27,70 |
| | | 14:40 | ESF 17 | 105 | 2,00 | 28,50 |
| | | 14:46 | ESF 18 | 133 | 5,90 | 27,50 |
| | | 14:55 | ESF 19 | 137 | 6,10 | 27,70 |
| | | 15:03 | ESF 20 | 125 | 4,40 | 27,30 |
| | | 15:10 | ESF 21 | 132 | 6,00 | 27,30 |
| | | 15:22 | ESF 22 | 120 | 5,50 | 27,80 |

Tabela 4.10 – Dados da direção e velocidade do vento e da temperatura do ar em cada estação de amostragem da cunha salina, durante a baixamar da maré de sizígia (lua nova) do dia 03/10/2013, na foz do Rio São Francisco.

| Data | Hora | Estação | Direção (°) | Velocidade (m.s ⁻¹) | Temp. ar (°C) |
|------------|-------|---------|-------------|---------------------------------|---------------|
| 03/10/2013 | 08:09 | ESF 09 | 142 | 2,50 | 27,00 |
| | 08:16 | ESF 10 | 130 | 4,00 | 27,50 |
| | 08:23 | ESF 11 | 124 | 3,90 | 27,60 |
| | 08:33 | ESF 12 | 145 | 3,20 | 27,90 |
| | 08:40 | ESF 13 | 145 | 4,00 | 27,00 |
| | 08:45 | ESF 14 | 134 | 4,40 | 27,40 |
| | 08:54 | ESF 15 | 115 | 4,00 | 26,80 |
| | 09:00 | ESF 16 | 140 | 5,40 | 26,80 |
| | 09:09 | ESF 17 | 135 | 3,70 | 26,80 |
| | 09:19 | ESF 18 | 130 | 4,80 | 27,30 |
| | 09:24 | ESF 19 | 120 | 4,70 | 27,00 |
| | 09:35 | ESF 20 | 129 | 4,40 | 26,90 |
| | 09:45 | ESF 21 | 129 | 4,20 | 27,30 |
| | 10:00 | ESF 22 | 104 | 4,70 | 27,60 |

Tabela 4.11 – Dados da direção e velocidade do vento e da temperatura do ar em cada estação de amostragem da cunha salina, durante a preamar da maré de sizígia (lua nova) do dia 03/10/2013, na foz do Rio São Francisco.

| Data | Hora | Estação | Direção (°) | Velocidade (m.s ⁻¹) | Temp. ar (°C) |
|------------|-------|---------|-------------|---------------------------------|---------------|
| 03/10/2013 | 14:15 | ESF 09 | 145 | 2,60 | 27,70 |
| | 14:20 | ESF 10 | 123 | 3,80 | 27,60 |
| | 14:27 | ESF 11 | 110 | 4,50 | 27,60 |
| | 14:35 | ESF 12 | 137 | 3,10 | 37,70 |
| | 14:44 | ESF 13 | 140 | 3,40 | 27,20 |
| | 14:52 | ESF 14 | 133 | 4,40 | 27,30 |
| | 14:58 | ESF 15 | 138 | 6,00 | 26,80 |
| | 15:04 | ESF 16 | 120 | 4,10 | 26,70 |
| | 15:15 | ESF 17 | 150 | 2,70 | 26,70 |
| | 15:25 | ESF 18 | 133 | 4,20 | 26,70 |
| | 15:32 | ESF 19 | 115 | 3,80 | 26,80 |
| | 15:38 | ESF 20 | 145 | 5,00 | 26,60 |
| | 15:45 | ESF 21 | 134 | 3,90 | 26,80 |
| | 15:50 | ESF 22 | 133 | 3,50 | 26,90 |

Tabela 4.12 – Valores médios da direção e velocidade do vento e da temperatura do ar durante as coletas nas estações de monitoramento da cunha salina nas diferentes marés de sizígia (lua nova) dos dias 02 e 03/10/2013.

| Data | Maré | Direção (°) | Velocidade (m.s ⁻¹) | Temp. ar (°C) |
|------------|----------|-------------|---------------------------------|---------------|
| 02/10/2013 | Baixamar | 118,21 | 2,79 | 27,81 |
| 02/10/2013 | Preamar | 123,50 | 4,67 | 27,76 |
| 03/10/2013 | Baixamar | 130,14 | 4,14 | 27,21 |
| 03/10/2013 | Preamar | 132,57 | 3,93 | 27,79 |

Durante as marés de sizígia analisadas no presente relatório, a vazão média do Rio São Francisco (com base nos dados da estação de Propriá) foi de 1286 m³.s⁻¹ (lua cheia) e de 1264m³.s⁻¹ (lua nova) (Tabela 3.4). Nos dias de lua cheia a altura da baixamar e preamar foi de, respectivamente, 0,1-0,0 e 2,1-2,1 m, e naqueles de lua nova, de 0,3-0,2 e 1,9-2,0 m (Tabela 4.2).

Na fase de lua cheia, a direção predominante do vento foi sudeste (118,3), com velocidade média de 3,9 m.s⁻¹ e temperatura média do ar de 27,4 °C (26,94 a 27,68 °C) (Tabela 4.7). Na fase de lua nova, o vento apresentou direção predominante sudeste (126,1°), com velocidade média de 3,9 m.s⁻¹ e temperatura média do ar de 27,6 °C (27,21 a 27,81 °C) (Tabela 4.12).

C) Dados do perfil vertical

As Tabelas 4.13 a 4.20 contêm os valores médios de velocidade e direção da água na coluna d'água de cada estação de monitoramento da cunha salina nas duas marés de baixamar e duas de preamar amostradas nas luas cheia e nova. A variação espacial dos valores da velocidade média da água na coluna consta das Figuras 4.3, 4.5, 4.7, 4.9, 4.14, 4.16, 4.18 e 4.20, enquanto as Figuras 4.4, 4.6, 4.8, 4.10, 4.15, 4.17, 4.19 e 4.21 apresentam a variação espacial da direção média da água na coluna. As Figuras 4.11, 4.12 e 4.13 apresentam, respectivamente, a variação espacial dos valores da profundidade da estação, da velocidade média da coluna d'água e da direção média da coluna d'água nas marés de baixamar e preamar da fase de lua cheia, enquanto a correspondente variação destas variáveis para a fase de lua nova consta das Figuras 4.22, 4.23 e 4.24.

Tabela 4.13 – Dados da profundidade, velocidade média e direção média da água na coluna em cada estação de amostragem da cunha salina, durante a baixamar da maré de sizígia (lua cheia) do dia 17/09/2013, na foz do Rio São Francisco.

| Data | Hora | Estação | Prof. (m) | Vel. água (m.s ⁻¹) | Direção (°) |
|------------|-------|---------|-----------|--------------------------------|-------------|
| 17/09/2013 | 07:35 | ESF 09 | 2,70 | 0,812 | 167,20 |
| | 07:42 | ESF 10 | 3,60 | 0,658 | 176,85 |
| | 07:50 | ESF 11 | 5,60 | 0,654 | 172,57 |
| | 08:00 | ESF 12 | 5,50 | 0,401 | 181,02 |
| | 08:06 | ESF 13 | 3,60 | 0,193 | 140,78 |
| | 08:15 | ESF 14 | 3,10 | 0,580 | 193,85 |
| | 08:20 | ESF 15 | 1,80 | 0,603 | 201,43 |
| | 08:26 | ESF 16 | 3,80 | 0,520 | 192,98 |
| | 08:35 | ESF 17 | 6,00 | 0,848 | 178,35 |
| | 08:49 | ESF 18 | 4,10 | 0,580 | 189,35 |
| | 08:56 | ESF 19 | 4,50 | 0,684 | 191,74 |
| | 09:04 | ESF 20 | 5,80 | 0,486 | 177,05 |
| | 09:12 | ESF 21 | 10,30 | 0,597 | 161,11 |
| | 09:30 | ESF 22 | 7,00 | 0,860 | 163,70 |

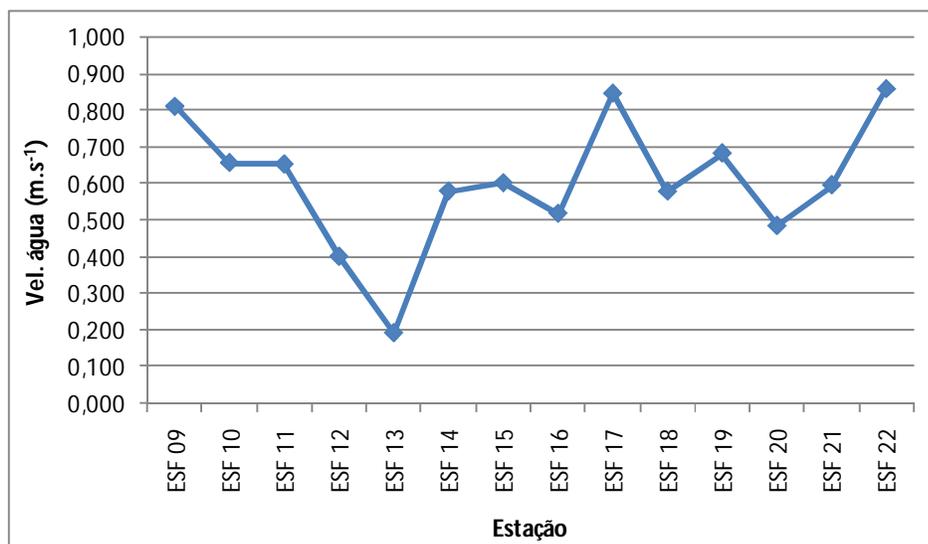


Figura 4.3 – Variação da velocidade média da água na coluna entre as estações de amostragem da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante a baixamar da maré de sizígia (lua cheia) do dia 17/09/2013.

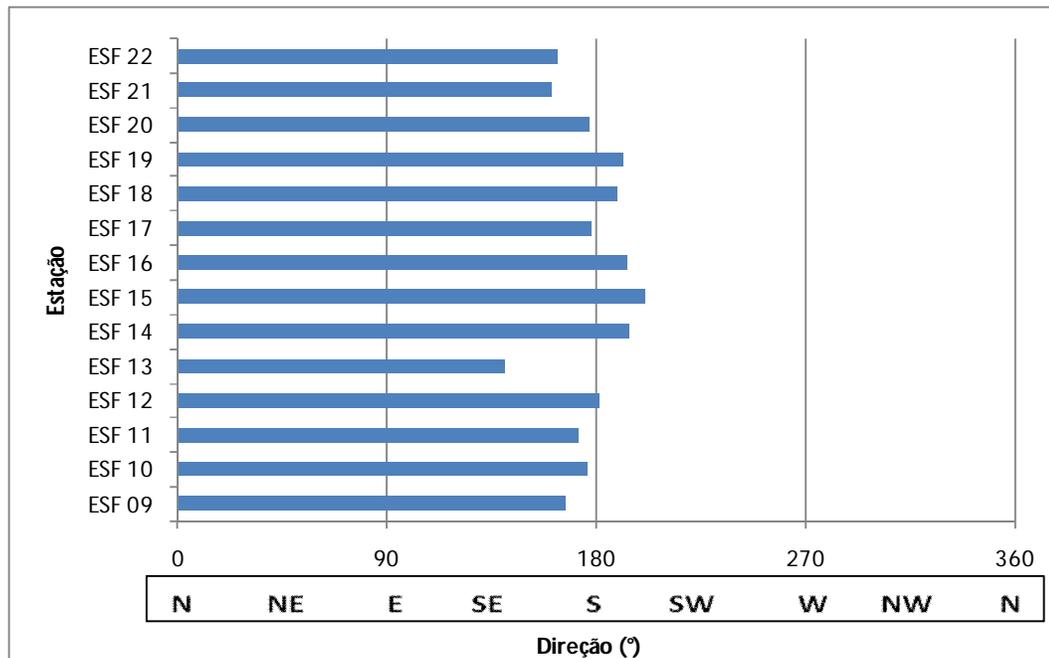


Figura 4.4 – Direção média da água na coluna em cada estação de amostragem da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante a baixamar da maré de sizígia (lua cheia) do dia 17/09/2013.

Tabela 4.14– Dados da profundidade, velocidade média e direção média da água na coluna em cada estação de amostragem da cunha salina, durante a preamar da maré de sizígia (lua cheia) do dia 17/09/2013, na foz do Rio São Francisco.

| Data | Hora | Estação | Prof. (m) | Vel. água (m.s ⁻¹) | Direção (°) |
|------------|-------|---------|-----------|--------------------------------|-------------|
| 17/09/2013 | 13:50 | ESF 09 | 4,50 | 0,600 | 349,32 |
| | 14:00 | ESF 10 | 5,00 | 0,462 | 6,72 |
| | 14:07 | ESF 11 | 6,90 | 0,527 | 1,25 |
| | 14:15 | ESF 12 | 7,00 | 0,545 | 355,39 |
| | 14:24 | ESF 13 | 4,70 | 0,543 | 349,50 |
| | 14:31 | ESF 14 | 4,50 | 0,368 | 337,36 |
| | 14:38 | ESF 15 | 3,50 | 0,321 | 358,45 |
| | 14:45 | ESF 16 | 5,00 | 0,359 | 0,67 |
| | 14:51 | ESF 17 | 7,70 | 0,236 | 16,41 |
| | 15:00 | ESF 18 | 5,60 | 0,415 | 6,82 |
| | 15:05 | ESF 19 | 6,20 | 0,287 | 7,87 |
| | 15:12 | ESF 20 | 7,30 | 0,256 | 7,35 |
| | 15:20 | ESF 21 | 11,30 | 0,294 | 340,55 |
| | 15:34 | ESF 22 | 7,00 | 0,325 | 341,44 |

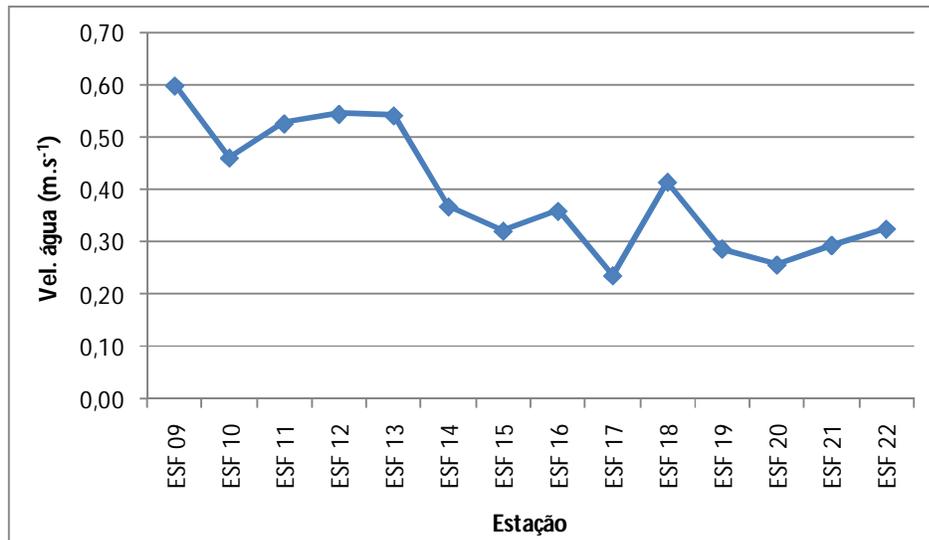


Figura 4.5 – Variação da velocidade média da água na coluna entre as estações de amostragem da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante a preamar da maré de sizígia (lua cheia) do dia 17/09/2013.

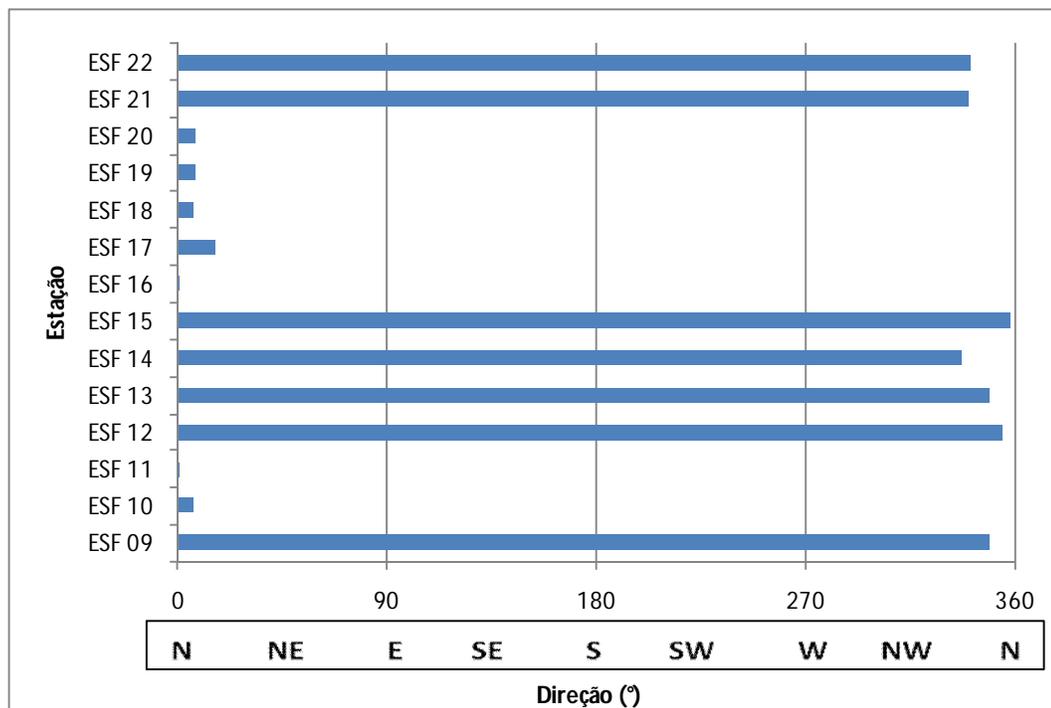


Figura 4.6 – Direção média da água na coluna em cada estação de amostragem da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante a preamar da maré de sizígia (lua cheia) do dia 17/09/2013.

Tabela 4.15 – Dados da profundidade, velocidade média e direção média da água na coluna em cada estação de amostragem da cunha salina, durante a baixamar da maré de sizígia (lua cheia) do dia 18/09/2013, na foz do Rio São Francisco.

| Data | Hora | Estação | Prof. (m) | Vel. água (m.s ⁻¹) | Direção (°) |
|------------|-------|---------|-----------|--------------------------------|-------------|
| 18/09/2013 | 08:19 | ESF 09 | 3,10 | 0,626 | 165,05 |
| | 08:27 | ESF 10 | 3,50 | 0,810 | 174,53 |
| | 08:36 | ESF 11 | 5,60 | 0,695 | 173,93 |
| | 08:45 | ESF 12 | 5,70 | 0,401 | 169,55 |
| | 08:59 | ESF 13 | 3,30 | 0,205 | 109,55 |
| | 09:02 | ESF 14 | 2,70 | 0,657 | 194,77 |
| | 09:10 | ESF 15 | 2,40 | 0,507 | 191,33 |
| | 09:15 | ESF 16 | 3,60 | 0,571 | 185,30 |
| | 09:22 | ESF 17 | 6,00 | 0,903 | 183,29 |
| | 09:36 | ESF 18 | 4,90 | 0,752 | 184,52 |
| | 09:45 | ESF 19 | 4,70 | 0,773 | 188,35 |
| | 09:54 | ESF 20 | 5,60 | 0,640 | 188,05 |
| | 10:02 | ESF 21 | 10,10 | 0,902 | 163,50 |
| | 10:17 | ESF 22 | 7,00 | 0,814 | 163,17 |

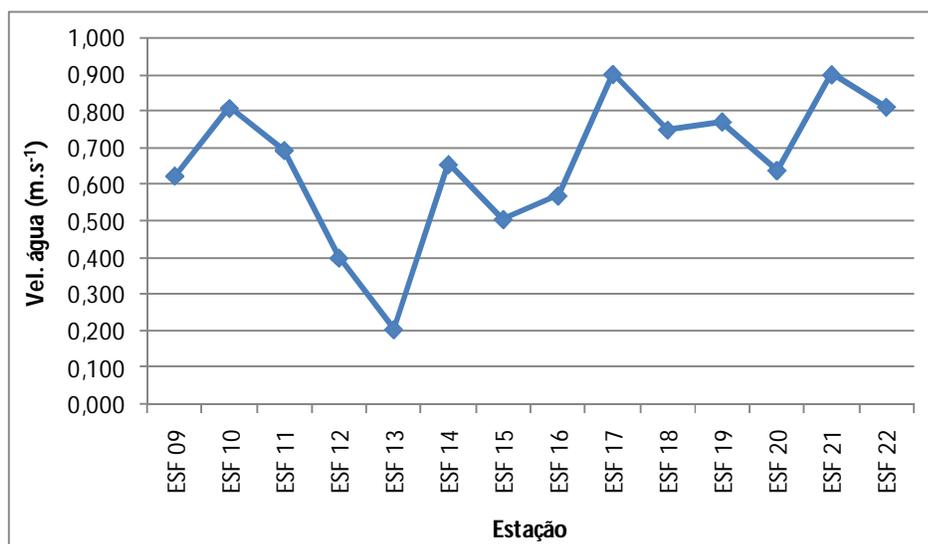


Figura 4.7 – Variação da velocidade média da água na coluna entre as estações de amostragem da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante a baixamar da maré de sizígia (lua cheia) do dia 18/09/2013.

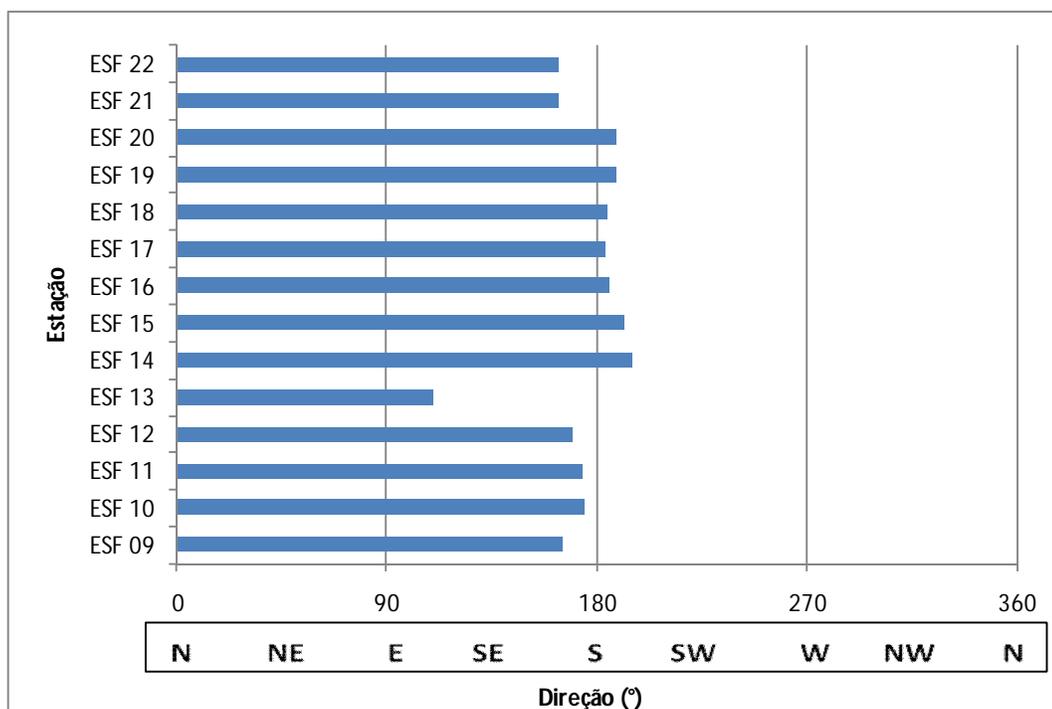


Figura 4.8 – Direção média da água na coluna em cada estação de amostragem da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante a baixamar da maré de sizígia (lua cheia) do dia 18/09/2013.

Tabela 4.16 – Dados da profundidade, velocidade média e direção média da água na coluna em cada estação de amostragem da cunha salina, durante a preamar da maré de sizígia (lua cheia) do dia 18/09/2013, na foz do Rio São Francisco.

| Data | Hora | Estação | Prof. (m) | Vel. água (m.s ⁻¹) | Direção (°) |
|------------|-------|---------|-----------|--------------------------------|-------------|
| 18/09/2013 | 14:30 | ESF 09 | 4,10 | 0,439 | 349,52 |
| | 14:38 | ESF 10 | 4,70 | 0,391 | 357,24 |
| | 14:45 | ESF 11 | 6,80 | 0,572 | 0,85 |
| | 14:53 | ESF 12 | 7,00 | 0,553 | 357,25 |
| | 15:00 | ESF 13 | 4,70 | 0,516 | 345,80 |
| | 15:06 | ESF 14 | 4,20 | 0,407 | 347,80 |
| | 15:13 | ESF 15 | 3,40 | 0,358 | 5,68 |
| | 15:20 | ESF 16 | 5,30 | 0,317 | 359,02 |
| | 15:25 | ESF 17 | 7,20 | 0,327 | 11,18 |
| | 15:34 | ESF 18 | 5,60 | 0,366 | 11,83 |
| | 15:40 | ESF 19 | 6,30 | 0,333 | 13,29 |
| | 15:47 | ESF 20 | 7,60 | 0,312 | 6,50 |
| | 15:55 | ESF 21 | 12,20 | 0,331 | 340,73 |
| | 16:05 | ESF 22 | 7,60 | 0,367 | 341,09 |

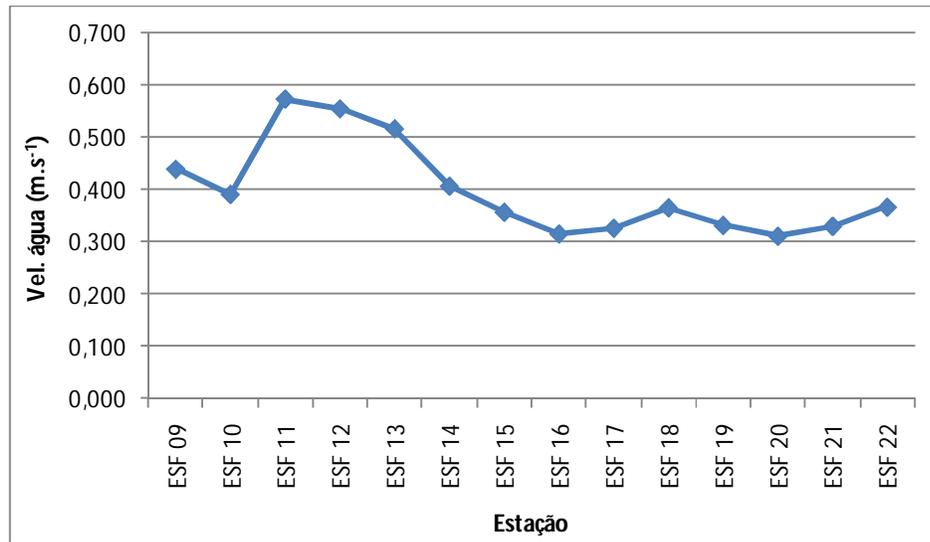


Figura 4.9 – Variação da velocidade média da água na coluna entre as estações de amostragem da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante a preamar da maré de sizígia (lua cheia) do dia 18/09/2013.

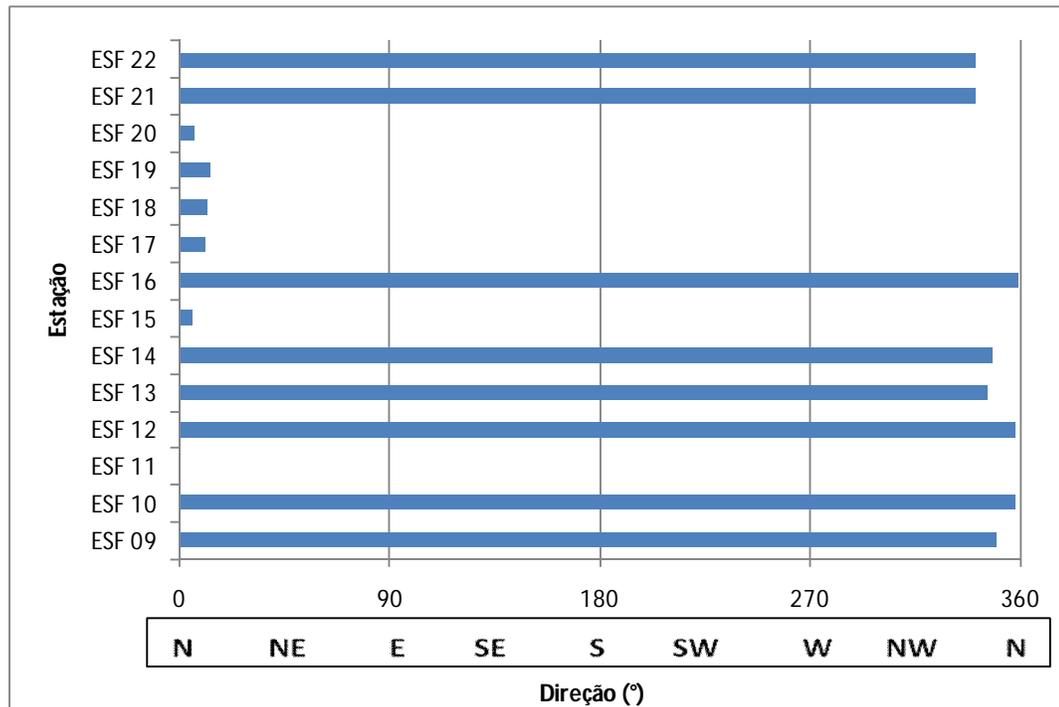


Figura 4.10 – Direção média da água na coluna em cada estação de amostragem da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante a preamar da maré de sizígia (lua cheia) do dia 18/09/2013.

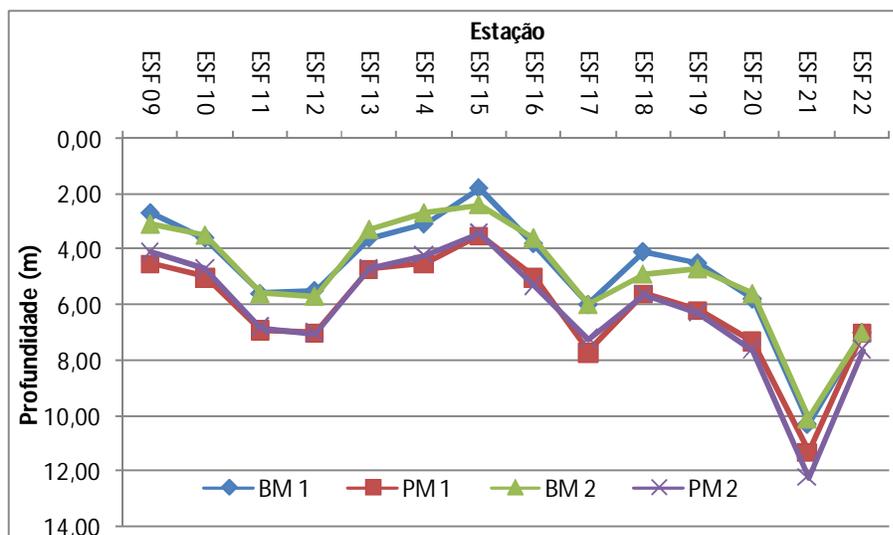


Figura 4.11 – Variação da profundidade das estações de amostragem da cunha salina na foz do Rio São Francisco, durante a preamar (PM) e a baixamar (BM) da maré de sizígia (lua cheia) dos dias 17 e 18/09/2013.

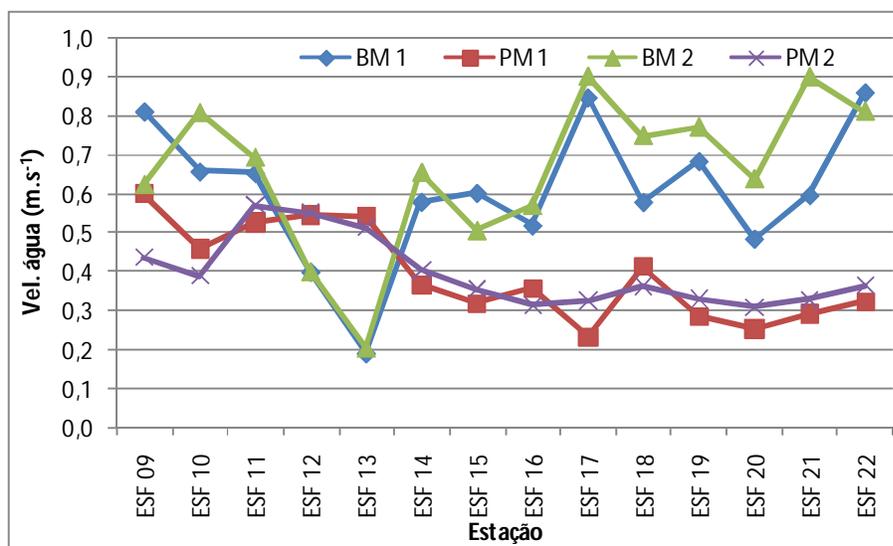


Figura 4.12 – Variação da velocidade média da coluna d'água nas estações de amostragem da cunha salina na foz do Rio São Francisco, durante a preamar (PM) e a baixamar (BM) da maré de sizígia (lua cheia) dos dias 17 e 18/09/2013.

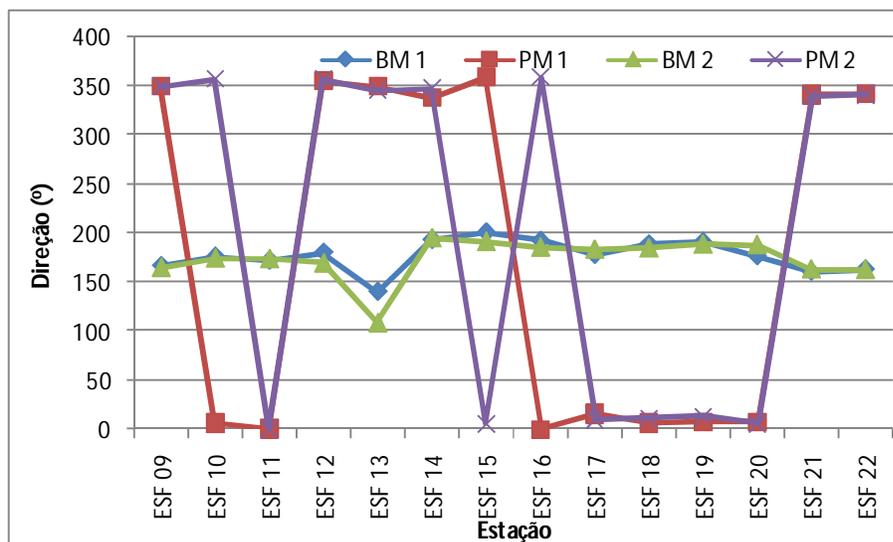


Figura 4.13 – Variação da direção média da coluna d'água nas estações de amostragem da cunha salina na foz do Rio São Francisco, durante a preamar (PM) e a baixamar (BM) da maré de sizígia (lua cheia) dos dias 17 e 18/09/2013.

Tabela 4.17 – Dados da profundidade, velocidade média e direção média da água na coluna em cada estação de amostragem da cunha salina, durante a baixamar da maré de sizígia (lua nova) do dia 02/10/2013, na foz do Rio São Francisco.

| Data | Hora | Estação | Prof. (m) | Vel. água (m.s ⁻¹) | Direção (°) |
|------------|-------|---------|-----------|--------------------------------|-------------|
| 02/10/2013 | 07:38 | ESF 09 | 2,10 | 0,507 | 155,267 |
| | 07:45 | ESF 10 | 3,50 | 0,767 | 174,200 |
| | 07:51 | ESF 11 | 5,30 | 0,648 | 167,967 |
| | 08:00 | ESF 12 | 5,70 | 0,383 | 170,600 |
| | 08:12 | ESF 13 | 3,20 | 0,211 | 122,575 |
| | 08:20 | ESF 14 | 2,90 | 0,591 | 191,567 |
| | 08:25 | ESF 15 | 2,20 | 0,537 | 205,767 |
| | 08:30 | ESF 16 | 3,80 | 0,676 | 192,525 |
| | 08:38 | ESF 17 | 6,10 | 0,811 | 183,857 |
| | 08:43 | ESF 18 | 5,30 | 0,628 | 188,367 |
| | 08:55 | ESF 19 | 4,60 | 0,703 | 187,840 |
| | 09:03 | ESF 20 | 5,80 | 0,649 | 181,267 |
| | 09:20 | ESF 21 | 10,10 | 0,545 | 166,718 |
| | 09:27 | ESF 22 | 7,70 | 0,715 | 164,222 |

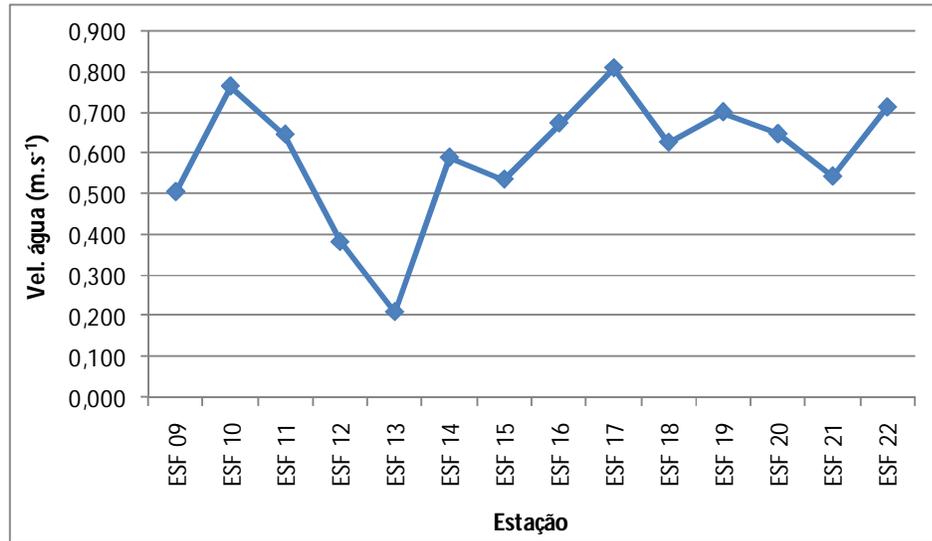


Figura 4.14 – Variação da velocidade média da água na coluna entre as estações de amostragem da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante a baixamar da maré de sizígia (lua nova) do dia 02/10/2013.

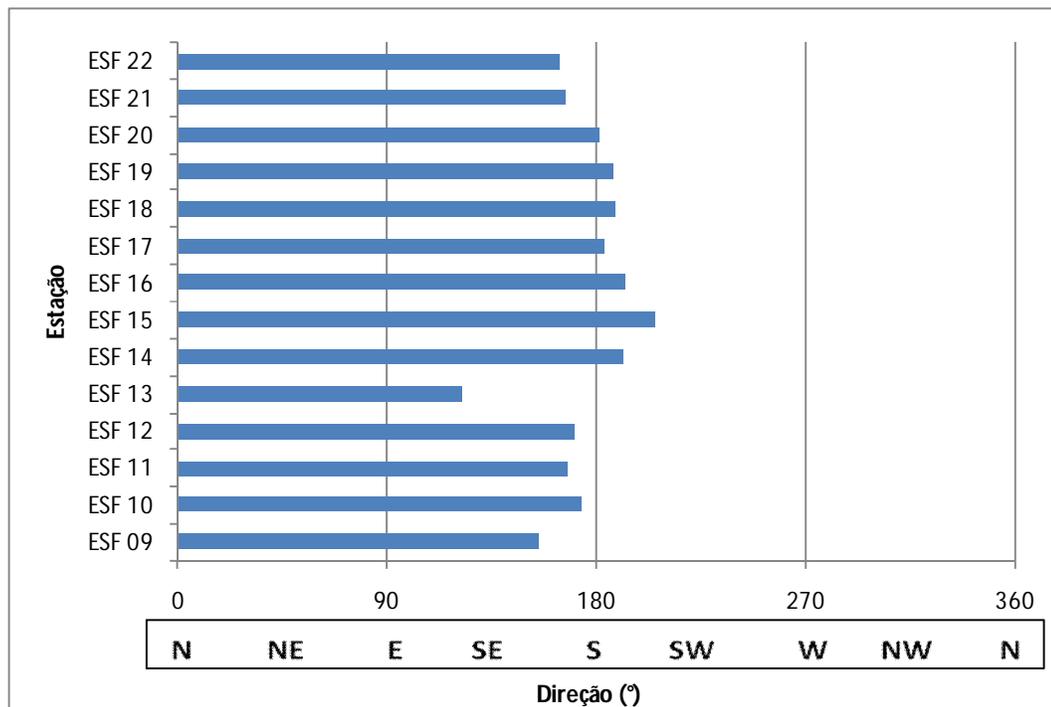


Figura 4.15 – Direção média da água na coluna em cada estação de amostragem da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante a baixamar da maré de sizígia (lua nova) do dia 02/10/2013.

Tabela 4.18 – Dados da profundidade, velocidade média e direção média da água na coluna em cada estação de amostragem da cunha salina, durante a preamar da maré de sizígia (lua nova) do dia 02/10/2013, na foz do Rio São Francisco.

| Data | Hora | Estação | Prof. (m) | Vel. água (m.s ⁻¹) | Direção (°) |
|------------|-------|---------|-----------|--------------------------------|-------------|
| 02/10/2013 | 13:43 | ESF 09 | 4,00 | 0,414 | 349,16 |
| | 13:52 | ESF 10 | 5,00 | 0,410 | 3,500 |
| | 14:00 | ESF 11 | 7,00 | 0,612 | 355,750 |
| | 14:06 | ESF 12 | 5,90 | 0,545 | 359,571 |
| | 14:15 | ESF 13 | 4,50 | 0,366 | 347,18 |
| | 14:20 | ESF 14 | 4,10 | 0,364 | 317,24 |
| | 14:22 | ESF 15 | 3,40 | 0,320 | 13,65 |
| | 14:34 | ESF 16 | 5,20 | 0,307 | 357,03 |
| | 14:40 | ESF 17 | 7,10 | 0,199 | 13,138 |
| | 14:43 | ESF 18 | 5,50 | 0,294 | 16,667 |
| | 14:55 | ESF 19 | 6,40 | 0,245 | 9,471 |
| | 15:03 | ESF 20 | 7,40 | 0,217 | 3,638 |
| | 15:10 | ESF 21 | 12,70 | 0,255 | 352,855 |
| | 15:22 | ESF 22 | 9,00 | 0,286 | 348,650 |

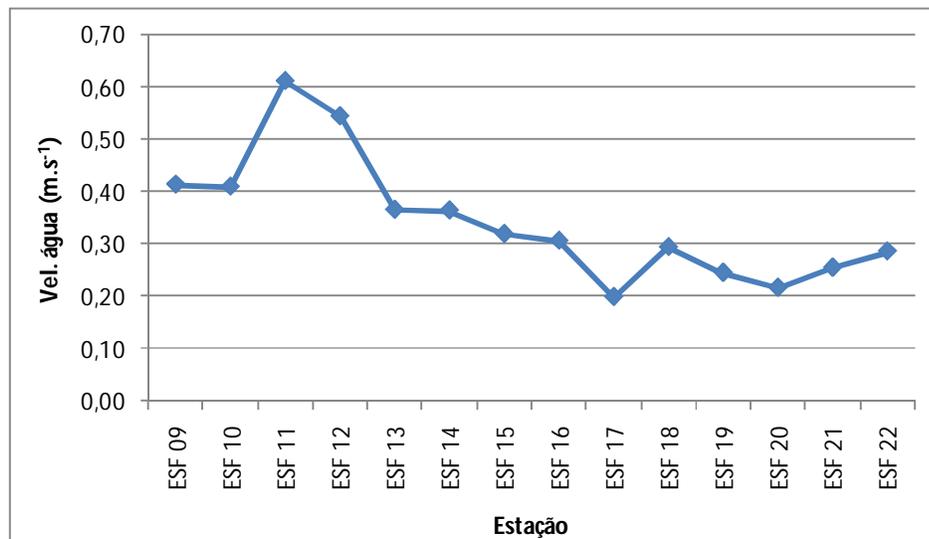


Figura 4.16 – Variação da velocidade média da água na coluna entre as estações de amostragem da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante a preamar da maré de sizígia (lua nova) do dia 02/10/2013.

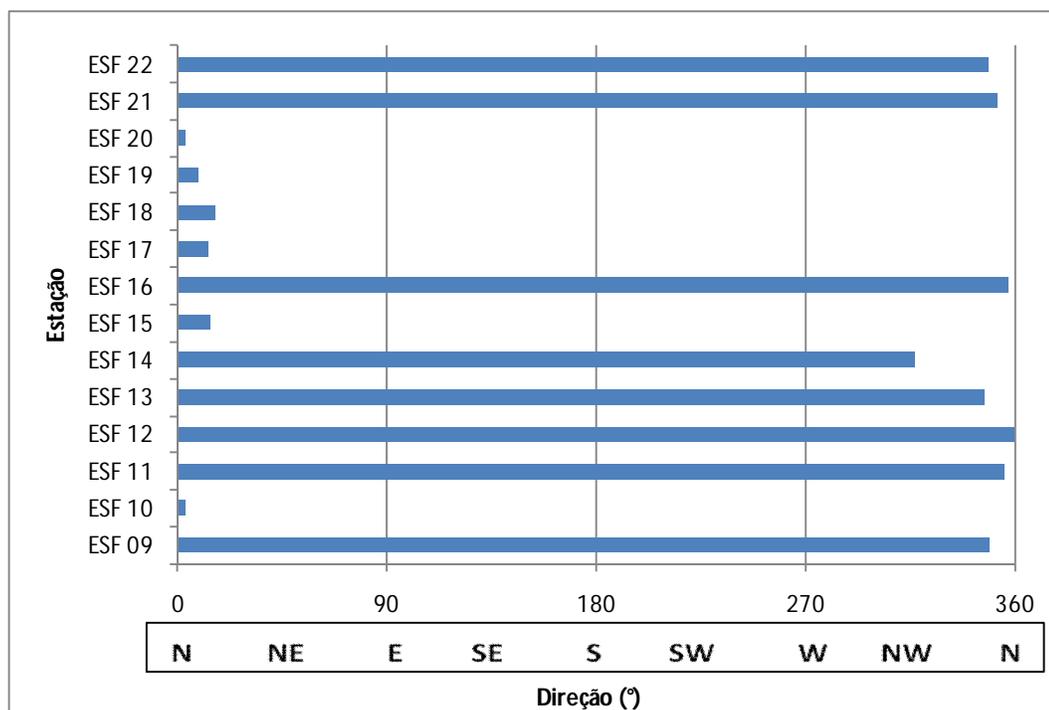


Figura 4.17 – Direção média da água na coluna em cada estação de amostragem da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante a preamar da maré de sizígia (lua nova) do dia 02/10/2013.

Tabela 4.19 – Dados da profundidade, velocidade média e direção média da água na coluna em cada estação de amostragem da cunha salina, durante a baixamar da maré de sizígia (lua nova) do dia 03/10/2013, na foz do Rio São Francisco.

| Data | Hora | Estação | Prof. (m) | Vel. água (m.s ⁻¹) | Direção (°) |
|------------|-------|---------|-----------|--------------------------------|-------------|
| 03/10/2013 | 08:09 | ESF 09 | 2,50 | 0,682 | 164,60 |
| | 08:16 | ESF 10 | 3,50 | 0,558 | 172,13 |
| | 08:23 | ESF 11 | 5,60 | 0,652 | 171,05 |
| | 08:33 | ESF 12 | 5,60 | 0,392 | 171,12 |
| | 08:40 | ESF 13 | 3,40 | 0,258 | 160,18 |
| | 08:45 | ESF 14 | 2,90 | 0,556 | 190,80 |
| | 08:54 | ESF 15 | 2,40 | 0,491 | 199,73 |
| | 09:00 | ESF 16 | 3,70 | 0,658 | 197,20 |
| | 09:09 | ESF 17 | 5,90 | 0,875 | 183,71 |
| | 09:19 | ESF 18 | 5,10 | 0,518 | 187,30 |
| | 09:24 | ESF 19 | 4,50 | 0,739 | 188,38 |
| | 09:35 | ESF 20 | 5,80 | 0,418 | 171,88 |
| | 09:45 | ESF 21 | 10,60 | 0,697 | 163,78 |
| | 10:00 | ESF 22 | 7,70 | 0,773 | 169,71 |

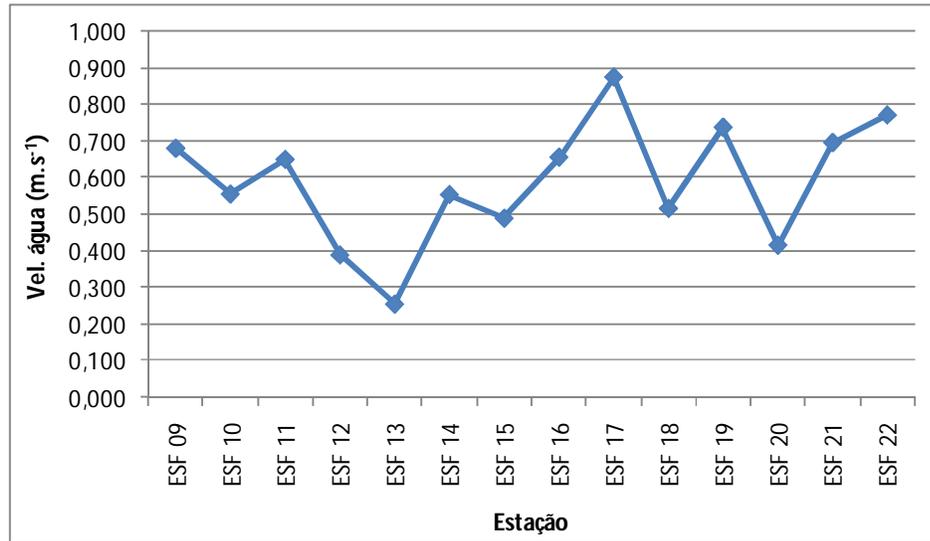


Figura 4.18 – Variação da velocidade média da água na coluna entre as estações de amostragem da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante a baixamar da maré de sizígia (lua nova) do dia 03/10/2013.

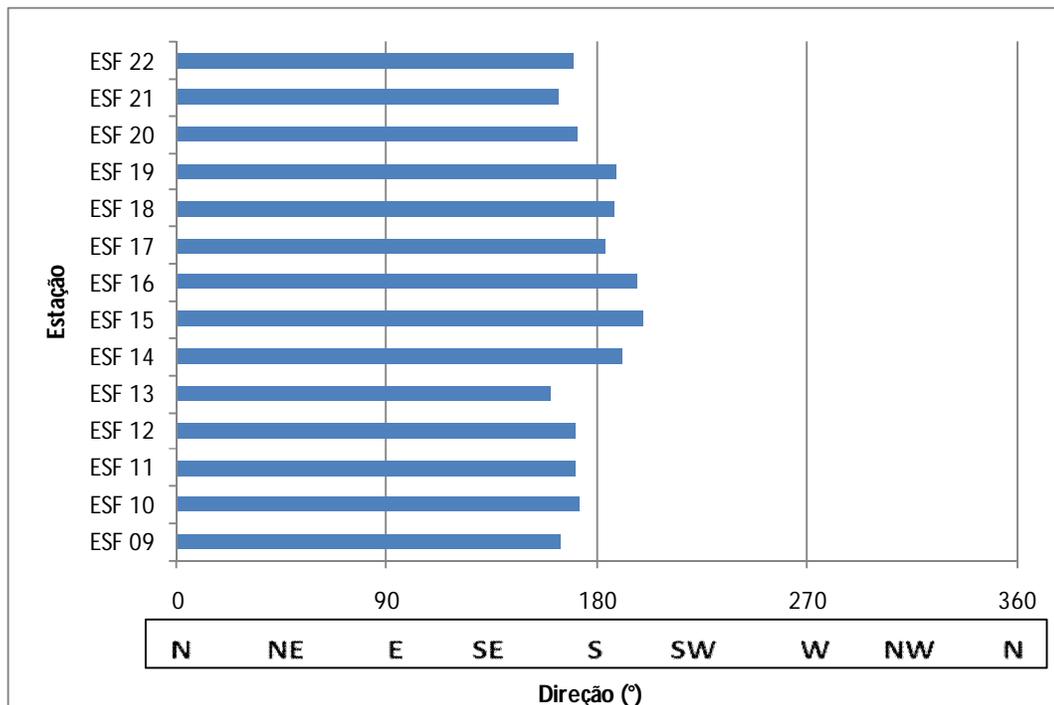


Figura 4.19 – Direção média da água na coluna em cada estação de amostragem da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante a baixamar da maré de sizígia (lua nova) do dia 03/10/2013.

Tabela 4.20 – Dados da profundidade, velocidade média e direção média da água na coluna em cada estação de amostragem da cunha salina, durante a preamar da maré de sizígia (lua nova) do dia 03/10/2013, na foz do Rio São Francisco.

| Data | Hora | Estação | Prof. (m) | Vel. água (m.s ⁻¹) | Direção (°) |
|------------|-------|---------|-----------|--------------------------------|-------------|
| 03/10/2013 | 14:15 | ESF 09 | 4,00 | 0,520 | 350,78 |
| | 14:20 | ESF 10 | 4,80 | 0,456 | 0,68 |
| | 14:27 | ESF 11 | 6,70 | 0,496 | 357,96 |
| | 14:35 | ESF 12 | 6,70 | 0,582 | 355,85 |
| | 14:44 | ESF 13 | 4,60 | 0,506 | 345,35 |
| | 14:52 | ESF 14 | 4,20 | 0,449 | 341,60 |
| | 14:58 | ESF 15 | 3,70 | 0,376 | 11,15 |
| | 15:04 | ESF 16 | 5,20 | 0,396 | 3,62 |
| | 15:15 | ESF 17 | 7,80 | 0,247 | 1,35 |
| | 15:25 | ESF 18 | 5,70 | 0,384 | 6,85 |
| | 15:32 | ESF 19 | 6,40 | 0,311 | 17,71 |
| | 15:38 | ESF 20 | 7,50 | 0,246 | 2,99 |
| | 10:48 | ESF 21 | 12,20 | 0,273 | 327,38 |
| | 15:50 | ESF 22 | 8,80 | 0,269 | 343,62 |

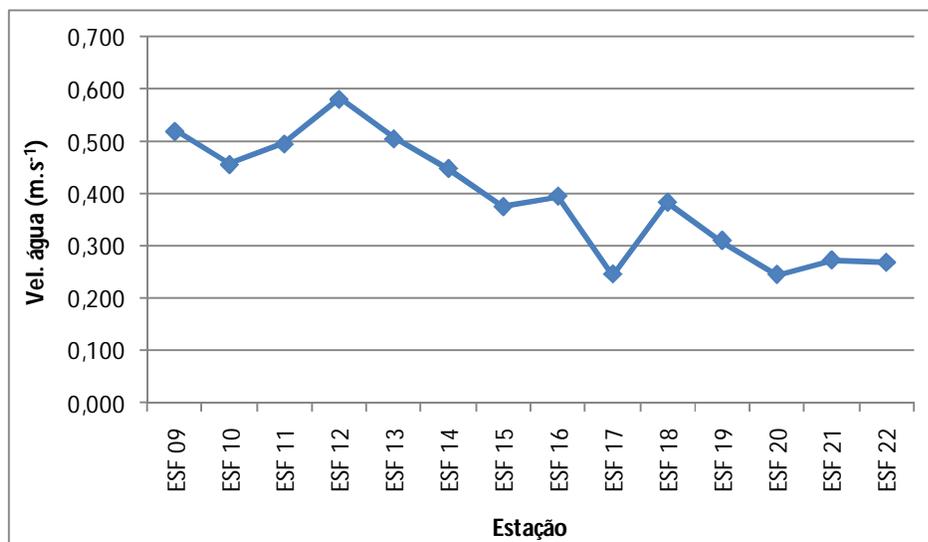


Figura 4.20 – Variação da velocidade média da água na coluna entre as estações de amostragem da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante a preamar da maré de sizígia (lua nova) do dia 03/10/2013.

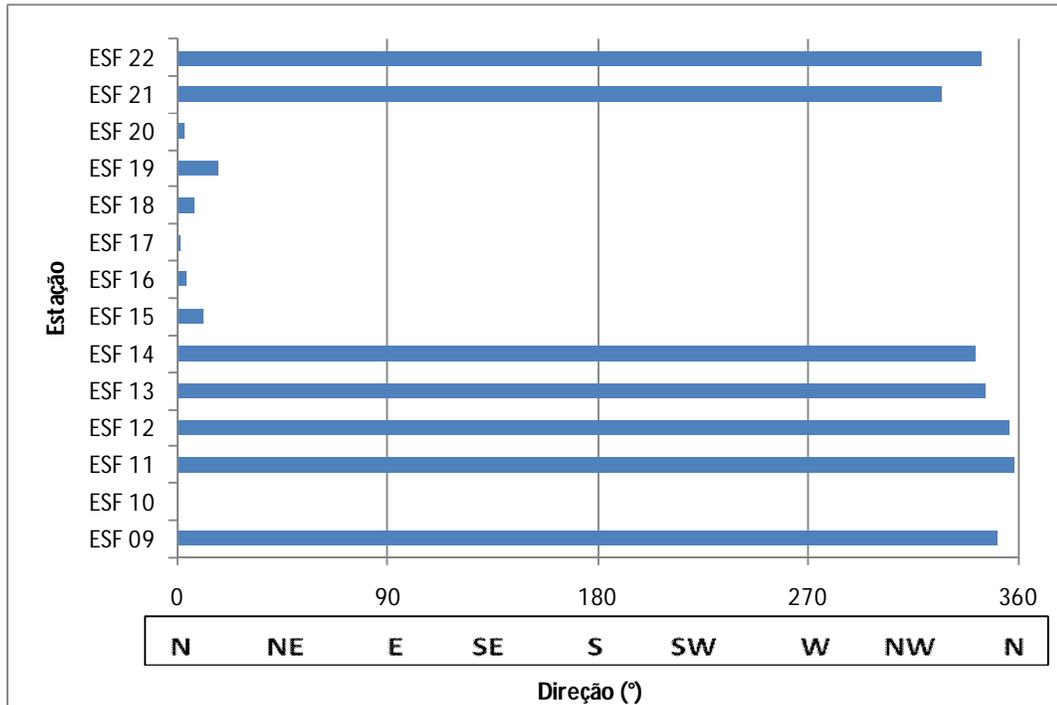


Figura 4.21 – Direção média da água na coluna em cada estação de amostragem da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante a preamar da maré de sizígia (lua nova) do dia 03/10/2013.

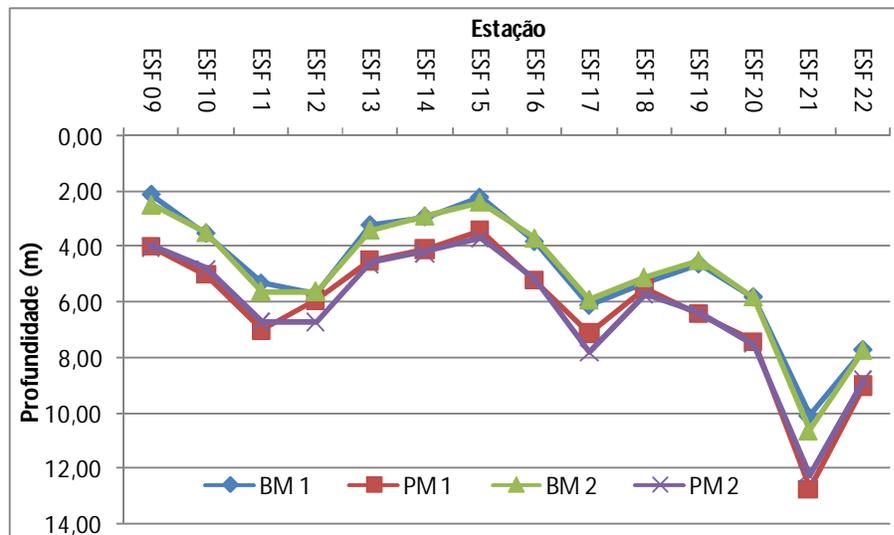


Figura 4.22 - Variação da profundidade das estações de amostragem da cunha salina na foz do Rio São Francisco, durante a preamar (PM) e a baixamar (BM) da maré de sizígia (lua nova) dos dias 02 e 03/10/2013.

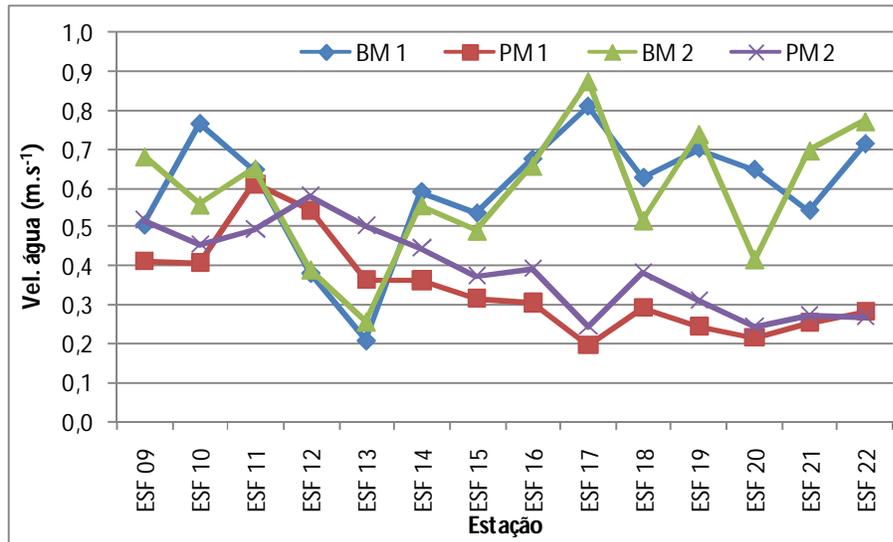


Figura 4.23 – Variação da velocidade média da coluna d'água nas estações de amostragem da cunha salina na foz do Rio São Francisco, durante a preamar (PM) e a baixamar (BM) da maré de sizígia (lua nova) dos dias 02 e 03/10/2013.

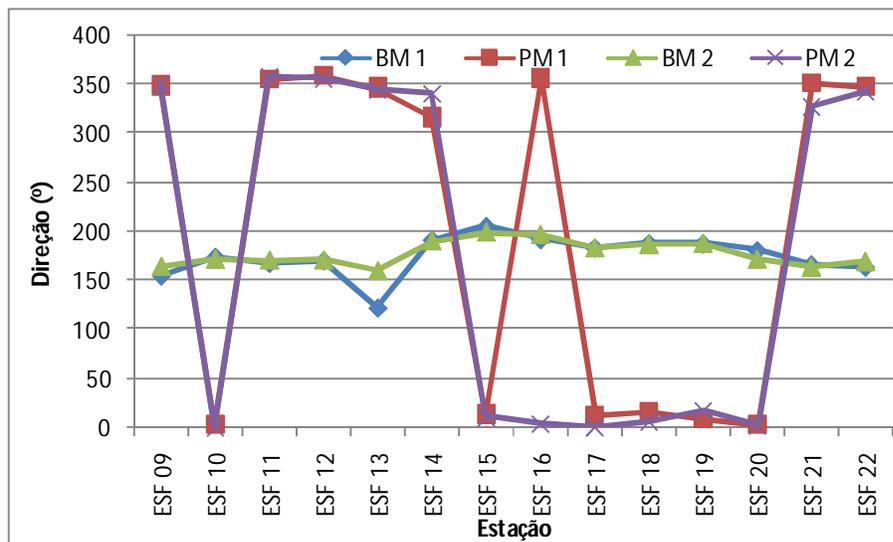


Figura 4.24 – Variação da direção média da coluna d'água nas estações de amostragem da cunha salina na foz do Rio São Francisco, durante a preamar (PM) e a baixamar (BM) da maré de sizígia (lua nova) dos dias 02 e 03/10/2013.

Na fase de lua cheia, a velocidade média da coluna d'água entre todas as estações foi maior na baixamar ($0,63 \text{ m.s}^{-1}$) que na preamar ($0,40 \text{ m.s}^{-1}$), com tendência de declividade para o sul-sudeste ($175,8^\circ$) na baixamar e sul-sudoeste ($190,2^\circ$) na preamar. A direção da água na coluna apresentou boa estabilidade entre as estações nas marés de baixamar e nas de preamar, considerando $0^\circ=360^\circ$, (Figura 4.13). Foi observado uma redução de velocidade da água entre as estações ESF 10 e ESF 13 (mais próximas à foz) e um aumento até a estação ESF 22 (mais interna no rio) na baixamar, enquanto que na preamar ocorre um aumento de velocidade nas estações iniciais, até ESF 12 seguida de uma redução gradual até o final do trecho monitorado (Figura 4.12).

Na fase de lua nova, a velocidade média da coluna d'água entre todas as estações foi maior na baixamar do que na preamar ($0,59$ e $0,37 \text{ m.s}^{-1}$), com tendência de declividade para o sul na baixamar ($176,6^\circ$) e sul-sudoeste na preamar ($189,8^\circ$). De modo semelhante à fase de lua cheia, a direção da água na coluna apresentou boa estabilidade entre as estações nas marés de baixamar e nas de preamar (Figura 4.24). O padrão de variação da velocidade ao longo das estações apresentou um aumento de velocidade da água entre as estações ESF 09 e ESF 10, seguida de uma redução até ESF 13 (mais próximas à foz) e um aumento da velocidade até ESF 22 (mais internas no rio) na baixamar, enquanto que na preamar ocorre um pequeno aumento de velocidade até a estação ESF 11, seguida de uma redução gradual até ESF 22 (Figura 4.23).

As Figuras 4.25 a 4.32 apresentam um diagrama comparativo dos perfis verticais de temperatura, condutividade elétrica específica e salinidade da água de todas as estações de monitoramento da cunha salina, evidenciando a amplitude de variação destas variáveis entre as estações e a coluna d'água em cada maré e fase da lua amostradas. A temperatura da água na coluna apresentou perfis com menor variação entre as profundidades e valores mais próximos entre as estações nas marés de baixamar (Figuras 4.25, 4.28, 4.29 e 4.32) que nas de preamar (Figuras 4.26, 4.27, 4.30 e 4.31), com uma amplitude geral de variação entre $26,5$ e $27,5$ °C. Nas marés de baixamar (Figuras 4.25, 4.28, 4.29 e 4.32), a amplitude de variação da salinidade foi menor (0 a 3,5) que nas de preamar, entre 0 e 25 (Figuras 4.26, 4.27, 4.30 e 4.31).

A variação dos perfis verticais de temperatura e salinidade da água durante as marés de baixamar e preamar na fase de lua cheia, separadamente para cada estação, constam das Figuras 4.33 e 4.34. Os respectivos perfis para os dados relativos à fase de lua nova constam das Figuras 4.35 e 4.36.

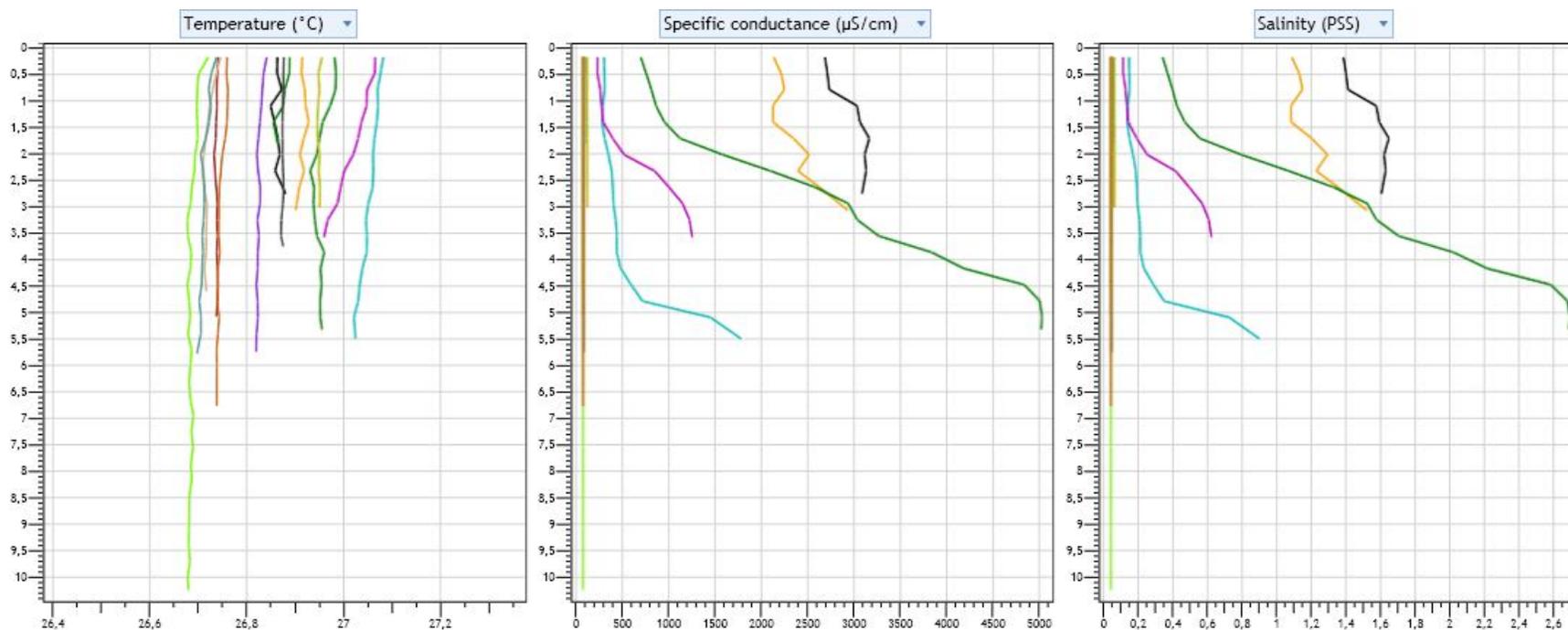


Figura 4.25 – Diagramas da dispersão comparativa dos perfis verticais da temperatura (esquerda), condutividade elétrica específica (centro) e salinidade (direita) da água nas diferentes estações de monitoramento da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante a baixamar da maré de sizígia (lua cheia), do dia 17 de setembro de 2013. Gráficos gerados pelo Programa CTD-CastAway.

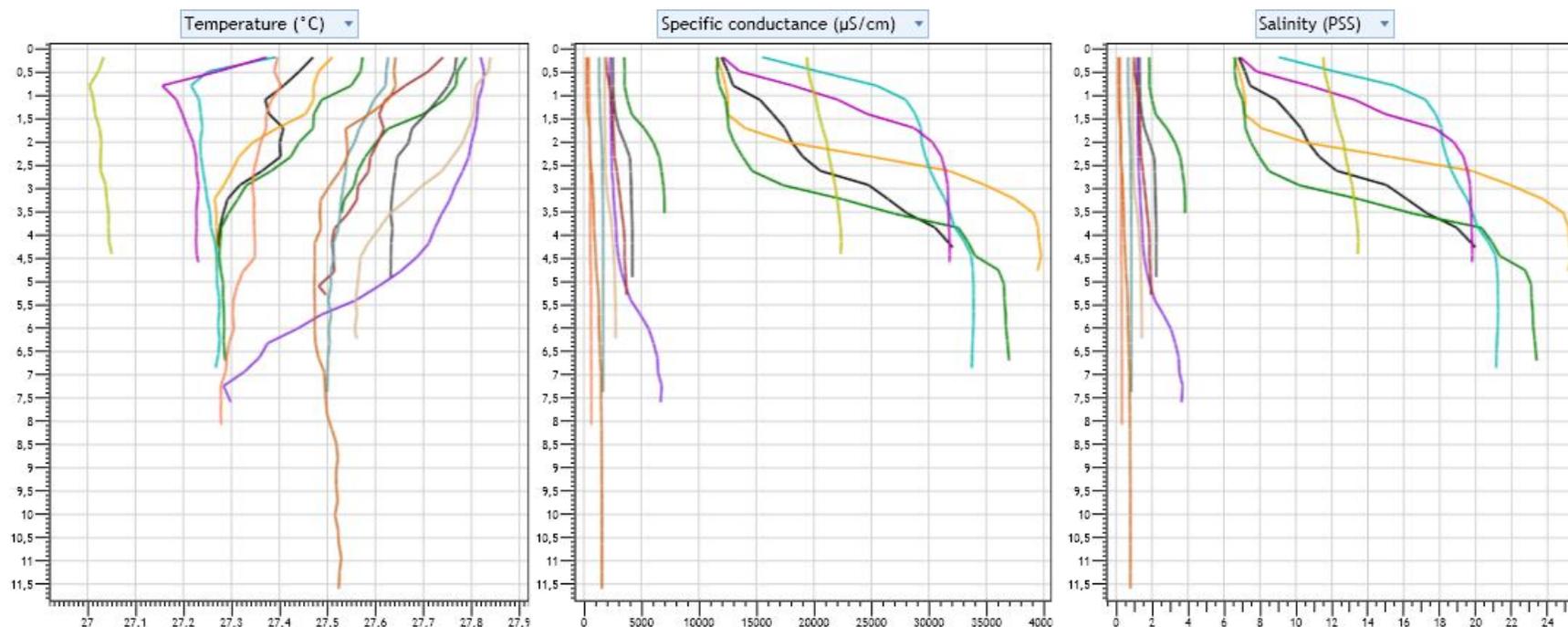


Figura 4.26 – Diagramas da dispersão comparativa dos perfis verticais da temperatura (esquerda), condutividade elétrica específica (centro) e salinidade (direita) da água nas diferentes estações de monitoramento da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante a preamar da maré de sizígia (lua cheia), do dia 17 de setembro de 2013. Gráficos gerados pelo Programa CTD-CastAway.

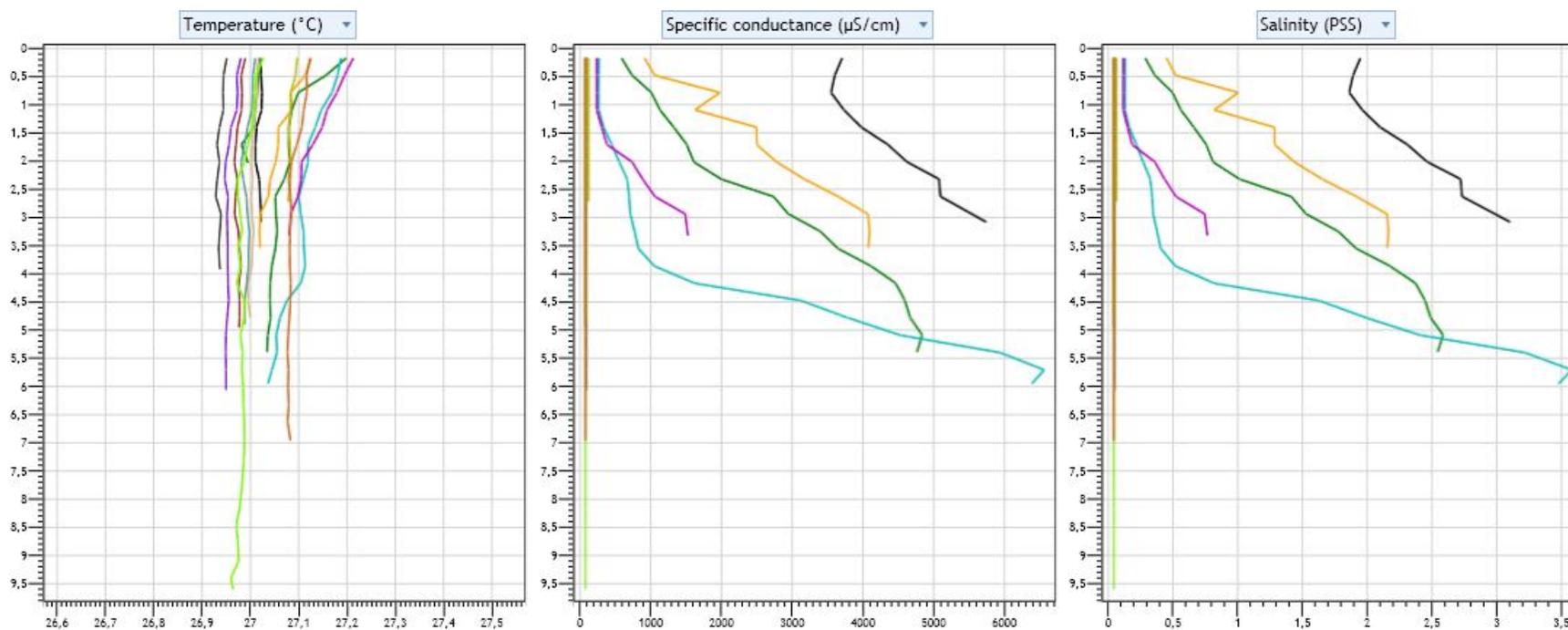


Figura 4.27 – Diagramas da dispersão comparativa dos perfis verticais da temperatura (esquerda), condutividade elétrica específica (centro) e salinidade (direita) da água nas diferentes estações de monitoramento da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante a baixamar da maré de sizígia (lua cheia), do dia 18 de setembro de 2013. Gráficos gerados pelo Programa CTD-CastAway.

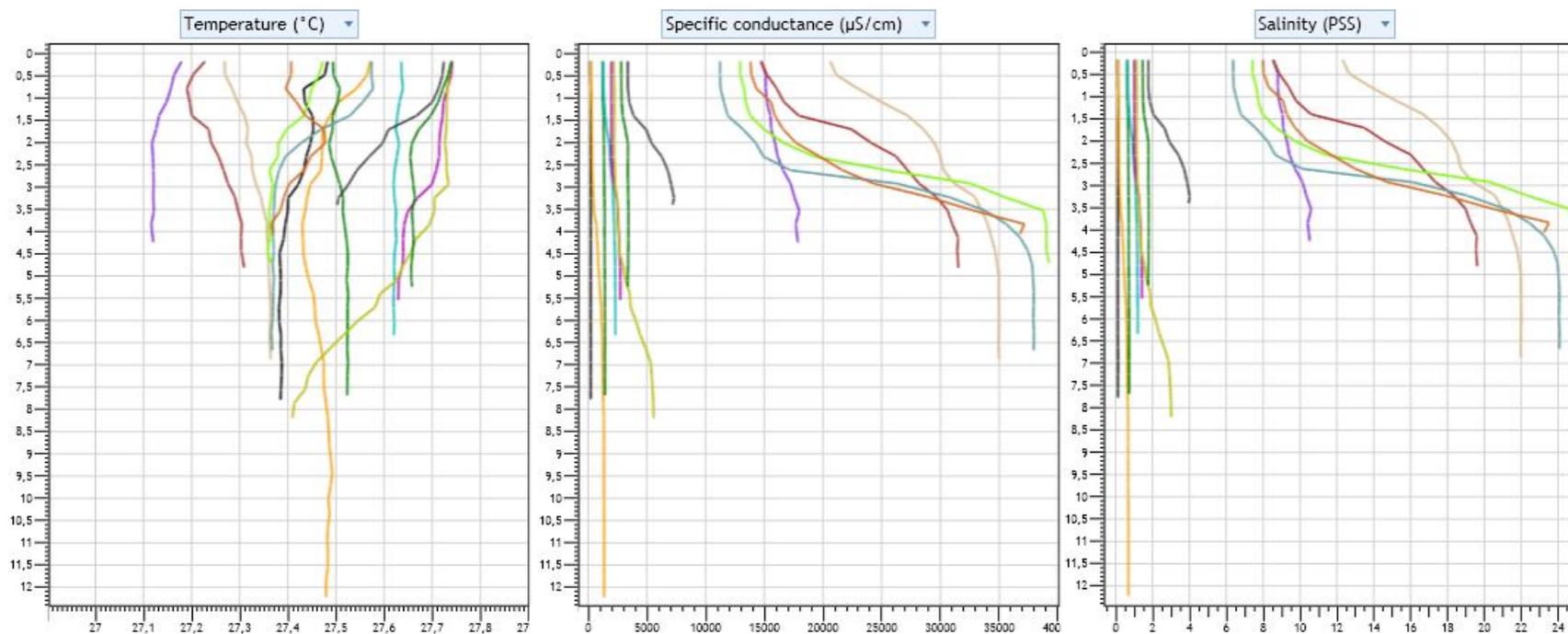


Figura 4.28 – Diagramas da dispersão comparativa dos perfis verticais da temperatura (esquerda), condutividade elétrica específica (centro) e salinidade (direita) da água nas diferentes estações de monitoramento da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante a preamar da maré de sizígia (lua cheia), do dia 18 de setembro de 2013. Gráficos gerados pelo Programa CTD-CastAway.

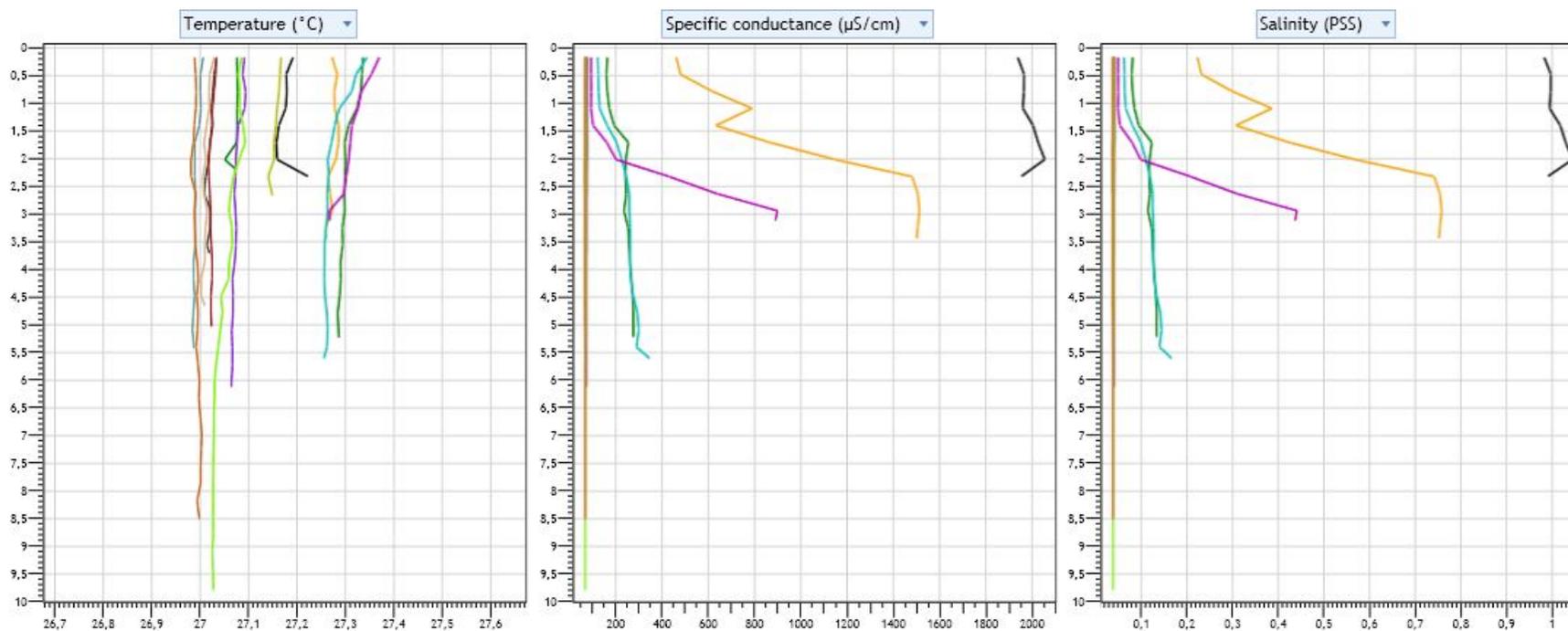


Figura 4.29 – Diagramas da dispersão comparativa dos perfis verticais da temperatura (esquerda), condutividade elétrica específica (centro) e salinidade (direita) da água nas diferentes estações de monitoramento da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante a baixamar da maré de sizígia (lua nova), do dia 02 de outubro de 2013. Gráficos gerados pelo Programa CTD-CastAway.

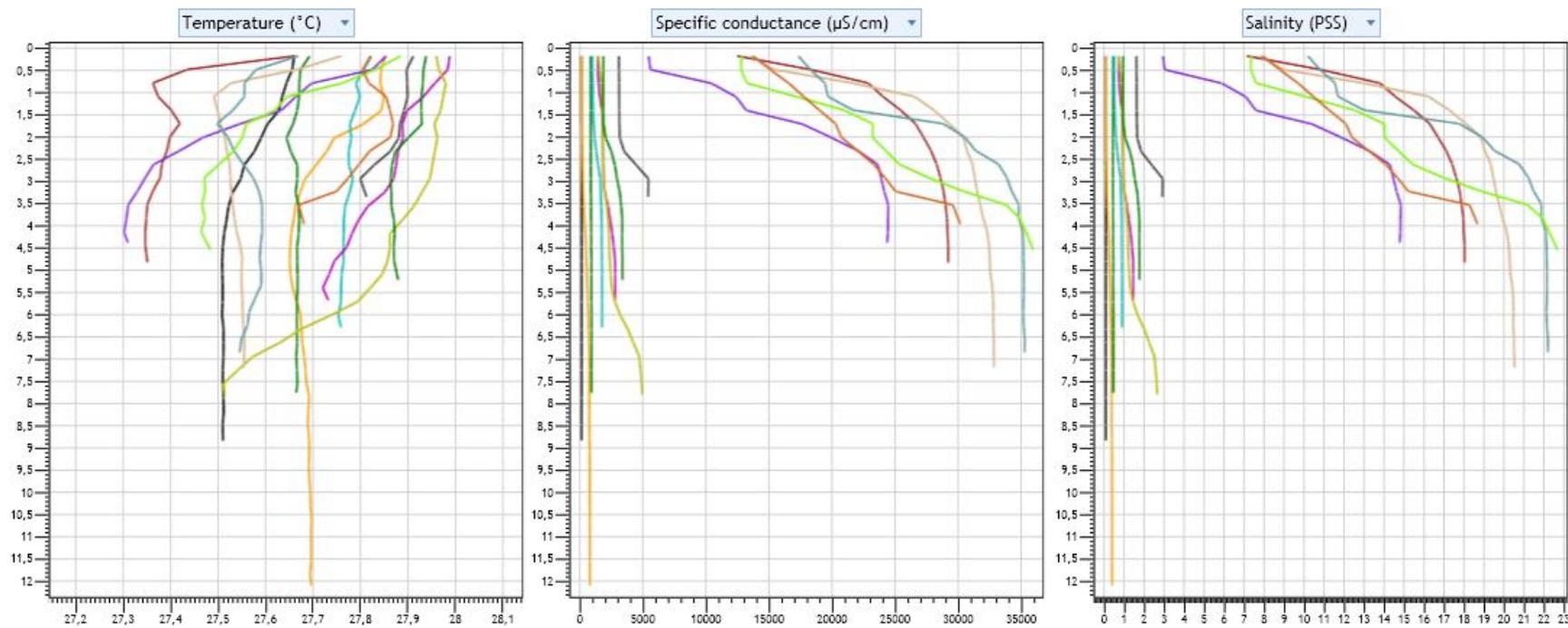


Figura 4.30 – Diagramas da dispersão comparativa dos perfis verticais da temperatura (esquerda), condutividade elétrica específica (centro) e salinidade (direita) da água nas diferentes estações de monitoramento da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante a preamar da maré de sizígia (lua nova), do dia 02 de outubro de 2013. Gráficos gerados pelo Programa CTD-CastAway.

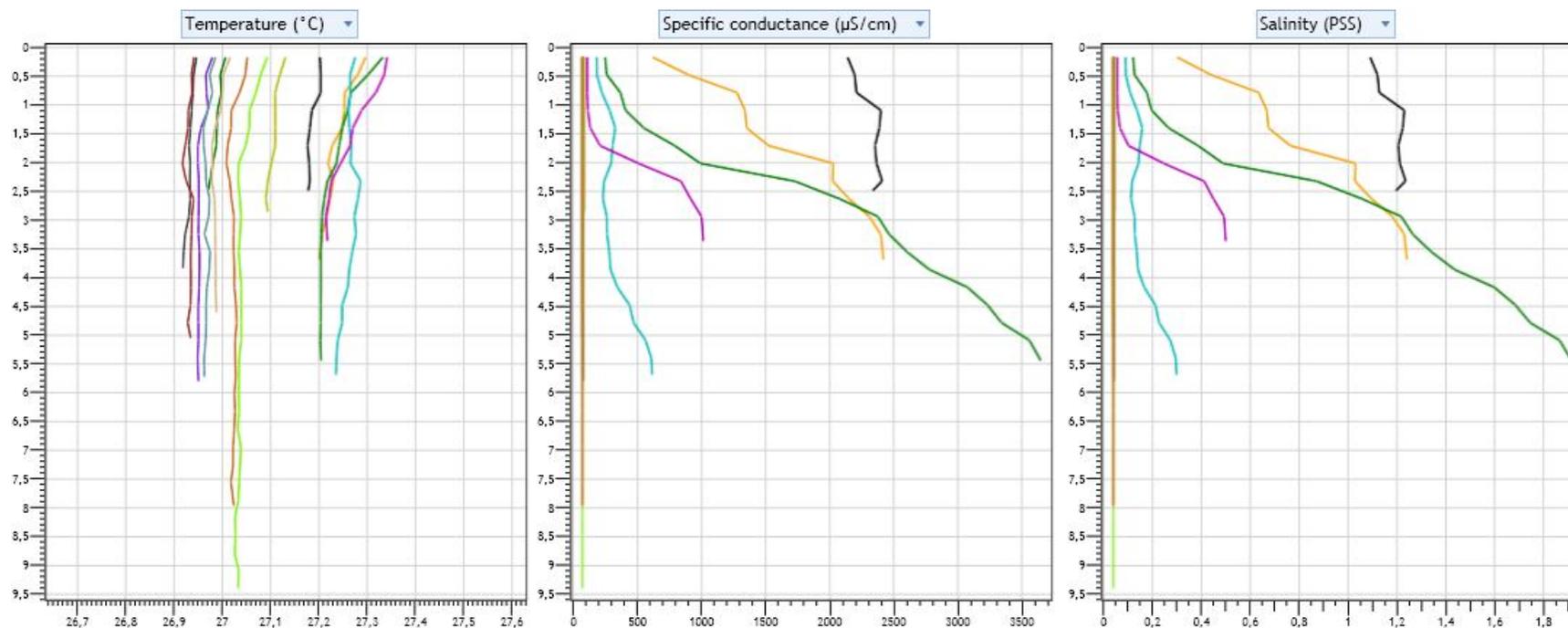


Figura 4.31 – Diagramas da dispersão comparativa dos perfis verticais da temperatura (esquerda), condutividade elétrica específica (centro) e salinidade (direita) da água nas diferentes estações de monitoramento da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante a baixamar da maré de sizígia (lua nova), do dia 03 de outubro de 2013. Gráficos gerados pelo Programa CTD-CastAway.

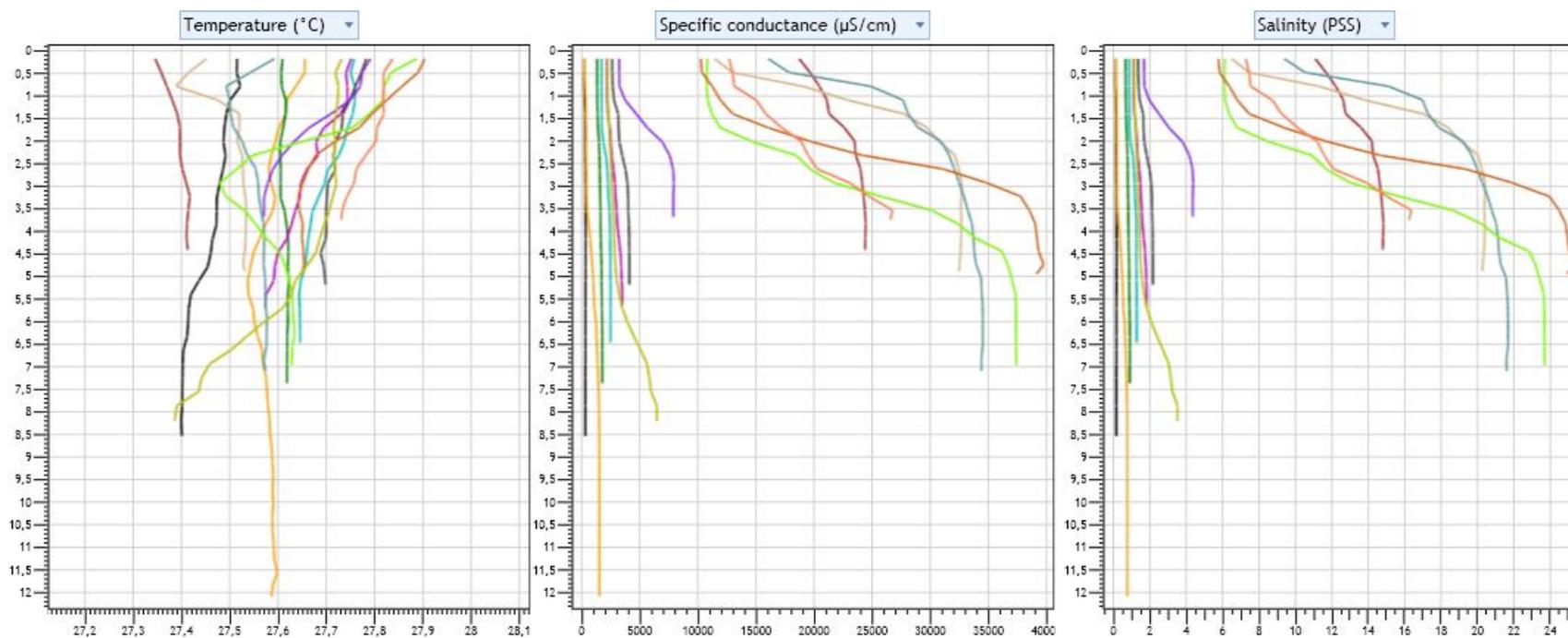


Figura 4.32 – Diagramas da dispersão comparativa dos perfis verticais da temperatura (esquerda), condutividade elétrica específica (centro) e salinidade (direita) da água nas diferentes estações de monitoramento da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante a preamar da maré de sizígia (lua nova), do dia 03 de outubro de 2013. Gráficos gerados pelo Programa CTD-CastAway.

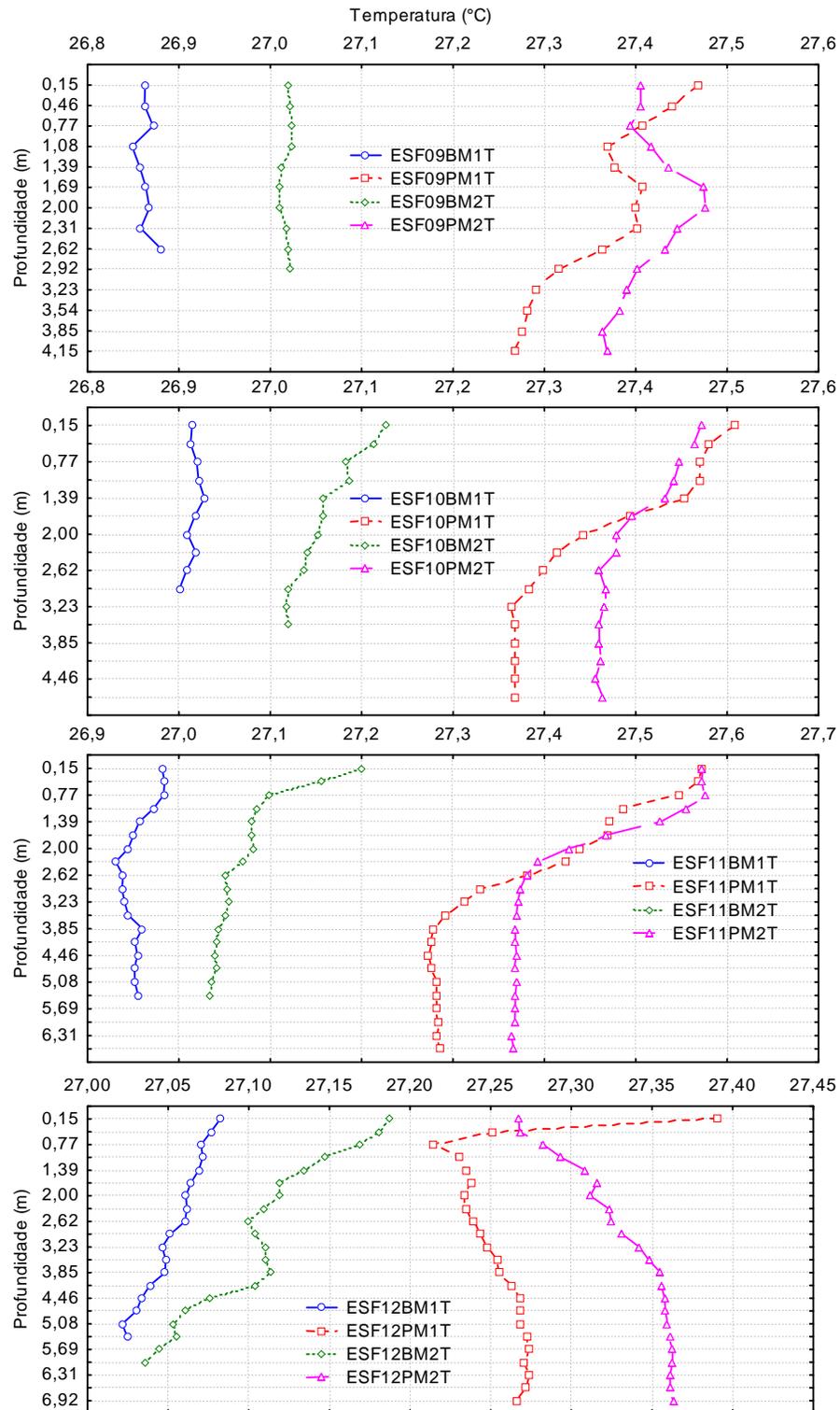


Figura 4.33 – Perfis verticais da temperatura da água nas duas marés de baixamar (BM1 e BM2) e preamar (PM1 e PM2) durante a fase de lua cheia nas diferentes estações de monitoramento da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante as coletas de setembro-outubro/2013.

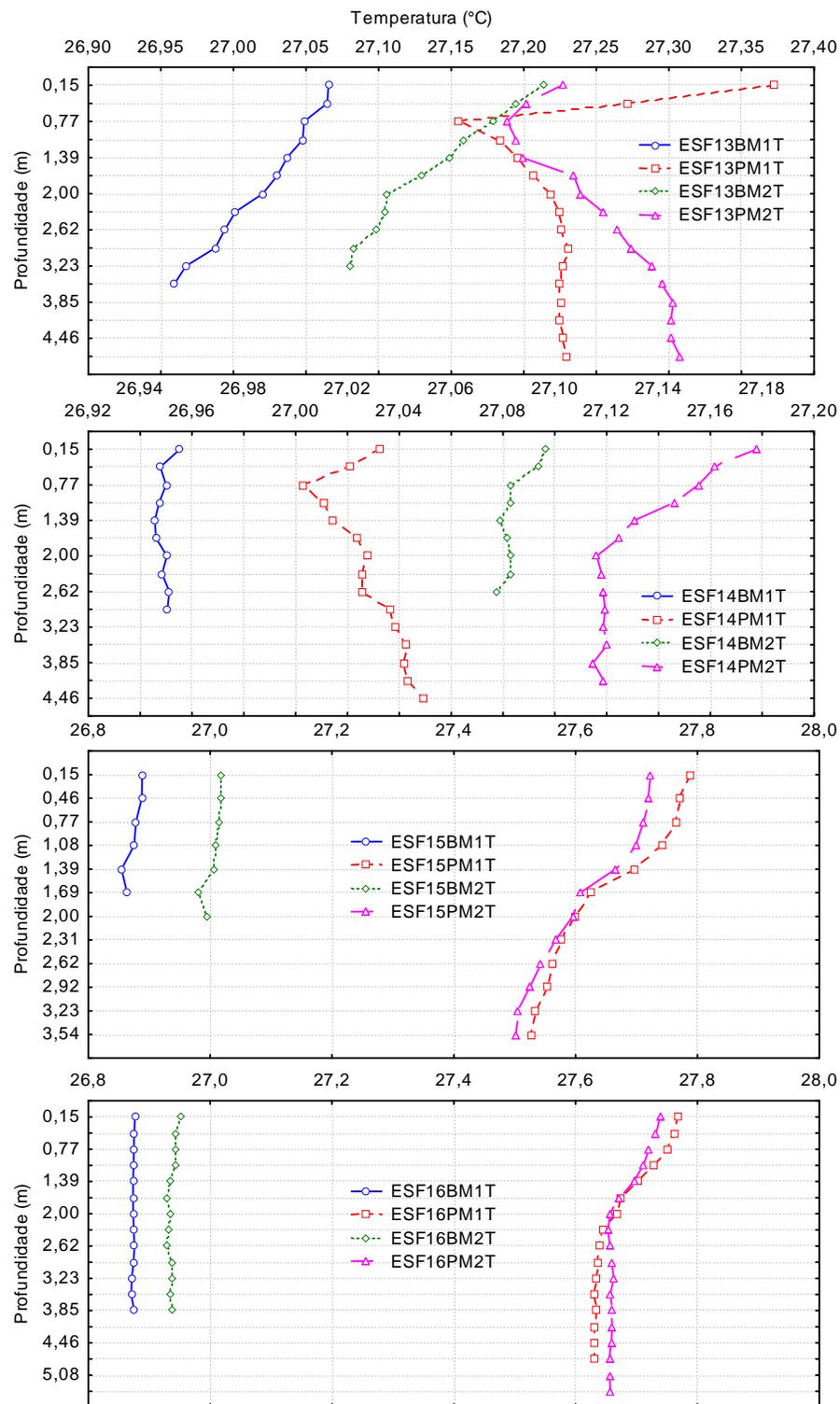


Figura 4.33 (continuação) – Perfis verticais da temperatura da água nas duas marés de baixamar (BM1 e BM2) e preamar (PM1 e PM2) durante a fase de lua cheia nas diferentes estações de monitoramento da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante as coletas de setembro-outubro/2013.

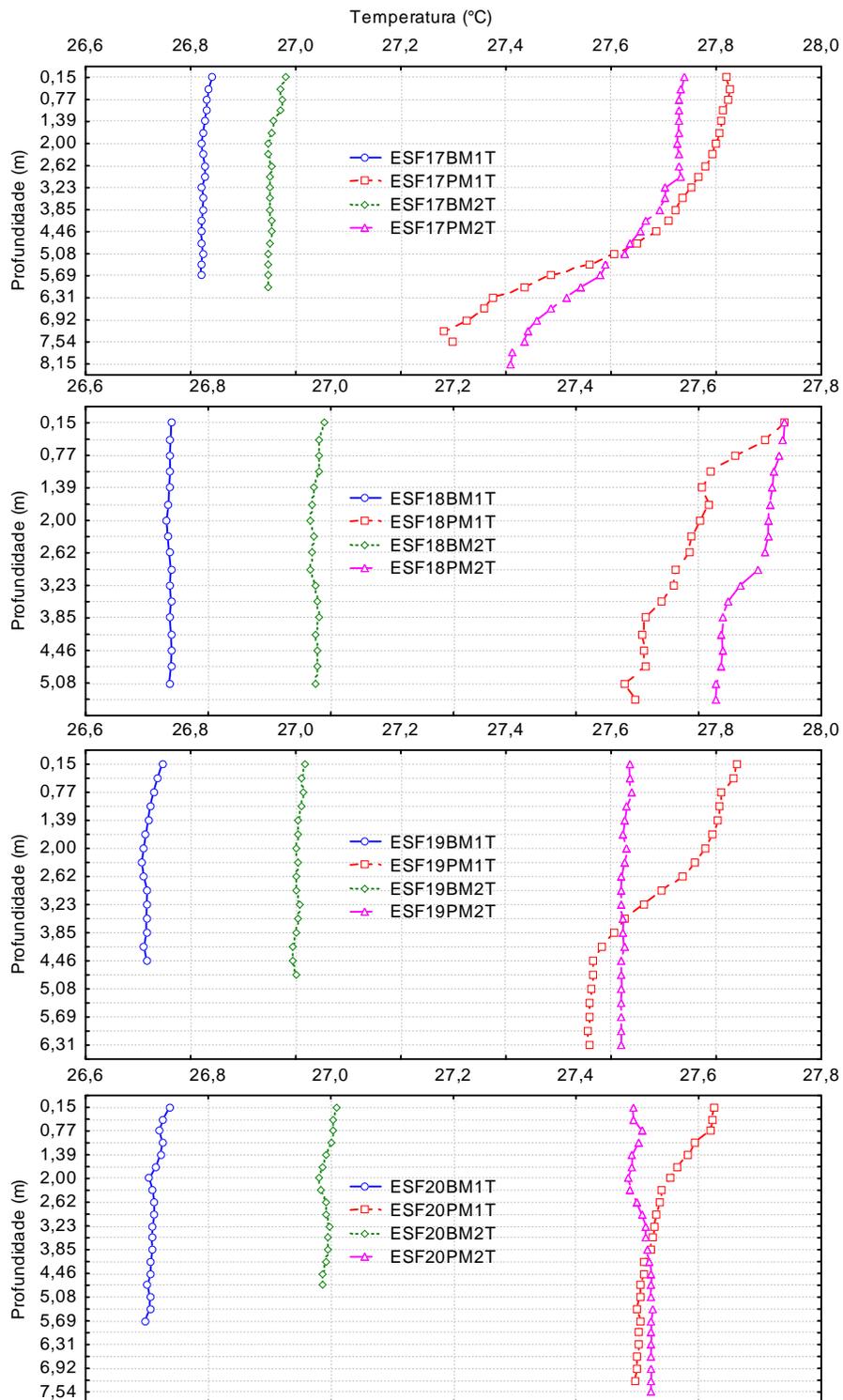


Figura 4.33 (continuação) – Perfis verticais da temperatura da água nas duas marés de baixamar (BM1 e BM2) e preamar (PM1 e PM2) durante a fase de lua cheia nas diferentes estações de monitoramento da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante as coletas de setembro-outubro/2013.

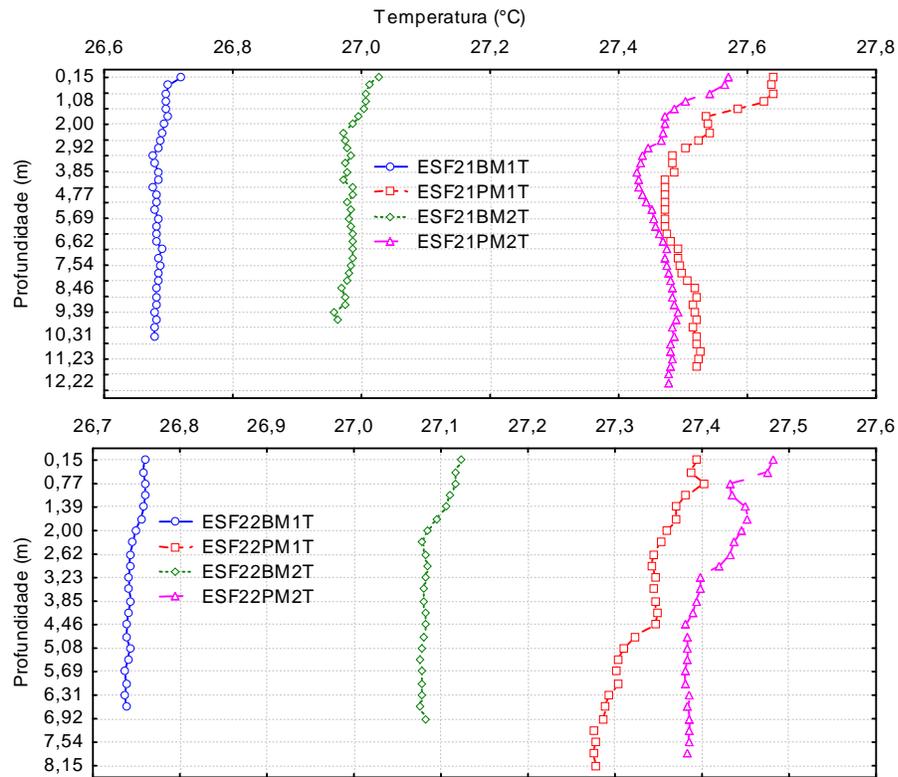


Figura 4.33 (continuação) – Perfis verticais da temperatura da água nas duas marés de baixamar (BM1 e BM2) e preamar (PM1 e PM2) durante a fase de Lua cheia nas diferentes estações de monitoramento da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante as coletas de setembro-outubro/2013.

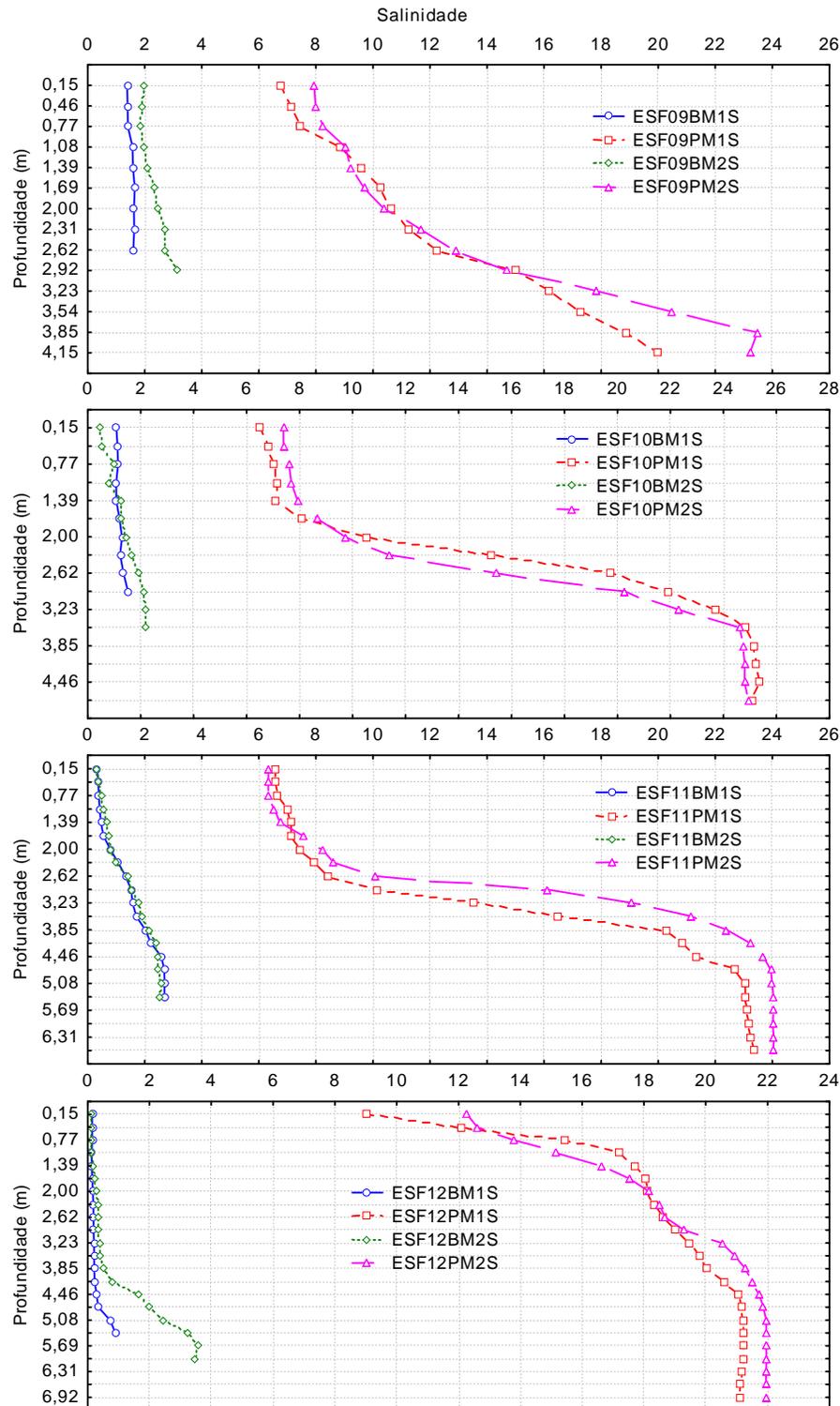


Figura 4.34 – Perfis verticais da salinidade da água nas duas marés de baixamar (BM1 e BM2) e preamar (PM1 e PM2) durante a fase de lua cheia nas diferentes estações de monitoramento da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante as coletas de setembro-outubro/2013.

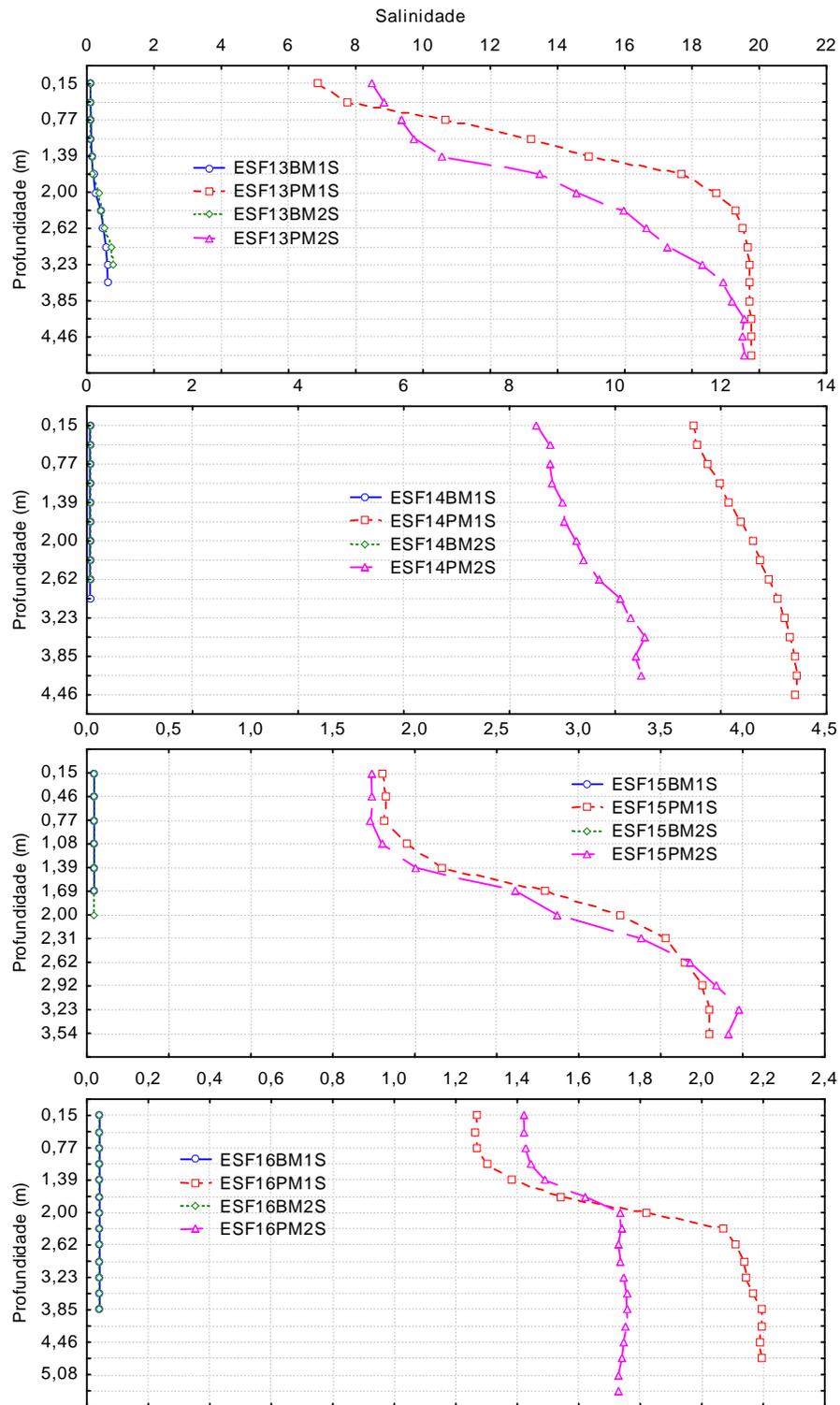


Figura 4.34 (continuação) – Perfis verticais da salinidade da água nas duas marés de baixamar (BM1 e BM2) e preamar (PM1 e PM2) durante a fase de lua cheia nas diferentes estações de monitoramento da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante as coletas de setembro-outubro/2013.

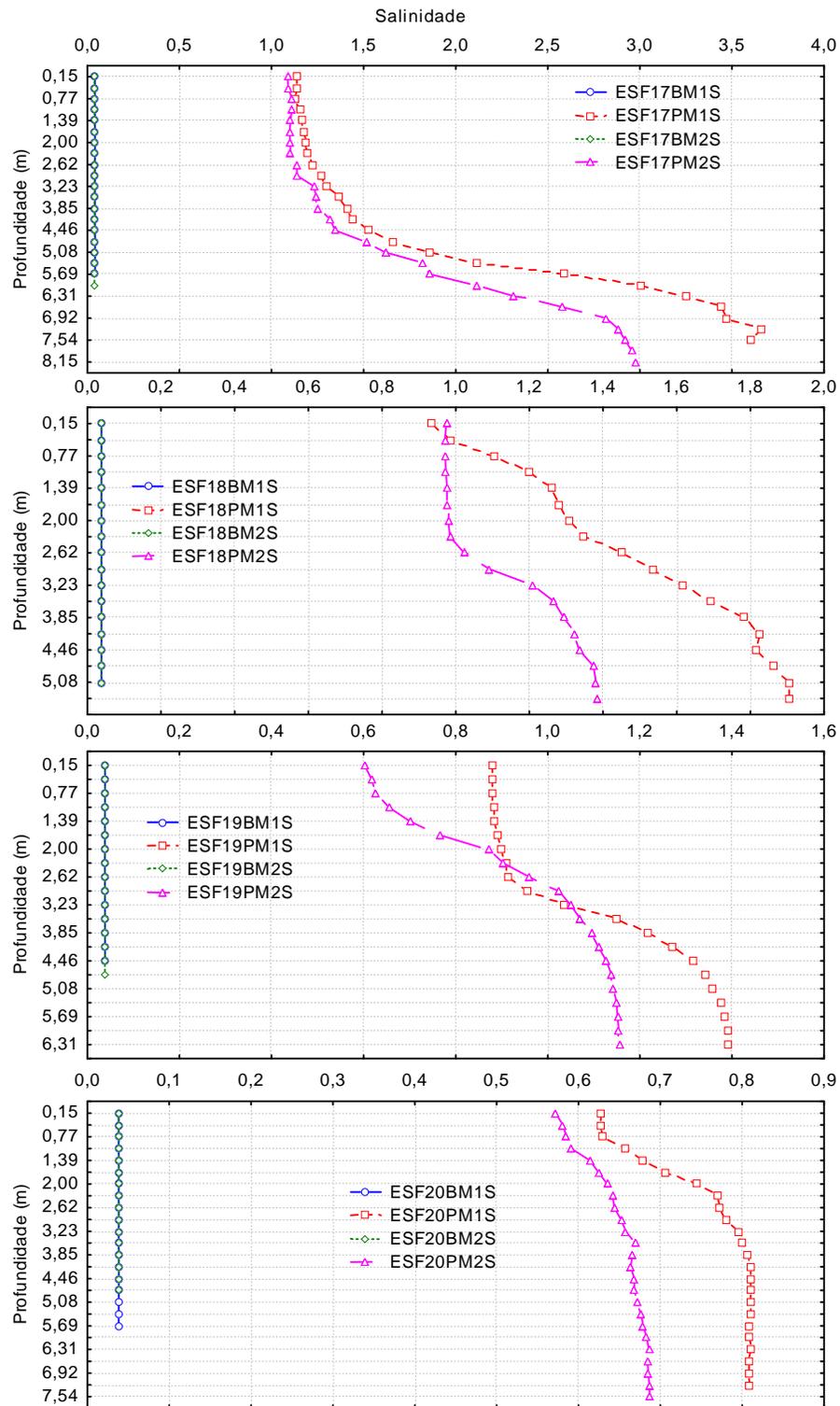


Figura 4.34 (continuação) – Perfis verticais da salinidade da água nas duas marés de baixamar (BM1 e BM2) e preamar (PM1 e PM2) durante a fase de lua cheia nas diferentes estações de monitoramento da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante as coletas de setembro-outubro/2013.

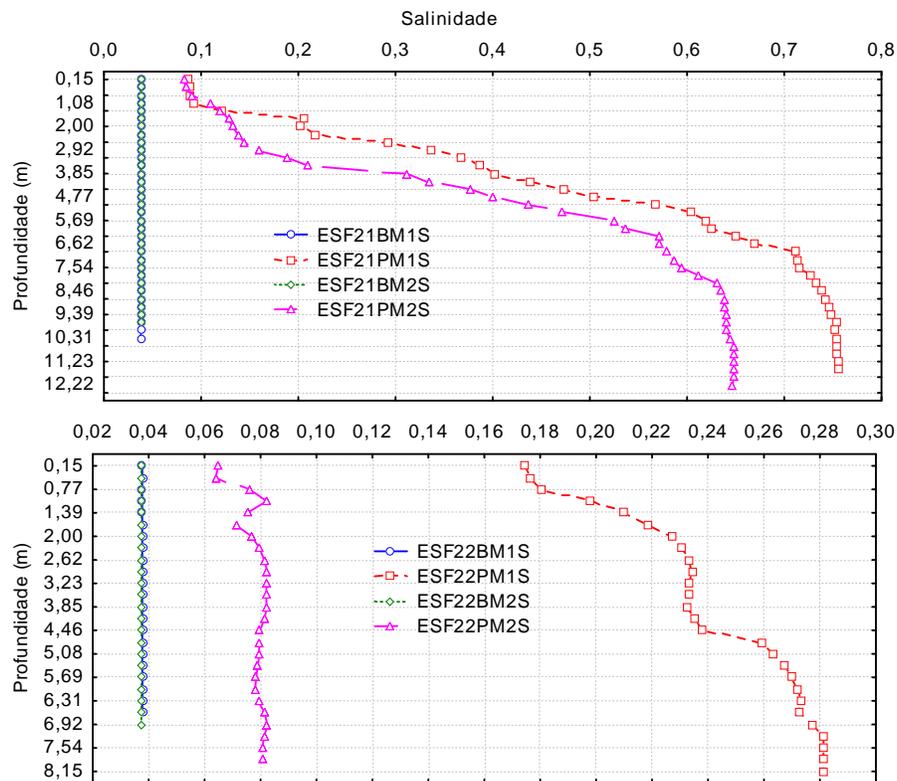


Figura 4.34 (continuação) – Perfis verticais da salinidade da água nas duas marés de baixamar (BM1 e BM2) e preamar (PM1 e PM2) durante a fase de lua cheia nas diferentes estações de monitoramento da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante as coletas de setembro-outubro/2013.

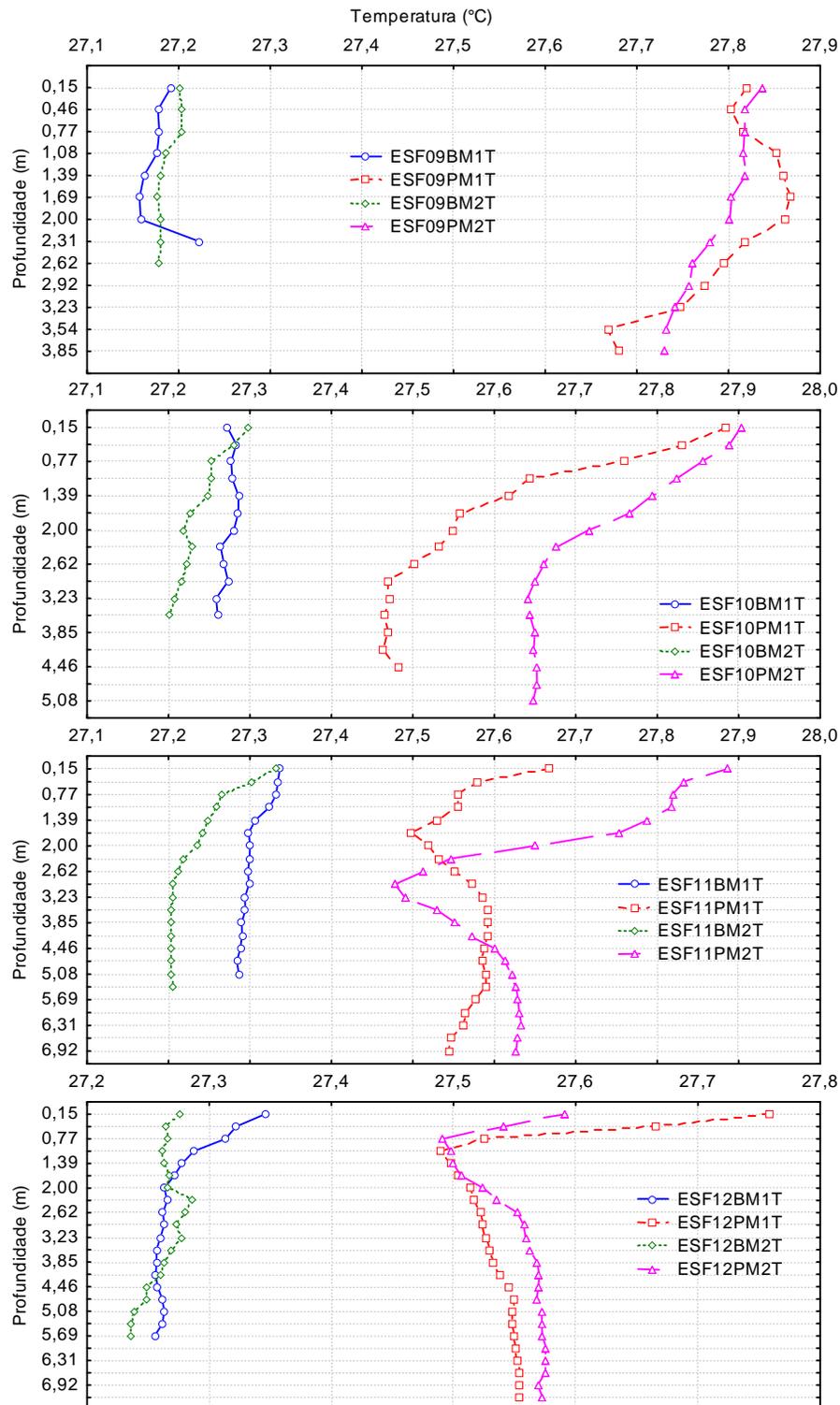


Figura 4.35 – Perfis verticais da temperatura da água nas duas marés de baixamar (BM1 e BM2) e preamar (PM1 e PM2) durante a fase de lua nova nas diferentes estações de monitoramento da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante as coletas de setembro-outubro/2013.

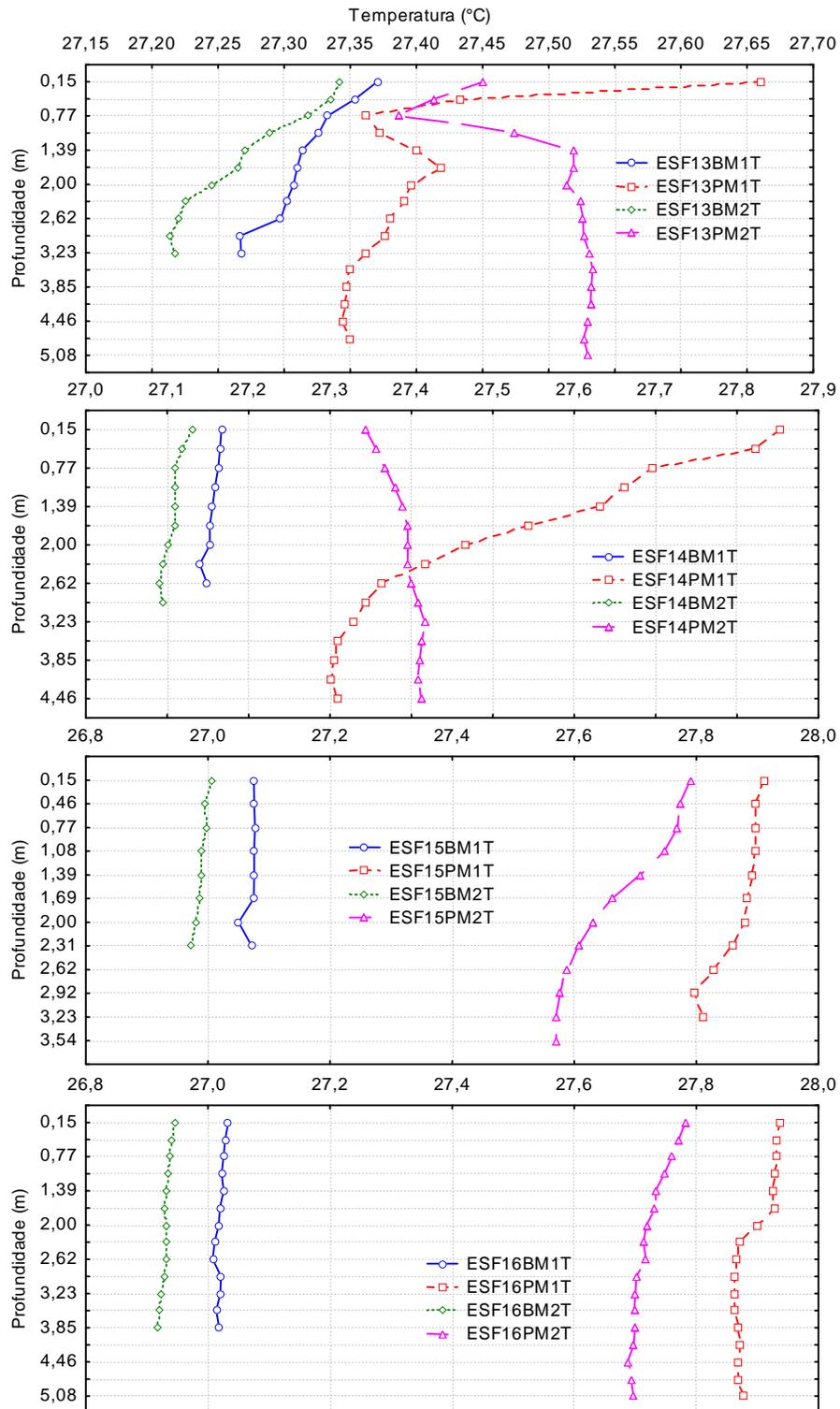


Figura 4.35 (continuação) – Perfis verticais da temperatura da água nas duas marés de baixamar (BM1 e BM2) e preamar (PM1 e PM2) durante a fase de lua nova nas diferentes estações de monitoramento da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante as coletas de setembro-outubro/2013.

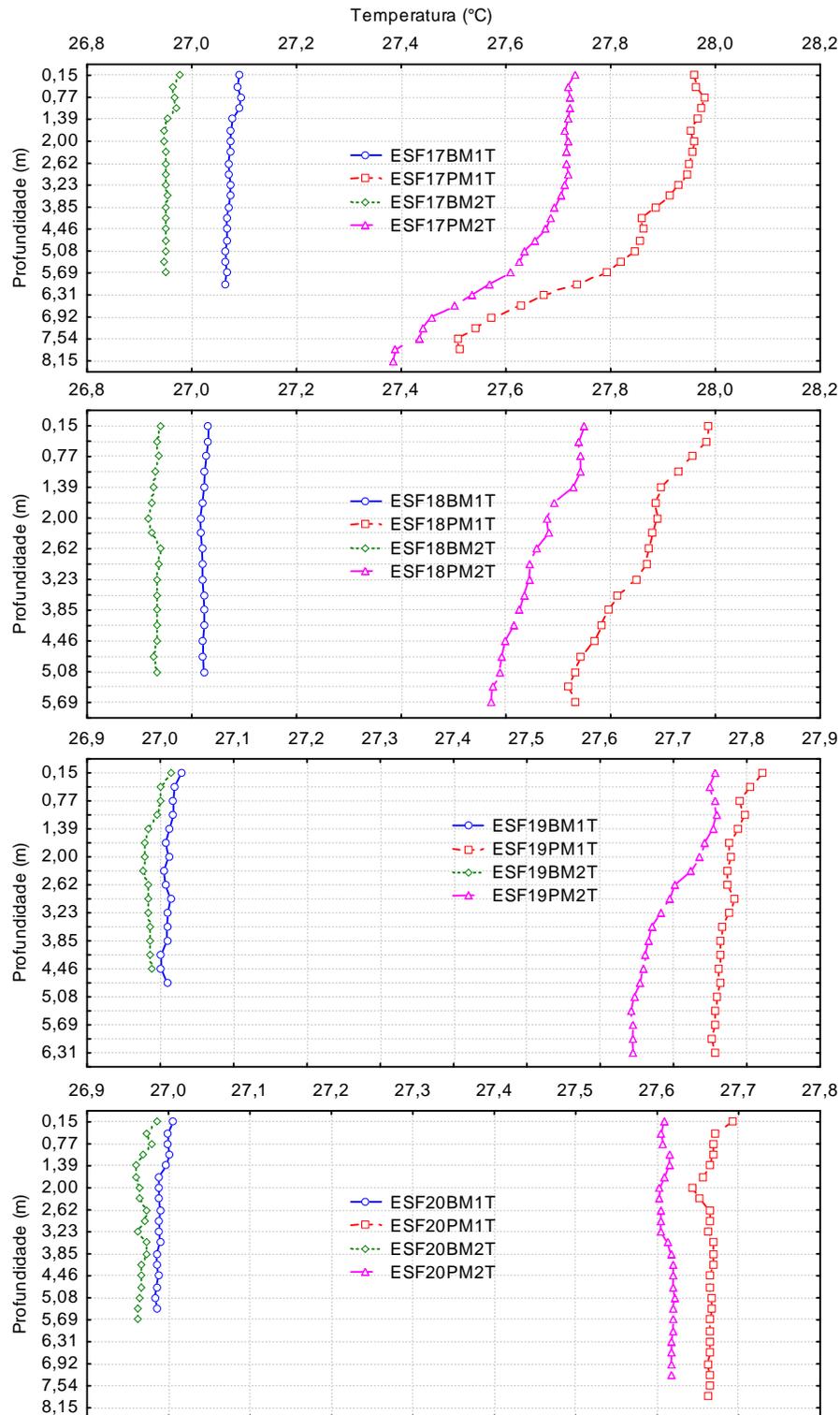


Figura 4.35 (continuação) – Perfis verticais da temperatura da água nas duas marés de baixamar (BM1 e BM2) e preamar (PM1 e PM2) durante a fase de lua nova nas diferentes estações de monitoramento da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante as coletas de setembro-outubro/2013.

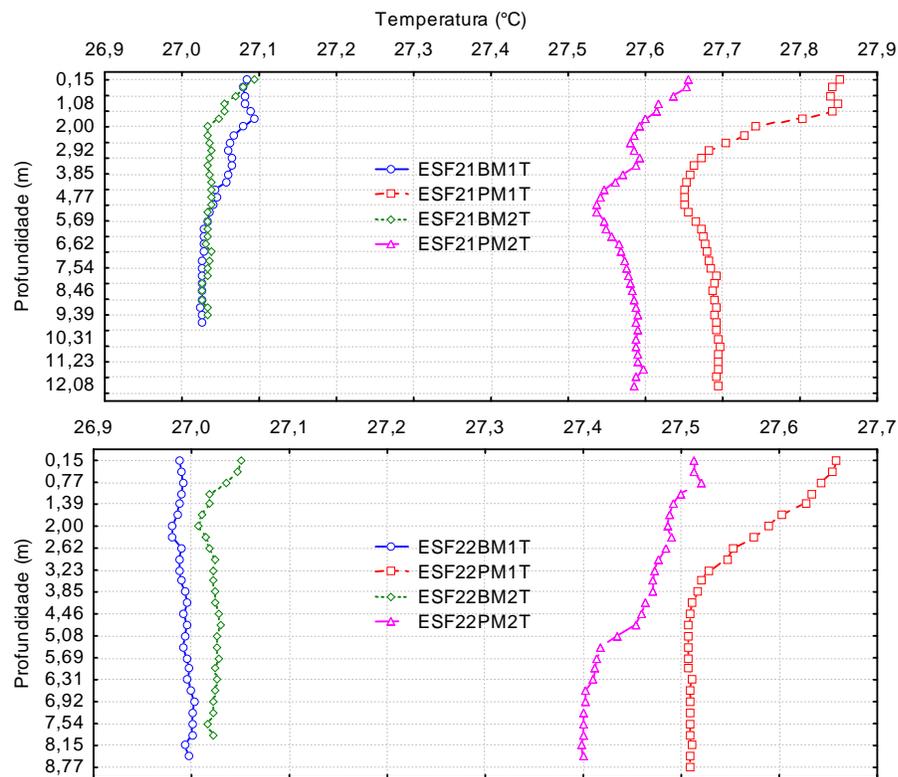


Figura 4.35 (continuação) – Perfis verticais da temperatura da água nas duas marés de baixamar (BM1 e BM2) e preamar (PM1 e PM2) durante a fase de lua nova nas diferentes estações de monitoramento da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante as coletas de setembro-outubro/2013.

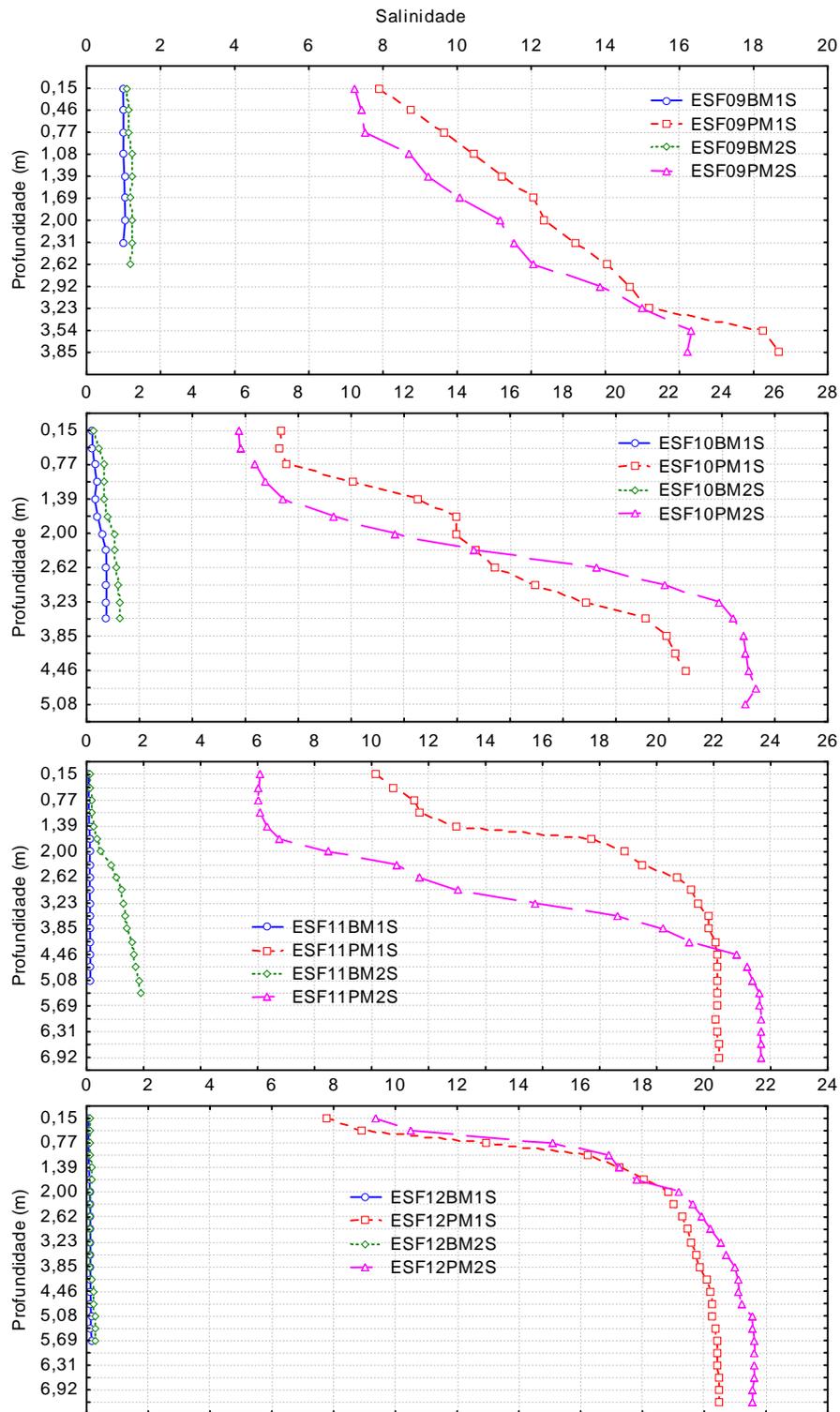


Figura 4.36 – Perfis verticais da salinidade da água nas duas marés de baixamar (BM1 e BM2) e preamar (PM1 e PM2) durante a fase de lua nova nas diferentes estações de monitoramento da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante as coletas de setembro-outubro/2013.

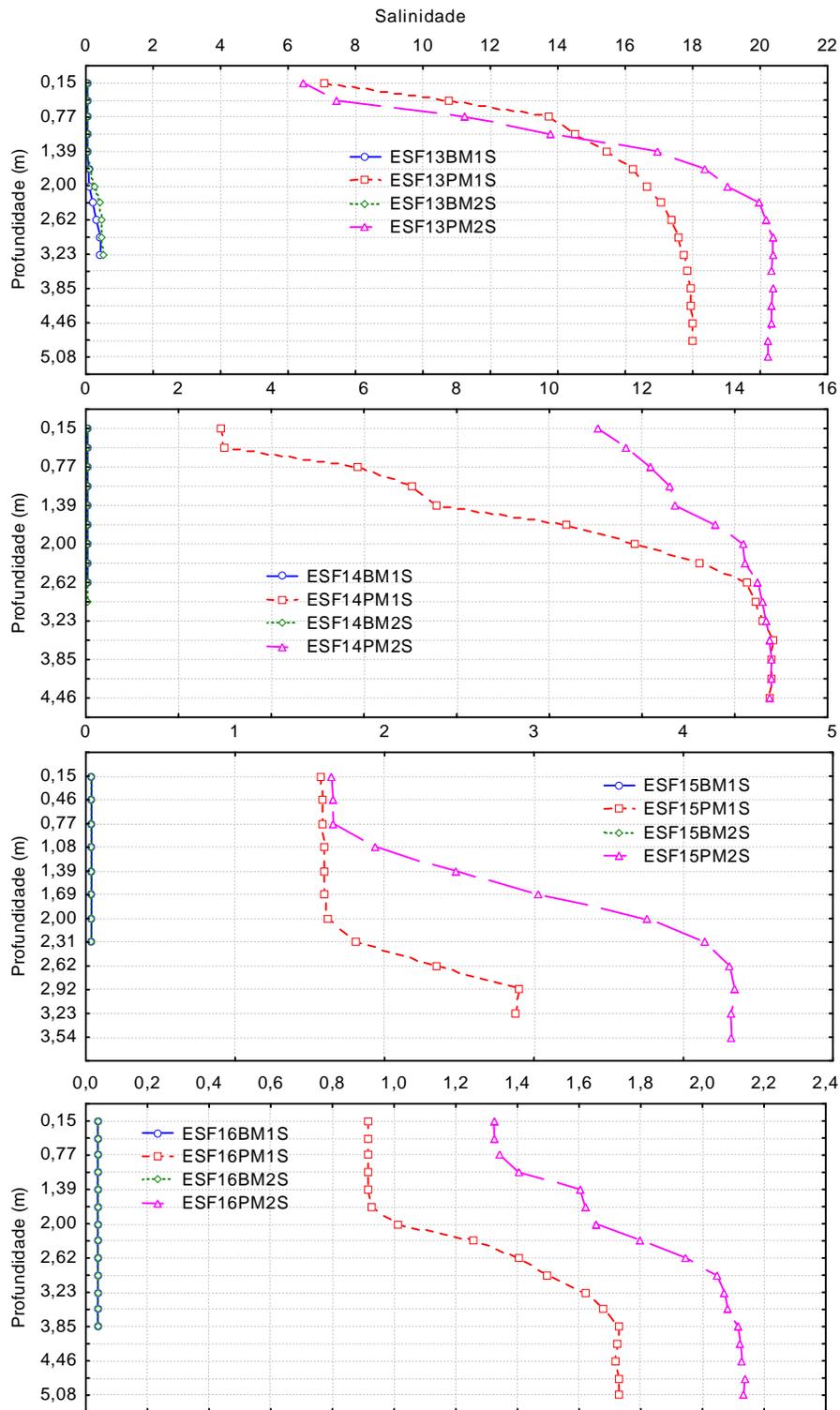


Figura 4.36 (continuação) – Perfis verticais da salinidade da água nas duas marés de baixamar (BM1 e BM2) e preamar (PM1 e PM2) durante a fase de lua nova nas diferentes estações de monitoramento da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante as coletas de setembro-outubro/2013.

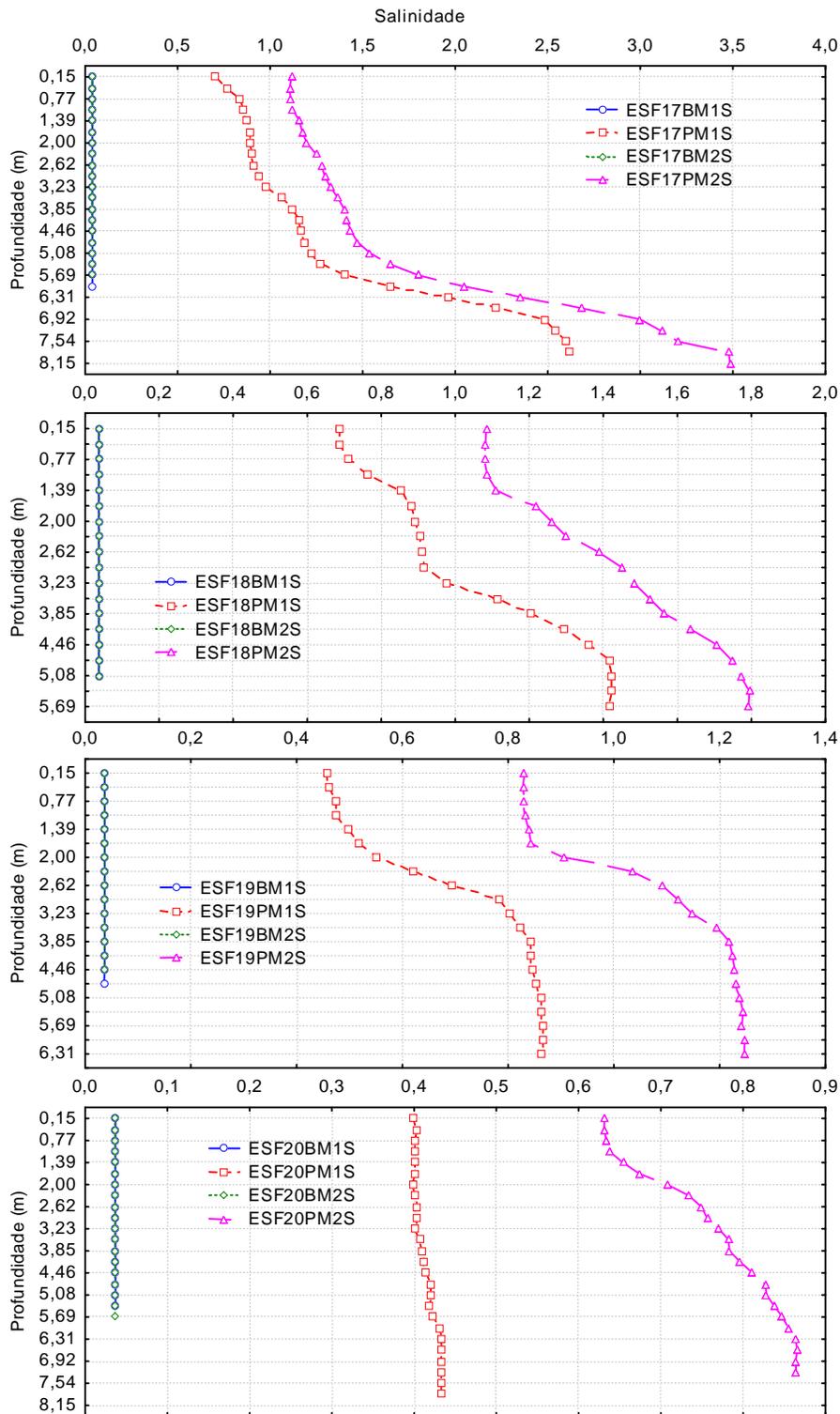


Figura 4.36 (continuação) – Perfis verticais da salinidade da água nas duas marés de baixamar (BM1 e BM2) e preamar (PM1 e PM2) durante a fase de lua nova nas diferentes estações de monitoramento da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante as coletas de setembro-outubro/2013.

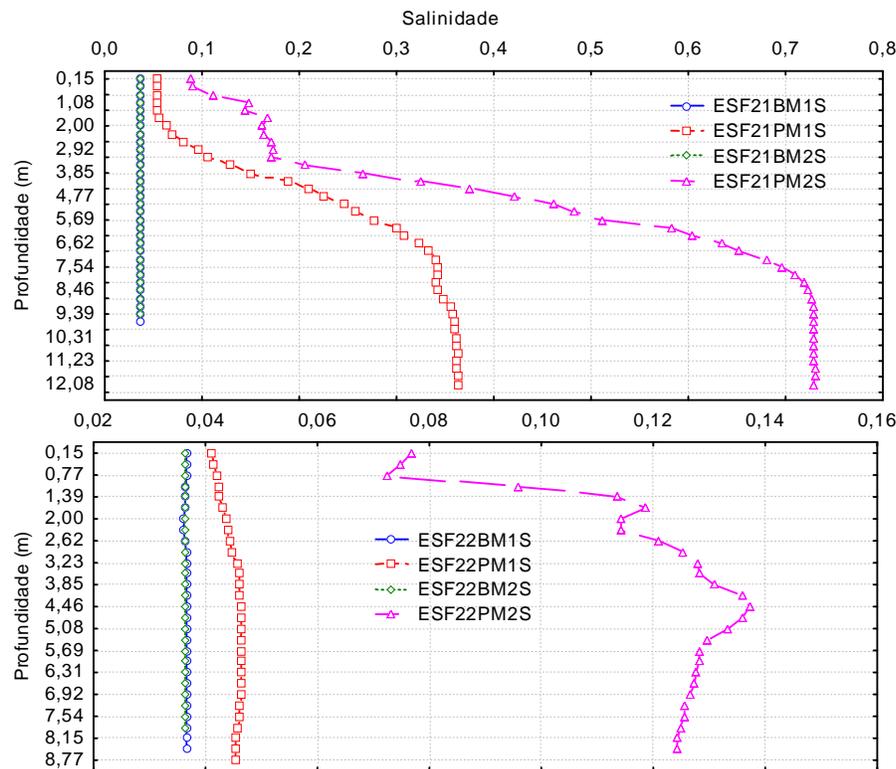


Figura 4.36 (continuação) – Perfis verticais da salinidade da água nas duas marés de baixamar (BM1 e BM2) e preamar (PM1 e PM2) durante a fase de lua nova nas diferentes estações de monitoramento da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante as coletas de setembro-outubro/2013.

A temperatura da água apresentou uma reduzida faixa de variação entre as profundidades e as estações ao longo das diferentes marés e fases da lua, com amplitudes semelhantes (1,1°C) na lua cheia (26,8 a 27,9°C) e na lua nova (26,9 a 28,0°C). Seus perfis foram predominantemente ortogradados nas marés de baixamar e com tendência clinograda nas marés de preamar em ambas as fases da lua. Diferenças nos valores de temperatura e grau clinogrado dos perfis entre as marés de baixamar e preamar apresentaram maior variação entre as horas do dia que entre as marés, com menores valores na baixamar matinal (linhas azul e verde nas Figuras 4.33 e 4.35) em todas as estações de amostragem e nas duas fases da lua.

A salinidade apresentou perfis da cunha salina acentuadamente clinogrados em todas as marés de preamar (linhas vermelha e roxa das Figuras 4.34 e 4.36), nas duas fases da lua, embora as faixas de variação tenham diferido ao longo das estações, com nítida redução

entre as estações extremas do trecho analisado (ESF 09 mais próxima à foz e ESF 22 a montante de Piaçabuçu). Os valores mais elevados de salinidade na fase de lua cheia, entre 26 e 14 foram registrados nas marés de preamar entre ESF 09 e ESF 14 (Figura 4.34), tendo variado entre 26 e 15 nas mesmas estações na fase de lua nova (Figura 4.36). Entre as estações ESF 15 e ESF 17, os valores foram inferiores a 4 em ambas as luas. No trecho entre as estações ESF 18 e ESF 22, os valores foram inferiores a 2 em ambas as luas (cheia e nova).

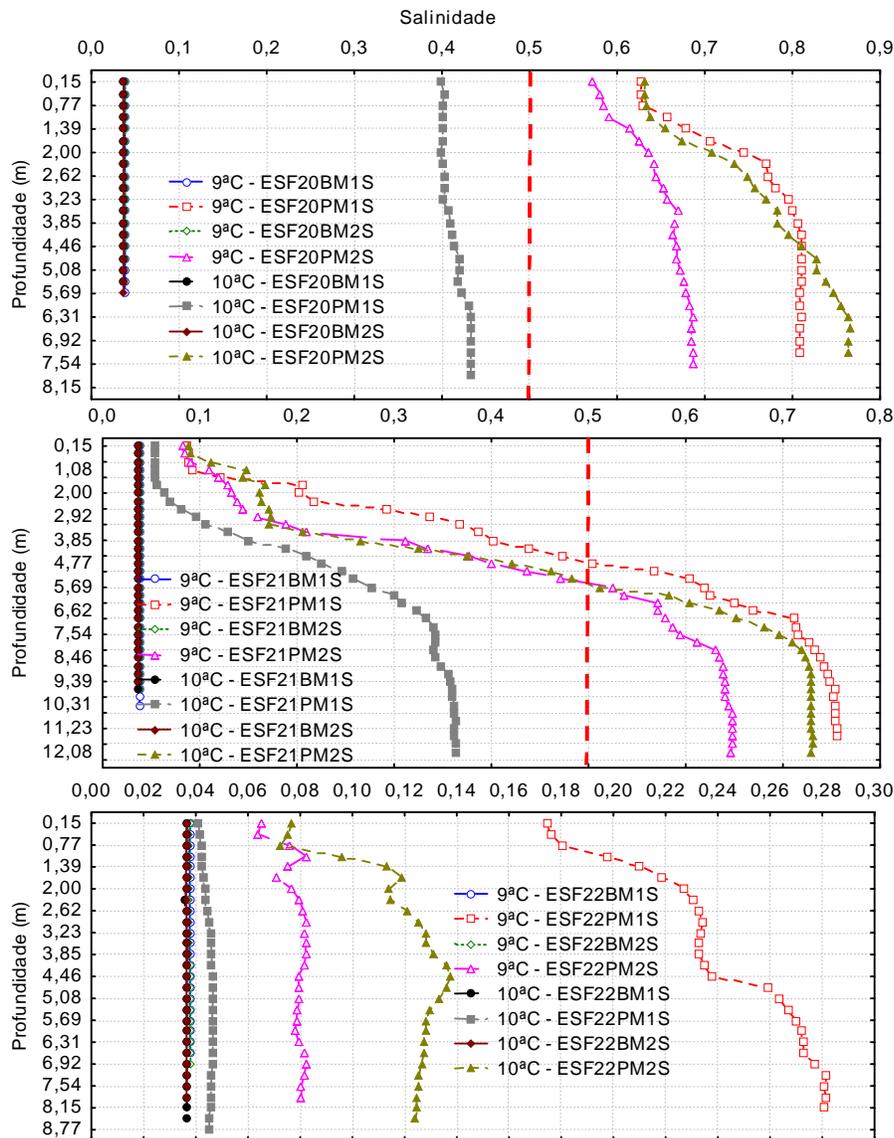


Figura 4.37 – Perfis verticais da salinidade da água nas duas marés de baixamar (BM1 e BM2) e preamar (PM1 e PM2) durante as fases de lua cheia (9ª. coleta) e nova (10ª. coleta) nas estações ESF 20, ESF 21 e ESF 22 de monitoramento da cunha salina da foz do Rio São Francisco, localizadas respectivamente a jusante, à frente e a montante, da cidade de Piaçabuçu (AL), com dados relativos às coletas de setembro-outubro/2013.

A amplitude de maré na fase de lua cheia (2,0 a 2,1 m) foi ligeiramente superior àquela na lua nova (1,7 a 1,8 m), o que possivelmente contribuiu para um nível mais elevado de salinidade nas marés de preamar nas estações próximas à foz (ESF09 a ESF13), na lua cheia (variação entre 6 e 26, com amplitude média de 17,2) que na lua nova (variação entre 6 e 24, com amplitude média de 15,2) (Figuras 4.34 e 4.36). Apesar da vazão no baixo São Francisco ter sido ligeiramente inferior na lua nova (média de $1264 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$) que na lua cheia (média de $1286 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$), tal diferença não parece ter sido suficiente para influenciar valores mais elevados de salinidade durante a preamar na lua nova.

Considerando que a cidade de Piaçabuçu está localizada a cerca de 8 km da foz do rio São Francisco, a mesma se encontra na área de influência da cunha salina. Em função disto e da possibilidade de uso da água do rio para o abastecimento urbano ou outras atividades que necessitem água doce, a avaliação do comportamento da salinidade da água do rio próximo a esta cidade é relevante. A análise detalhada nas três estações de monitoramento localizadas próximo a esta cidade (ESF 20 a ESF 22) evidenciou uma redução longitudinal dos valores de salinidade entre elas (Figura 4.37), de um valor máximo de 0,86 no fundo em ESF20 e 0,75 no fundo em ESF21 em marés de preamar de ambas as luas, até valores médios e mais uniformes ao longo de toda a coluna d'água inferiores a 0,28 na maioria das marés em ESF 22. Entretanto, considerando o limite inferior de 0,5 para a salinidade de águas salobras, estabelecido pela Resolução no. 357/CONAMA, foram registradas salinidades superiores a este valor apenas nas preamares da lua cheia e numa preamar da lua nova, nas estações ESF 20, em todas as profundidades, e ESF 21 abaixo de 4,7 m (Figura 4,37). Já na estação ESF 22, localizada a montante de Piaçabuçu, todos os valores registrados ao longo da coluna d'água foram inferiores a 0,28.

4. MONITORAMENTO DE MACRÓFITAS AQUÁTICAS

5.1 METODOLOGIA

Os prados constantes na Tabela 5.1 tiveram seus limites georreferenciados com o objetivo de delimitação da área ocupada. O limite externo de cada banco (parte úmida) foi demarcado através de uma trilha levantada com GPS, mediante o deslocamento com uma embarcação ao longo da borda da área, e o limite externo (parte seca) através da reconstituição de imagem de satélite disponível no aplicativo GoogleEarth. Os limites de cada área coberta com macrófitas foram transformados em arquivo kml, a partir dos quais foi calculado o perímetro e a área respectiva empregando o aplicativo GE Path 1.4.6.

A quantificação da biomassa foi realizada através do uso de quadrados de 50 cm x 50 cm, escolhidos de forma aleatória e hierárquica, em triplicata em cada região amostrada, de acordo com o descrito em Pompêo e Moschini-Carlos (2003). As estações de monitoramento dos prados de macrófitas num total de três (3) foram apresentadas na Tabela 5.3. Todas as estações tiveram suas posições definitivas devidamente georreferenciadas, empregando-se um receptor GPS Garmin Etrex.

Tabela 5.1 - Localização dos prados para o Monitoramento de Macrófitas.

| Região de Ocorrência | Descrição | Coordenadas de Referência |
|----------------------|---|---------------------------------|
| IT PTL 01 | Meandro na margem esquerda do reservatório de Itaparica, próximo à cidade de Petrolândia – PE | 08°59'12.54"S 038°13'39.53"O |
| MO RM Inter | Porção intermediária do Rio Moxotó, estendendo-se 500 m a montante e a jusante da coordenada de referência | 09°17'41.91"S 038°11'22.22"O |
| MO RM Final (#) | Porção final do Rio Moxotó, na confluência com o reservatório da UHE Apolônio Sales, estendendo-se 500 m a montante e a jusante da coordenada de referência | 09°18'41.33"S 038°13'15.00"O |

(#) devido à ausência de bancos nesta área, foi levantada uma área a montante da ponte sobre o rio Moxotó.

A coleta de campo foi realizada no período de 26 a 27 de setembro de 2013.

5.2 RESULTADOS

Ficha de Monitoramento dos Pontos de Controle

A) Mapa de localização das áreas de monitoramento de macrófitas aquáticas

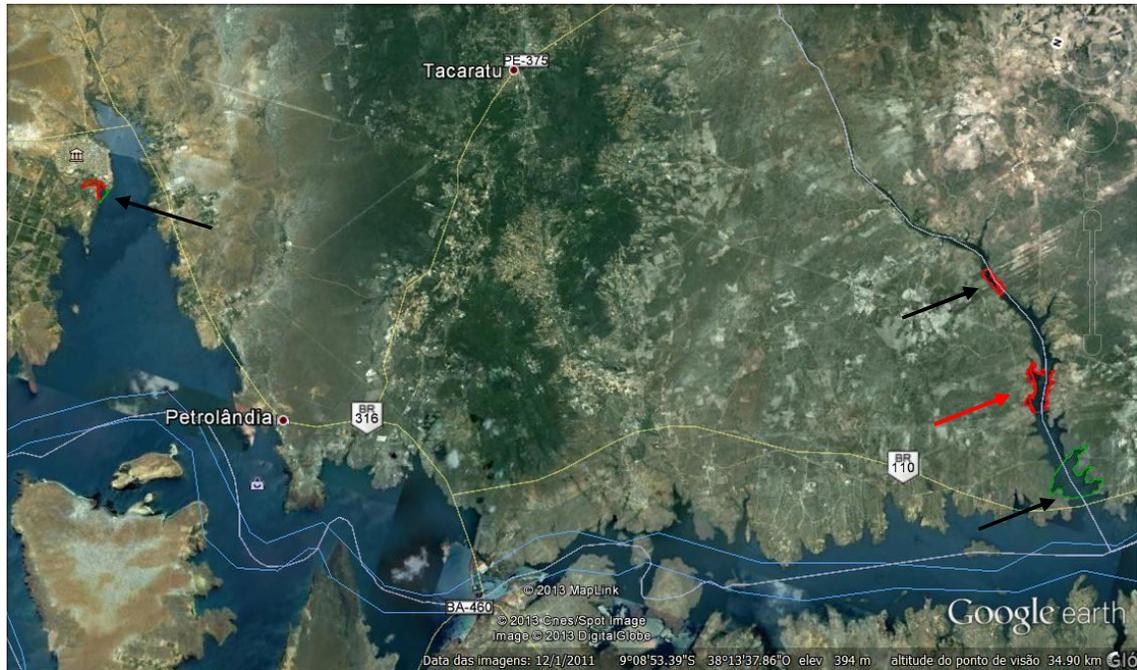


Figura 5.1 – Mapa de localização das áreas de monitoramento de macrófitas aquáticas. As setas pretas indicam as áreas de macrófitas aquáticas selecionadas preliminarmente e amostradas, com exceção daquela próxima à confluência do rio Moxotó com o corpo do reservatório, substituída pela área indicada pela seta vermelha.



Figura 5.2 – Delimitação do perímetro reconstituído da área IT PTL 01, coberta com macrófitas na região de Petrolândia (acima), indicando a delimitação da área pela CHESF (linha verde) e do perímetro (linha vermelha). A figura inferior indica o limite externo da área ocupada por vegetação submersa em setembro-outubro/2013 (linha vermelha), em relação a julho-agosto/2013 (linha verde) e agosto-setembro/2013 (linha amarela), com ligeira ampliação da área em relação ao último período.

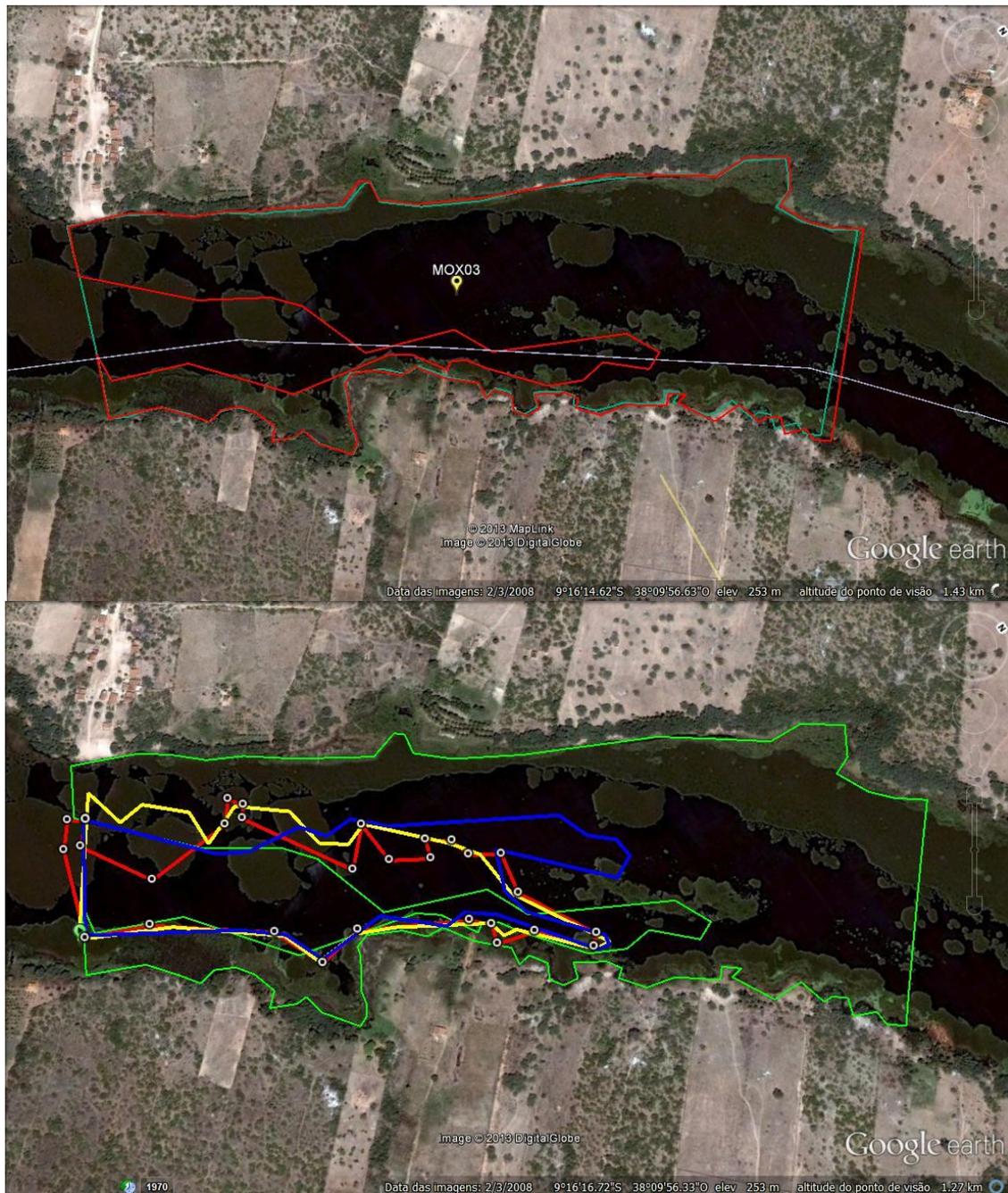


Figura 5.3 – Delimitação do perímetro reconstituído da área MO RM Inter, coberta com macrófitas na região de Moxotó (acima), indicando a delimitação da área pela CHESF (linha verde) e do perímetro (linha vermelha). A figura inferior indica o limite da área ocupada por macrófitas em setembro-outubro/2013 (linha vermelha) em relação a julho-agosto (linha azul) e agosto-setembro/2013 (linha amarela), com ligeiro aumento da área em relação ao último período.

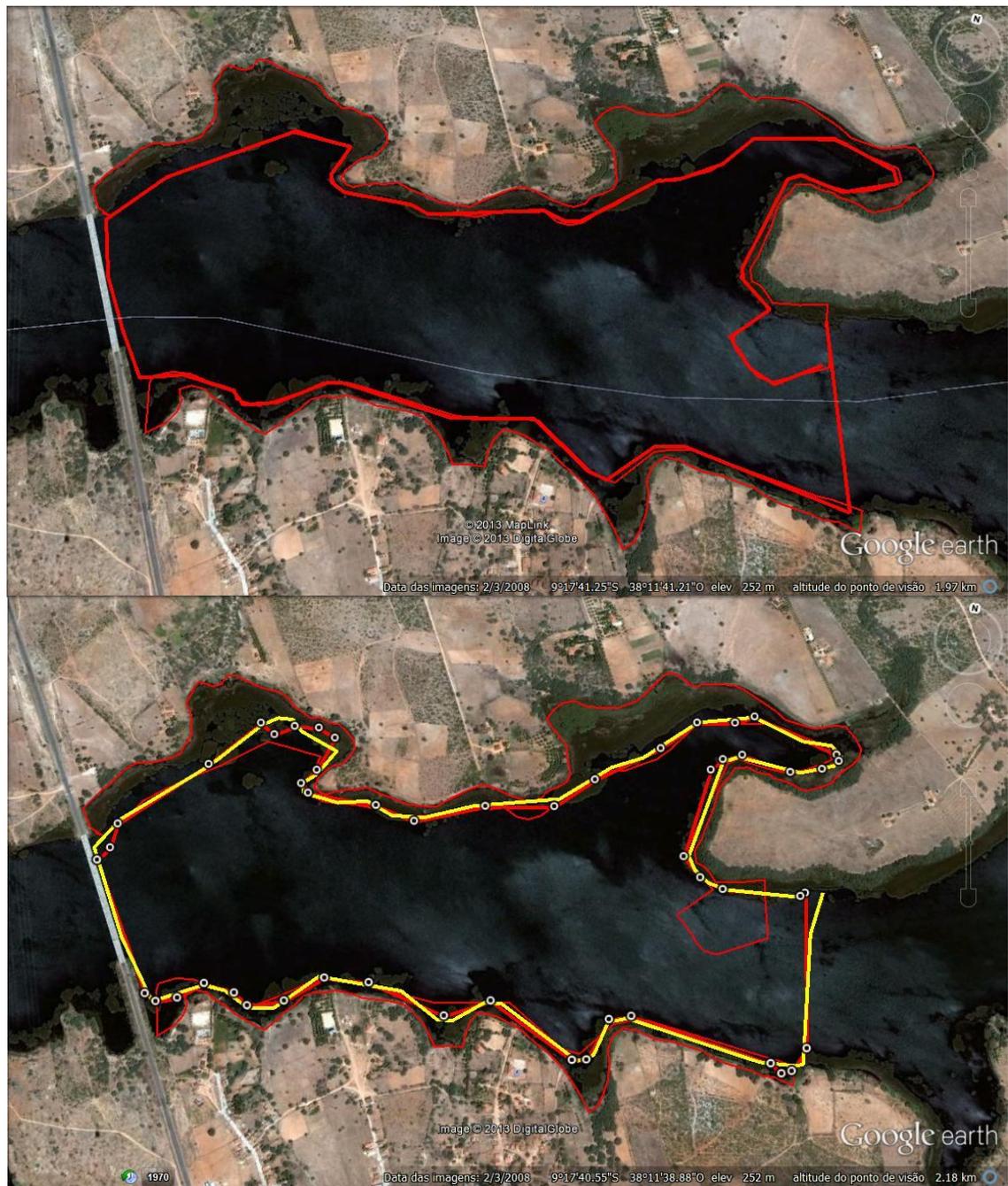


Figura 5.4 – Delimitação do perímetro reconstituído da área MO RM Final, coberta com macrófitas na região de Moxotó (acima), indicando a delimitação total da área (linha vermelha fina) e do perímetro livre de macrófitas (linha vermelha grossa) em maio-junho/2013. A figura inferior indica os limites da área ocupada com macrófitas nas coletas de setembro-outubro (linha vermelha grossa), em relação a agosto-setembro/2013 (linha amarela), sem alteração de área em relação a esse período.

B) Dados da coleta

Tabela 5.2 – Espécies de macrófitas aquáticas com ocorrência em cada região amostrada nos reservatórios de Itaparica e Moxotó. Em negrito, as espécies com ocorrência nos quadrados amostrados na campanha de setembro-outubro/2013.

| Espécie | Local | | |
|--|-------------|-----------|----------|
| | Petrolândia | MOX 03 | MOX 04 |
| <i>Acrostichum danaeifolium</i> | | X | |
| <i>Azolla spp.</i> | X | X | |
| <i>Ceratopteris pteridoides</i> | | X | |
| <i>Cyperus spp.</i> | | | X |
| <i>Egeria densa</i> | X | X | X |
| <i>Eichhornia crassipes</i> | X | X | X |
| <i>Hydrocotyle verticillata</i> | | X | |
| <i>Ipomea carnea</i> | | X | X |
| <i>Ludwigia leptocarpa</i> | X | X | X |
| <i>Oxicaryum spp.</i> | | X | X |
| <i>Panicum sp.</i> | X | | |
| <i>Paspalum repens</i> | | X | X |
| <i>Polygonum ferrugineum</i> | X | | |
| <i>Salvinia auriculata</i> | X | X | X |
| <i>Salvinia mínima</i> | | X | |
| <i>Typha domingensis</i> | | X | X |
| <i>Wolphia sp.</i> | | X | |
| Riqueza | 7 | 14 | 9 |

O Quadro 5.1 apresenta os dados de área de cobertura com macrófitas e estimativas de biomassa úmida e seca referentes às coletas de maio-junho, junho-julho, julho-agosto, agosto-setembro e setembro-outubro/2013. Estes resultados são apresentados detalhadamente para cada quadrado amostrado na coleta de setembro-outubro/2013 nas diferentes regiões nos Quadros 5.2 a 5.4.

As áreas de cobertura com macrófitas apresentaram pequena variação em relação à coleta anterior (agosto-setembro/2013). Em Petrolândia, foi constatado um incremento da área ocupada por macrófitas, em cerca de 6900 m², embora a fração ocupada pelos bancos de *Eichhornia crassipes* não tenha variado em relação ao período anterior (Figura 5.5). Este aumento de área se deveu à expansão em direção ao corpo do reservatório dos bancos submersos aflorados de *Egeria densa* (Figura 5.6). No presente período, a vazão afluente ao reservatório de Itaparica durante os dias de coleta (média de 1195 m³.s⁻¹), foi ligeiramente superior àquela durante os dias de amostragem de macrófitas em agosto-setembro/2013 (média de 1160 m³.s⁻¹). Apesar disso, não parece ter reprimido o continuado afloramento e adensamento dos estandes desta espécie no local, observado nos meses precedentes. Na região de MOX 04, não foi evidenciada alteração da área de cobertura, tendo sido

considerada a mesma área coberta da etapa anterior nas estimativas de biomassa (Figura 5.3). Na região de MOX 03, houve um incremento de aproximadamente 9700 m² na área ocupada pelos bancos de macrófitas, considerando a área monitorada nesta região do reservatório.

Quadro 5.1 – Dados da extensão de cada banco de macrófitas nas regiões amostradas e respectivas estimativas de biomassa úmida e seca total ao longo das coletas realizadas em maio-junho, junho-julho, julho-agosto, agosto-setembro e setembro-outubro/2013.

| Dados | Campanhas | | | | |
|-----------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| | maio-junho/2013 | junho-julho/2013 | julho-agosto/2013 | agosto-setembro/2013 | setembro-outubro/2013 |
| Data: | 01/06/2013 | 04/07/2013 | 30/07/2013 | 30/08/2013 | 26/09/2013 |
| Região: | IT PTL 01 |
| Hora: | 10:00 | 09:30 | 09:00 | 09:00 | 14:00 |
| Cond. Tempo: | boas | boas | boas | boas | boas |
| Perímetro banco (m): | 3212,13 | 3212,13 | 3212,13 | 3212,13 | 3295,03 |
| Extensão banco (m ²): | 121575,3 | 121575,3 | 121575,3 | 121575,3 | 128452,3 |
| Biomassa úmida estimada (ton): | 2075 | 2330 | 2010 | 2278 | 3089 |
| Biomassa seca estimada (ton): | 279 | 458 | 367 | 468 | 548 |
| Data: | 31/05/2013 | 03/07/2013 | 31/07/2013 | 31/08/2013 | 27/09/2013 |
| Região: | MO RM Final (direita) |
| Hora: | 12:30 | 11:30 | 12:00 | 08:00 | 09:00 |
| Cond. Tempo: | boas | boas | boas | boas | boas |
| Perímetro banco (m): | 6694,67 | 6694,67 | 6694,67 | 6694,67 | 6694,67 |
| Extensão banco (m ²): | 213670,83 | 213670,83 | 213670,83 | 213670,83 | 213670,83 |
| Biomassa úmida estimada (ton): | 10165 | 6137 | 3799 | 6414 | 5988 |
| Biomassa seca estimada (ton): | 1225 | 1414 | 546 | 1182 | 847 |
| w | | | | | |
| Data: | 31/05/2013 | 03/07/2013 | 31/07/2013 | 31/08/2013 | 27/09/2013 |
| Região: | MO RM Final (esquerda) |
| Hora: | 14:30 | 13:00 | 14:00 | 09:00 | 10:00 |
| Cond. Tempo: | boas | boas | boas | boas | boas |
| Perímetro banco (m): | 3550,3 | 3550,3 | 3550,3 | 3550,3 | 3550,3 |
| Extensão banco (m ²): | 62451,73 | 62451,73 | 62451,73 | 62451,73 | 62451,73 |
| Biomassa úmida estimada (ton): | 2971 | 1794 | 1110 | 1875 | 1750 |
| Biomassa seca estimada (ton): | 358 | 413 | 160 | 345 | 247 |
| Data: | 31/05/2013 | 03/07/2013 | 31/07/2013 | 31/08/2013 | 27/09/2013 |
| Região: | MO RM Inter |
| Hora: | 09:30 | 08:00 | 09:00 | 12:00 | 13:00 |
| Cond. Tempo: | boas | boas | boas | boas | boas |
| Perímetro banco (m): | 4582,67 | 4582,67 | 4788,47 | 4788,47 | 5082,5 |
| Extensão banco (m ²): | 229804,4 | 229804,4 | 204915,39 | 204915,4 | 214578,4 |
| Biomassa úmida estimada (ton): | 7139 | 4557 | 5284 | 4338 | 7277 |
| Biomassa seca estimada (ton): | 792 | 567 | 1062 | 606 | 1019 |

Quadro 5.2 – Dados da composição e biomassa (g) das espécies de macrófitas nos quadrados amostrados na região de Petrolândia (IT PTL 01), na amostragem de setembro-outubro/2013.

| Quadrado 1 | Peso úmido | Peso seco |
|-------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Macrófitas | Amostra | Amostra |
| <i>Egeria densa</i> | 28 | 8 |
| <i>Azolla sp.</i> | 4000 | 727 |
| Biomassa (g) | 4028 | 735 |
| Quadrado 2 | Peso úmido | Peso seco |
| Macrófitas | Amostra | Amostra |
| <i>Azolla sp.</i> | 8 | 6 |
| <i>Egeria densa</i> | 4000 | 659 |
| <i>Eichhornia crassipes</i> | 4000 | 551 |
| Biomassa (g) | 8008 | 1216 |
| Quadrado 3 | Peso úmido | Peso seco |
| Macrófitas | Amostra | Amostra |
| <i>Egeria densa</i> | 6000 | 1247 |
| Biomassa (g) | 6000 | 1247 |
| Macrófitas | Peso úmido | Peso seco |
| Biomassa total | 18036 | 3198 |
| Desvio padrão | 1990 | 287 |
| % <i>Azolla sp.</i> | 0,2 | 0,4 |
| % <i>Egeria densa</i> | 78 | 82 |
| % <i>Eichhornia crassipes</i> | 22 | 17 |
| Macrófitas | Biomassa (g.m²) | Biomassa (g.m²) |
| | Peso úmido | Peso seco |
| Biomassa total | 24048,0 | 4263,7 |
| Desvio padrão | 7960,1 | 1147,1 |
| <i>Azolla sp.</i> | 48 | 19 |
| <i>Egeria densa</i> | 18667 | 3510 |
| <i>Eichhornia crassipes</i> | 5333 | 735 |

Quadro 5.3 – Dados da composição e biomassa (g) das espécies de macrófitas nos quadrados amostrados na região de Moxotó (MO RM Final – MOX 04), na amostragem de setembro-outubro/2013.

| Quadrado 1 | Peso úmido | Peso seco |
|-------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Macrófitas | Amostra | Amostra |
| <i>Egeria densa</i> | 2500 | 375 |
| <i>Eichhornia crassipes</i> | 5500 | 835 |
| <i>Oxycaryum sp.</i> | 493 | 93 |
| Biomassa (g) | 8493 | 1303 |
| Quadrado 2 | Peso úmido | Peso seco |
| Macrófitas | Amostra | Amostra |
| <i>Egeria densa</i> | 2500 | 315 |
| <i>Eichhornia crassipes</i> | 5500 | 696 |
| <i>Oxycaryum sp.</i> | 185 | 30 |
| <i>Salvinia auriculata</i> | 50 | 18 |
| Biomassa (g) | 8235 | 1059 |
| Quadrado 3 | Peso úmido | Peso seco |
| Macrófitas | Amostra | Amostra |
| <i>Egeria densa</i> | 102 | 19 |
| <i>Eichhornia crassipes</i> | 4000 | 563 |
| <i>Oxycaryum sp.</i> | 190 | 28 |
| Biomassa (g) | 4292 | 610 |
| Macrófitas | Peso úmido | Peso seco |
| Biomassa total | 21020,0 | 2971,4 |
| Desvio padrão | 2354,5 | 351,6 |
| % <i>Egeria densa</i> | 24,3 | 23,9 |
| % <i>Eichhornia crassipes</i> | 71,4 | 70,5 |
| % <i>Oxycaryum sp.</i> | 4,1 | 5,1 |
| % <i>Salvinia auriculata</i> | 0,2 | 0,6 |
| Macrófitas | Biomassa (g.m²) | Biomassa (g.m²) |
| | Peso úmido | Peso seco |
| Biomassa total | 28026,7 | 3961,8 |
| Desvio padrão | 9418,0 | 1406,6 |
| <i>Egeria densa</i> | 6802,7 | 945,4 |
| <i>Eichhornia crassipes</i> | 20000,0 | 2791,1 |
| <i>Oxycaryum sp.</i> | 1157,3 | 201,3 |
| <i>Salvinia auriculata</i> | 66,7 | 24,0 |

Quadro 5.4 – Dados da composição e biomassa (g) das espécies de macrófitas nos quadrados amostrados na região de Moxotó (MO RM Inter – MOX 03), na amostragem de setembro-outubro/2013.

| Quadrado 1 | Peso úmido | Peso seco |
|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Macrófitas | Amostra | Amostra |
| <i>Egeria densa</i> | 18 | 8 |
| <i>Eichhornia crassipes</i> | 7500 | 1145 |
| <i>Oxycaryum sp.</i> | 735 | 111 |
| <i>Salvinia auriculata</i> | 146 | 17 |
| Biomassa (g) | 8399 | 1281 |
| Quadrado 2 | Peso úmido | Peso seco |
| Macrófitas | Amostra | Amostra |
| <i>Egeria densa</i> | 108 | 18 |
| <i>Eichhornia crassipes</i> | 8000 | 1069 |
| <i>Oxycaryum sp.</i> | 130 | 21 |
| <i>Salvinia auriculata</i> | 319 | 38 |
| Biomassa (g) | 8557 | 1146 |
| Quadrado 3 | Peso úmido | Peso seco |
| Macrófitas | Amostra | Amostra |
| <i>Egeria densa</i> | 90 | 15 |
| <i>Eichhornia crassipes</i> | 8000 | 1033 |
| <i>Hydrocotyle verticillata</i> | 32 | 13 |
| <i>Oxycaryum sp.</i> | 144 | 23 |
| <i>Paspalum repens</i> | 44 | 21 |
| <i>Salvinia auriculata</i> | 170 | 29 |
| Biomassa (g) | 8480 | 1134 |
| Macrófitas | Peso úmido | Peso seco |
| Biomassa total | 25436 | 3561 |
| Desvio padrão | 79,0 | 81,6 |
| % <i>Egeria densa</i> | 0,8 | 1,2 |
| % <i>Eichhornia crassipes</i> | 92,4 | 91,2 |
| % <i>Hydrocotyle verticillata</i> | 0,1 | 0,4 |
| % <i>Oxycaryum sp.</i> | 4,0 | 4,4 |
| % <i>Paspalum repens</i> | 0,2 | 0,6 |
| % <i>Salvinia auriculata</i> | 2,5 | 2,3 |
| Macrófitas | Biomassa (g.m²) | Biomassa (g.m²) |
| | Peso úmido | Peso seco |
| Biomassa total | 33914,7 | 4748,2 |
| Desvio padrão | 316,0 | 326,4 |
| <i>Egeria densa</i> | 288 | 55 |
| <i>Eichhornia crassipes</i> | 31333 | 4330 |
| <i>Hydrocotyle verticillata</i> | 43 | 17 |
| <i>Oxycaryum sp.</i> | 1345 | 207 |
| <i>Paspalum repens</i> | 59 | 28 |
| <i>Salvinia auriculata</i> | 847 | 111 |

A assembleia de macrófitas aquáticas nas três regiões (bancos) amostrados não apresentou diferença em sua composição em relação aos períodos anteriores, tendo sido composta por dezessete táxons (Tabela 5.2), embora nas áreas amostradas no período tenha sido registrado apenas seis. Dentre elas, *Eichhornia crassipes* foi a dominante, sendo responsável por 22 a 92% da biomassa úmida. As regiões apresentaram riquezas distintas, com sete táxons em Petrolândia, catorze em Moxotó MOX 03 e nove em Moxotó MOX 04. Quanto à riqueza nos quadrados amostrados, Petrolândia apresentou 3 táxons, enquanto MOX 03 e MOX 04 apresentaram 6 e 4 táxons, respectivamente cada (Quadros 5.2 a 5.4).

A biomassa úmida variou entre as áreas, sendo de aproximadamente 24,0 kg.m² em Petrolândia, 33,9 kg.m² em MOX 03 e 28,0 kg.m² em MOX 04 (Quadros 5.2 a 5.4). Com base nestes valores, as estimativas para as biomassas vivas em cada área foram de 3.089 ton em Petrolândia, 7.739 ton em MOX 04 e 7.277 ton em MOX 03. Cabe ressaltar, entretanto, que na região de Canafístula (MOX 03 ou MOX RM Inter), a estimativa refere-se apenas à área do polígono delimitado pela CHESF, mas a mesma se estende a montante até acima da ponte no povoado de Volta do Moxotó.

Em relação à coleta anterior, as estimativas de biomassa úmida e seca indicam um aumento em Petrolândia (Quadro 5.1), de respectivamente 27% e 17%, podendo ser atribuída ao incremento de 5% na área, bem como ao adensamento das espécies flutuantes, em razão da redução da participação de *E. crassipes* e aumento da participação dos bancos de *Egeria*, cujo adensamento e envelhecimento pode também ter contribuído para os incrementos observados em suas biomassas (Quadros 5.1 e 5.2). Em MOX 04, foi constada uma redução da biomassa úmida (16%) e seca (29%), que podem estar relacionadas ao estado fenológico das diferentes plantas e/ou à redução da participação de algumas espécies neste local (Quadros 5.1 e 5.3). A exemplo do que foi observado anteriormente, tais diferenças refletem etapas distintas no desenvolvimento de cada espécie, aspectos fenológicos ou senescência. Em MOX 03, foi registrado aumento nas estimativas de biomassa úmida (67%) e seca (68%) (Quadros 5.1 e 5.4).



Figura 5.5 – Vistas do meandro da estação IT PTL 01, no reservatório de Itaparica, em Petrolândia (PE). Nas imagens superiores, limite de ocupação dos bancos de *Eichhornia crassipes*, evidenciando o afloramento dos bancos imersos de *Egeria densa* (imagens do meio), cuja exposição está associada ao rebaixamento do nível da água do reservatório (imagens inferiores).



Figura 5.6 – Vistas do meandro da estação IT PTL 01, no reservatório de Itaparica, em Petrolândia (PE). Nas imagens superiores, limite de ocupação dos bancos de *Eichhornia crassipes*, evidenciando o afloramento dos bancos imersos de *Egeria densa* (imagens do meio), cuja exposição está associada ao rebaixamento do nível da água do reservatório (imagens inferiores).

6. MONITORAMENTO DE PROCESSOS EROSIVOS

6.1 METODOLOGIA

O Programa de Controle e Monitoramento de Processos Erosivos objetiva monitorar alterações temporais e a evolução dos escorregamentos, desmoronamentos e erosão laminar nos pontos amostrais definidos, durante o período de redução da vazão do rio São Francisco.

Com base nos objetivos e nos estudos da área de abrangência, a metodologia foi concebida para ser executada em três etapas, executadas no período de 14 a 19 de outubro de 2013:

- Primeira Etapa

A primeira etapa foi dedicada à identificação das diversas situações em que se encontram as áreas objeto deste trabalho. Foi dada prioridade à coleta e análise das informações disponíveis para a área em estudo, como mapas, imagens e estudos semelhantes realizados em áreas de usinas hidrelétricas (UHE) em outras regiões submetidas a processos de degradação. Em seguida, a equipe da FADURPE realizou o reconhecimento das diferentes características morfológicas da área de análise, durante o qual foram observadas as condições das margens direita e esquerda do Rio São Francisco, nos trechos entre Sobradinho e Itaparica, e a jusante da UHE Xingó, onde foram implantadas as 8 (oito) estações de monitoramento.

Simultaneamente, foram efetuados trabalhos destinados à confirmação dos trechos para implantação das estações de monitoramento ao longo da área de análise, sendo: a) quatro estações entre Sobradinho e Itaparica, duas delas distribuídas na margem esquerda e duas na margem direita, e b) quatro estações localizadas no trecho a jusante da UHE Xingó, sendo duas na margem esquerda e duas na margem direita, (Figuras 6.1 e 6.2).

- Segunda Etapa

Esta etapa se constituiu na implantação das 08 (oito) estações de monitoramento. Todas as estações tiveram suas coordenadas obtidas a partir de receptores GPS de navegação. As informações foram armazenadas em um banco de dados geográfico. Para cada estação, foram adotados os seguintes procedimentos:

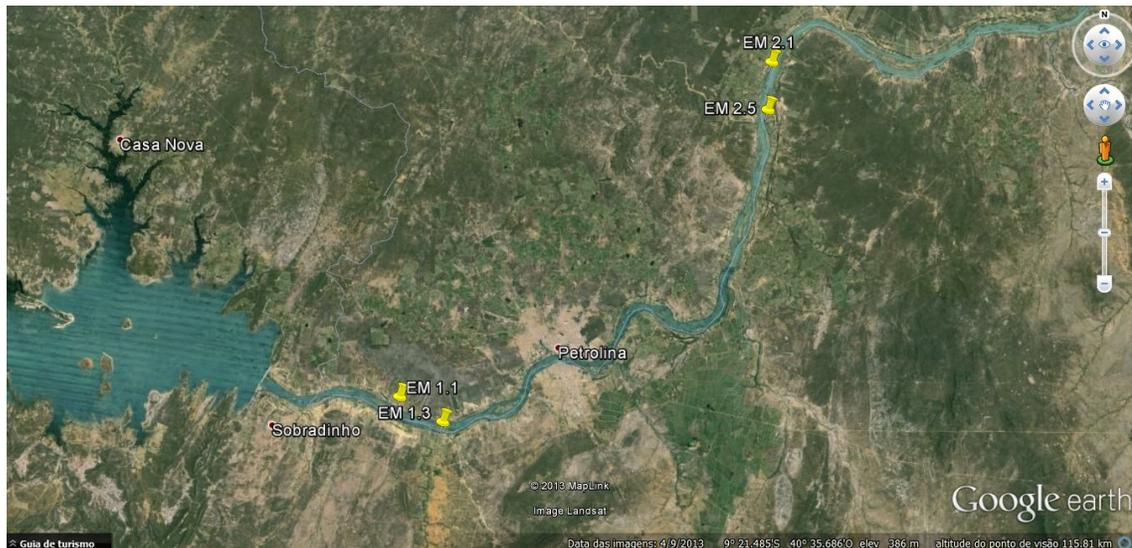


Figura 6.1 - Localização das estações de monitoramento ao longo do rio São Francisco, entre os reservatórios de Itaparica e Sobradinho.

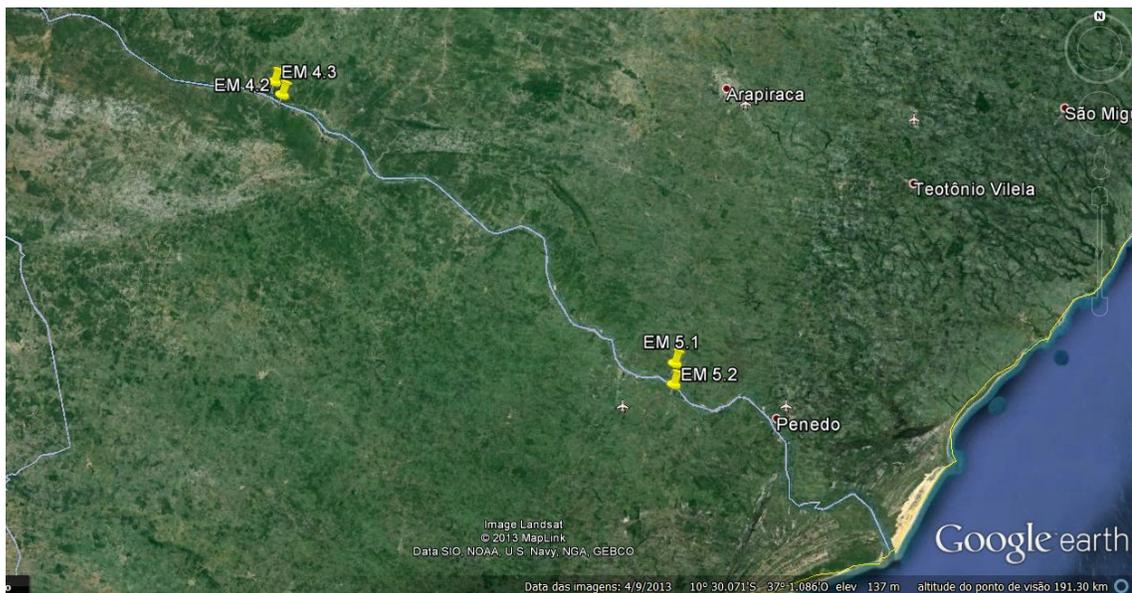


Figura 6.2 - Localização das estações de monitoramento ao longo do rio São Francisco, a jusante do reservatório de Xingó.

I. implantação de dois marcos de concreto (M1 e M2), totalmente enterrados, revestidos de tubo PVC de 3" (Figura 6.3), georreferenciados por GPS de Navegação, sistema UTM Sirgas 2000, servindo como apoio planimétrico e altimétrico (RN).

II. estabelecimento de uma distância de 30 m de M1 para M2, com sentido mais ou menos paralelo à margem do rio. Com o objetivo de facilitar a tomada de leitura no mesmo local nas próximas medições, os pontos foram materializados com hastes de ferro. formando uma malha retangular de 7,50 m por 5,00 m, cinco metros após a linha base M1 - M2, dando origem a cinco perfis a cada 7,50 m, denominados de EF1, EF1A, EF2, EF2B e EF3.

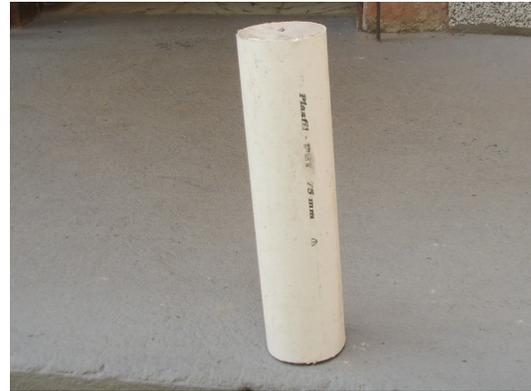


Figura 6.3 – Marcos de concreto utilizados na demarcação das áreas de monitoramento dos Processos Erosivos.



Figura 6.4 – Hastes de ferro utilizadas para facilitar as leituras em cada transecto por estação..

Os perfis têm como função principal permitir a comparação das leituras efetuadas em dois períodos distintos, ou seja, na primeira campanha e medições subsequentes, bem como identificar eventuais variações nas leituras, que venham a caracterizar e mensurar processos erosivos e ou assoreadores (Figura 6.5).

Foi também realizada a planialtimetria da escarpa (barranco) e a planimetria do limite do corpo d'água e da vegetação.

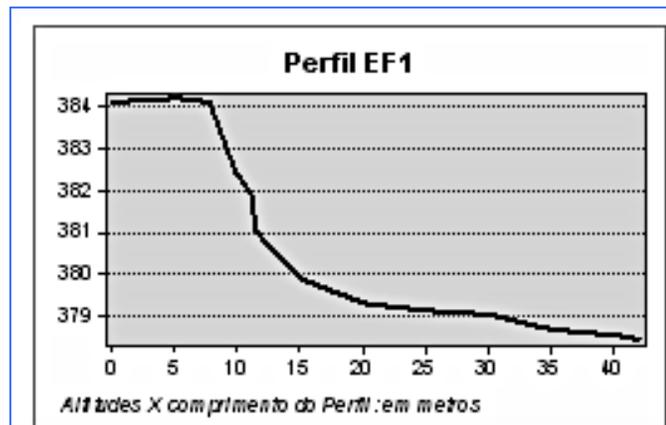


Figura 6.5 - Exemplo de perfil de seção de uma estação de monitoramento de processos erosivos.

III. Em cada estação de monitoramento, foram levantados pontos adicionais para a geração de um Modelo Digital do Terreno (MDT). Foram gerados, também, mapas de localização, que facilitarão o acesso e a análise espacial dos dados obtidos durante todo o monitoramento (Figura 6.6).

- Terceira Etapa

A terceira etapa corresponde ao monitoramento mensal dos processos erosivos. As áreas serão visitadas mensalmente para avaliação, coleta de dados e registro fotográfico. Em cada ocasião, será acompanhada sistematicamente a evolução dos escorregamentos/desmoronamentos/erosão laminar que porventura venham a ocorrer nas estações localizadas nos trechos definidos do Rio São Francisco. Em cada ocasião, são efetuados os seguintes procedimentos:

i. Formação de um banco de dados para armazenar as leituras e demais informações coletadas mensalmente, de modo a permitir a análise e avaliação das características e a evolução de cada ponto de monitoramento. Considerando a importância das chuvas na formação e evolução da erosão, dados coletados a partir de postos pluviométricos instalados na região, próximo aos pontos de monitoramento, poderão ser incluídos no processo de análise. Essa hipótese só será adotada quando a precipitação pluviométrica assim o justificar.

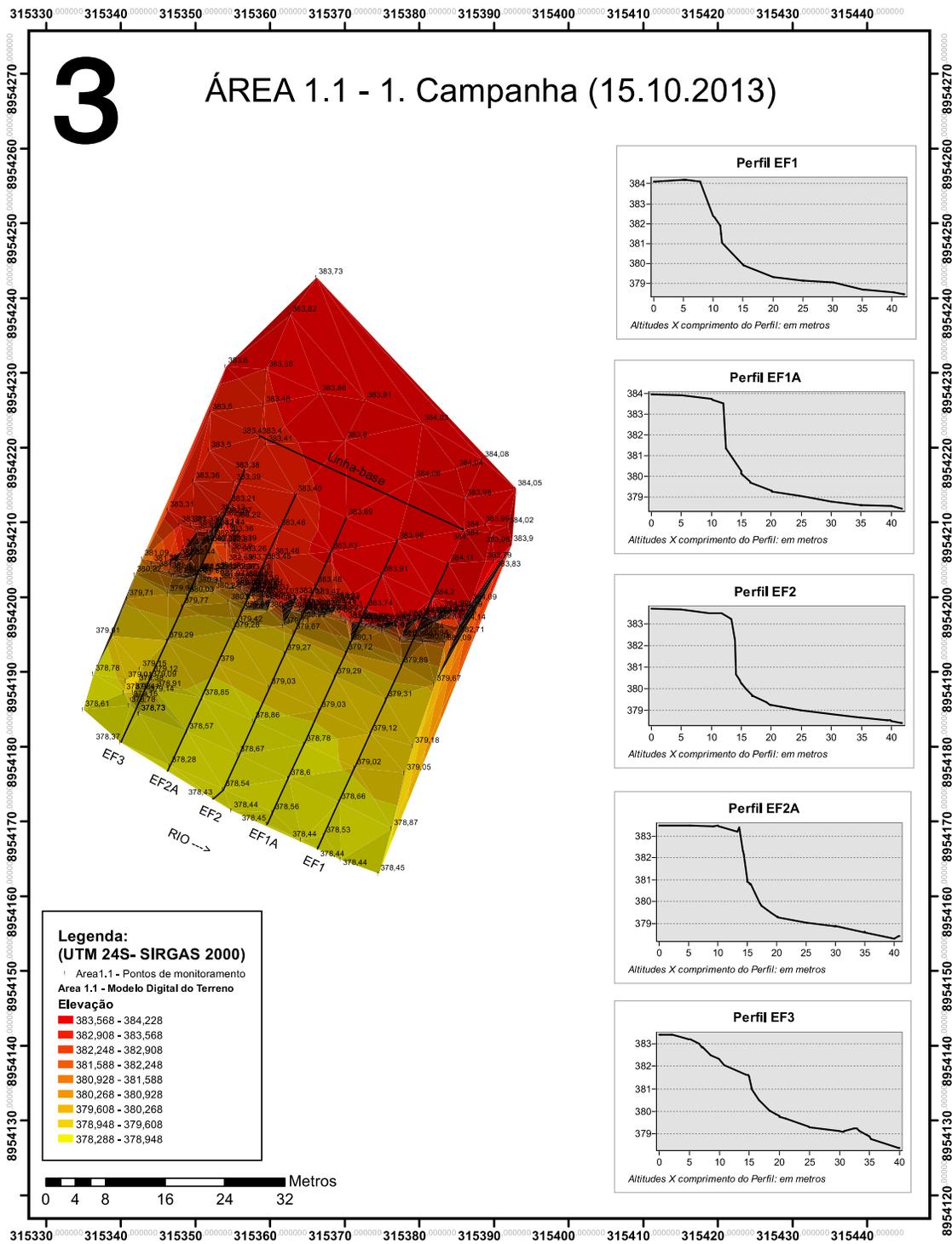


Figura 6.6 – Exemplo da representação do Modelo Digital do Terreno(MDT) e dos perfis transversais à margem do rio numa estação de monitoramento.

II. Trabalhos de campo – Todas as medições obedeceram ao referencial dos marcos M1 e M2, tanto para planimetria como para altimetria. Foram efetuadas as leituras dos cinco perfis (EF1, EF1A, EF2, EF2B e EF3), para obter a configuração do terreno no momento da leitura. A partir do segundo mês, serão efetuadas as análises comparativas dos cinco perfis, em relação ao período anterior, o que possibilitará definir as eventuais alterações sofridas pelo terreno no período monitorado.

III. Trabalhos de laboratório – O processamento dos dados de campo foi efetuado utilizando programas de topografia, CAD e GIS, com geração de mapas, gráficos, diagramas, desenhos planialtimétricos e Modelos Digitais do Terreno – MDTs.

6.1.1 EQUIPAMENTOS UTILIZADOS

Foram utilizados equipamentos de última geração, com a precisão adequada e maior autonomia de trabalho para o tipo de serviço proposto, caracterizados a seguir.

- **GPS de Navegação Garmim map 76Sx**

O GPS MAP 76 é um receptor GPS manual de 12 canais (Figura 6.7). Possui uma antena do tipo Quad Helix GPS embutida e nove botões acessíveis ao usuário.

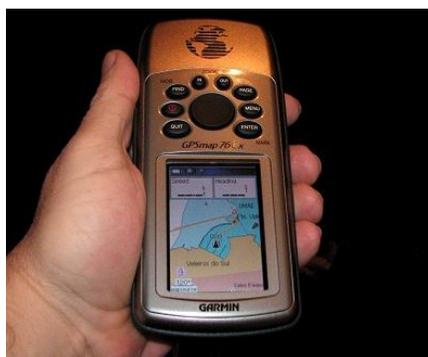


Figura 6.7 – GPS de Navegação Garmim map 76Sx utilizado na determinação das coordenadas de partida das estações de monitoramento.

- **Estação Total Pentax R425VN**

A Estação Total Pentax R425VN (Figura 6.8) é um instrumento indicado para trabalhos que

requerem alta precisão e confiabilidade. Possui precisão angular de 5 segundos e precisão linear de 2 mm + 2 ppm. Quanto às leituras, realiza leitura nominal de 1"; com prisma até 7000 m, com três prismas até 9.000 m, sem prisma até 400 m, com fita refletiva maior que 800 m e com mini prisma até 2000 m. Possui duplo compensador (horizontal e vertical) e memória interna para 45.000 pontos e gerenciamento de 50 obras.



Figura 6.8 –Estação Total Pentax R425VN: utilizada na determinação do plano cotado e dos perfis, bem como nas leituras resultantes do levantamento planialtimétrico.

6.1.2 REGISTRO FOTOGRÁFICO

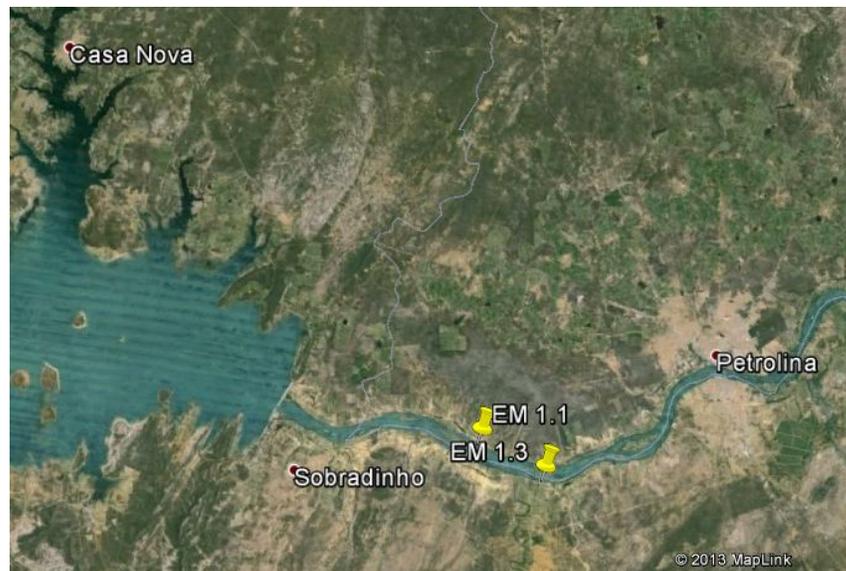
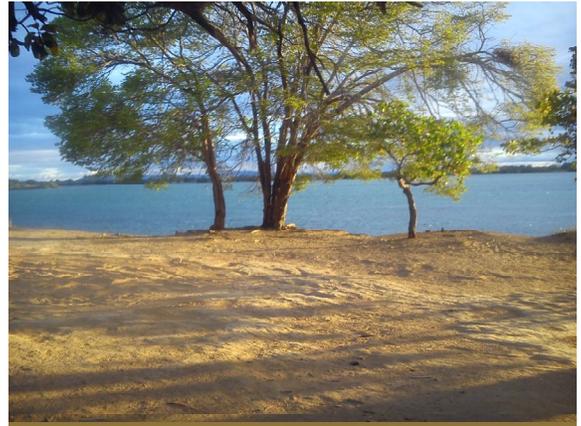


Figura 6.9 – Vistas das Estações de Monitoramento 1.1 (acima) e 1.3 (abaixo), bem como de sua localização na área monitorada (centro).



Figura 6.10 - Vistas das Estações de Monitoramento 2.1 (acima) e 2.5 (abaixo), bem como de sua localização na área monitorada (centro).



Figura 6.11 – Vistas das Estações de Monitoramento 4.2 (acima) e 4.3 (abaixo), bem como de sua localização na área monitorada (centro).

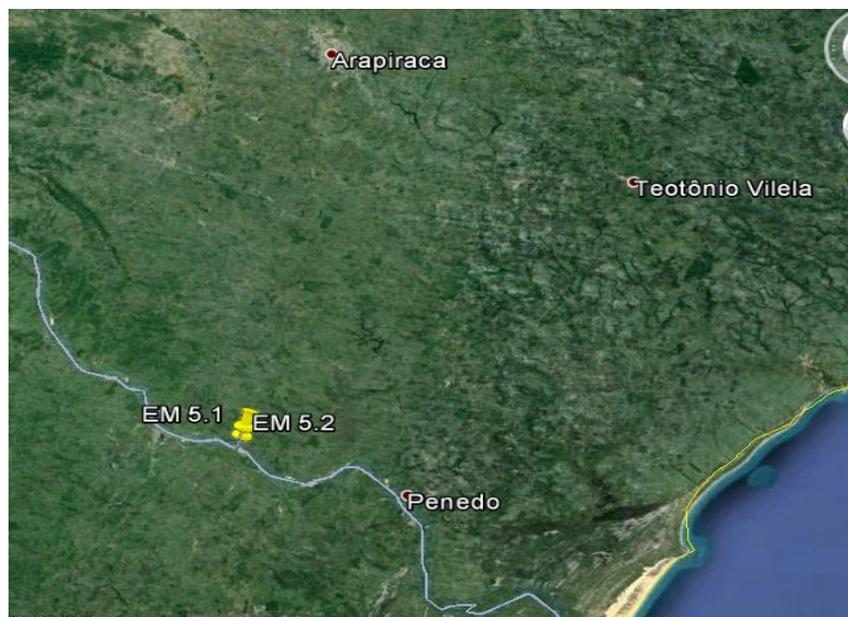


Figura 6.12 – Vistas das Estações de Monitoramento 5.1 (acima) e 5.2 (abaixo), bem como de sua localização na área monitorada (centro).

6.2 IMPLANTAÇÃO DAS ESTAÇÕES

A localização das estações seguiu as orientações da Chesf, considerando os resultados dos trabalhos anteriormente efetuados no trecho com os mesmos objetivos. As estações receberam as seguintes denominações:

a) quatro estações entre Sobradinho e Itaparica, sendo duas delas distribuídas na margem esquerda - EM 1.1 e EM 1.3 - e duas na margem direita - EM 1.1 e EM 2.5 -, e

b) quatro estações localizadas no trecho a jusante da UHE Xingó, sendo duas na margem esquerda - EM 4.2 e EM 5.2 - e duas na margem direita - EM 4.3 e 5.1.

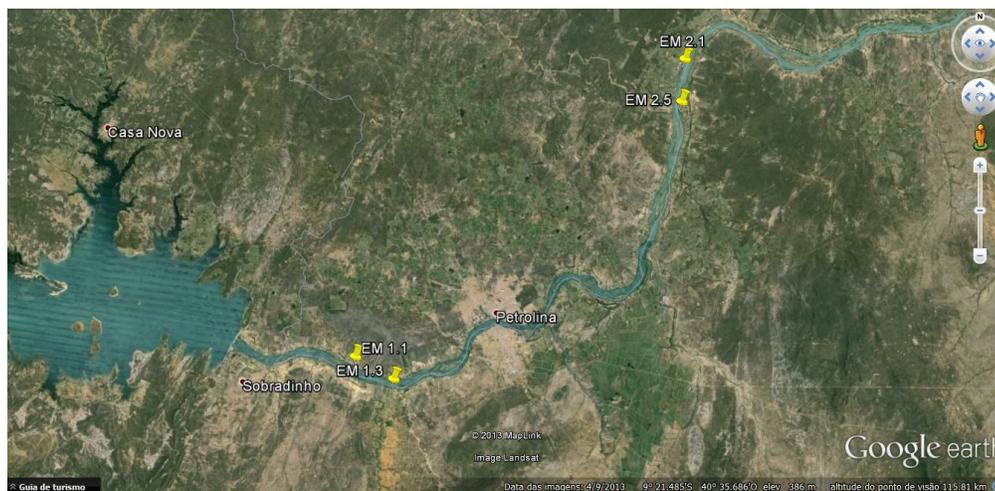


Figura 6.13 – Localização das Estações de Monitoramento situadas entre os reservatórios de Sobradinho e Itaparica.

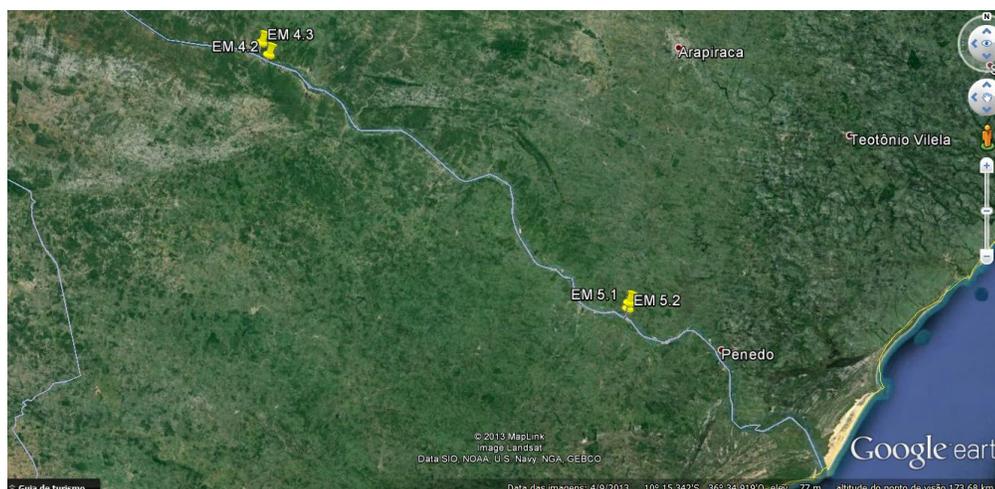


Figura 6.14 – Localização das Estações de Monitoramento situadas a jusante da Barragem de Xingó.

6.2.1 CARACTERÍSTICAS DE CADA ESTAÇÃO

6.2.1.1 ESTAÇÕES DE MONITORAMENTO SITUADAS ENTRE SOBRADINHO E ITAPARICA

ESTAÇÃO DE MONITORAMENTO 1.1

A estação EM 1.1 (Figuras 6.15 e 6.16) se localiza na margem norte do rio, distante 16 km a jusante da Barragem de Sobradinho. Apresenta solo argilo-arenoso, com vegetação arbustiva em boa parte do terreno e presença de algumas árvores de grande porte. O solo próximo à margem do rio é coberto por gramíneas, e com vegetação arbustiva nas demais áreas. No local, existe um barranco bem exposto, com vegetação rarefeita, com incidência de erosão. Em frente ao barranco está presente uma praia fluvial arenosa. A mata ciliar foi parcial ou totalmente reduzida com exposição dos solos às intempéries. Está localizada em propriedade de terceiros, usada para a exploração pecuária.



Figura 6.15 – Vistas da estação de monitoramento EM 1.1, com vista detalhada do barranco (abaixo).



Figura 6.16 – Imagem de satélite com a localização da Estação de Monitoramento EM 1.1.

ESTAÇÃO DE MONITORAMENTO 1.3

A estação EM 1.3 (Figuras 6.17 e 6.18) está localizada na margem sul do rio, distante 21 km a jusante da Barragem de Sobradinho. A situação morfológica da área é muito semelhante àquela da estação EM 1.1. Os solos são argilosos com pontos de voçoroca. A vegetação é do tipo arbustiva em boa parte do terreno. Há presença de algumas árvores de grande porte. A cobertura vegetal é ainda mais reduzida e a praia fluvial mais estreita que naquela estação. O barranco apresenta evidências de erosão ativa (Figura 6.17).



Figura 6.17– Vistas do barranco à beira do rio São Francisco, na estação de monitoramento EM 1.3.

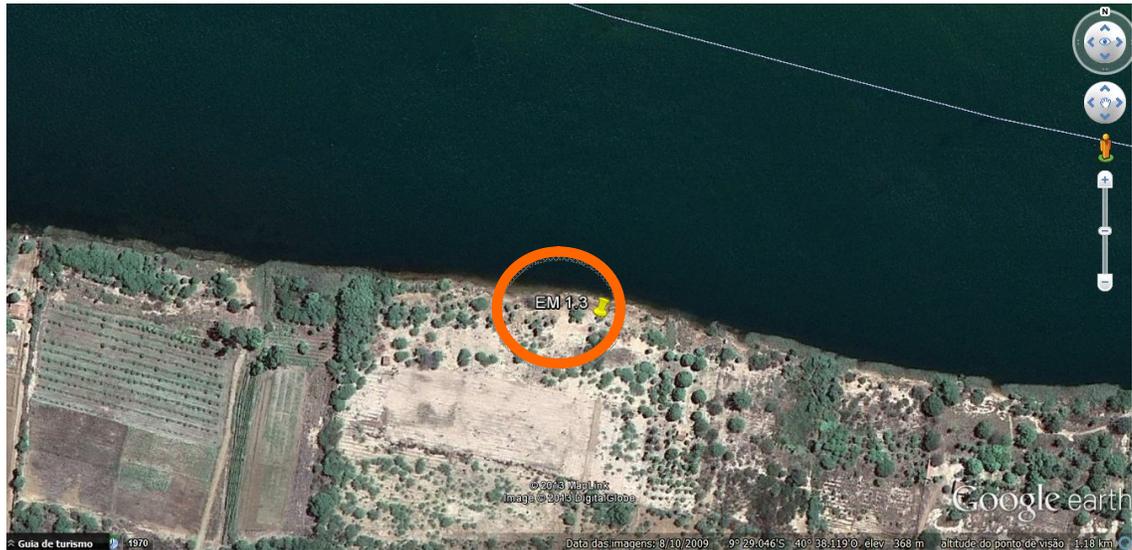


Figura 6.18- Imagem de satélite com a localização da Estação de Monitoramento EM 1.3.

ESTAÇÃO DE MONITORAMENTO 2.1

A estação EM 2.1 (Figuras 6.19 e 6.20) está situada a aproximadamente 37 km (em linha reta) a jusante de Petrolina. No local, predominam solos argilosos. O terreno das proximidades é utilizado para pastagens, com presença de algumas árvores de grande porte. O local está situado próximo a áreas com lavouras. Apresenta poucos barrancos sem vegetação, visto que as margens do Rio São Francisco são bem vegetadas no trecho. Identifica-se a presença de uma praia fluvial.



Figura 6.19 –Vistas da estação EM 2.1, com evidência de erosão por ação antrópica num ponto de ancoragem de barcos de serviços (esquerda) e presença de certa cobertura vegetal (direita).

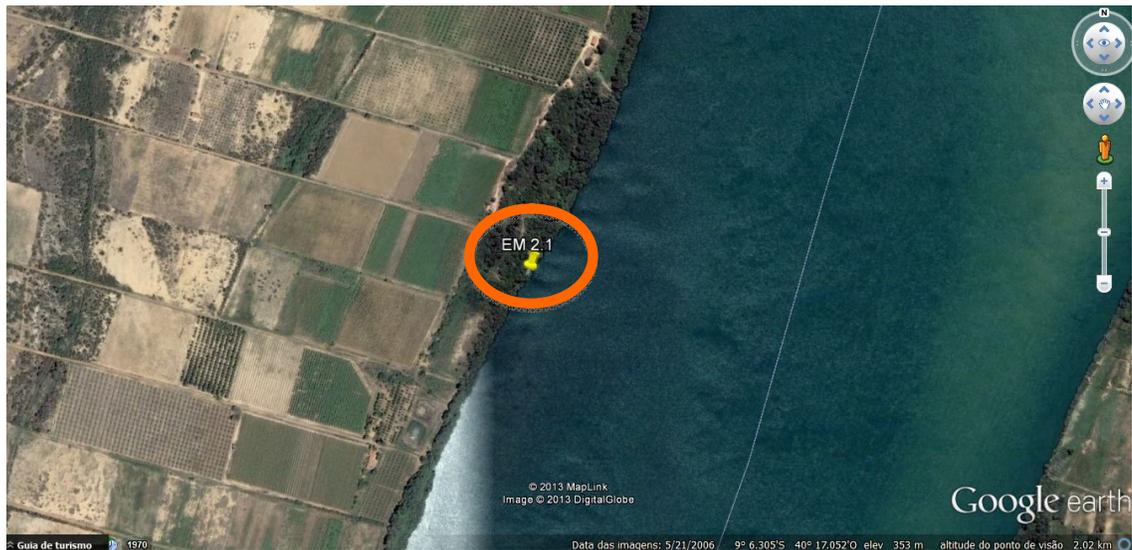


Figura 6.20 – Imagem de satélite com a localização da Estação de Monitoramento EM 2.1.

ESTAÇÃO DE MONITORAMENTO 2.5

A estação EM 2.5 (Figuras 6.21 e 6.23) está situada aproximadamente 41 km (em linha reta) a jusante de Petrolina. Predominam solos de natureza argilo-arenosos no local, sendo a superfície do solo caracterizada por pouca cobertura vegetal rasteira. A mata ciliar apresenta algumas árvores de grande porte. Localiza-se próximo a lavouras. O barranco é recoberto por uma pouca vegetação arbórea-arbustiva densa.



Figura 6.21 – Vistas com detalhes da área de monitoramento da estação EM 2.5.



Figura 6.22 – Imagem de satélite com a localização da Estação de Monitoramento EM 2.5.

6.2.1.2 ESTAÇÕES DE MONITORAMENTO SITUADAS À JUSANTE DA BARRAGEM DE XINGÓ

ESTAÇÃO DE MONITORAMENTO 4.2

A estação EM 4.2 (Figuras 6.23 e 6.24) se situa na margem direita do rio, 4 km a jusante do ancoradouro de barcos do município de Porto da Folha (SE), que se localiza no final da rodovia SE-108 e em frente da cidade de Pão-de-Açúcar (AL). No local, predominam solos de natureza arenosos. Superfície aberta, com vegetação rasteira e plantações de milho nas proximidades. Criação de gado bovino na vizinhança.



Figura 6.23 – Vista da estação EM 4.2, evidenciando detalhe com solo franco arenoso, sem cobertura vegetal, usado para a criação de gado bovino.



Figura 6.24 – Imagem de satélite com a localização da Estação de Monitoramento EM 4.2.

ESTAÇÃO DE MONITORAMENTO 4.3

A estação EM 4.3 (Figuras 6.25 a 6.27) está localizada na margem esquerda do rio, 2,5 km a jusante do ancoradouro de barcos do município de Pão-de-Açúcar (AL). Predominam solos argilo-arenosos. Vegetação rasteira, tendo parte do terreno recoberto por pastagem, e o restante sem vegetação. Apresenta um barranco arenoso alto e muito íngreme, com uma praia fluvial muito estreita.



Figura 6.25 – Vistas da estação de monitoramento EM 4.3.



Figura 6.26 – Vistas da estação EM 4.3, com detalhes da vegetação rala e a presença de pasto e gado bovino.



Figura 6.27 - Imagem de satélite com a localização da Estação de Monitoramento EM 4.3.

ESTAÇÃO DE MONITORAMENTO 5.1

A estação EM 5.1 (Figuras 6.28 e 6.29) está localizada aproximadamente 3 km (em linha reta) a jusante da localidade de Ilha das Flores (SE). Predominam solos arenoso no local, com presença de vegetação rasteira. Identifica-se um barranco arenoso alto e muito íngreme, sem praia fluvial. A superfície do terreno é recoberta por pastagem. Verifica-se a presença de área de agricultura próxima.

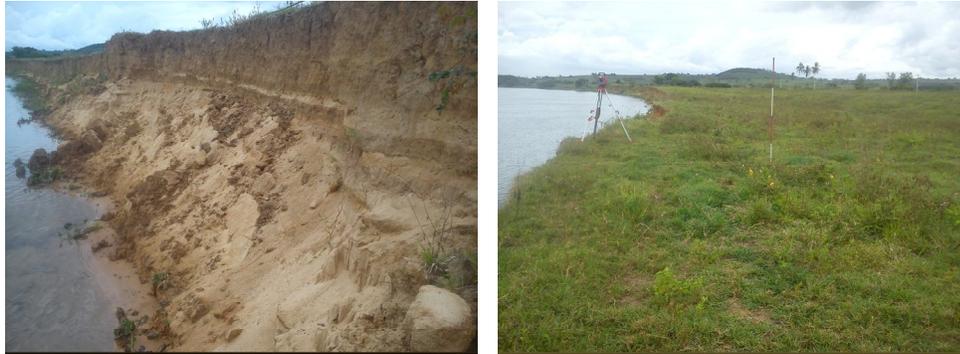


Figura 6.28 - Vistas do barranco (esquerda) e da área de pastagem (direita) na estação de monitoramento EM 5.1.



Figura 6.29 – Imagem de satélite com a localização da Estação de Monitoramento EM 5.1.

ESTAÇÃO DE MONITORAMENTO 5.2

A estação EM 5.2 (Figuras 6.30 a 6.31) se encontra localizada na margem sul do rio, distante 7.5 km a jusante da ponte da BR-101, na cidade de Propriá (SE). A área é composta por um terreno arenoso recoberto por uma vegetação densa. É a única estação de monitoramento de todo o trecho que não tem barranco. Para os trabalhos de monitoramento, foi seccionada uma área com talude de gradiente constante.



Figura 6.30 - Vistas do talude na estação M 5.2, constituído por solo arenoso.



Figura 6.31 – Imagem de satélite com a localização da Estação de Monitoramento EM 5.2.

6.3 RESULTADOS DO MONITORAMENTO MENSAL (outubro/2013)

Nesta campanha, correspondente à 5ª. campanha de monitoramento desde o início do período da Autorização Especial Nº 1/2013 (IBAMA) e à 1ª. Campanha do contrato CTNI-92.2013.2490.00, foram feitas as leituras em todas as Estações de Monitoramento para a elaboração do Modelo Digital do Terreno - MDT para cada uma delas. A partir do MDT, foram gerados os 5 perfis em cada estação, com uma distância de 7,50 m (sete metros e cinquenta centímetros) entre eles, tendo seu início sempre acima dos barrancos, quando da sua existência, e levantamento de cotas a cada 5,00 m (cinco metros) e em pontos notáveis, quando existentes, até a linha d'água. Visou-se, dessa forma, determinar também o nível do rio, no momento de cada medição realizada.

A partir das medições feitas na primeira campanha e das medições subsequentes em cada perfil de cada estação será possível detectar eventuais variações nas leituras, que venham a caracterizar e mensurar processos erosivos e ou assoreadores.

Os valores das cotas de cada perfil estão armazenadas no banco de dados, para serem utilizados nas leituras mensais posteriores.

6.3.1 ESTAÇÃO DE MONITORAMENTO EM 1.1

FICHA DE MONITORAMENTO DOS PERFIS DE CONTROLE

| | |
|--------------------|----------------|
| NOME DA ESTAÇÃO | EM 1.1 |
| MUNICÍPIO / ESTADO | PETROLINA / PE |
| DISTRITO/POVOADO | CATINGUINHA |
| LONGITUDE | 40°40'53 W |
| LATITUDE | 9°27'23 W |
| ALTITUDE | [378m, 384m] |

6.3.2 ESTAÇÃO DE MONITORAMENTO 1.3

FICHA DE MONITORAMENTO DOS PERFIS DE CONTROLE

| | |
|--------------------|------------------|
| NOME DA ESTAÇÃO | EM 1.3 |
| MUNICÍPIO / ESTADO | JUAZEIRO / BA |
| DISTRITO/POVOADO | SABIÁ |
| LONGITUDE | 40° 38' 08" W |
| LATITUDE | 09° 29' 58" S |
| ALTITUDE | [375.4m, 378.5m] |

6.33 ESTAÇÃO DE MONITORAMENTO 2.1

FICHA DE MONITORAMENTO DOS PERFIS DE CONTROLE

| | |
|--------------------|------------------|
| NOME DA ESTAÇÃO | EM 2.1 |
| MUNICÍPIO / ESTADO | PETROLINA/ PE |
| DISTRITO/POVOADO | |
| LONGITUDE | 40° 17' 10" W |
| LATITUDE | 09° 06' 16" S |
| ALTITUDE | [384.6m, 390.1m] |

MODELO DIGITAL DO TERRENO E PERFIS

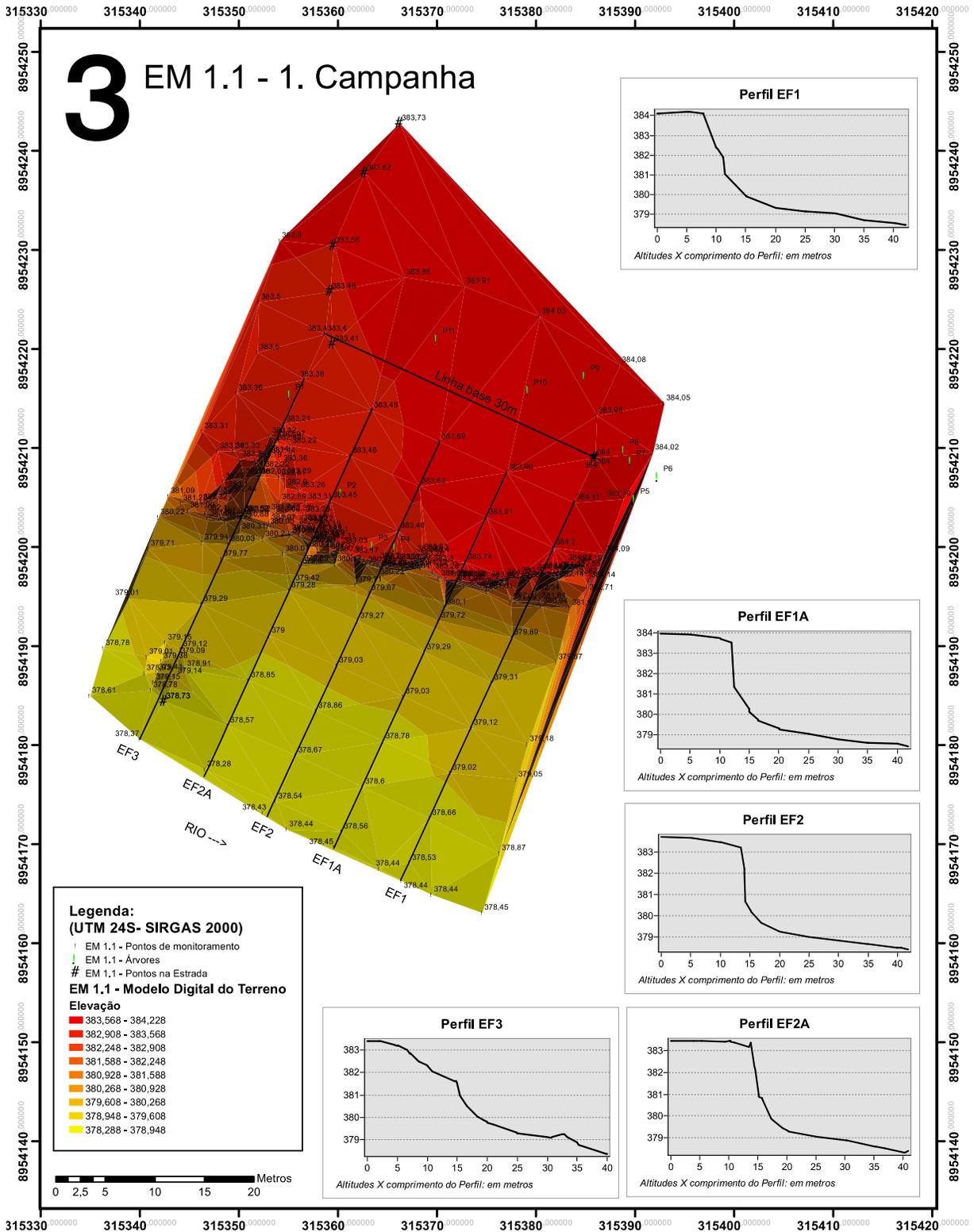


Figura 6.32 - Modelo Digital do Terreno e Perfis Transversais da Estação EM 1.1.

MODELO DIGITAL DO TERRENO E PERFIS

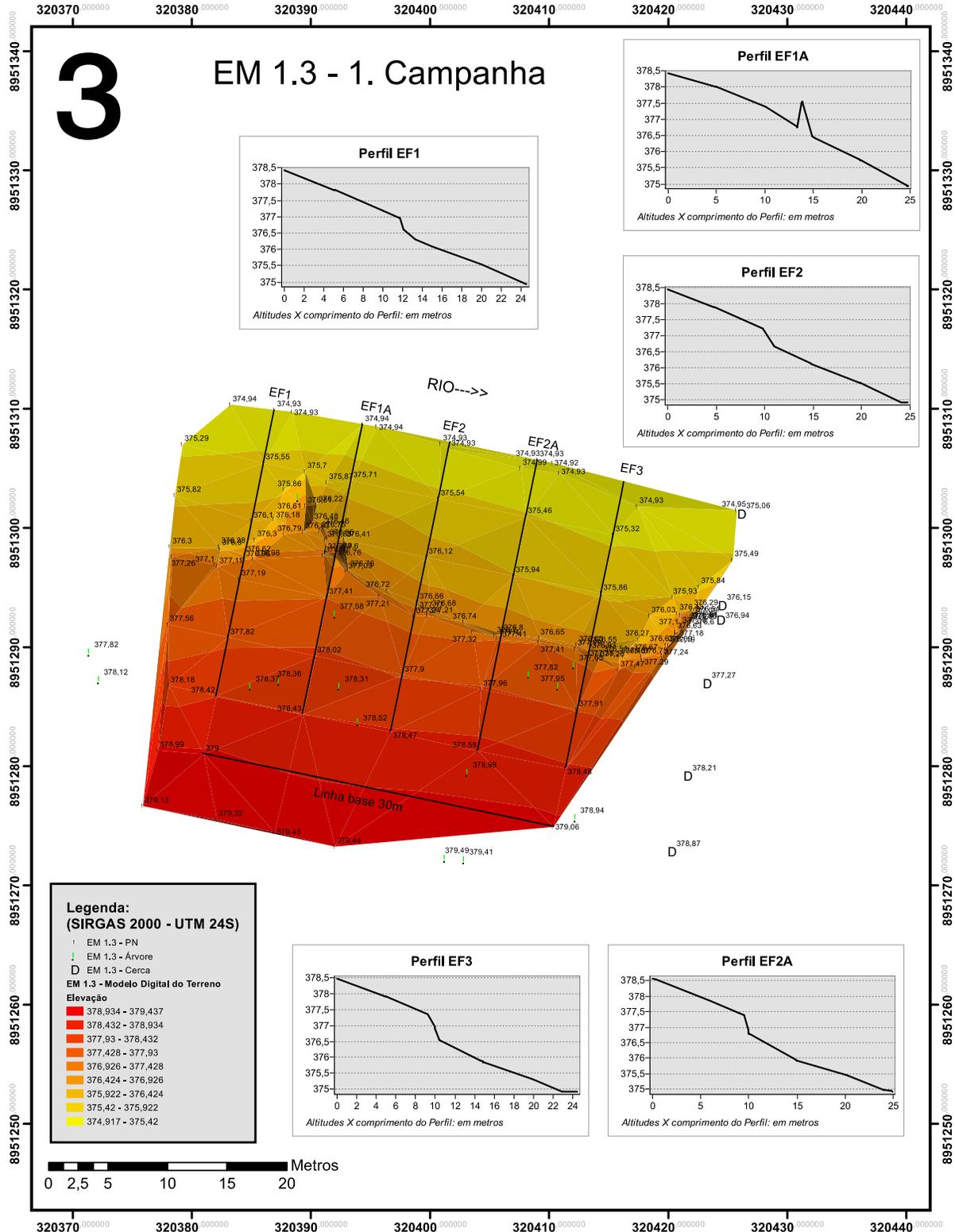


Figura 6.33 - Modelo Digital do Terreno e Perfis Transversais da Estação EM 1.3.

MODELO DIGITAL DO TERRENO E PERFIS

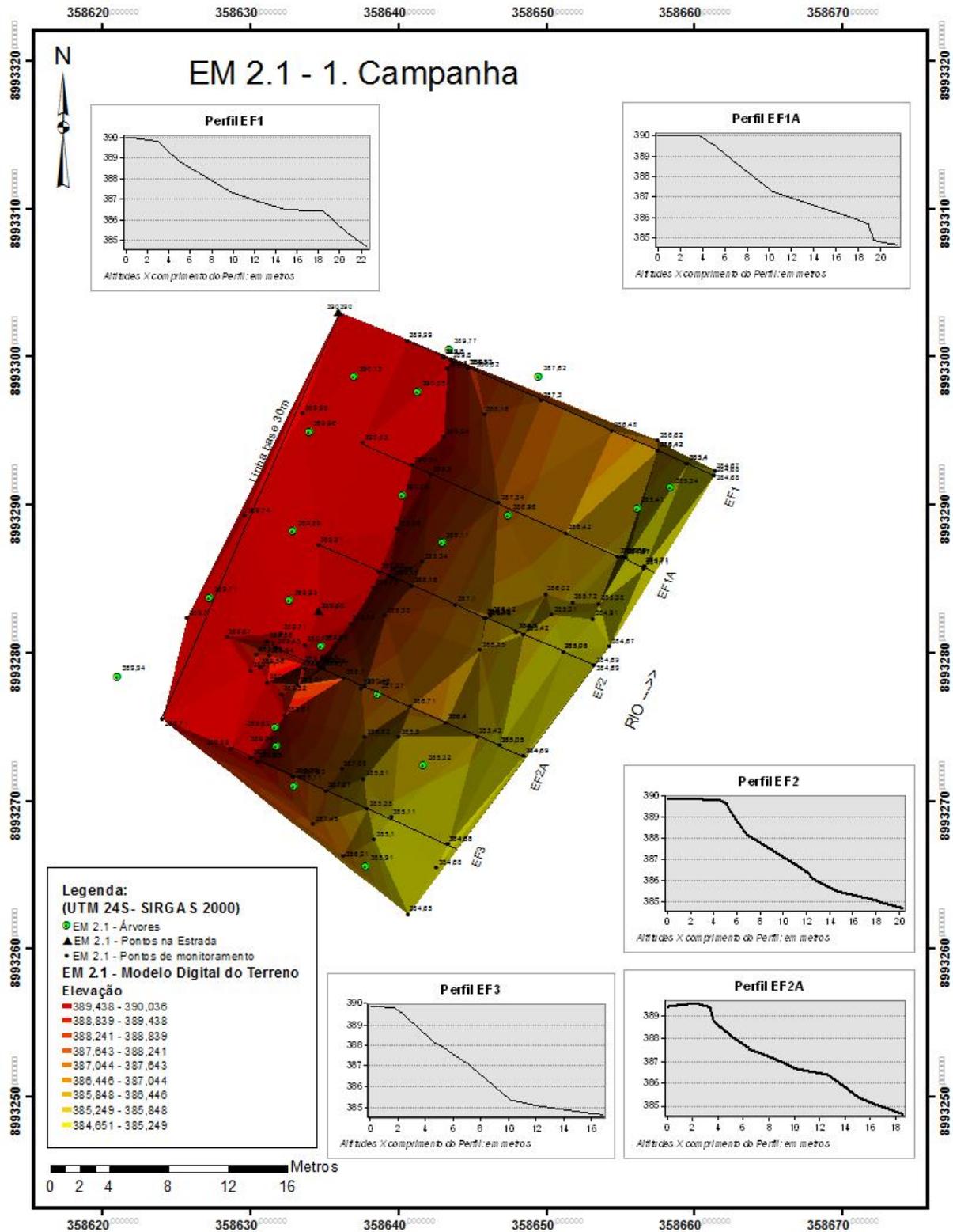


Figura 6.34 - Modelo Digital do Terreno e Perfis Transversais da Estação EM 2.1.

6.34 ESTAÇÃO DE MONITORAMENTO 2.5

FICHA DE MONITORAMENTO DOS PERFIS DE CONTROLE

| | |
|------------------|----------------|
| NOME DA ESTAÇÃO | EM 2.5 |
| ESTADO/MUNICÍPIO | JUAZEIRO / BA |
| DISTRITO/POVOADO | BEBEDOURO |
| LONGITUDE | 40° 17' 24" W |
| LATITUDE | 09° 09' 17" S |
| ALTITUDE | [371.6m, 374m] |

6.35 ESTAÇÃO DE MONITORAMENTO 4.2

FICHA DE MONITORAMENTO DOS PERFIS DE CONTROLE

| | |
|--------------------|---------------------|
| NOME DA ESTAÇÃO | EM 4.2 |
| MUNICÍPIO / ESTADO | PORTO DA FOLHA / SE |
| DISTRITO/POVOADO | QUILOMBO MUCAMBO |
| LONGITUDE | 37° 24' 00" W |
| LATITUDE | 09° 46' 46" S |
| ALTITUDE | [25.3m, 29.0m] |

6.36 ESTAÇÃO DE MONITORAMENTO 4.3

FICHA DE MONITORAMENTO DOS PERFIS DE CONTROLE

| | |
|--------------------|--------------------|
| NOME DA ESTAÇÃO | EM 4.3 |
| MUNICÍPIO / ESTADO | PÃO DE AÇÚCAR / AL |
| DISTRITO/POVOADO | TORORÓ |
| LONGITUDE | 37° 24' 48" W |
| LATITUDE | 09° 45' 30" S |
| ALTITUDE | [28.5m, 32.6m] |

MODELO DIGITAL DO TERRENO E PERFIS

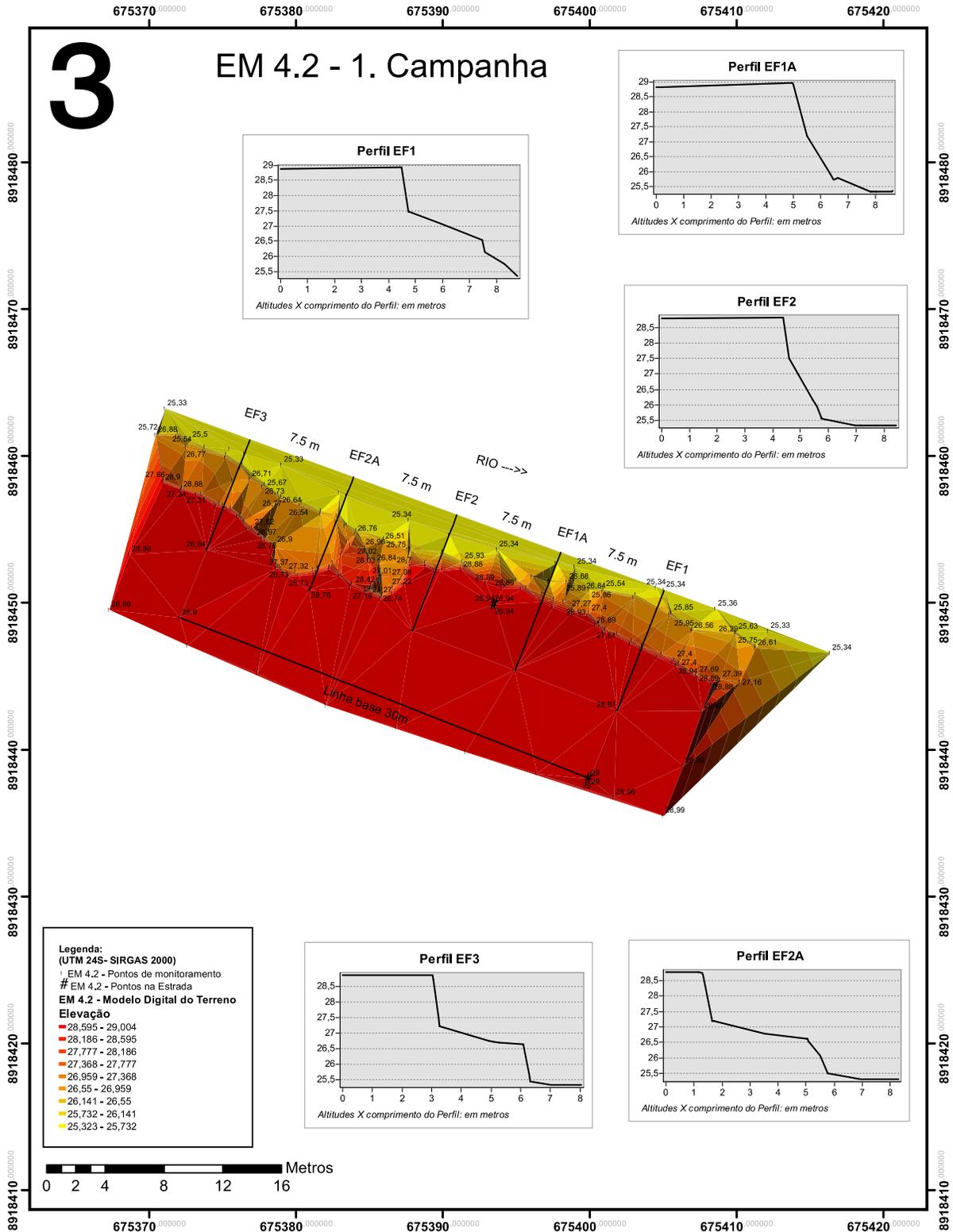


Figura 6.36 - Modelo Digital do Terreno e Perfis Transversais da Estação EM 4.2.

MODELO DIGITAL DO TERRENO E PERFIS

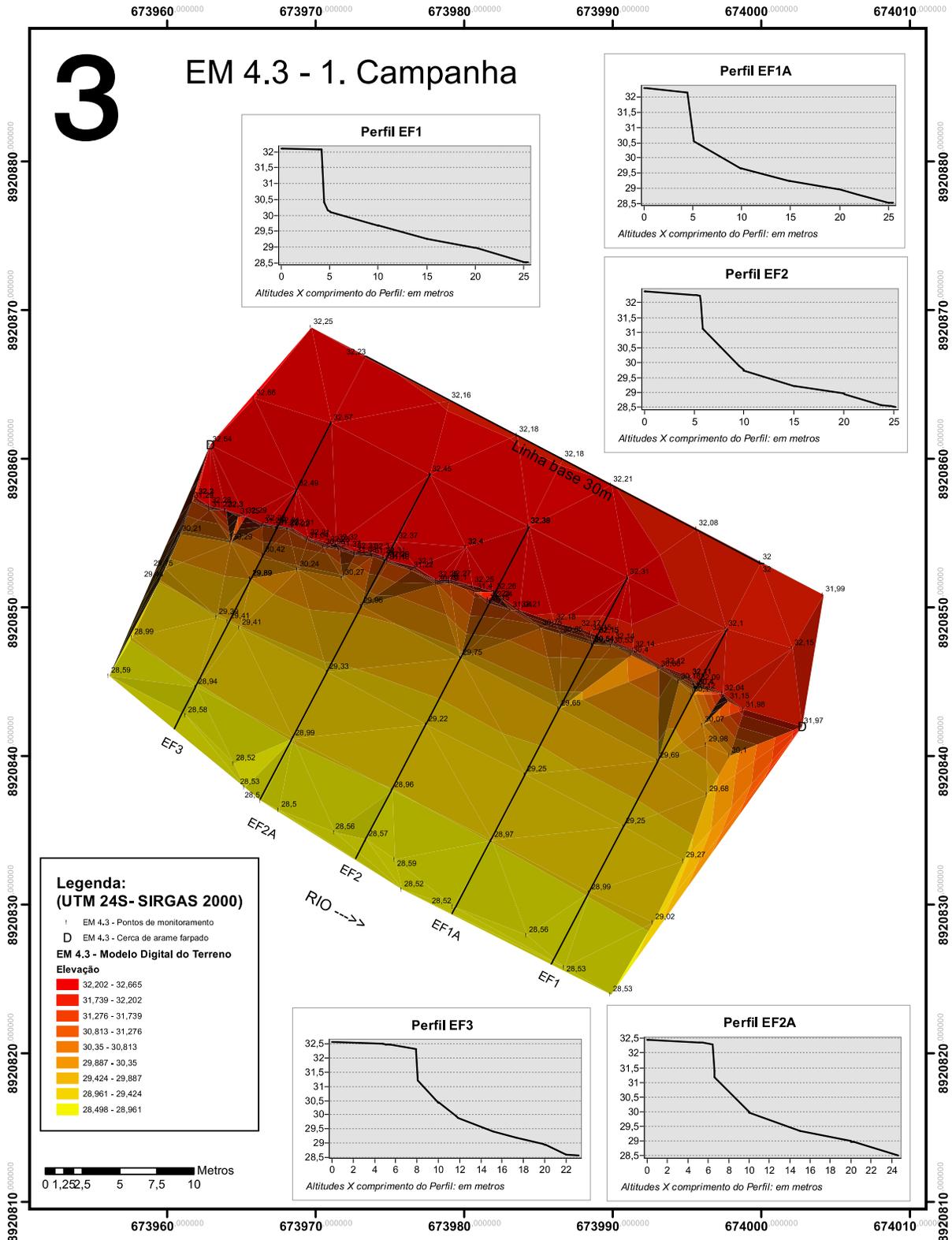


Figura 6.37 - Modelo Digital do Terreno e Perfis Transversais da Estação EM 4.3.

6.37 ESTAÇÃO DE MONITORAMENTO 5.1

FICHA DE MONITORAMENTO DOS PERFIS DE CONTROLE

| | |
|--------------------|----------------------------|
| NOME DA ESTAÇÃO | EM 5.1 |
| MUNICÍPIO / ESTADO | Porto Real do Colégio / AL |
| DISTRITO/POVOADO | Porto Real do Colégio |
| LONGITUDE | 36° 45' 14" W |
| LATITUDE | 10° 13' 12" S |
| ALTITUDE | [12.4m, 16.1m] |

6.38 ESTAÇÃO DE MONITORAMENTO 5.2

FICHA DE MONITORAMENTO DOS PERFIS DE CONTROLE

| | |
|------------------|----------------|
| NOME DA ESTAÇÃO | EM 5.2 |
| ESTADO/MUNICÍPIO | Propriá / SE |
| DISTRITO/POVOADO | Propriá |
| LONGITUDE | 36° 45' 21" W |
| LATITUDE | 10° 13' 49" S |
| ALTITUDE | [11.6m, 13.1m] |

MODELO DIGITAL DO TERRENO E PERFIS

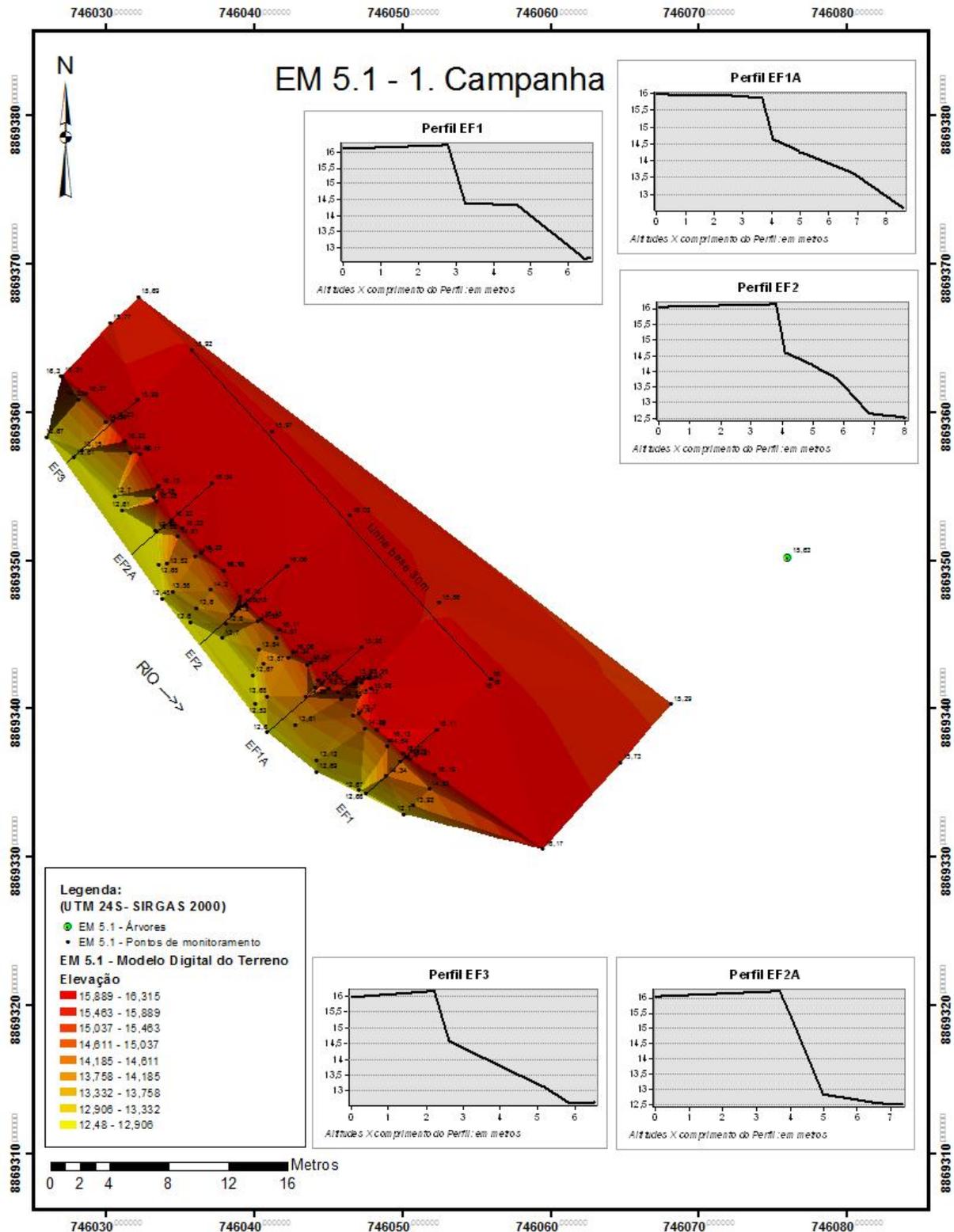


Figura 6.37 - Modelo Digital do Terreno e Perfis Transversais da Estação EM 5.1.

MODELO DIGITAL DO TERRENO E PERFIS

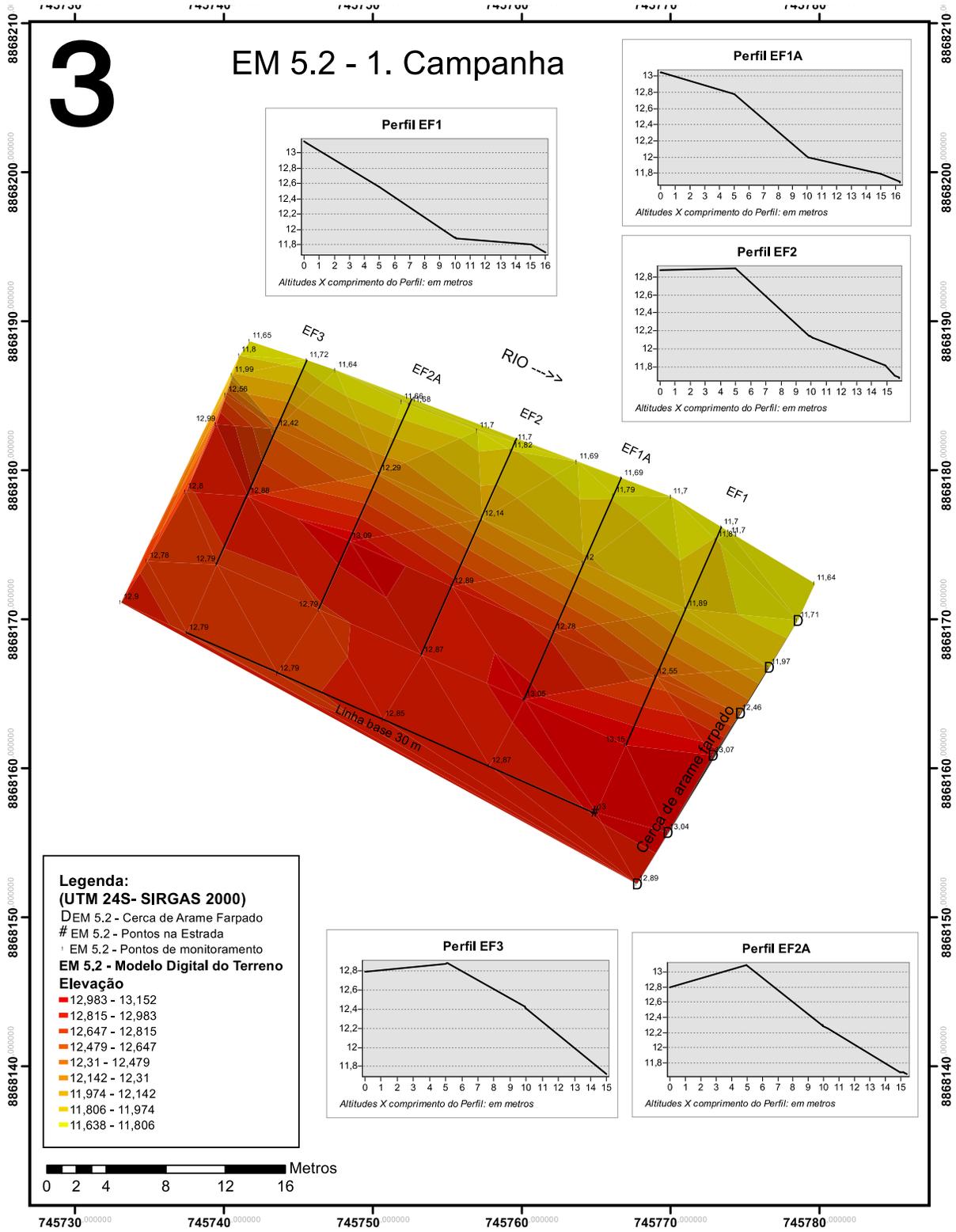


Figura 6.38 - Modelo Digital do Terreno e Perfis Transversais da Estação EM 5.2.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os valores das variáveis limnológicas e de qualidade da água monitoradas apresentaram níveis semelhantes àqueles anteriormente registrados nos trechos analisados e em períodos semelhantes do ano, tendo sido compatíveis com os limites estabelecidos pela Resolução no, 357/CONAMA para águas da classe 2.

A variável fósforo total apresentou valores superiores aos limites estabelecidos pelo CONAMA, em quase todos os trechos e reservatórios monitorados, exceto na porção lítica imediatamente a jusante da barragem de Sobradinho e na porção final do reservatório de Itaparica e ao longo do reservatório de Moxotó. Tais características refletem, de modo evidente, a influência da contribuição orgânica oriunda das cidades ribeirinhas e lindeiras aos reservatórios, que é principal responsável pelo incremento na carga de fósforo, devido à ausência e/ou precariedade do tratamento de esgotos e resíduos sólidos nestas localidades. Ainda, a interação entre os processos internos de ciclagem de nutrientes nos reservatórios, sazonalmente diferenciados, e níveis continuamente reduzidos de vazão podem ter contribuído para os valores mais elevados observados neste período de monitoramento.

Não foi constatada a penetração de água salgada (com salinidade superior a 30, segundo a Resolução no. 357 CONAMA) em estação alguma do trecho monitorada, em nenhuma das marés (baixamar e preamar) das duas luas (cheia e nova).

Em decorrência da preocupação com a eventual penetração da cunha salina e seu alcance até a cidade de Piaçabuçu (Estação ESF22), cabe ressaltar que não foram constatadas salinidades superiores a 0,30, em qualquer profundidade, lua ou maré no monitoramento do período. Entretanto, no período analisado, foram registradas salinidades superiores a 0,5 em profundidades superiores a 4,0 m, na estação ESF 21, em 3 das quatro marés de preamar, bem como na estação ESF20, nestas mesmas marés desde a superfície até o fundo.

Eichhornia crassipes foi a espécie dominante nos bancos de macrófitas monitorados no reservatório de Moxotó, cujas biomassas variaram entre as duas regiões no braço do rio Moxotó, com valores e participação relativa mais elevados em sua porção mais interna. A maior densidade dos bancos nesta área é responsável por sua biomassa específica mais elevada. A evolução das áreas de seus bancos é mais influenciada pela variação sazonal de

vazão do rio Moxotó e, sobretudo, pela direção e intensidade dos ventos, com reduzida influência da variação de nível do reservatório, embora tenha sido constatado um incremento da área ocupada pelas macrófitas em outubro/2013, em relação ao período anterior. Em Petrolândia, a exemplo dos períodos anteriores, foi verificada uma maior participação da macrófita submersa *Egeria densa* na biomassa total dos estandes, além de uma ampliação da área limitrofe externa ocupada pela espécie no meando monitorado, possivelmente favorecida pela manutenção de um nível mais baixo da água no reservatório de Itaparica ao longo dos últimos meses.

No presente mês de monitoramento, foram modificados os procedimentos para o monitoramento dos processos erosivos nas margens do rio São Francisco, com a implantação de novos pontos-controle, de modo que os resultados do presente monitoramento serão analisados comparativamente a partir dos resultados no próximo mês, bem como suas eventuais alterações em relação a modificações na vazão do rio São Francisco.

8. REFERÊNCIAS CONSULTADAS

APHA. 1995. **Standard methods**. 19th Edition. American Public Health Association, Washington, DC.

FERNANDEZ, O.V.Q. O método dos pinos na quantificação da erosão marginal em rios reservatórios. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, 1., 1996, Uberlândia. Anais. Uberlândia, Universidade Federal de Uberlândia, 1996. p.160-163.

GUERRA, A. J. T. **Experimentos e monitoramentos em erosão dos solos**. Revista do Departamento de Geografia da Universidade de São Paulo, n.16, v.1, p.32-37, 2005.

GUERRA, A. J. T. **Processos erosivos nas encostas**. In: CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. (orgs.) Geomorfologia: exercícios, técnicas e aplicações. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p. 139-155, 1996.

MACKERETH, F. J. H.; HERON, J.; TALLING, J. F. **Water analysis: some revised methods for limnologists**. Freshwater Biology v. 36, p. 1-121, 1978.

POMPÊO, M. L. M.; MOSCHINI-CARLOS, V. **Macrófitas aquáticas e perifiton: aspectos ecológicos e metodológicos**. São Carlos: RiMa, 134 p. 2003.

STRICKLAND, J. D. & PARSONS, T. R. **A manual of seawater analysis**. Bull. Fihs. Res. Bel. Can., v.125, p.1-185. 1960.

WOLMAN M.G. **Factors influencing erosion of a cohesive river bank**. American Journal Science. 1959. n, 257: p 204-216.