

Cliente:



Chesf



AUTORIZAÇÃO ESPECIAL PARA A OPERAÇÃO DAS USINAS HIDRELÉTRICAS DA CHESF NO RIO SÃO FRANCISCO

RELATÓRIO MENSAL 03
AGOSTO / 2013

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	16
2.	OBJETIVOS	17
3.	MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA	18
3.1	MONITORAMENTO MENSAL DA QUALIDADE DA ÁGUA – DADOS PRIMÁRIOS	18
3.1.1	METODOLOGIA	18
3.1.2	RESULTADOS.....	20
3.2	MONITORAMENTO MENSAL DA QUALIDADE DA ÁGUA NAS CAPTAÇÕES PARA ABASTECIMENTO PÚBLICO – DADOS SECUNDÁRIOS.....	32
4.	MONITORAMENTO DA INTRODUÇÃO DA CUNHA SALINA.....	33
4.1	METODOLOGIA	33
5.	MONITORAMENTO DE MACRÓFITAS AQUÁTICAS.....	84
5.1	METODOLOGIA	84
5.2	RESULTADOS.....	85
6.	MONITORAMENTO DE PROCESSOS EROSIVOS	96
6.1	METODOLOGIA	96
6.2	RESULTADOS DA TERCEIRA CAMPANHA	98
6.3	SÍNTESE DOS RESULTADOS	151
7.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	160
8.	REFERÊNCIAS CONSULTADAS	162

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.1 - Localização das estações de monitoramento da qualidade da água.....	19
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 julho - agosto/2013.....	21
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 julho - agosto/2013. As barras vermelhas indicam os limites inferior e superior estabelecidos pela Resolução nº 357/2005 CONAMA para águas da Classe 2.	22
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 julho - agosto/2013.	22
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 julho - agosto/2013.	23
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 julho - agosto/2013.	23
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 julho - agosto/2013. A barra vermelha indica o limite mínimo estabelecido pela Resolução nº 357/2005 CONAMA para águas da Classe 2.	24
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 julho - agosto/2013.	24
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 julho - agosto/2013.	25
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 julho - agosto/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 julho - agosto/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 lênticos ($30 \mu\text{g.L}^{-1}$).	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 julho - agosto/2013. O limite estabelecido pela Resolução no. 357/2005 CONAMA para águas da Classe 2 é 5 mg.L^{-1}	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 AQD 5776 (direita).	33
Figura 4.2 - Localização das estações de monitoramento da introdução da cunha salina.....	34
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 20/07/2013.	42
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 20/07/2013.	43
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 20/07/2013.	44
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 20/07/2013.	44

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 21/07/2013.	45
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 21/07/2013.	46
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 21/07/2013.	47
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 21/07/2013.	47
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 20 e 21/07/2013.	48
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 20 e 21/07/2013.	48
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 20 e 21/07/2013.	49
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 04/08/2013.	50
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 04/08/2013.	50
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 04/08/2013.	51
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 04/08/2013.	52
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 05/08/2013.	53
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 05/08/2013.	53
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 05/08/2013.	54
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 05/08/2013.	55
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 04 e 05/08/2013.	55
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 04 e 05/08/2013.	56
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 04 e 05/08/2013.	56
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 20 de julho de 2013. Gráficos gerados pelo Programa CTD-CastAway.	58

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 20 de julho de 2013. Gráficos gerados pelo Programa CTD-CastAway.	59
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 21 de julho de 2013. Gráficos gerados pelo Programa CTD-CastAway.	60
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 21 de julho de 2013. Gráficos gerados pelo Programa CTD-CastAway.	61
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 04 de agosto de 2013. Gráficos gerados pelo Programa CTD-CastAway.	62
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 04 de agosto de 2013. Gráficos gerados pelo Programa CTD-CastAway.	63
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 05 de agosto de 2013. Gráficos gerados pelo Programa CTD-CastAway.	64
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 05 de agosto de 2013. Gráficos gerados pelo Programa CTD-CastAway.	65
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 julho-agosto/2013.	66
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 julho-agosto/2013.	67
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 julho-agosto/2013.	68
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 julho-agosto/2013.	70
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 julho-agosto/2013.	74
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 julho-agosto/2013.	78

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 (1ª. coleta) e nova (2ª. 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 julho-agosto/2013.	82
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.	85
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 da área ocupada com macrófitas flutuantes (linha vermelha) em maio-junho/2013. A figura inferior indica o limite externo da área ocupada por vegetação submersa (linha amarela) em julho-agosto/2013, sem alteração significativa da área ocupada por macrófitas flutuantes em relação a junho-julho/2013 (linha azul).	86
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 perímetros em maio-junho/2013 (linha amarela) e junho-julho/2013 (linha vermelha). A figura inferior indica o limite da área ocupada por macrófitas em julho-agosto/2013 (linha azul) em relação a junho-julho/2013 (linha amarela).	87
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 junho-julho/2013 (linha amarela) e de julho-agosto/2013 (linha azul).	88
Figura 5.5 – Vistas do meandro da estação IT PTL 01, no reservatório de Itaparica, em Petrolândia (PE), durante a amostragem de julho-agosto/2013. 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).	94
Figura 6.1 – Exemplo de estação de monitoramento para processos erosivos.	96
Figura 6.2 – Exemplo de seção de estação de monitoramento para processos erosivos.	97
Figura 5.5 – Vistas do meandro da estação IT PTL 01, no reservatório de Itaparica, em Petrolândia (PE), durante a amostragem de julho-agosto/2013. 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).	

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 3.1 - Localização das estações de Monitoramento da Qualidade da Água.....	19
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 julho - agosto/2013.	21
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 julho- agosto/2013.....	25
Tabela 3.4 – Valores médios diários de vazão ($m^3.s^{-1}$) 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, Moxotó e 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.	34
Tabela 4.2 – Dados de altura da maré durante as fases de lua cheia (20 e 21/07/13) e lua nova (04 e 05/08/13), com indicação dos horários de realização das coletas (em azul). Dados relativos ao Porto de Aracaju (DHN).	36
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 20/07/2013, na foz do Rio São Francisco.....	36
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 20/07/2013, na foz do Rio São Francisco.....	37
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 21/07/2013, na foz do Rio São Francisco.....	37
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 21/07/2013, na foz do Rio São Francisco.....	38
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 20 e 21/07/2013.....	38
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 04/08/2013, na foz do Rio São Francisco.....	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 04/08/2013, na foz do Rio São Francisco.....	39
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 05/08/2013, na foz do Rio São Francisco.....	40
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 05/08/2013, na foz do Rio São Francisco.....	40
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 04 e 05/08/2013.....	41
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 20/07/2013, na foz do Rio São Francisco.....	42

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 20/07/2013, na foz do Rio São Francisco.	43
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 21/07/2013, na foz do Rio São Francisco.....	45
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 21/07/2013, na foz do Rio São Francisco.	46
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 04/08/2013, na foz do Rio São Francisco.	49
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 04/08/2013, na foz do Rio São Francisco.	51
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 05/08/2013, na foz do Rio São Francisco.	52
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 05/08/2013, na foz do Rio São Francisco.	54
Tabela 5.1 - Localização dos prados para o Monitoramento de Macrófitas.....	84
Tabela 5.2 – Espécies de macrófitas aquáticas com ocorrência em cada região amostrada nos reservatórios de Itaparica e Moxotó, na campanha de julho-agosto/2013. Em negrito as espécies com ocorrência nos quadrados amostrados.	89

ÍNDICE DE QUADROS

Figura 5.5 – Vistas do meandro da estação IT PTL 01, no reservatório de Itaparica, em Petrolândia (PE), durante a amostragem de julho-agosto/2013. 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).....	6
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 e julho-agosto/2013.	90
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 julho-agosto/2013.	91
Quadro 5.3 – Dados da composição e biomassa (g) das espécies de macrófitas nos quadrados amostrados na região de Moxotó (MO RM Final), na amostragem de julho-agosto/2013.	92
Quadro 5.4 – Dados da composição e biomassa (g) das espécies de macrófitas nos quadrados amostrados na região de Moxotó (MO RM Inter), na amostragem de julho-agosto/2013.	93

APRESENTAÇÃO

A Projetec – Projetos Técnicos, através deste documento, apresenta o **Relatório Mensal 3** conforme Plano de Trabalho apresentado para atender ao termo de referência elaborado pela Chesf, em função da Autorização Especial Nº 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 ocorrência de 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 nº.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, o Relatório Mensal 3 apresenta os dados da Quinta e Sexta Campanha do Programa de Monitoramento da Cunha Salina, assim como a Terceira Campanha dos Programas de Monitoramento da Qualidade da Água, Monitoramento das Macrófitas Aquáticas e Monitoramento dos Processos Erosivos.

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:

- Terceira Campanha do Monitoramento da Qualidade da Água;
- Quinta e Sexta Campanhas do Monitoramento da Introdução da Cunha Salina;
- Terceira Campanha do Monitoramento de Macrófitas Aquáticas;
- Terceira 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 ($^{\circ}\text{C}$), 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"

Trecho	Estação	Localização	Latitude (Sul)	Longitude (Oeste)
Reservatório de PAIV	PAIV 01	Final do canal	09°24'31"	038°13'48"
	XIN 01	Paulo Afonso	09°26'26"	038°09'18"
Reservatório de Xingó	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 24 de julho a 06 de agosto 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 julho - agosto/2013.

Estações	Temperatura (°C)	Condutividade $\mu\text{S.cm}^{-1}$	STD g.L^{-1}	Salinidade	OD %Sat.	OD mg.L^{-1}	pH	Secchi (M)
SOB 22	23,14	46	0,030	0,02	99,80	8,50	8,83	1,40
SOB 24	24,02	48	0,031	0,02	92,60	7,79	7,82	1,70
SOB 25	24,40	47	0,031	0,02	97,40	8,14	7,91	1,50
SOB 29	24,83	48	0,031	0,02	95,00	7,87	7,41	1,50
ITA 01	25,44	48	0,031	0,02	100,40	8,23	7,71	1,75
ITA 04	25,00	49	0,032	0,02	97,00	8,01	7,82	1,70
ITA 08	24,79	50	0,032	0,02	97,80	8,11	7,87	2,70
ITA 10	25,12	51	0,033	0,02	96,10	7,92	7,73	2,15
ITA 11	25,25	49	0,032	0,02	101,10	8,31	8,04	2,00
MOX 02	24,72	50	0,032	0,02	95,30	7,92	7,68	2,60
MOX 03	26,10	70	0,045	0,03	70,10	5,66	7,14	2,00
MOX 04	25,27	50	0,033	0,02	104,40	8,55	7,62	2,40
MO PI 09	25,19	50	0,032	0,02	101,00	8,29	7,60	2,75
XIN 01	24,77	50	0,032	0,02	92,20	7,64	7,60	3,00
XIN 04	26,64	52	0,034	0,02	109,00	8,73	8,48	2,20
XIN 10	27,61	54	0,035	0,02	107,20	8,41	8,47	1,70
PA IV 01	24,73	49	0,032	0,02	95,50	7,94	7,62	2,90
BSF 02	25,19	49	0,032	0,02	90,80	7,39	7,63	5,70
BSF 06	25,65	69	0,045	0,03	122,60	9,36	7,79	5,70
BSF 11	26,12	59	0,039	0,03	99,50	8,04	7,54	2,90
BSF 16	26,44	82	0,053	0,04	101,00	8,09	7,42	2,90

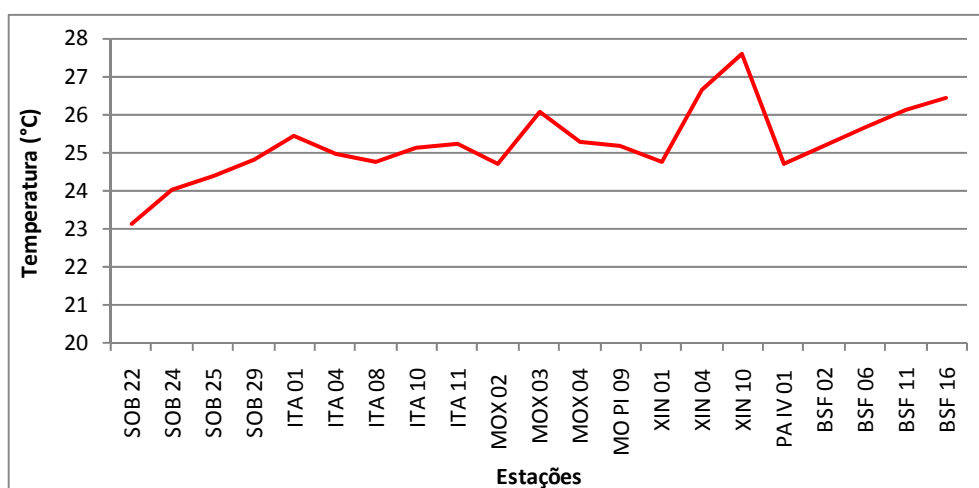


Figura 3.2 – Variação da temperatura da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante a campanha de julho - agosto/2013.

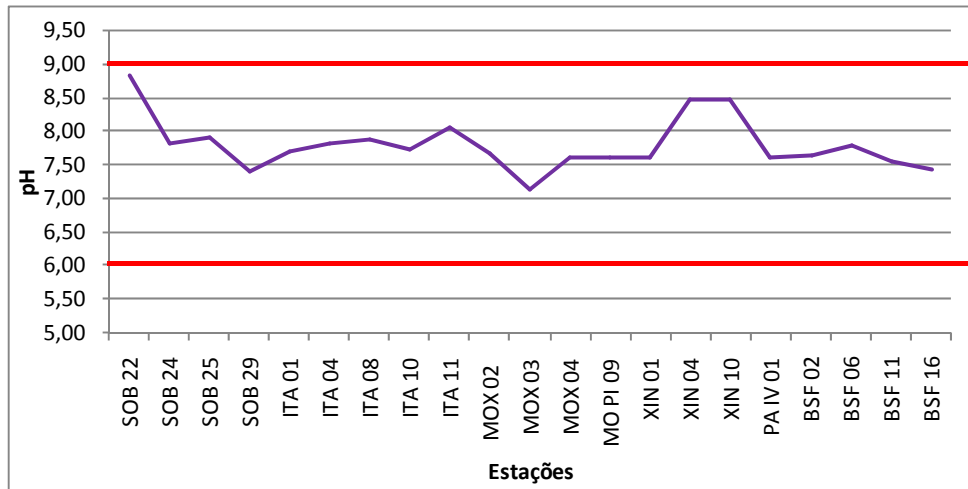


Figura 3.3 – Variação do pH da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante a campanha de julho - agosto/2013. As barras vermelhas indicam os limites inferior e superior estabelecidos pela Resolução nº 357/2005 CONAMA para águas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

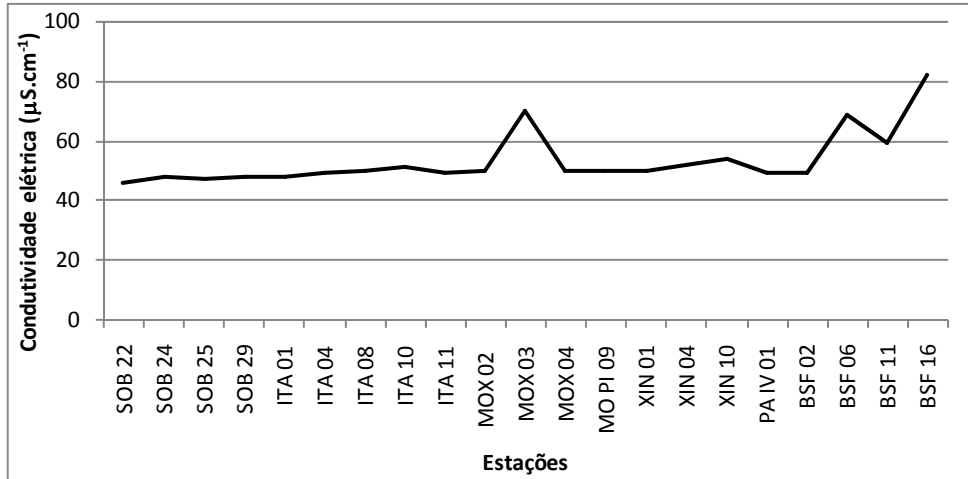


Figura 3.4 – Variação da condutividade elétrica da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante a campanha de julho - agosto/2013.

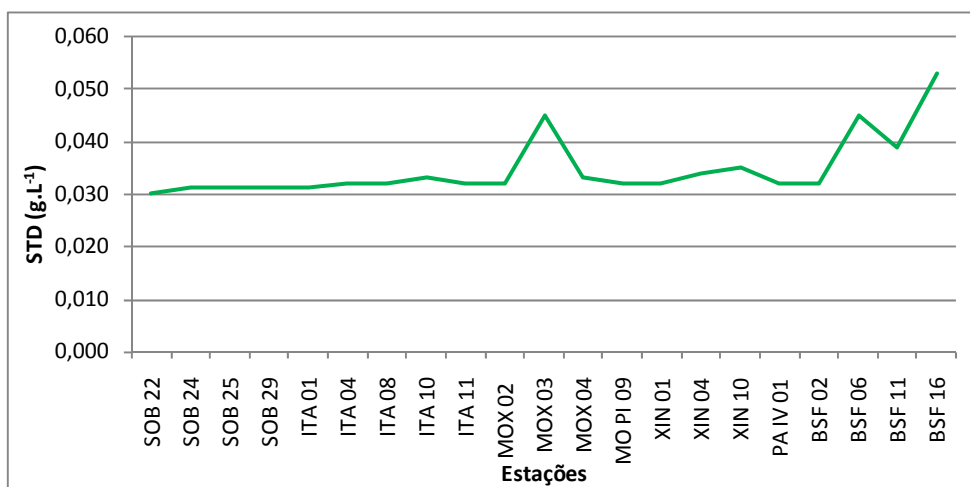


Figura 3.5 – Variação da concentração de sólidos totais dissolvidos da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante a campanha de julho - agosto/2013.

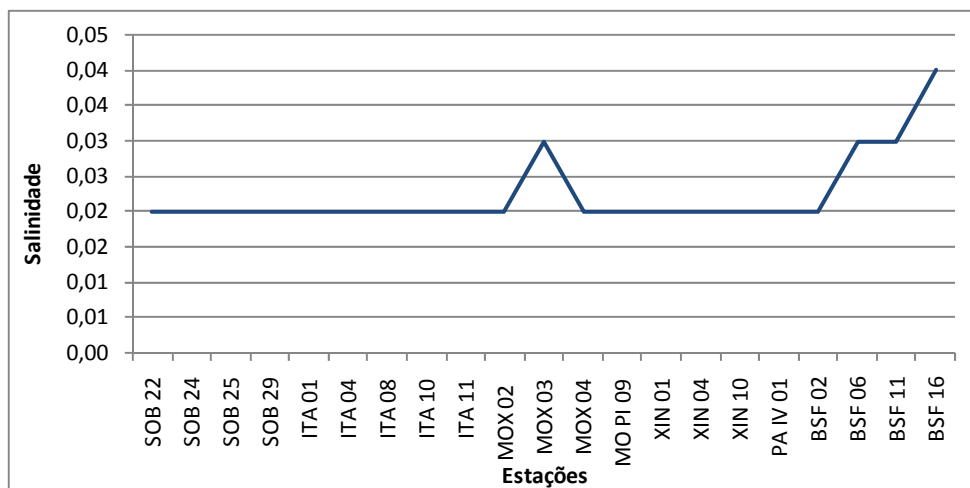


Figura 3.6 – Variação da salinidade da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante a campanha de julho - agosto/2013.

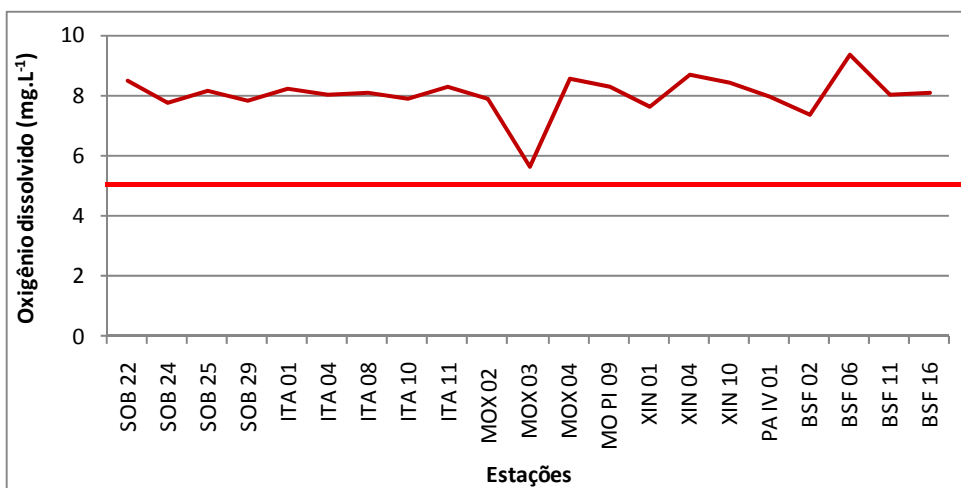


Figura 3.7 – Variação da concentração de oxigênio dissolvido da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante a campanha de julho - agosto/2013. A barra vermelha indica o limite mínimo estabelecido pela Resolução nº 357/2005 CONAMA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

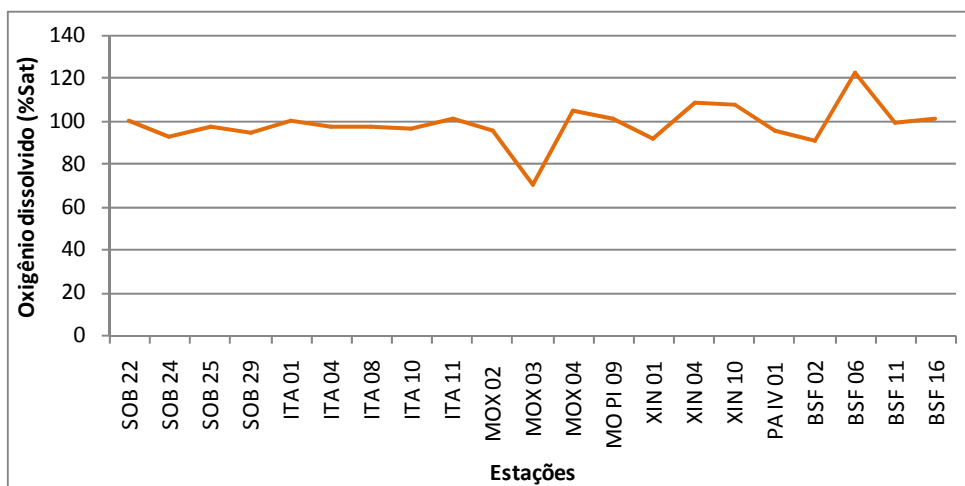


Figura 3.8 – Variação da saturação de oxigênio dissolvido da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante a campanha de julho - agosto/2013.

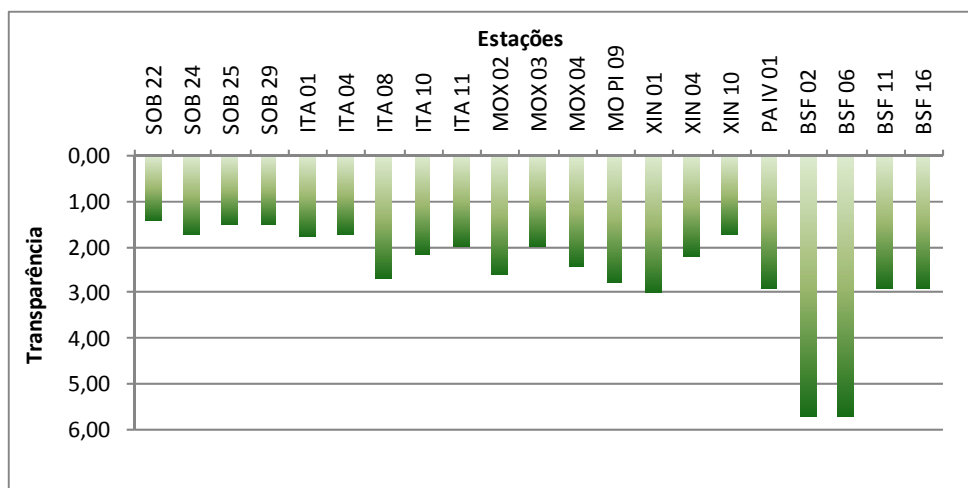


Figura 3.9 – Variação da transparência da água nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante a campanha de julho - agosto/2013.

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 julho- agosto/2013.

Estações	Nitrato	Fósforo total	DBO
	$\mu\text{g.L}^{-1}$	$\mu\text{g.L}^{-1}$	mg.L^{-1}
SOB 22	56,213	33,475	1,000
SOB 24	51,877	36,050	1,400
SOB 25	54,962	61,800	1,000
SOB 29	54,329	10,300	0,600
ITA 01	44,457	25,750	1,000
ITA 04	46,008	28,325	2,000
ITA 08	41,405	18,025	0,600
ITA 10	21,661	12,875	1,800
ITA 11	14,557	10,300	1,800
MOX 02	57,130	10,300	1,800
MOX 03	6,803	28,325	2,400
MOX 04	31,565	20,600	0,600
MOPI 09	52,860	28,325	1,700
PA IV 01	68,919	92,700	1,800
XIN 01	63,682	28,325	1,400
XIN 04	7,120	51,500	1,700
XIN 10	1,867	74,675	1,800
BSF 02	128,686	7,725	1,000
BSF 06	92,015	15,450	1,800
BSF 11	122,248	25,750	1,800
BSF 16	67,936	15,450	1,300

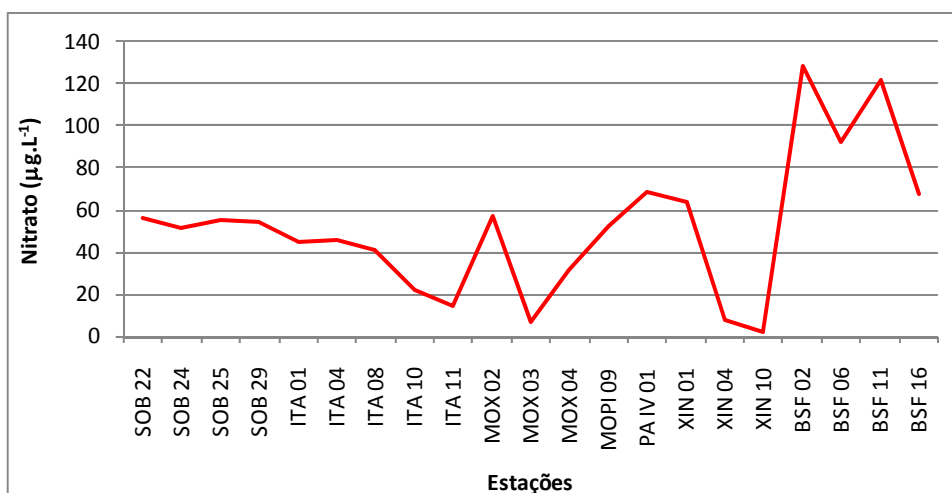


Figura 3.10 – Variação da concentração de nitrato da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante a campanha de julho - agosto/2013.

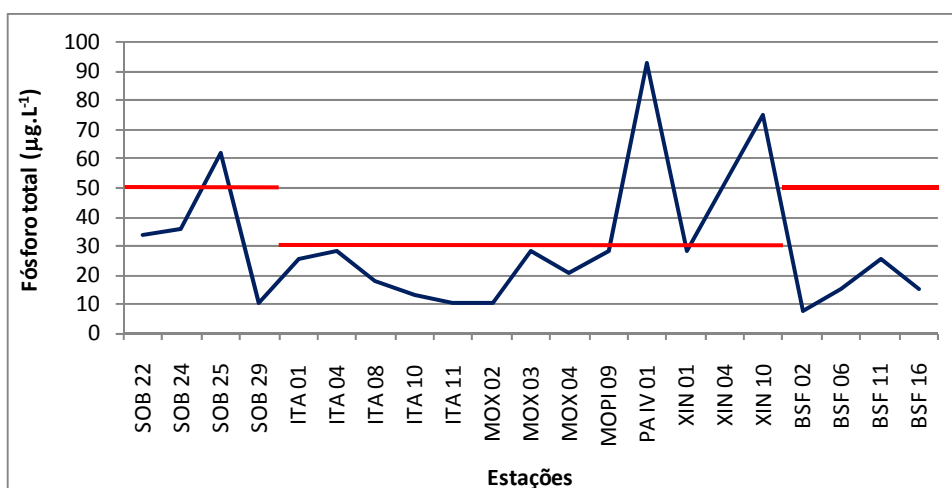


Figura 3.11 – Variação da concentração de fósforo total da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante a campanha de julho - agosto/2013. A barra vermelha indica o limite estabelecido pela Resolução no. 357/2005 CONAMA para águas da Classe 2, respectivamente para ambientes lóticos (50 µg.L⁻¹) e lênticos (30 µg.L⁻¹).

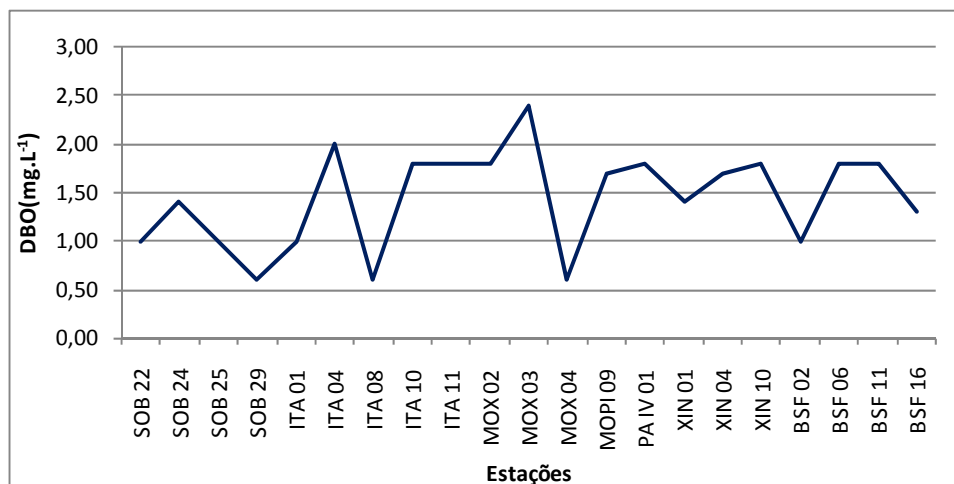


Figura 3.12 – Variação da demanda bioquímica de oxigênio da água de superfície nas estações de monitoramento de qualidade da água do submédio e baixo Rio São Francisco, durante a campanha de julho - agosto/2013. O limite estabelecido pela Resolução no. 357/2005 CONAMA para águas da Classe 2 é 5 mg.L⁻¹.

Tabela 3.4 – Valores médios diários de vazão (m³.s⁻¹) 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							
	20/jul	21/jul	25/jul	28/jul	29/jul	01/ago	04/ago	05/ago
Juazeiro	1445	1412	1774	1670	1690	1369	1624	1519
Sta M ^a da Boa Vista	1522	1503	1809	1787	1729	1816	1416	1644
Ibó	1617	1656	1877	2042	1970	2058	1377	1604
<i>Itaparica</i>	1070	1430	1380	1650	1490	1710	1170	1250
<i>Moxotó</i>	1227	1221	1849	1336	1469	1162	1051	1144
<i>Xingó</i>	1262	1139	1714	1352	1504	1081	1039	1207
Piranhas	1221	1261	1752	1207	1596	1121	1131	1117
Pão de Açúcar	1314	1281	1718	1463	1551	1223	1252	1226
Propriá	1454	1354	2064	1855	1597	1402	1249	1249

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. Observou-se que as temperaturas mais amenas foram registradas no trecho lótico inicial e as

mais elevadas no reservatório de Xingó, apresentando uma variação de 23,14°C em SOB 22 até 27,61°C em XIN 10, com média de temperatura de 25,26°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 mudança de estratégia de coleta que ocorreu na preamar e desta forma no momento da leitura houve forte influência do ambiente marinho na coleta de dados. A condutividade elétrica apresentou valores de 46 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ em SOB 22, trecho lótico inicial, a 82 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ em BSF 16, no trecho lótico final, apresentando ainda um segundo pico de 70 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ em MOX 03 no reservatório de Moxotó, apresentando ainda uma média de 53 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ para todas as estações de amostragem. Os sólidos totais dissolvidos variaram de 0,030 $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ na estação SOB 22 a 0,053 $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ em BSF 16 e um segundo pico em MOX 03 e BSF 06 de 0,045 $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ e uma média para todas estações de 0,035 $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$, enquanto que a salinidade apresentou valores de 0,02 em todas as estações, exceto em MOX 03 com 0,03, BSF 06 e BSF 11 com 0,03 e BSF 16 que foi registrado 0,04, entretanto, a média registrada para todas as estações foi de 0,02 (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.

Oxigênio dissolvido

As concentrações mensuradas de oxigênio dissolvido, bem como seu percentual de saturação foram elevadas e apresentaram valores respectivos acima de 7,39 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ e 90,8% de saturação, em todas as estações de amostragem, exceto em MOX 03, com 5,66 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ e 70,1%, apresentando ainda, uma média de concentração de oxigênio de 8,04 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 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 nº. 357 do CONAMA, segundo a qual o oxigênio dissolvido em qualquer amostra não pode ser inferior a $5,0 \text{ mg.L}^{-1} \text{ O}_2$ 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 7,14 em MOX 03 a 8,83 em SOB 22 e uma média de pH de 7,80 (Tabela 3.2 e Figura 3.3). Deste modo, os valores mensurados são compatíveis com aqueles recomendados pela Resolução nº. 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 1,40 m de profundidade no trecho lótico inicial (estações SOB) enquanto que no reservatório de Itaparica chegou a 2,70 m e a 2,75 m no reservatório de Moxotó. Em Xingó, o valor máximo chegou a 3,00 m enquanto que no Baixo São Francisco ocorreram dois picos de 5,70 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). O menor valor mensurado ocorreu no trecho lótico inicial com 1,40 m em SOB 22.

Nitrato

As concentrações de nitrato apresentaram uma ampla variação entre as estações, dependendo de cada ambiente no qual foi mensurado. Variou de $1,867 \text{ } \mu\text{g.L}^{-1}$ em XIN 10 até $128,686 \text{ } \mu\text{g.L}^{-1}$ em BSF 02 (Tabela 3.3). As concentrações mais elevadas ocorreram no trecho lótico final, entre BSF 02 e BSF 04, e as mais baixas em MOX 03, XIN 04 e XIN 10 com concentrações abaixo dos $10,00 \text{ } \mu\text{g.L}^{-1}$. Apresentou ainda uma média de $51,728 \text{ } \mu\text{g.L}^{-1}$ para todas as estações de amostragem e uma média por ambiente mais alta no trecho lótico final e uma mais baixa no reservatório de Xingó. Os valores mensurados de concentrações de

nitrato para o período de julho - agosto/2013 estão dentro dos padrões estabelecidos pela Resolução 357/05 do CONAMA, que é de 10,0 mg.L⁻¹.

Fósforo total

As concentrações de fósforo total mensuradas no período variaram de 7,725 µg.L⁻¹ em BSF 02 a 92,700 µg.L⁻¹ em PA IV 01 e uma concentração média de 30,287 µg.L⁻¹ para todas as demais estações de amostragem (Tabela 3.3).

As concentrações de fósforo total de apenas algumas estações do trecho monitorado estão acima do limite estabelecido pelo CONAMA, que é de 30 µg.L⁻¹ para ambientes lênticos e de 50 µg.L⁻¹ P para ambientes lóticos. No trecho lótico, apenas a estação SOB 25 ultrapassou o valor limite, e no trecho lêntico, as estações localizadas nos reservatórios de Paulo Afonso e Xingó que apresentaram concentrações superiores ao limite foram PA IV 01, XIN 04 e XIN 10. Observou-se, ainda, que o trecho lótico do Baixo São Francisco apresentou a menor média de concentração, da ordem de 16,094 µg.L⁻¹ e o reservatório de Xingó com a mais alta, com 51,500 µg.L⁻¹ e uma grande variabilidade espacial das concentrações, mostrando vários incrementos e reduções nos diversos ambientes ao longo de todo trecho de monitoramento.

DBO

A demanda bioquímica de oxigênio nas estações de amostragem variou entre 0,6 e 2,4 mg.L⁻¹, valores inferiores ao limite de 3,0 mg.L⁻¹ estabelecido para águas da classe 2 pela Resolução no. 357/CONAMA (Tabela 3.3, Figura 3.12). Os níveis mais elevados foram registrados nas estações MOX 03 (reservatório de Moxotó) com 2,4 mg.L⁻¹ e em ITA 04 (trecho inicial do reservatório de Itaparica) com 2,0 mg.L⁻¹. Apresentou uma média de 1,443 mg.L⁻¹ para todas as estações de amostragem, enquanto que avaliando-se por ambiente o trecho lótico inicial apresentou a DBO mais baixa e o reservatório de PA IV a mais alta, com 1,00 mg.L⁻¹ e 1,80 mg.L⁻¹, respectivamente.

De acordo com os últimos dados de monitoramento realizado na área de estudo em julho e agosto/13, nas estações SOB 22 a SOB 29 e ITA 01 a ITA 11 foram registrados valores médios semelhantes de condutividade elétrica, STD e salinidade, uma pequena redução da concentração do oxigênio dissolvido e do pH em Itaparica e uma pequeno aumento do pH

no trecho lótico inicial e nos valores médios de temperatura. No tocante a transparência de Secchi ocorreu um aumento nos valores médios nas estações SOB e ITA passando de 1,38 m para 1,53 m e de 1,70 m para 2,06 respectivamente. Quanto às estações do reservatório de Moxotó – MOX 02 a MO PI 09 – ocorreu uma redução nos valores de temperatura, condutividade, STD e salinidade, porém ocorreu um aumento das concentrações médias de oxigênio dissolvido pH e transparência de Secchi. Em PA IV 01, ocorreu redução nos valores de temperatura, condutividade e oxigênio dissolvido, um aumento apenas do pH e uma semelhança nos valores de STD, salinidade e de transparência.

Analisando os dados da última campanha do reservatório de Xingó, verifica-se que ocorreu uma redução dos valores médios de temperatura na ordem de 0,42°C, uma semelhança de condutividade e salinidade e um aumento nos STD, oxigênio dissolvido, pH e na transparência. 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 temperatura e um aumento nas demais variáveis de campo, mesmo excluindo a estação BSF 16 pelos motivos citados anteriormente.

Quanto às variáveis analisadas em laboratório, o nitrato apresentou concentrações médias diferente nos diferentes ambientes. Quando comparadas com os dados obtidos na campanha anterior, observamos que no trecho lótico inicial e no reservatório de Moxotó foram registradas concentrações semelhantes ou muito próximas, enquanto que nos reservatórios de PA IV, Xingó e no trecho lótico do Baixo São Francisco ocorreu um aumento de concentrações, sendo o mais expressivo em PA IV na ordem de 21,01 $\mu\text{g.L}^{-1}$ seguido pelo Baixo São Francisco com 16,11 $\mu\text{g.L}^{-1}$ e no reservatório de Itaparica houve uma redução na concentração comparada com o mês anterior da ordem de 11,04 $\mu\text{g.L}^{-1}$. Quanto ao fósforo total, ocorreu uma redução das concentrações médias no reservatório de Itaparica e nos trechos lótico inicial e final, e um incremento de concentração nos reservatórios de Moxotó, PA IV e de Xingó. A redução mais significativa ocorreu no reservatório de Itaparica, na ordem de 12,61 $\mu\text{g.L}^{-1}$ em seus valores médios, enquanto que o incremento mais significativo ocorreu em PA IV com 60,36 $\mu\text{g.L}^{-1}$.

Com relação à demanda bioquímica do oxigênio (DBO), ocorreu uma redução em todos os ambientes analisados em seus valores médios, sendo o mais significativo, o trecho lótico inicial com $1,375 \text{ mg.L}^{-1}$ e o menos significativo em PA IV, com $0,300 \text{ mg.L}^{-1}$.

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 Sízígia. 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 quinta campanha (lua cheia) foi realizada no período 19 a 22 de julho e a sexta campanha (lua nova), entre os dias 04 e 05 de agosto 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 maré 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 Tabela 4.7 e 4.12.

Tabela 4.2 – Dados de altura da maré durante as fases de lua cheia (20 e 21/07/13) e lua nova (04 e 05/08/13), com indicação dos horários de realização das coletas (em azul). Dados relativos ao Porto de Aracaju (DHN).

Lua	Data	Hora	Altura maré (m)
Cheia	SÁB 20/07/2013	01:49	2,0
		08:17	0,2
		14:26	2,0
	DOM 21/07/2013	20:41	0,3
		02:43	2,1
		09:06	0,1
Nova	DOM 04/08/2013	15:19	2,1
		21:28	0,2
		02:38	1,8
	SEG 05/08/2013	08:56	0,4
		15:09	1,8
		21:08	0,5
		03:15	1,9
		09:32	0,3
		15:43	1,9
		21:47	0,4

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 20/07/2013, na foz do Rio São Francisco.

Data	Hora	Estação	Direção (°)	Velocidade (m.s ⁻¹)	Temp. ar (°C)
20/07/2013	07:17	ESF 09	167	2,0	25,80
	07:32	ESF 10	158	1,7	26,20
	07:41	ESF 11	154	3,3	26,40
	07:49	ESF 12	147	1,9	26,60
	07:58	ESF 13	155	3,0	26,70
	08:03	ESF 14	164	3,3	26,30
	08:09	ESF 15	161	2,0	26,60
	08:15	ESF 16	158	2,5	26,30
	08:22	ESF 17	142	1,3	26,30
	08:31	ESF 18	149	2,5	26,40
	08:43	ESF 19	148	2,7	26,40
	08:46	ESF 20	149	2,2	26,50
	08:55	ESF 21	137	3,5	26,40
	09:10	ESF 22	157	3,5	26,70
Média			153,3	2,5	26,40

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 20/07/2013, na foz do Rio São Francisco.

Data	Hora	Estação	Direção (°)	Velocidade (m.s ⁻¹)	Temp. ar (°C)
20/07/2013	13:30	ESF 09	154	2,0	26,80
	13:44	ESF 10	164	1,0	28,20
	13:52	ESF 11	156	2,5	27,40
	14:07	ESF 12	166	2,4	27,70
	14:15	ESF 13	163	2,8	27,00
	14:23	ESF 14	154	2,6	26,60
	14:30	ESF 15	157	3,0	26,80
	14:36	ESF 16	146	3,6	26,90
	14:45	ESF 17	153	1,0	27,70
	14:54	ESF 18	137	2,5	27,50
	15:00	ESF 19	142	2,5	27,80
	15:07	ESF 20	144	2,5	27,20
	15:15	ESF 21	158	3,0	26,90
	15:30	ESF 22	155	4,3	27,00
Média			153,5	2,6	27,25

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 21/07/2013, na foz do Rio São Francisco.

Data	Hora	Estação	Direção (°)	Velocidade (m.s ⁻¹)	Temp. ar (°C)
21/07/2013	08:06	ESF 09	163	3,9	24,50
	08:20	ESF 10	157	3,5	25,40
	08:29	ESF 11	162	3,0	25,80
	08:37	ESF 12	166	3,7	26,20
	08:45	ESF 13	167	3,5	25,70
	08:52	ESF 14	159	4,7	26,00
	08:56	ESF 15	162	3,6	26,00
	09:02	ESF 16	163	4,0	25,70
	09:07	ESF 17	161	1,5	26,80
	09:16	ESF 18	169	3,6	26,10
	09:24	ESF 19	161	3,0	26,20
	09:32	ESF 20	160	3,2	26,20
	09:44	ESF 21	170	4,2	26,20
	09:56	ESF 22	162	5,0	26,00
Média			163,0	3,6	25,91

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 21/07/2013, na foz do Rio São Francisco.

Data	Hora	Estação	Direção (°)	Velocidade (m.s ⁻¹)	Temp. ar (°C)
21/07/2013	14:19	ESF 09	160	3,8	26,80
	14:28	ESF 10	165	4,7	27,30
	14:36	ESF 11	155	4,2	27,50
	14:45	ESF 12	161	3,5	27,40
	14:54	ESF 13	162	6,0	27,00
	15:00	ESF 14	160	4,3	27,00
	15:15	ESF 15	140	4,2	26,70
	15:22	ESF 16	165	4,0	26,60
	15:30	ESF 17	159	2,7	26,70
	15:40	ESF 18	152	3,8	26,80
	15:47	ESF 19	168	5,5	26,70
	15:55	ESF 20	163	4,7	26,80
	16:05	ESF 21	154	3,2	27,00
	16:17	ESF 22	153	5,2	26,60
Média			158,4	4,3	26,92

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 20 e 21/07/2013.

Data	Maré	Direção (°)	Velocidade (m.s ⁻¹)	Temp. ar (°C)
20/07/2013	Baixamar	153,3	2,5	26,40
20/07/2013	Preamar	153,5	2,6	27,25
21/07/2013	Baixamar	163,0	3,6	25,91
21/07/2013	Preamar	158,4	4,3	26,92

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 04/08/2013, na foz do Rio São Francisco.

Data	Hora	Estação	Direção (°)	Velocidade (m.s ⁻¹)	Temp. ar (°C)
04/08/2013	07:55	ESF 09	348	2,0	23,40
	08:03	ESF 10	332	1,9	23,40
	08:10	ESF 11	339	2,0	23,90
	08:20	ESF 12	335	1,8	24,20
	08:28	ESF 13	330	1,5	24,50
	08:35	ESF 14	336	0,6	24,40
	08:45	ESF 15	334	1,7	24,30
	08:51	ESF 16	0	1,1	25,50
	08:59	ESF 17	323	1,0	25,40
	09:07	ESF 18	317	2,2	25,10
	09:15	ESF 19	297	0,9	25,40
	09:23	ESF 20	111	1,3	26,30
	09:30	ESF 21	135	2,4	26,40
	09:50	ESF 22	100	2,5	26,50
Média			259,8	1,6	24,91

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 04/08/2013, na foz do Rio São Francisco.

Data	Hora	Estação	Direção (°)	Velocidade (m.s ⁻¹)	Temp. ar (°C)
04/08/2013	14:10	ESF 09	172	1,8	26,80
	14:19	ESF 10	120	0,8	29,40
	14:30	ESF 11	126	3,7	26,60
	14:40	ESF 12	162	2,2	27,20
	14:53	ESF 13	147	3,0	27,50
	15:00	ESF 14	169	4,2	26,20
	15:05	ESF 15	149	2,0	27,00
	15:10	ESF 16	136	3,8	26,40
	15:15	ESF 17	154	3,0	26,40
	15:25	ESF 18	148	3,7	26,40
	15:30	ESF 19	150	2,0	26,50
	15:35	ESF 20	166	3,2	26,70
	15:43	ESF 21	138	2,9	26,50
	15:50	ESF 22	164	4,0	26,10
Média			150,1	2,9	26,84

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 05/08/2013, na foz do Rio São Francisco.

Data	Hora	Estação	Direção (°)	Velocidade (m.s ⁻¹)	Temp. ar (°C)
05/08/2013	08:32	ESF 09	334	1,1	24,40
	08:44	ESF 10	314	0,9	25,10
	08:50	ESF 11	326	0,7	26,20
	08:57	ESF 12	287	0,8	25,20
	09:02	ESF 13	200	1,5	26,00
	09:08	ESF 14	195	2,2	25,30
	09:15	ESF 15	207	2,3	25,50
	09:19	ESF 16	199	3,0	25,90
	09:26	ESF 17	203	3,0	25,60
	09:35	ESF 18	200	2,9	25,90
	09:42	ESF 19	210	3,0	25,80
	09:50	ESF 20	191	4,0	25,70
	09:56	ESF 21	180	3,8	25,90
	10:07	ESF 22	180	3,8	25,90
Média			230,4	2,4	25,60

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 05/08/2013, na foz do Rio São Francisco.

Data	Hora	Estação	Direção (°)	Velocidade (m.s ⁻¹)	Temp. ar (°C)
05/08/2013	14:43	ESF 09	140	2,5	26,10
	14:50	ESF 10	135	4,8	25,80
	14:56	ESF 11	145	2,8	25,00
	15:05	ESF 12	135	2,0	23,70
	15:15	ESF 13	130	1,9	24,00
	15:20	ESF 14	121	3,7	23,70
	15:30	ESF 15	111	3,7	23,50
	15:36	ESF 16	110	3,7	23,30
	15:45	ESF 17	145	1,5	23,10
	15:53	ESF 18	112	2,0	23,50
	16:00	ESF 19	105	2,0	23,10
	16:07	ESF 20	113	2,9	23,30
	16:15	ESF 21	100	2,0	22,90
	16:25	ESF 22	112	2,5	23,10
Média			122,4	2,7	23,86

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 04 e 05/08/2013.

Data	Maré	Direção (°)	Velocidade (m.s ⁻¹)	Temp. ar (°C)
04/08/2013	Baixamar	259,8	1,6	24,91
04/08/2013	Preamar	150,1	2,9	26,84
05/08/2013	Baixamar	230,4	2,4	25,60
05/08/2013	Preamar	122,4	2,7	23,86

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 pouco mais de 1400 m³.s⁻¹ (lua cheia) e de 1249 m³.s⁻¹ (lua nova) (Tabela 3.4). Nos dias de lua cheia a altura da baixamar e preamar foi de, respectivamente, 0,1-0,2 e 2,0-2,1 m, e naqueles de lua nova, de 0,3-0,4 e 1,8-1,9 m (Tabela 4.2).

Na fase de lua cheia, a direção predominante do vento foi sudeste (157°), com velocidade média de 3,2 m.s⁻¹ e temperatura média do ar de 26,6 °C (25,9 a 27,2°C) (Tabela 4.7). Na fase de lua nova, o vento apresentou direção predominante sul-sudoeste (190,7°), com velocidade média de 2,4 m.s⁻¹ e temperatura média do ar de 25,3°C (23,9 a 26,8 °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 20/07/2013, na foz do Rio São Francisco.

Data	Hora	Estação	Prof. (m)	Vel. água (m.s ⁻¹)	Direção (°)
20/07/2013	07:17	ESF 09	2,5	0,565	164,9
	07:32	ESF 10	3,8	0,767	173,0
	07:41	ESF 11	5,5	0,786	172,2
	07:49	ESF 12	5,6	0,540	175,1
	07:58	ESF 13	3,3	0,182	130,4
	08:03	ESF 14	2,7	0,607	191,7
	08:09	ESF 15	1,8	0,500	199,6
	08:15	ESF 16	3,7	0,728	192,8
	08:22	ESF 17	6,5	0,806	182,0
	08:31	ESF 18	4,8	0,555	190,7
	08:43	ESF 19	4,6	0,728	190,5
	08:46	ESF 20	6,1	0,558	181,7
	08:55	ESF 21	10,0	0,710	163,1
	09:10	ESF 22	7,7	0,721	168,0

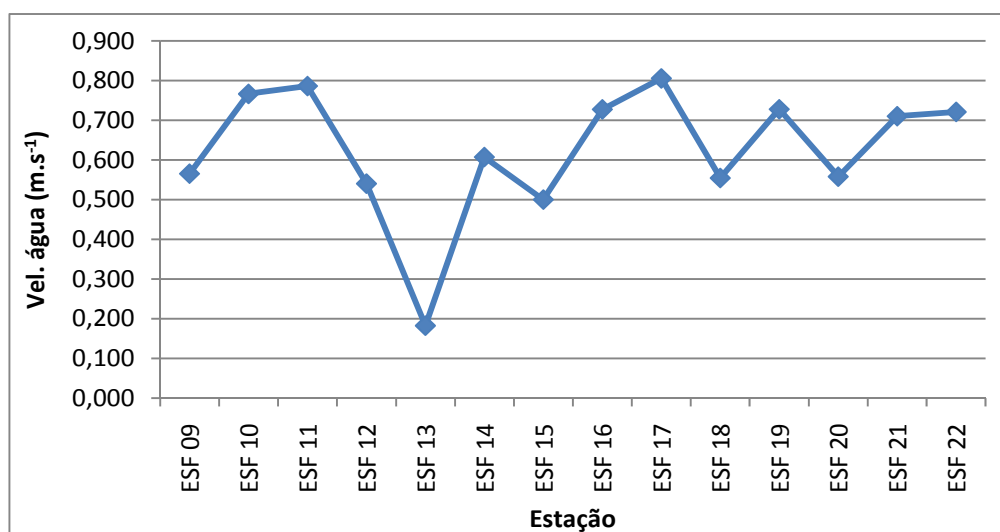


Figura 4.3 – Variação da velocidade média da água na coluna entre as estações de amostragem da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante a baixamar da maré de sizígia (lua cheia) do dia 20/07/2013.

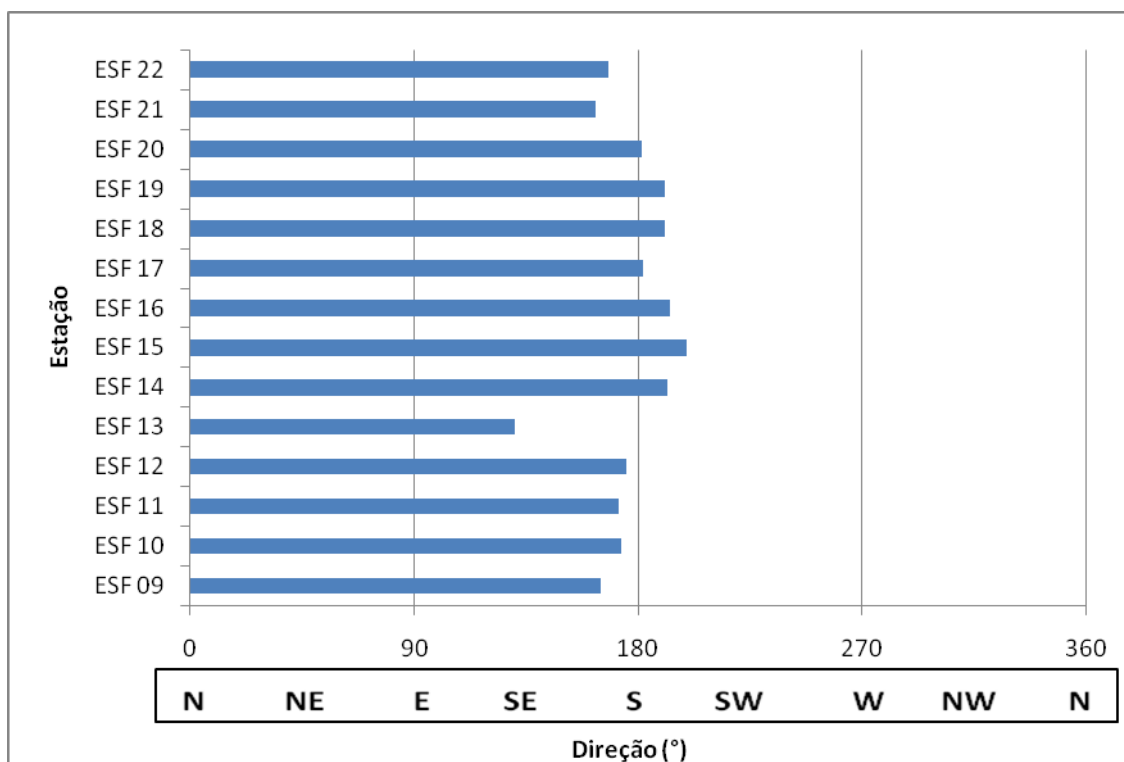


Figura 4.4 – Direção média da água na coluna em cada estação de amostragem da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante a baixamar da maré de sizígia (lua cheia) do dia 20/07/2013.

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 20/07/2013, na foz do Rio São Francisco.

Data	Hora	Estação	Prof. (m)	Vel. água (m.s ⁻¹)	Direção (°)
20/07/2013	13:30	ESF 09	4,10	0,378	356,1
	13:44	ESF 10	4,70	0,421	0,6
	13:52	ESF 11	6,90	0,390	356,6
	14:07	ESF 12	7,20	0,502	346,3
	14:15	ESF 13	4,50	0,356	338,5
	14:23	ESF 14	4,20	0,279	357,7
	14:30	ESF 15	3,40	0,229	2,3
	14:36	ESF 16	5,10	0,152	23,1
	14:45	ESF 17	7,40	0,135	357,7
	14:54	ESF 18	5,40	0,188	10,9
	15:00	ESF 19	6,10	0,191	30,0
	15:07	ESF 20	7,50	0,152	4,6
	15:15	ESF 21	12,00	0,110	344,4
	15:30	ESF 22	8,00	0,128	353,4

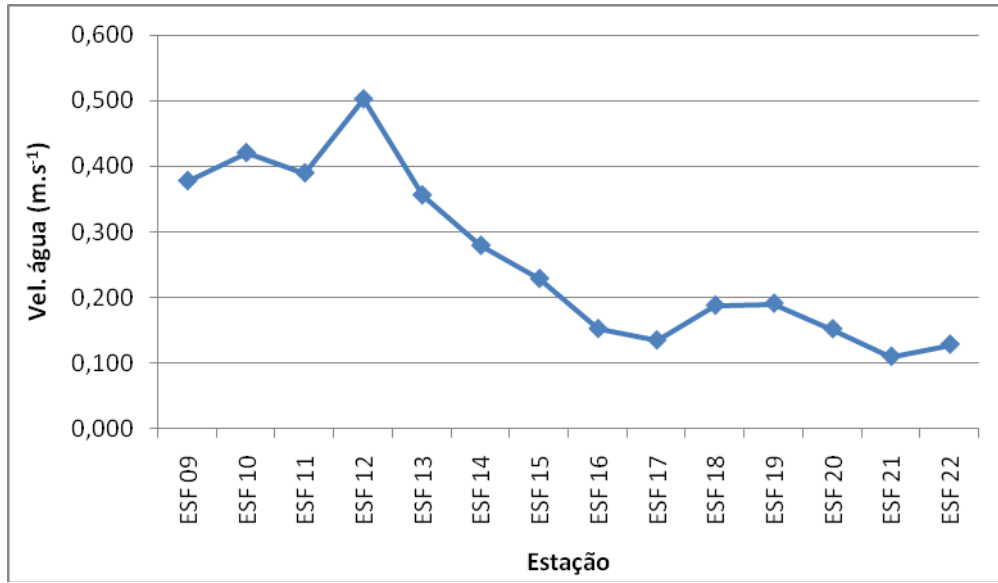


Figura 4.5 – Variação da velocidade média da água na coluna entre as estações de amostragem da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante a preamar da maré de sizígia (lua cheia) do dia 20/07/2013.

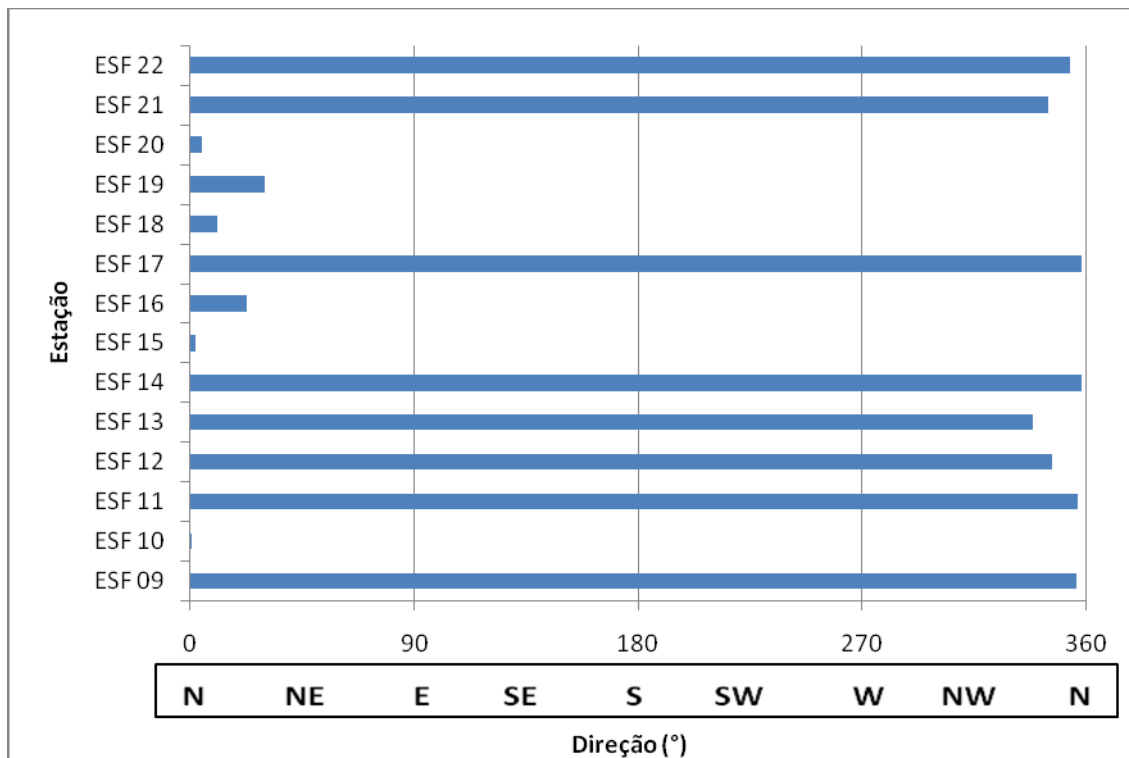


Figura 4.6 – Direção média da água na coluna em cada estação de amostragem da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante a preamar da maré de sizígia (lua cheia) do dia 20/07/2013.

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 21/07/2013, na foz do Rio São Francisco.

Data	Hora	Estação	Prof. (m)	Vel. água (m.s ⁻¹)	Direção (°)
21/07/2013	08:06	ESF 09	2,70	0,569	165,6
	08:20	ESF 10	3,60	0,637	167,6
	08:29	ESF 11	5,60	0,726	172,9
	08:37	ESF 12	5,40	0,481	171,7
	08:45	ESF 13	3,40	0,162	136,0
	08:52	ESF 14	2,60	0,717	190,8
	08:56	ESF 15	1,80	0,566	204,6
	09:02	ESF 16	3,40	0,745	188,6
	09:07	ESF 17	5,80	0,790	183,7
	09:16	ESF 18	5,00	0,703	191,0
	09:24	ESF 19	4,60	0,606	196,4
	09:32	ESF 20	5,30	0,844	186,8
	09:44	ESF 21	9,70	0,858	165,3
	09:56	ESF 22	8,10	0,787	167,5

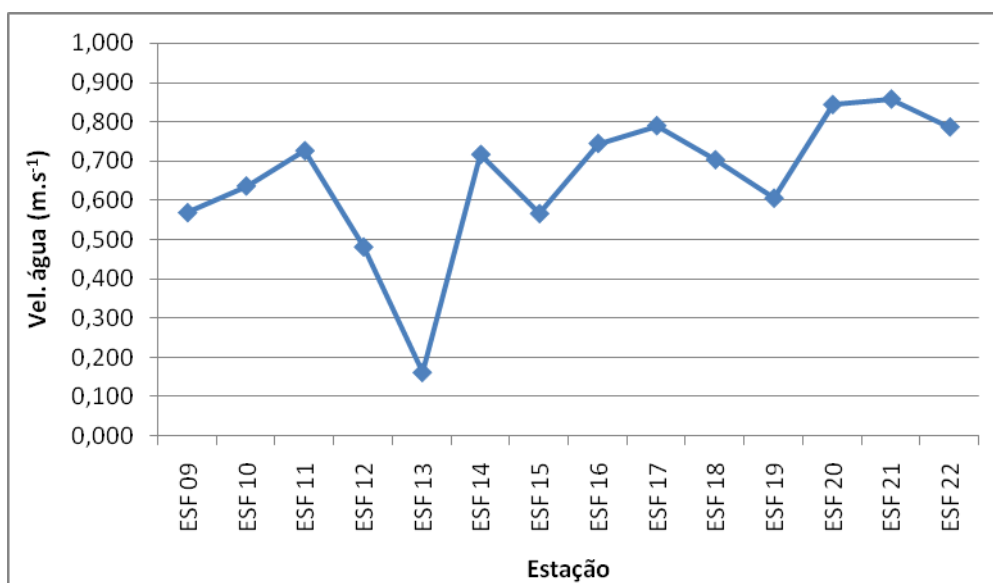


Figura 4.7 – Variação da velocidade média da água na coluna entre as estações de amostragem da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante a baixamar da maré de sizígia (lua cheia) do dia 21/07/2013.

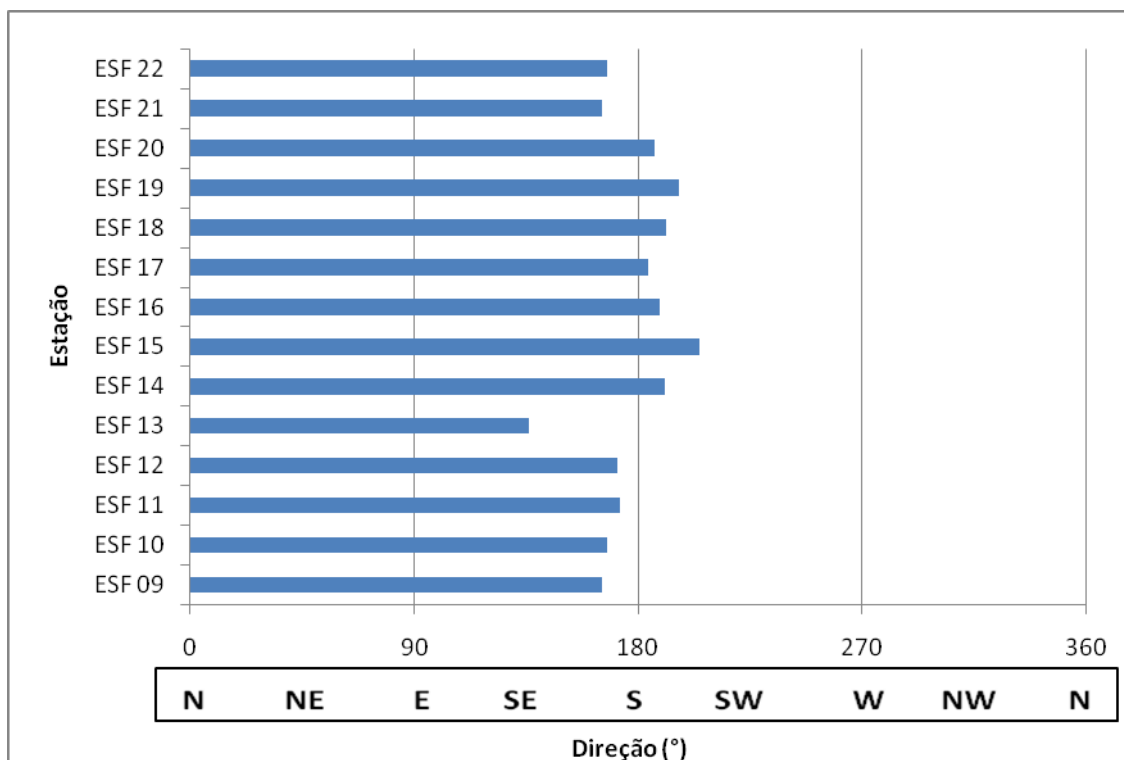


Figura 4.8 – Direção média da água na coluna em cada estação de amostragem da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante a baixamar da maré de sizígia (lua cheia) do dia 21/07/2013.

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 21/07/2013, na foz do Rio São Francisco.

Data	Hora	Estação	Prof. (m)	Vel. água (m.s ⁻¹)	Direção (°)
21/07/2013	14:19	ESF 09	4,50	0,578	350,3
	14:28	ESF 10	4,80	0,490	358,8
	14:36	ESF 11	7,00	0,537	354,8
	14:45	ESF 12	7,00	0,452	359,0
	14:54	ESF 13	4,80	0,536	347,1
	15:00	ESF 14	4,70	0,412	350,4
	15:15	ESF 15	3,50	0,199	344,1
	15:22	ESF 16	5,60	0,231	25,0
	15:30	ESF 17	8,20	0,192	6,6
	15:40	ESF 18	5,50	0,283	0,4
	15:47	ESF 19	6,30	0,211	6,8
	15:55	ESF 20	7,50	0,195	1,4
	16:05	ESF 21	12,50	0,155	357,2
	16:17	ESF 22	8,30	0,277	346,0

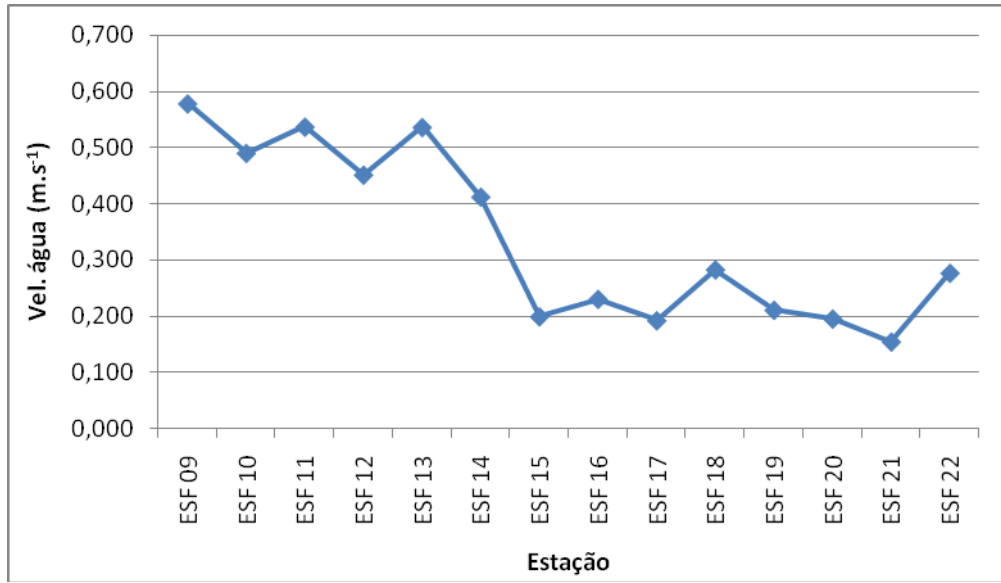


Figura 4.9 – Variação da velocidade média da água na coluna entre as estações de amostragem da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante a preamar da maré de sizígia (lua cheia) do dia 21/07/2013.

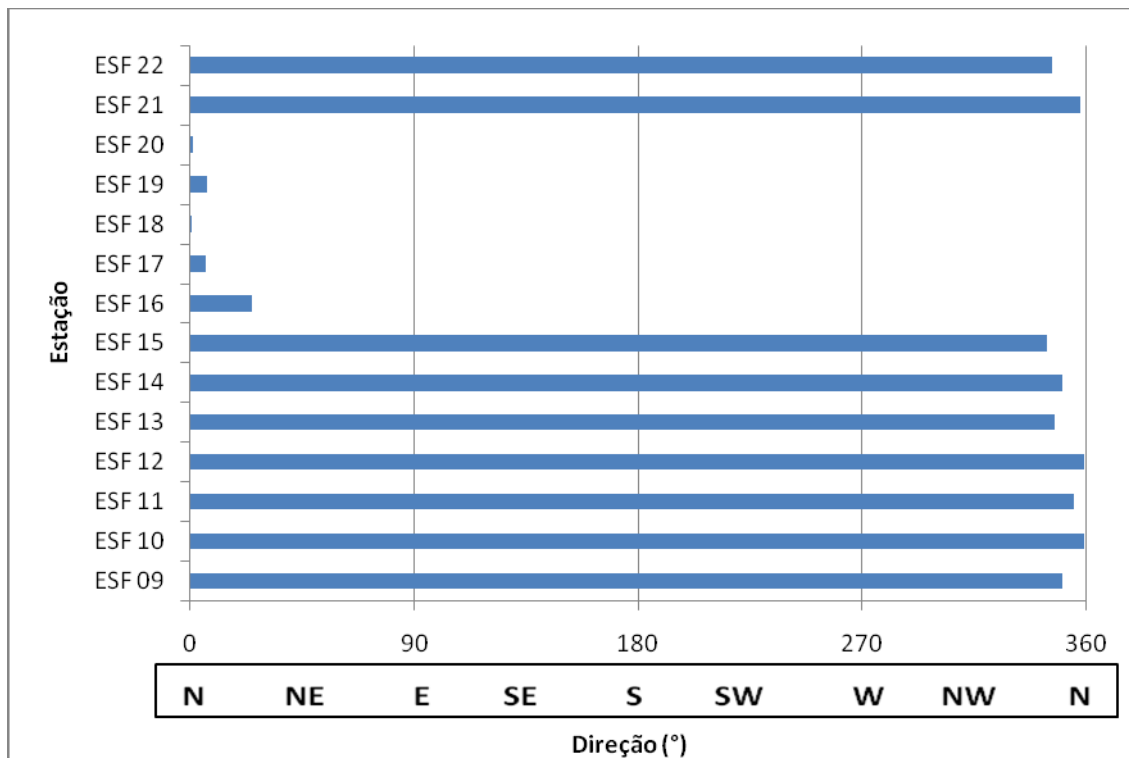


Figura 4.10 – Direção média da água na coluna em cada estação de amostragem da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante a preamar da maré de sizígia (lua cheia) do dia 21/07/2013.

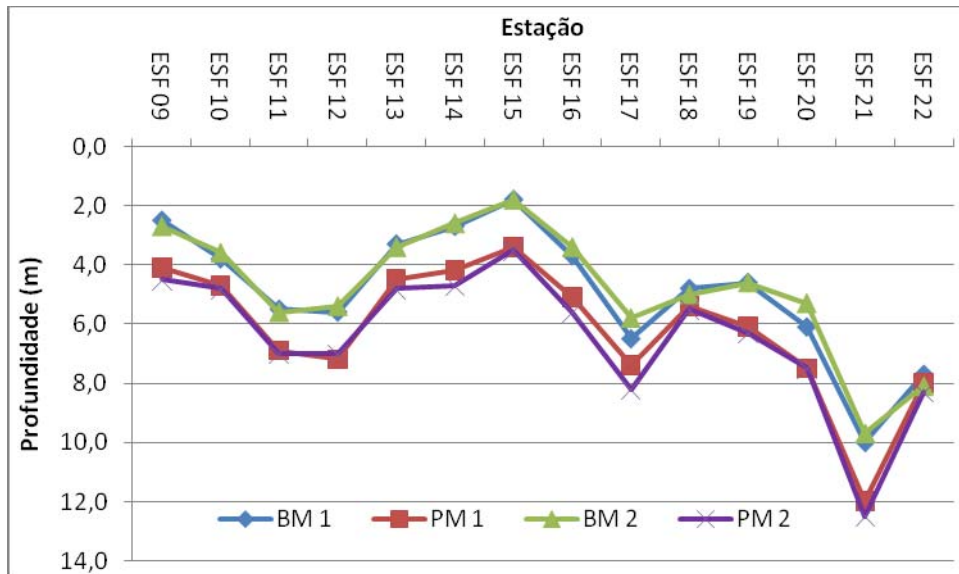


Figura 4.11 – Variação da profundidade das estações de amostragem da cunha salina na foz do Rio São Francisco, durante a preamar (PM) e a baixamar (BM) da maré de sizígia (lua cheia) dos dias 20 e 21/07/2013.

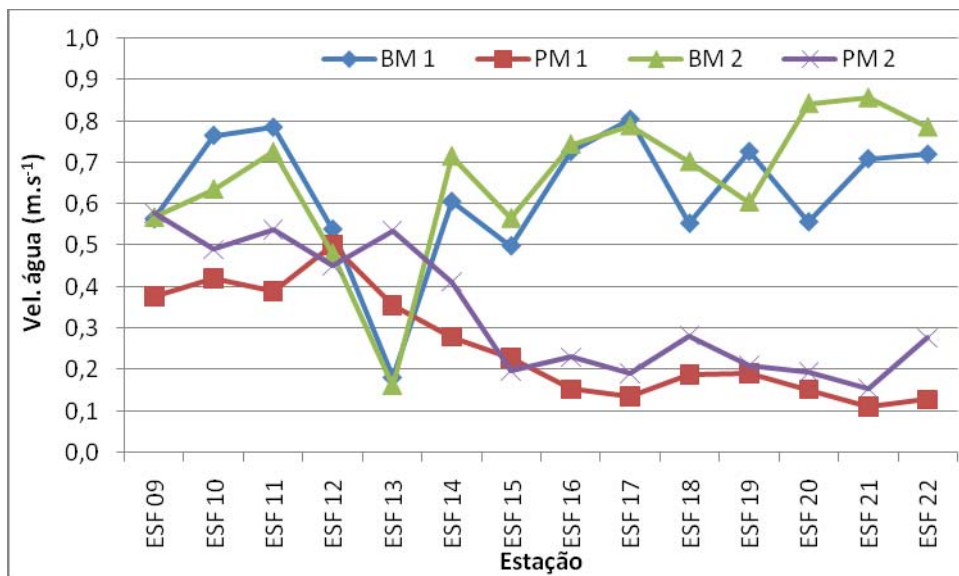


Figura 4.12 – Variação da velocidade média da coluna d’água nas estações de amostragem da cunha salina na foz do Rio São Francisco, durante a preamar (PM) e a baixamar (BM) da maré de sizígia (lua cheia) dos dias 20 e 21/07/2013.

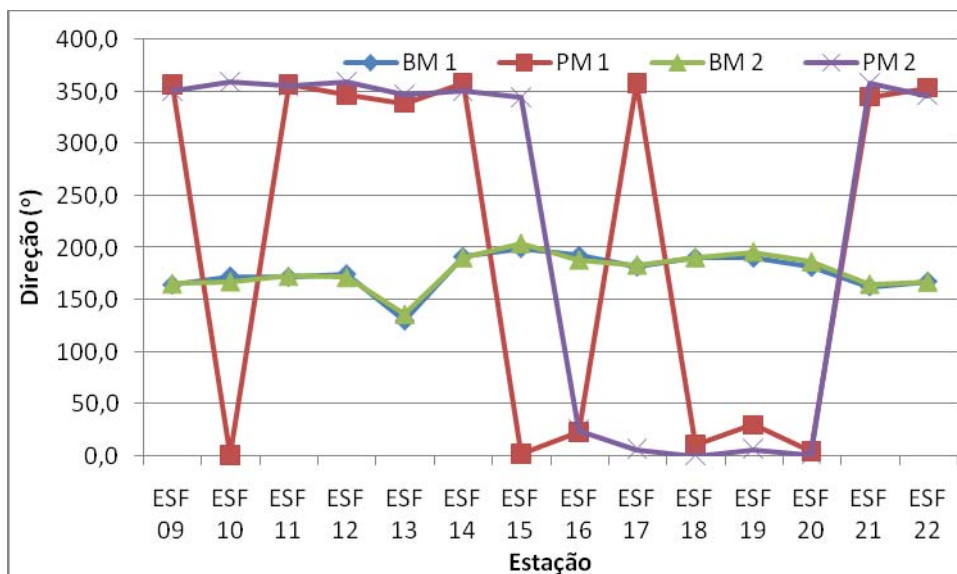


Figura 4.13 – Variação da direção média da coluna d'água nas estações de amostragem da cunha salina na foz do Rio São Francisco, durante a preamar (PM) e a baixamar (BM) da maré de sizígia (lua cheia) dos dias 20 e 21/07/2013.

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 04/08/2013, na foz do Rio São Francisco.

Data	Hora	Estação	Prof. (m)	Vel. água (m.s ⁻¹)	Direção (°)
04/08/2013	07:55	ESF 09	1,8	0,490	164,23
	08:03	ESF 10	3,4	0,697	169,25
	08:10	ESF 11	5,5	0,650	173,28
	08:20	ESF 12	5,7	0,502	173,92
	08:28	ESF 13	3,4	0,185	148,03
	08:35	ESF 14	2,6	0,682	188,13
	08:45	ESF 15	2,0	0,529	199,40
	08:51	ESF 16	3,7	0,655	188,34
	08:59	ESF 17	5,9	0,604	188,13
	09:07	ESF 18	5,5	0,588	191,87
	09:15	ESF 19	4,7	0,648	188,73
	09:23	ESF 20	5,4	0,657	188,15
	09:30	ESF 21	10,3	0,682	166,12
	09:50	ESF 22	8,8	0,659	168,08

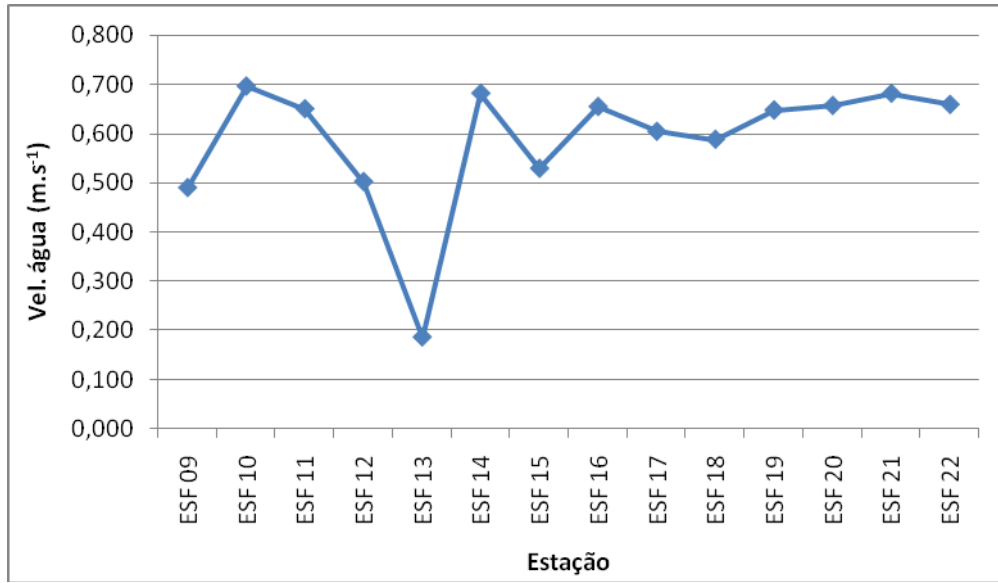


Figura 4.14 – Variação da velocidade média da água na coluna entre as estações de amostragem da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante a baixamar da maré de sizígia (lua nova) do dia 04/08/2013.

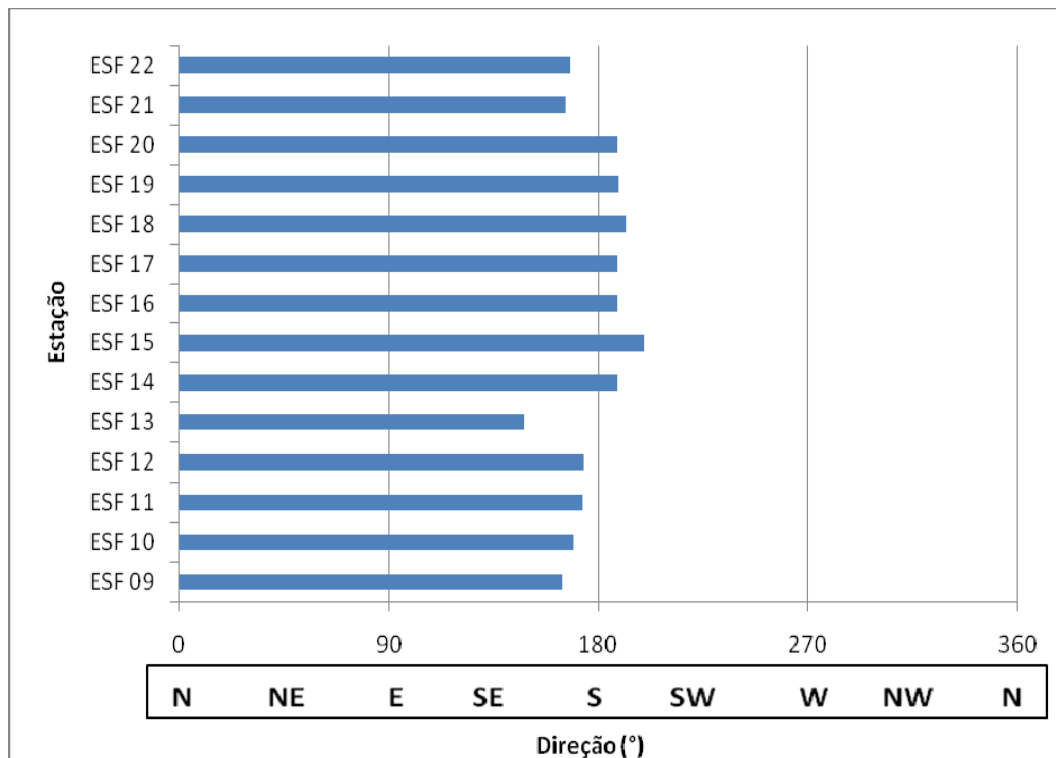


Figura 4.15 – Direção média da água na coluna em cada estação de amostragem da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante a baixamar da maré de sizígia (lua nova) do dia 04/08/2013.

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 04/08/2013, na foz do Rio São Francisco.

Data	Hora	Estação	Prof. (m)	Vel. água (m.s ⁻¹)	Direção (°)
04/08/2013	14:10	ESF 09	3,8	0,329	355,00
	14:19	ESF 10	4,7	0,321	1,22
	14:30	ESF 11	6,9	0,390	355,11
	14:40	ESF 12	6,6	0,364	353,94
	14:53	ESF 13	4,5	0,312	324,80
	15:00	ESF 14	4,4	0,144	293,02
	15:05	ESF 15	3,3	0,171	2,15
	15:10	ESF 16	4,9	0,138	354,14
	15:15	ESF 17	7,0	0,074	3,81
	15:25	ESF 18	6,4	0,150	1,13
	15:30	ESF 19	6,0	0,178	13,78
	15:35	ESF 20	7,8	0,140	8,98
	15:43	ESF 21	11,7	0,095	357,05
	15:50	ESF 22	8,8	0,144	345,19

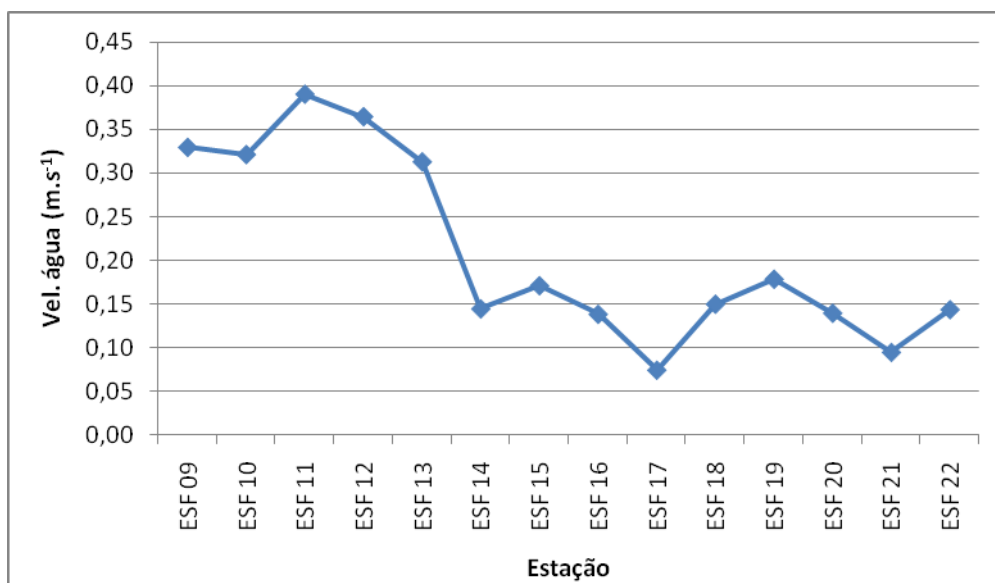


Figura 4.16 – Variação da velocidade média da água na coluna entre as estações de amostragem da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante a preamar da maré de sizígia (lua nova) do dia 04/08/2013.

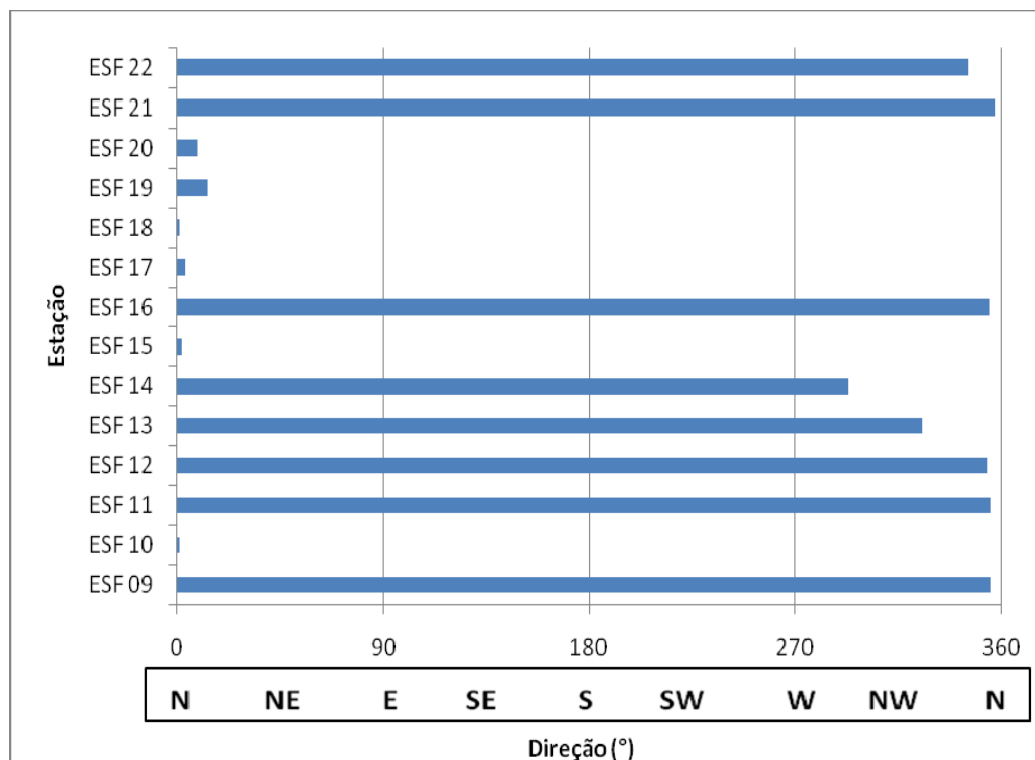


Figura 4.17 – Direção média da água na coluna em cada estação de amostragem da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante a preamar da maré de sizígia (lua nova) do dia 04/08/2013.

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 05/08/2013, na foz do Rio São Francisco.

Data	Hora	Estação	Prof. (m)	Vel. água (m.s ⁻¹)	Direção (°)
05/08/2013	08:32	ESF 09	2,0	0,454	161,50
	08:44	ESF 10	3,3	0,701	173,80
	08:50	ESF 11	5,3	0,567	172,33
	08:57	ESF 12	5,7	0,425	172,52
	09:02	ESF 13	3,3	0,121	157,03
	09:08	ESF 14	2,7	0,569	187,90
	09:15	ESF 15	2,1	0,445	205,37
	09:19	ESF 16	3,7	0,664	191,00
	09:26	ESF 17	6,5	0,787	183,03
	09:35	ESF 18	5,0	0,625	185,32
	09:42	ESF 19	4,8	0,732	189,05
	09:50	ESF 20	5,5	0,805	185,07
	09:56	ESF 21	10,5	0,750	164,82
	10:07	ESF 22	8,6	0,720	172,44

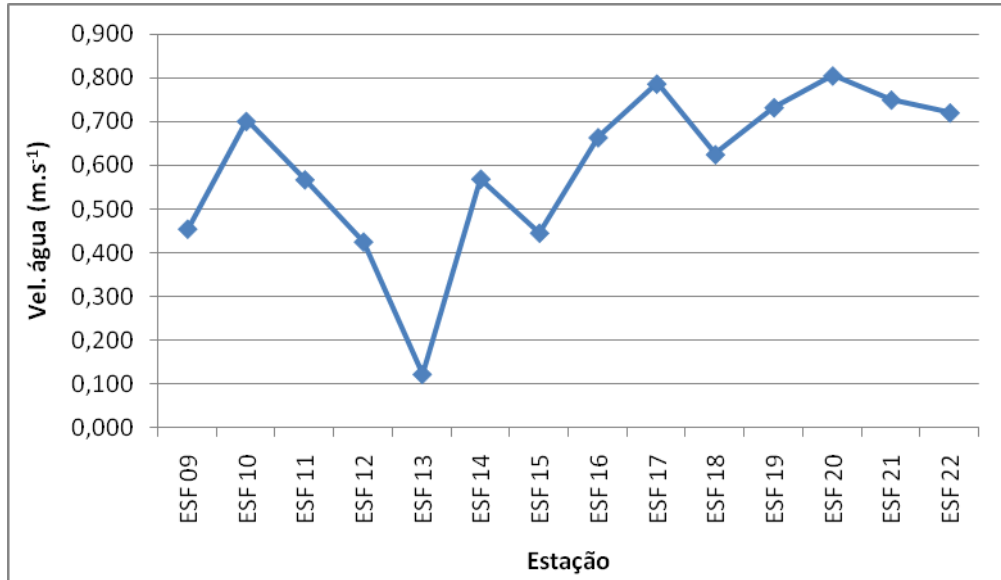


Figura 4.18 – Variação da velocidade média da água na coluna entre as estações de amostragem da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante a baixamar da maré de sizígia (lua nova) do dia 05/08/2013.

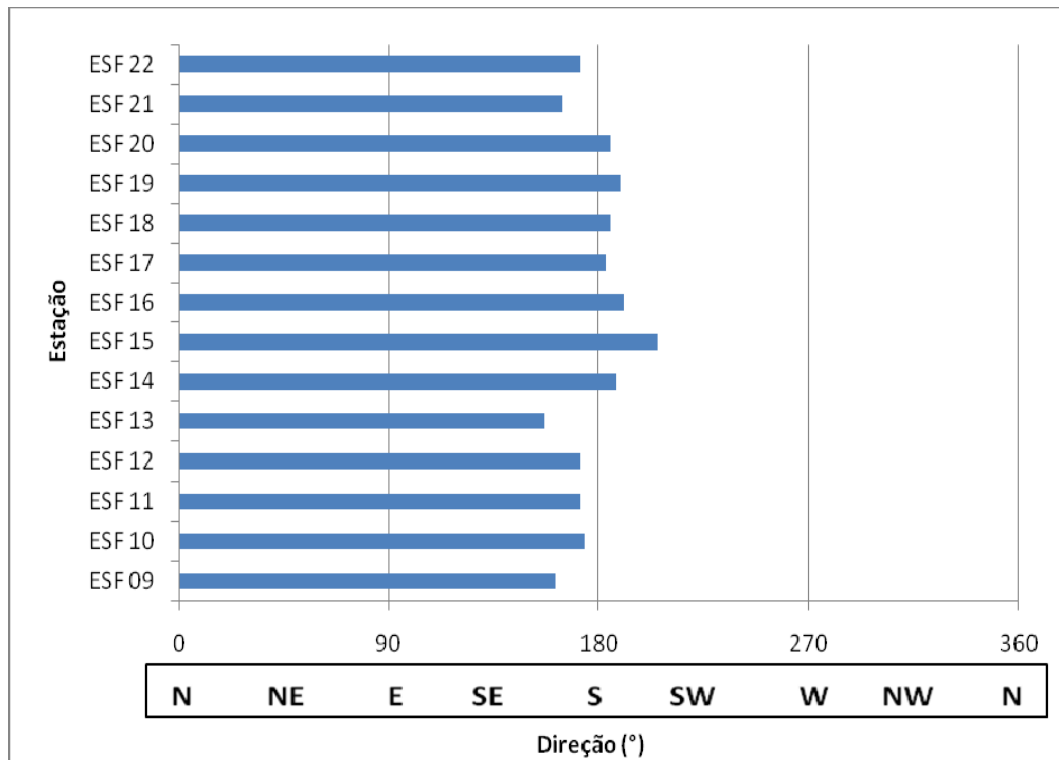


Figura 4.19 – Direção média da água na coluna em cada estação de amostragem da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante a baixamar da maré de sizígia (lua nova) do dia 05/08/2013.

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 05/08/2013, na foz do Rio São Francisco.

Data	Hora	Estação	Prof. (m)	Vel. água (m.s ⁻¹)	Direção (°)
05/08/2013	14:43	ESF 09	3,3	0,374	343,45
	14:50	ESF 10	4,7	0,410	358,16
	14:56	ESF 11	6,5	0,499	356,80
	15:05	ESF 12	7,2	0,464	0,64
	15:15	ESF 13	4,5	0,427	347,18
	15:20	ESF 14	4,5	0,303	340,40
	15:30	ESF 15	3,8	0,251	359,65
	15:36	ESF 16	5,4	0,162	347,60
	15:45	ESF 17	7,1	0,174	7,18
	15:53	ESF 18	5,3	0,230	3,22
	16:00	ESF 19	6,3	0,202	12,70
	16:07	ESF 20	7,3	0,167	356,84
	16:15	ESF 21	12,7	0,152	353,77
	16:25	ESF 22	7,4	0,241	354,20

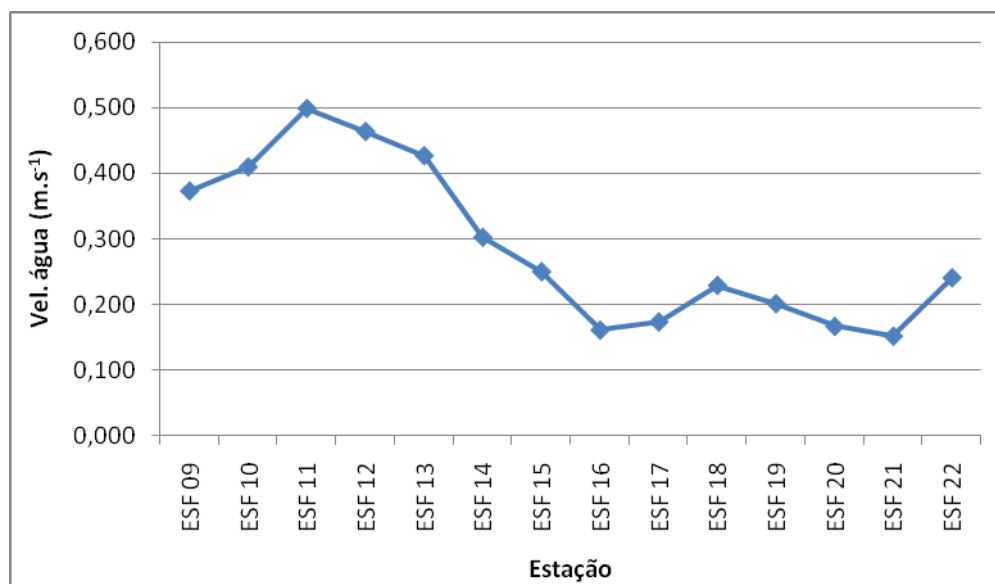


Figura 4.20 – Variação da velocidade média da água na coluna entre as estações de amostragem da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante a preamar da maré de sizígia (lua nova) do dia 05/08/2013.

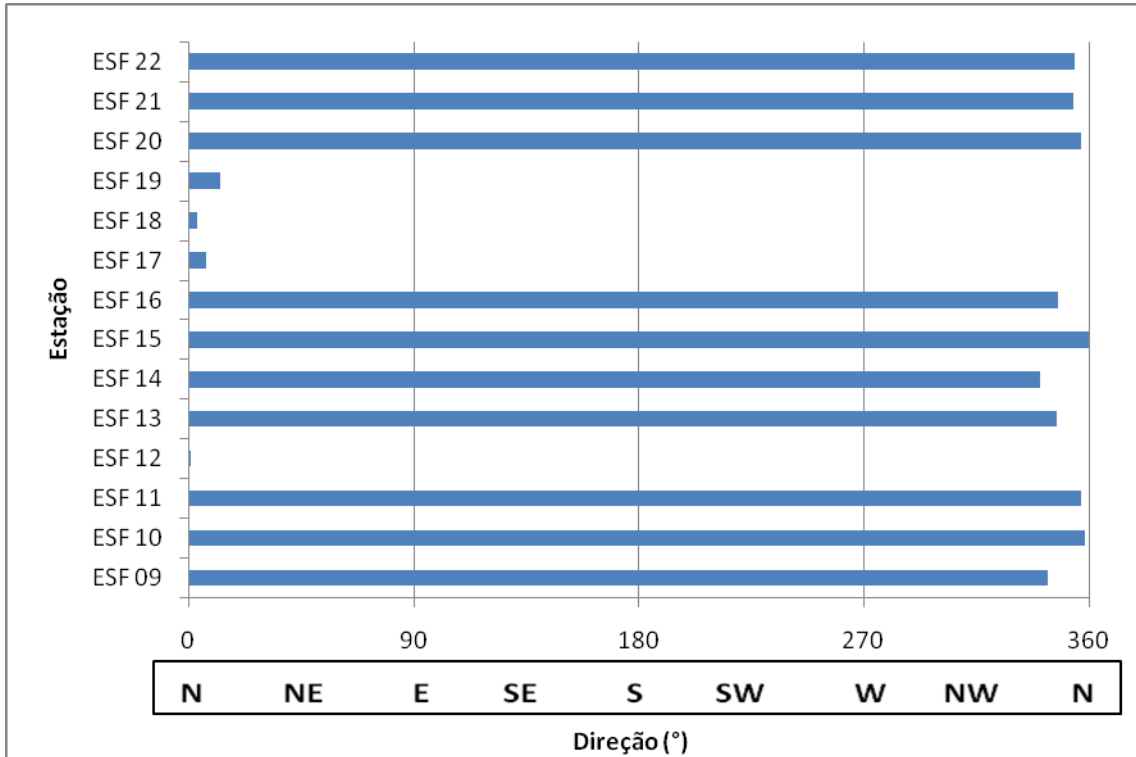


Figura 4.21 – Direção média da água na coluna em cada estação de amostragem da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante a preamar da maré de sizígia (lua nova) do dia 05/08/2013.

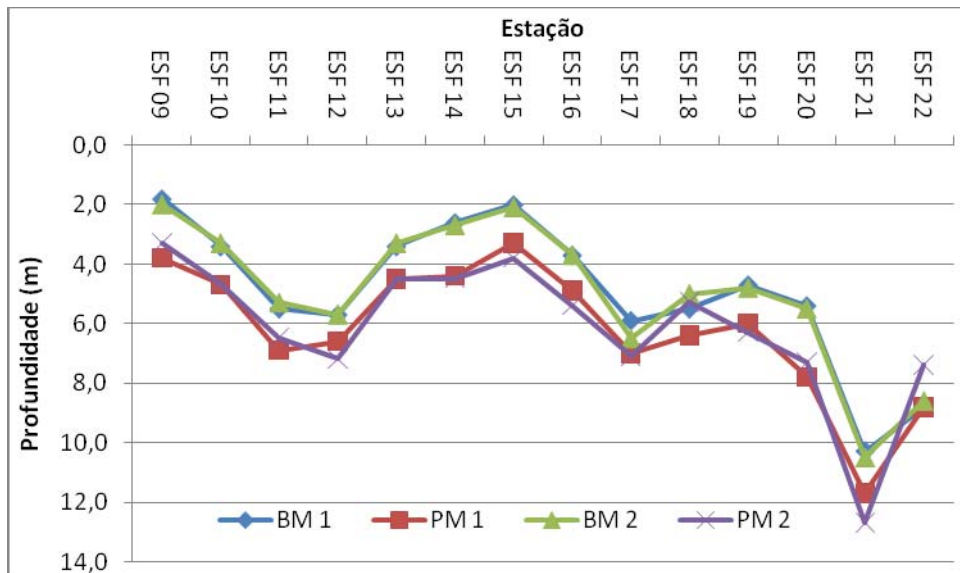


Figura 4.22 - Variação da profundidade das estações de amostragem da cunha salina na foz do Rio São Francisco, durante a preamar (PM) e a baixamar (BM) da maré de sizígia (lua nova) dos dias 04 e 05/08/2013.

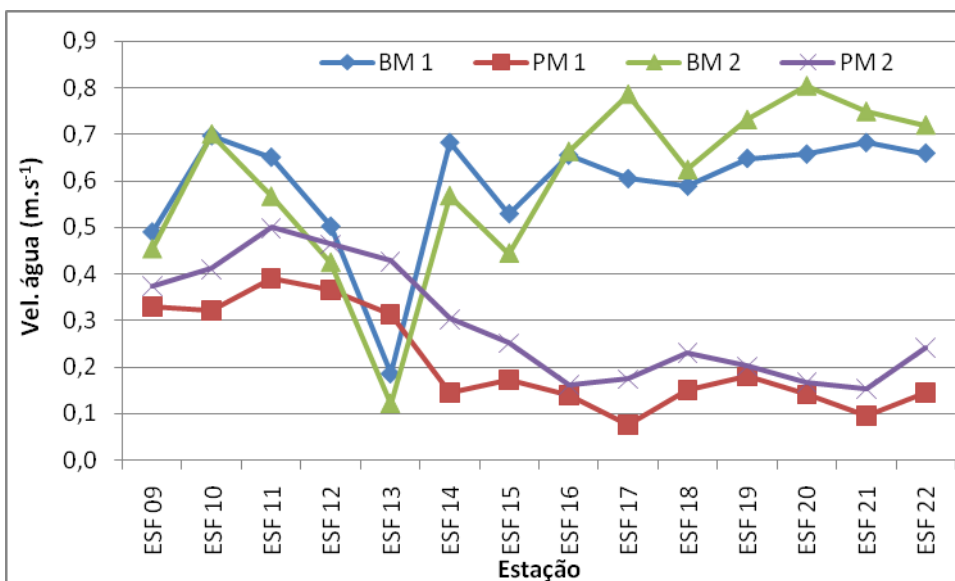


Figura 4.23 – Variação da velocidade média da coluna d’água nas estações de amostragem da cunha salina na foz do Rio São Francisco, durante a preamar (PM) e a baixamar (BM) da maré de sizígia (lua nova) dos dias 04 e 05/08/2013.

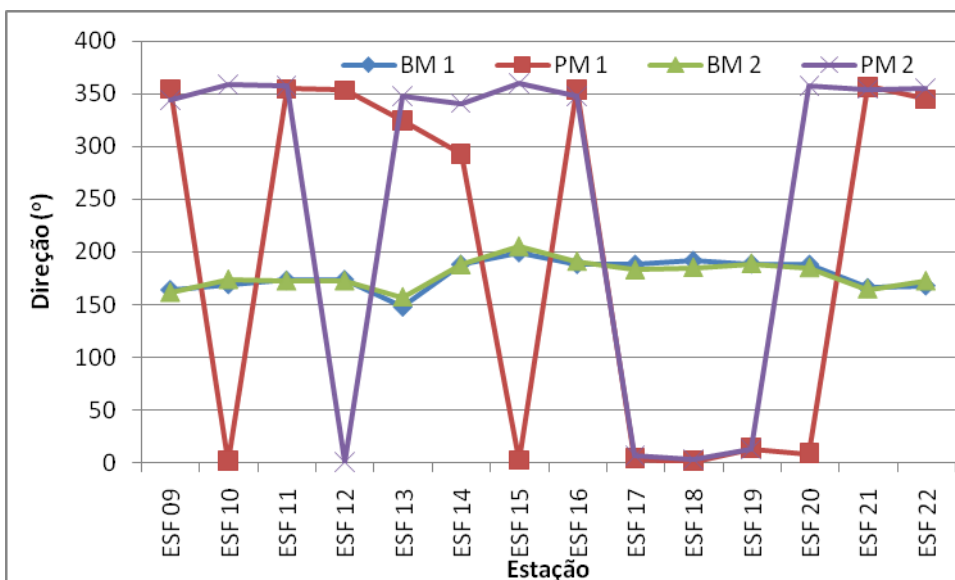


Figura 4.24 – Variação da direção média da coluna d’água nas estações de amostragem da cunha salina na foz do Rio São Francisco, durante a preamar (PM) e a baixamar (BM) da maré de sizígia (lua nova) dos dias 04 e 05/08/2013.

Na fase de lua cheia, a velocidade média da coluna d’água entre todas as estações foi maior na baixamar ($0,60 \text{ m.s}^{-1}$) que na preamar ($0,30 \text{ m.s}^{-1}$), com tendência de declividade para o sul ($177,3^\circ$) na baixamar e sudoeste ($217,5^\circ$) na preamar. A direção da água na coluna foi

mais estável entre as estações nas marés de baixamar que nas de preamar (Figura 4.13). Foi observada uma redução na velocidade entre as estações ESF 11 e ESF 13 (mais próximas à foz) e aumento entre as estações SF 15 e SF 22 na baixamar, e de redução gradual entre as estações SF 09 e SF 22 na preamar (Figura 4.12).

Na fase de lua nova, a velocidade média da coluna d'água entre todas as estações também foi mais elevada nas marés de baixamar ($0,59 \text{ m.s}^{-1}$) que nas de preamar ($0,25 \text{ m.s}^{-1}$), com tendência de declividade para o sul na baixamar ($178,5^\circ$) e sudoeste na preamar ($225,4^\circ$). De modo semelhante à fase de lua cheia, a direção da água na coluna foi mais estável entre as estações nas marés de baixamar que nas de preamar (Figura 4.24). O padrão de variação da velocidade ao longo das estações também foi semelhante à fase anterior da lua, com diminuição entre as estações ESF 10 e ESF 13 (mais próximas à foz) e elevação entre as estações SF 14 e SF 22 na baixamar, e de queda gradual entre as estações ESF 09 e ESF 22 (mais internas no rio) na preamar (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 $25,9$ e $27,4^\circ\text{C}$. Nas marés de baixamar (Figuras 4.25, 4.28, 4.29 e 4.32), a amplitude de variação da salinidade foi menor (0 a 14,5) que nas de preamar, entre 0 e 26,5 (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.

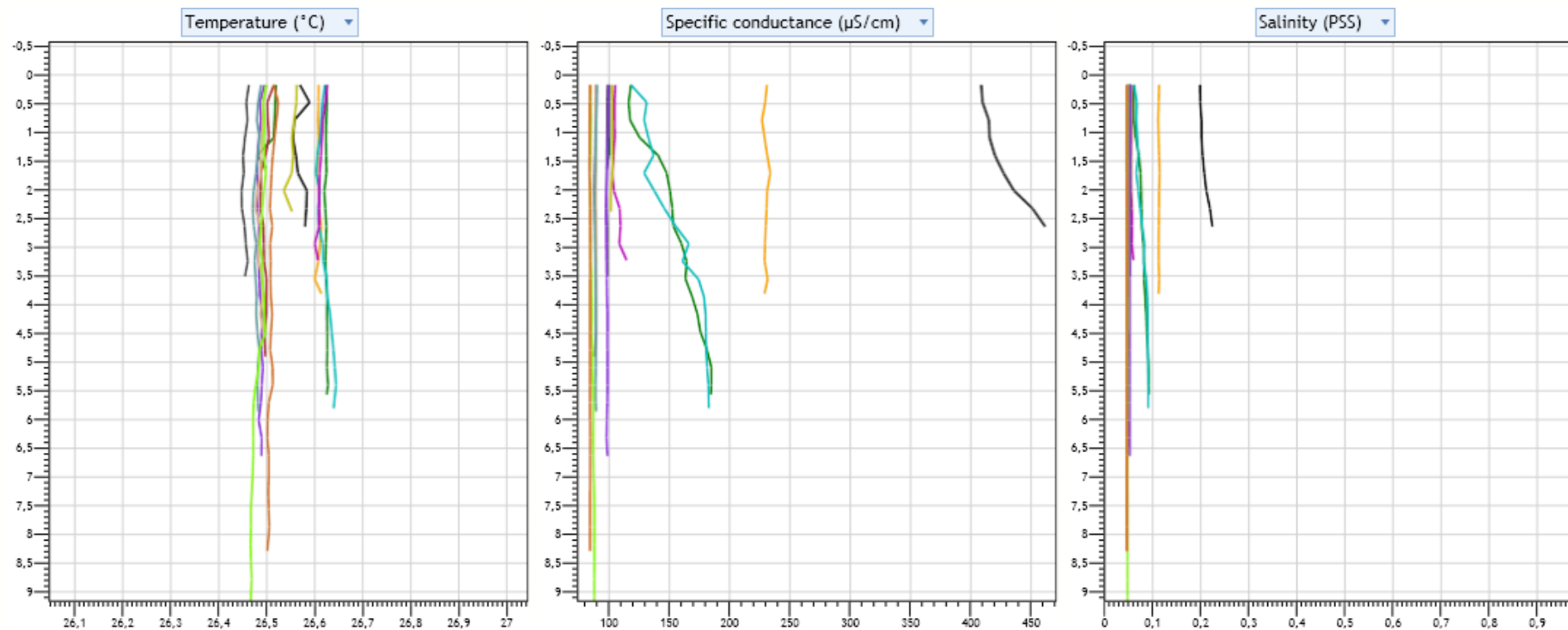


Figura 4.25 – Diagramas da dispersão comparativa dos perfis verticais da temperatura (esquerda), condutividade elétrica específica (centro) e salinidade (direita) da água nas diferentes estações de monitoramento da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante a baixamar da maré de sizígia (lua cheia), do dia 20 de julho de 2013. Gráficos gerados pelo Programa CTD-CastAway.

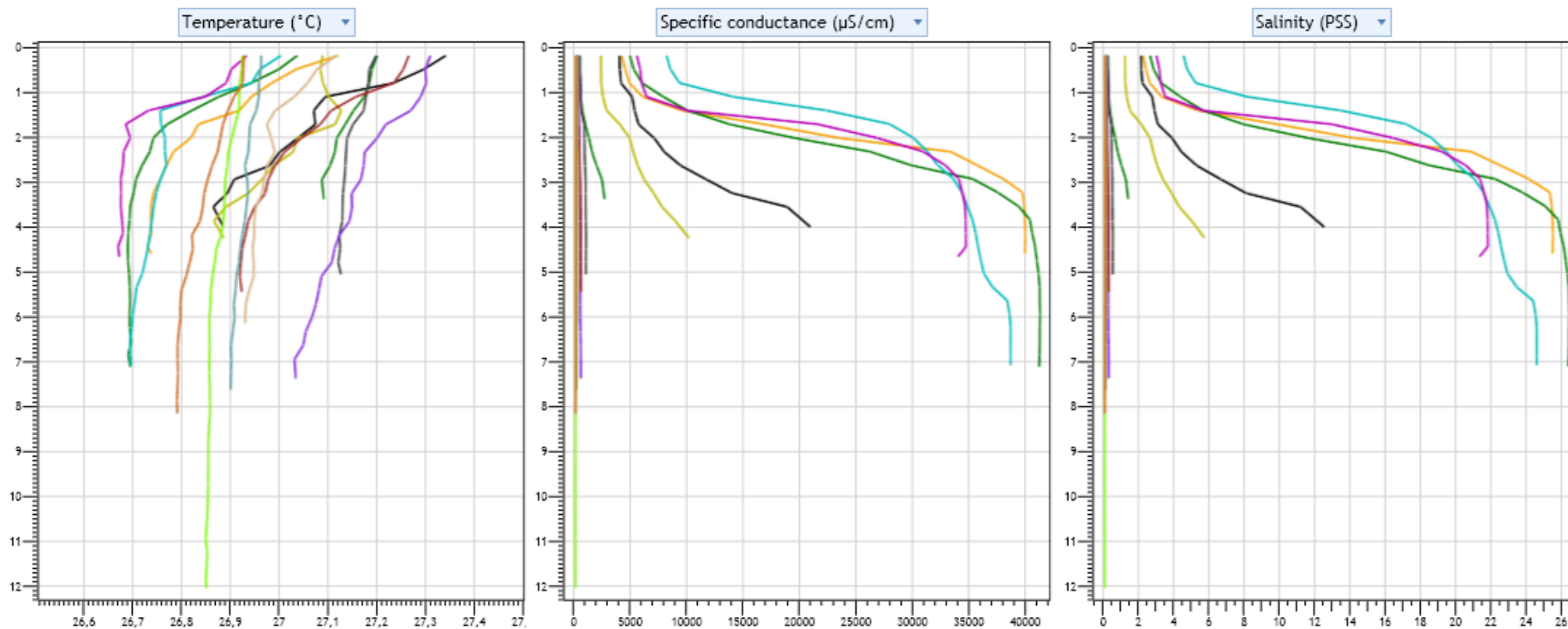


Figura 4.26 – Diagramas da dispersão comparativa dos perfis verticais da temperatura (esquerda), condutividade elétrica específica (centro) e salinidade (direita) da água nas diferentes estações de monitoramento da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante a preamar da maré de sizígia (lua cheia), do dia 20 de julho de 2013. Gráficos gerados pelo Programa CTD-CastAway.

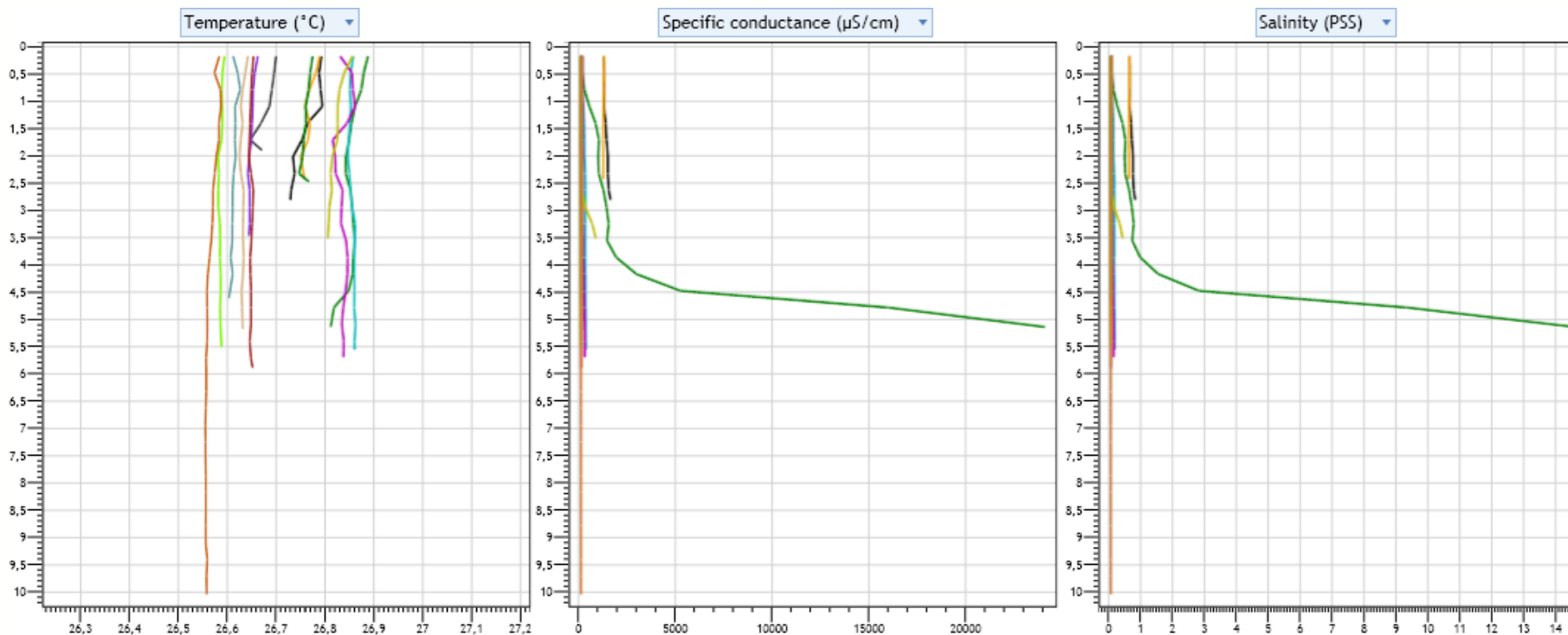


Figura 4.27 – Diagramas da dispersão comparativa dos perfis verticais da temperatura (esquerda), condutividade elétrica específica (centro) e salinidade (direita) da água nas diferentes estações de monitoramento da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante a baixamar da maré de sizígia (lua cheia), do dia 21 de julho de 2013. Gráficos gerados pelo Programa CTD-CastAway.

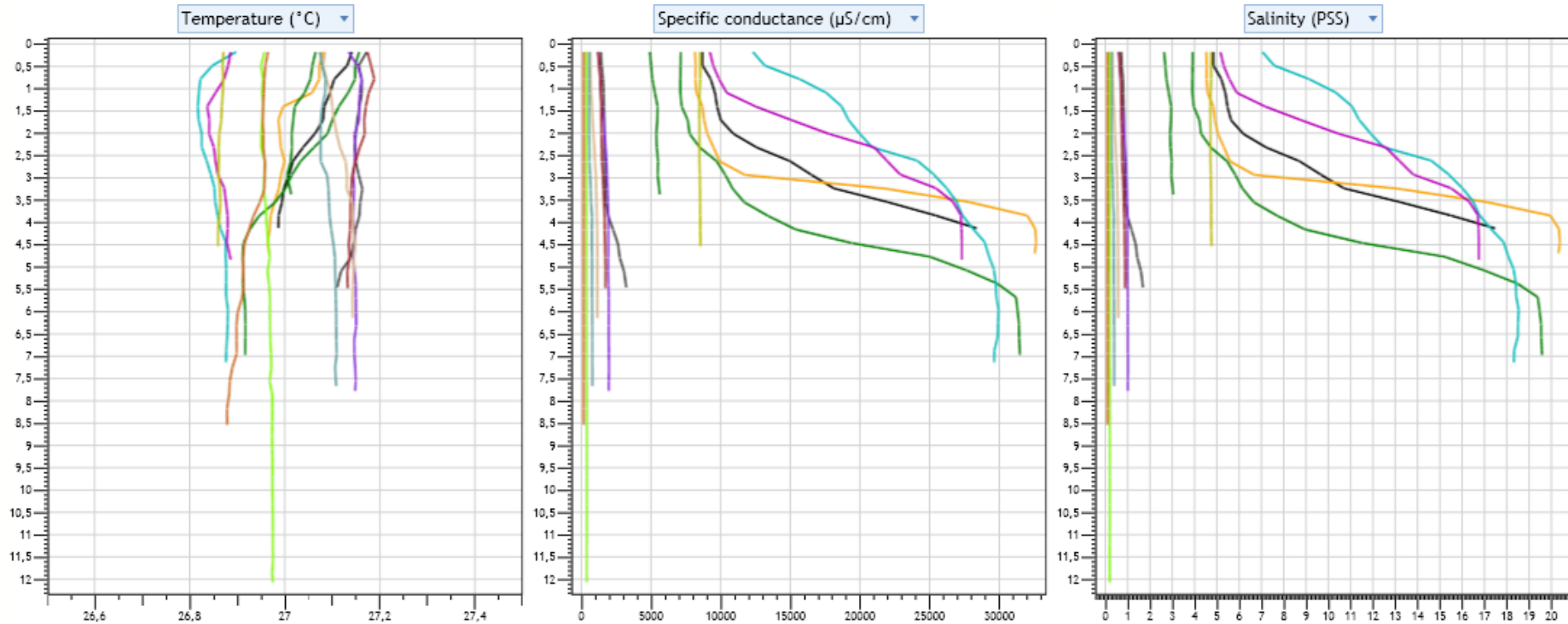


Figura 4.28 – Diagramas da dispersão comparativa dos perfis verticais da temperatura (esquerda), condutividade elétrica específica (centro) e salinidade (direita) da água nas diferentes estações de monitoramento da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante a preamar da maré de sizígia (lua cheia), do dia 21 de julho de 2013. Gráficos gerados pelo Programa CTD-CastAway.

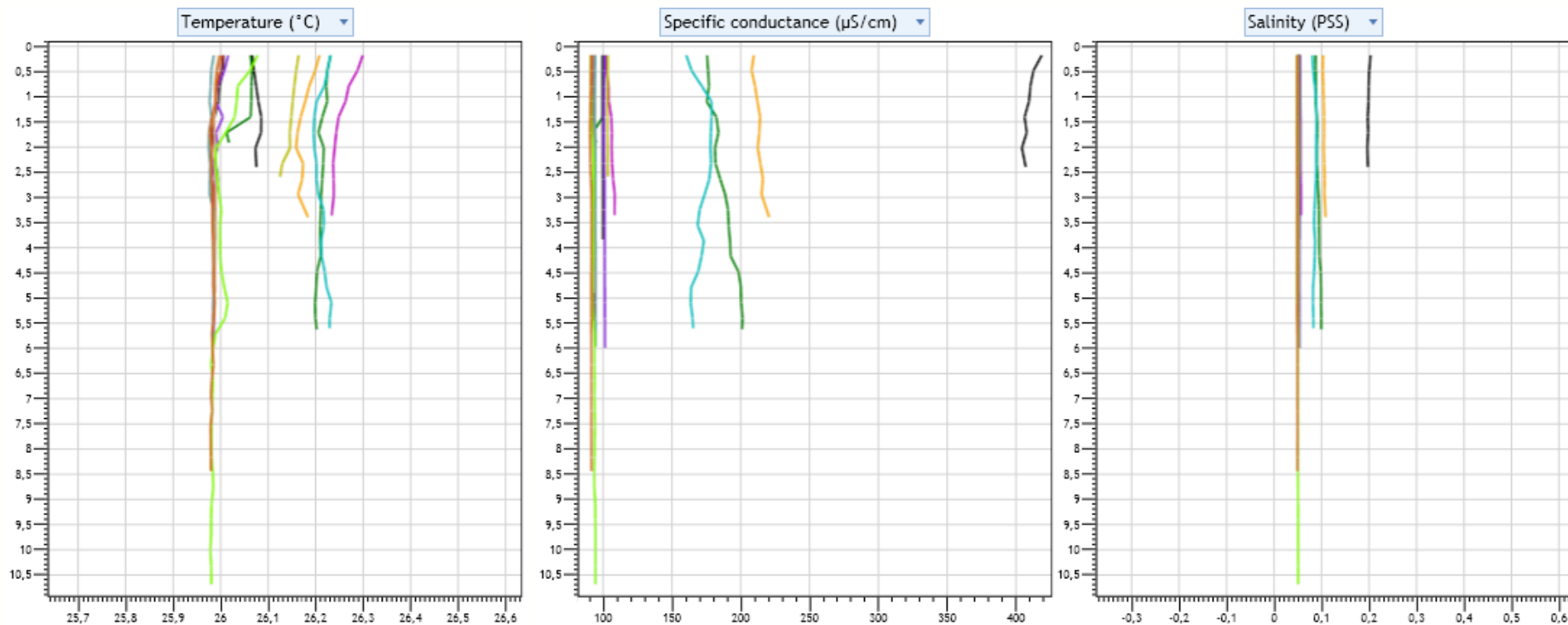


Figura 4.29 – Diagramas da dispersão comparativa dos perfis verticais da temperatura (esquerda), condutividade elétrica específica (centro) e salinidade (direita) da água nas diferentes estações de monitoramento da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante a baixamar da maré de sizígia (lua nova), do dia 04 de agosto de 2013. Gráficos gerados pelo Programa CTD-CastAway.

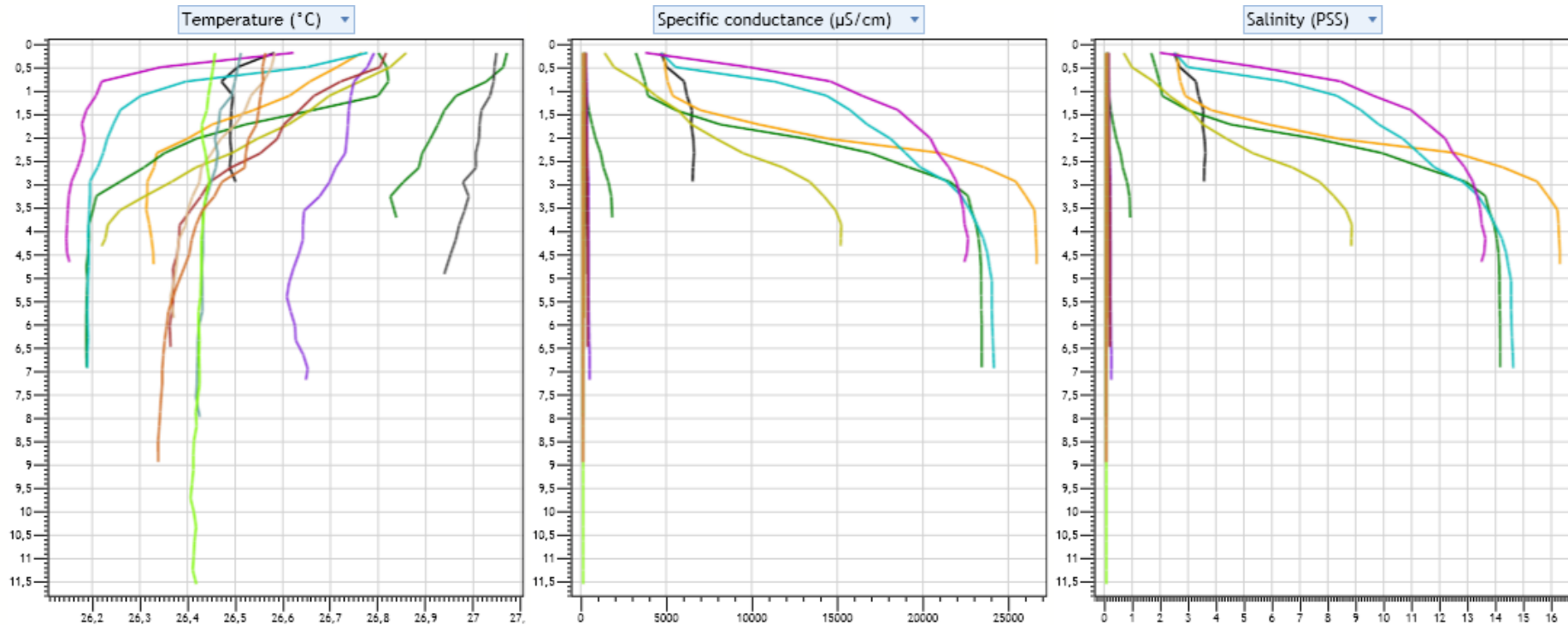


Figura 4.30 – Diagramas da dispersão comparativa dos perfis verticais da temperatura (esquerda), condutividade elétrica específica (centro) e salinidade (direita) da água nas diferentes estações de monitoramento da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante a preamar da maré de sizígia (lua nova), do dia 04 de agosto de 2013. Gráficos gerados pelo Programa CTD-CastAway.

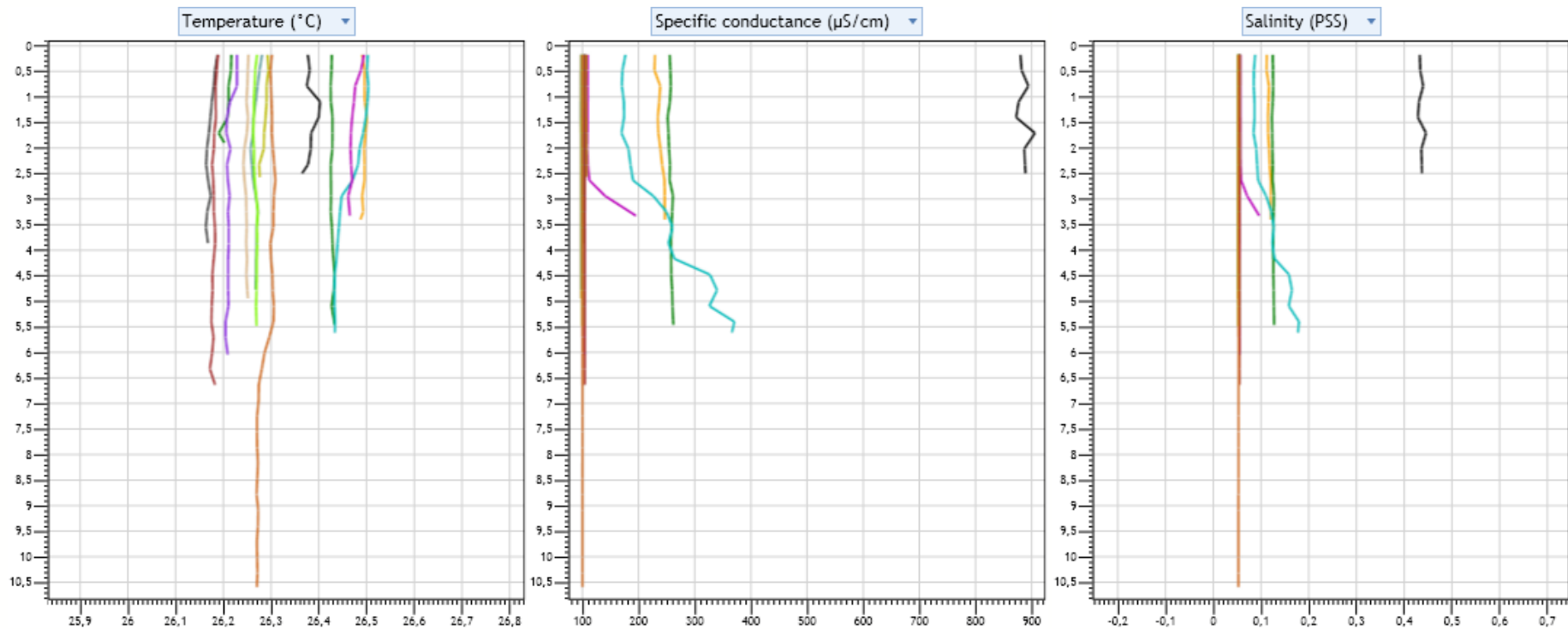


Figura 4.31 – Diagramas da dispersão comparativa dos perfis verticais da temperatura (esquerda), condutividade elétrica específica (centro) e salinidade (direita) da água nas diferentes estações de monitoramento da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante a baixamar da maré de sizígia (lua nova), do dia 05 de agosto de 2013. Gráficos gerados pelo Programa CTD-CastAway.

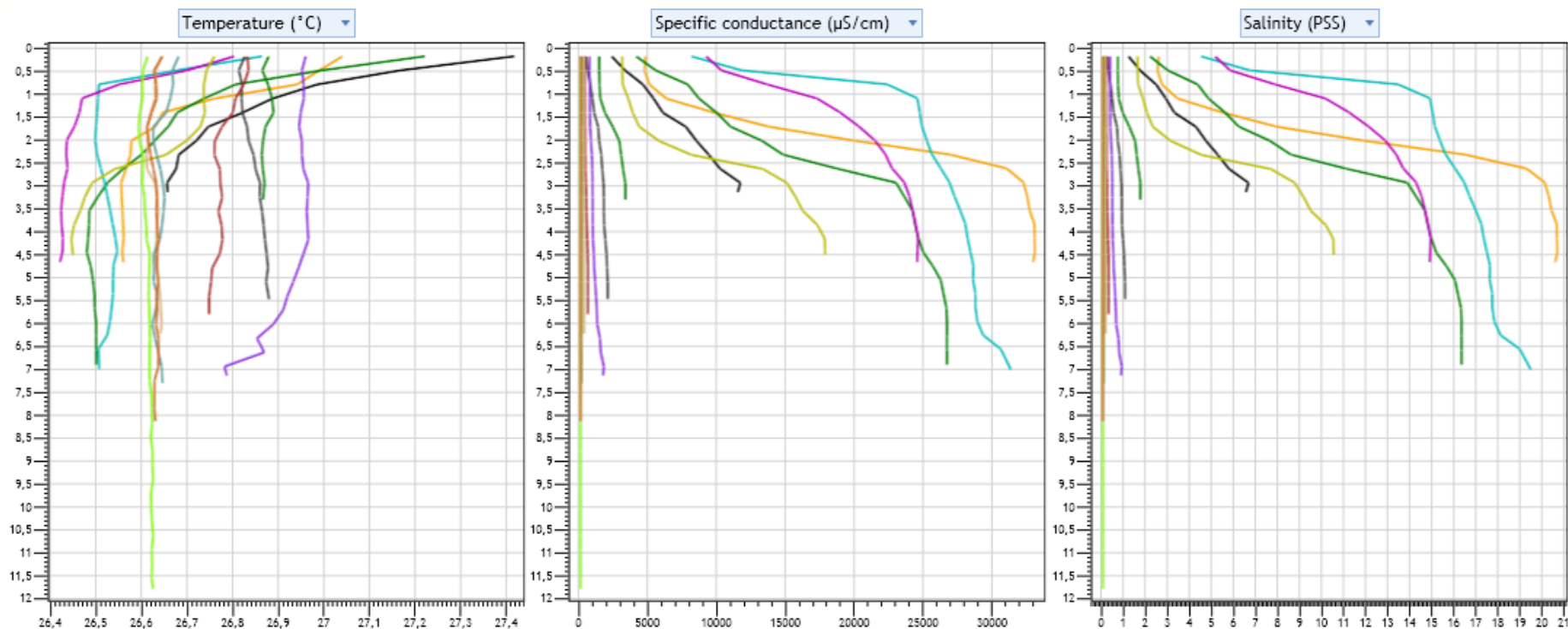


Figura 4.32 – Diagramas da dispersão comparativa dos perfis verticais da temperatura (esquerda), condutividade elétrica específica (centro) e salinidade (direita) da água nas diferentes estações de monitoramento da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante a preamar da maré de sizígia (lua nova), do dia 05 de agosto de 2013. Gráficos gerados pelo Programa CTD-CastAway.

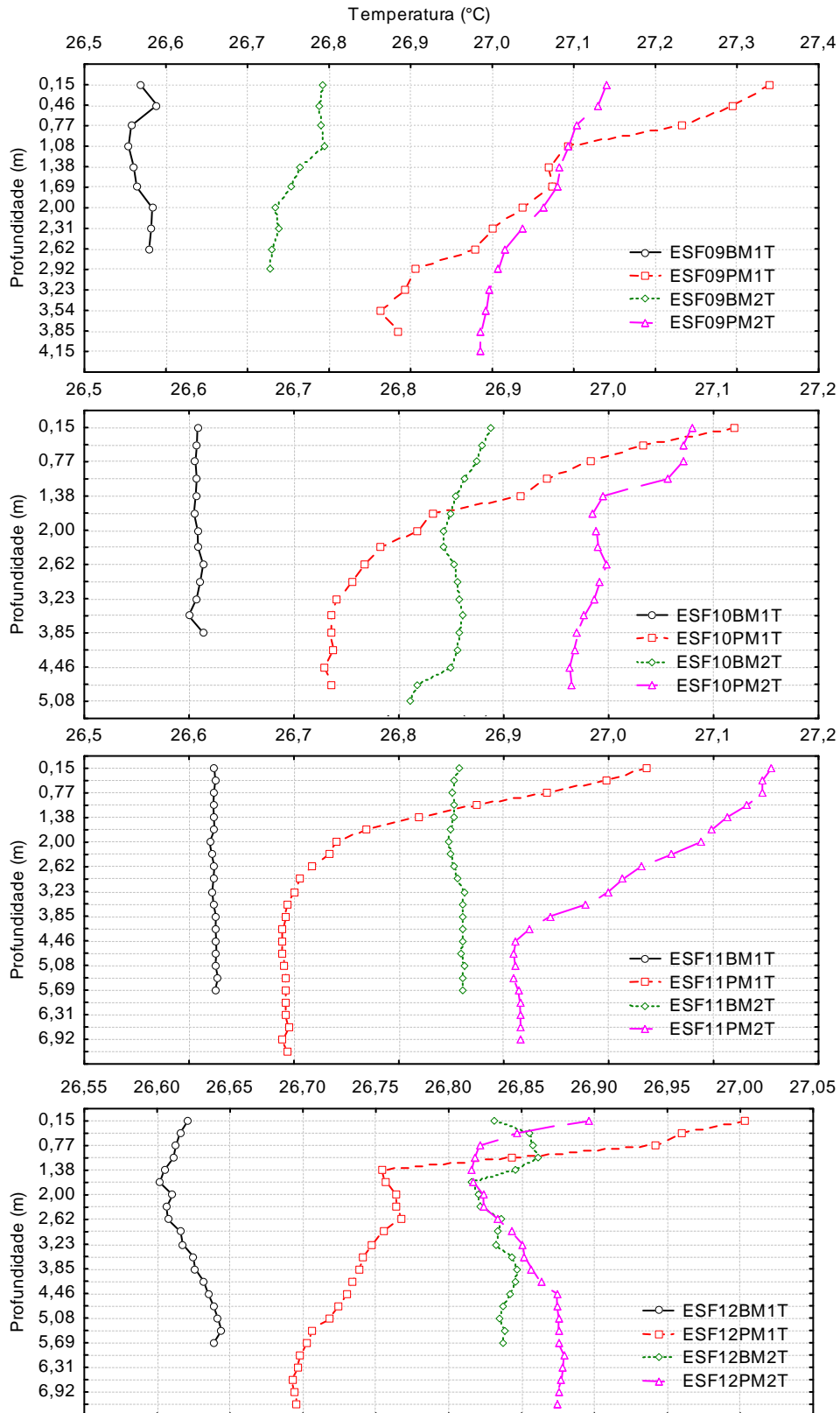


Figura 4.33 – Perfis verticais da temperatura da água nas duas marés de baixamar (BM1 e BM2) e preamar (PM1 e PM2) durante a fase de lua cheia nas diferentes estações de monitoramento da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante as coletas de julho-agosto/2013.

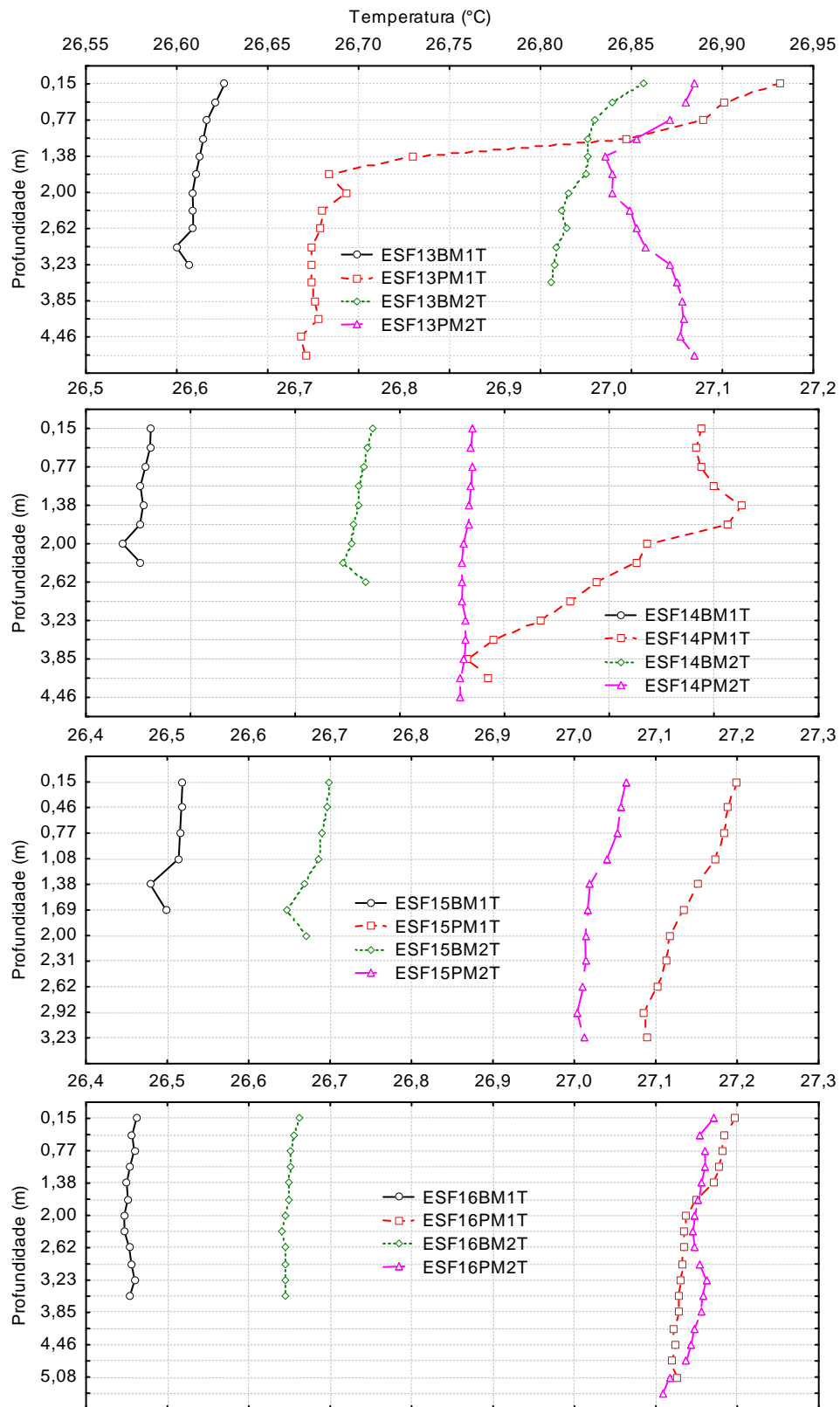


Figura 4.33 (continuação) – Perfis verticais da temperatura da água nas duas marés de baixamar (BM1 e BM2) e preamar (PM1 e PM2) durante a fase de lua cheia nas diferentes estações de monitoramento da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante as coletas de julho-agosto/2013.

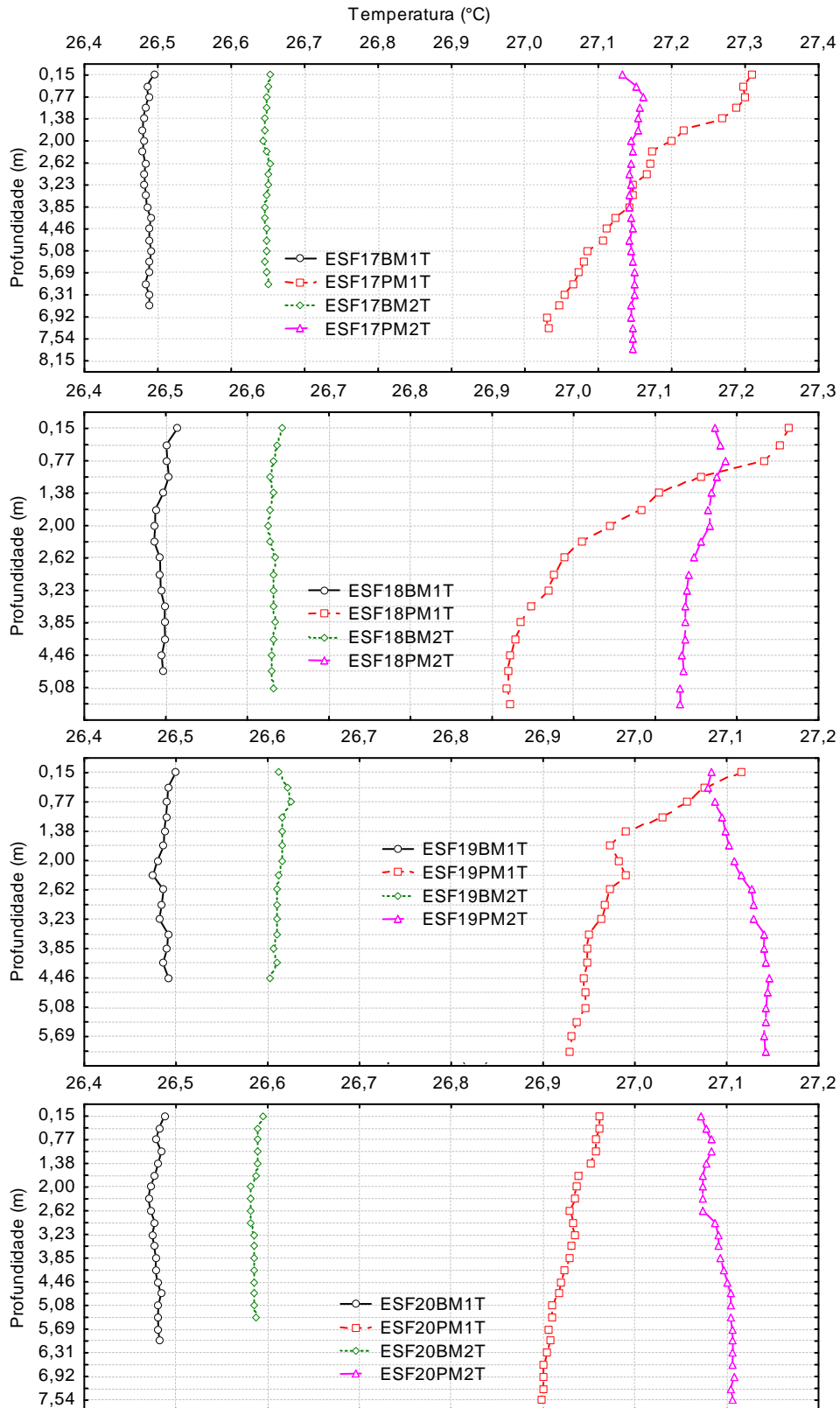


Figura 4.33 (continuação) – Perfis verticais da temperatura da água nas duas marés de baixamar (BM1 e BM2) e preamar (PM1 e PM2) durante a fase de lua cheia nas diferentes estações de monitoramento da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante as coletas de julho-agosto/2013.

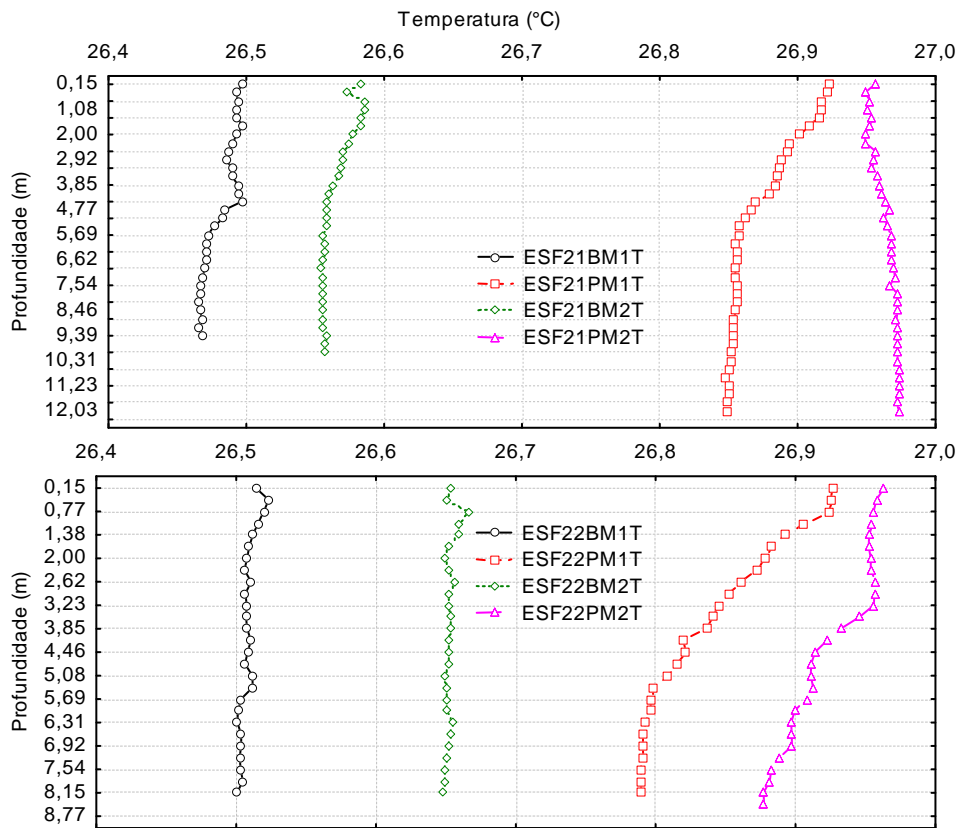


Figura 4.33 (continuação) – Perfis verticais da temperatura da água nas duas marés de baixamar (BM1 e BM2) e preamar (PM1 e PM2) durante a fase de lua cheia nas diferentes estações de monitoramento da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante as coletas de julho-agosto/2013.

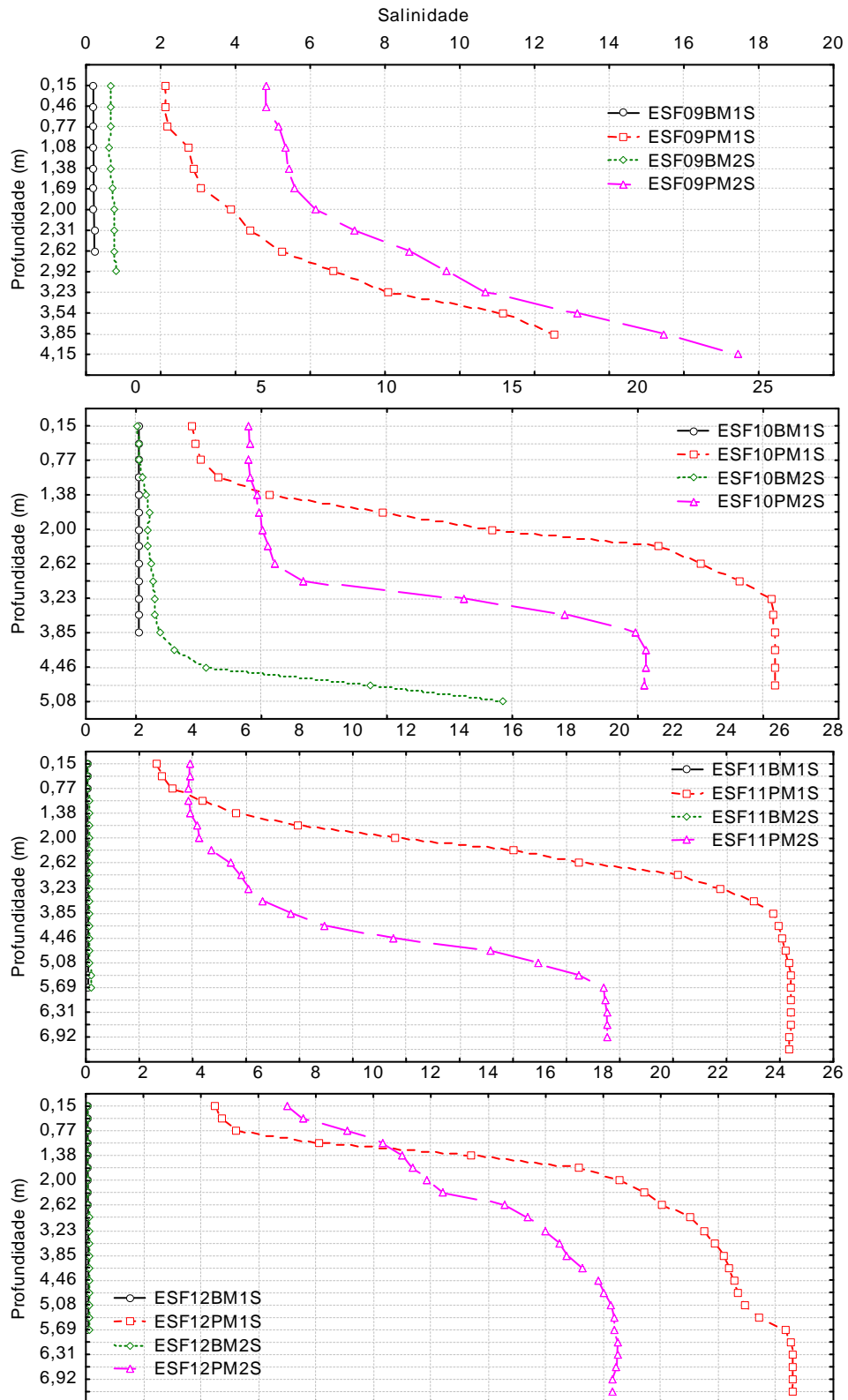


Figura 4.34 – Perfis verticais da salinidade da água nas duas marés de baixamar (BM1 e BM2) e preamar (PM1 e PM2) durante a fase de lua cheia nas diferentes estações de monitoramento da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante as coletas de julho-agosto/2013.

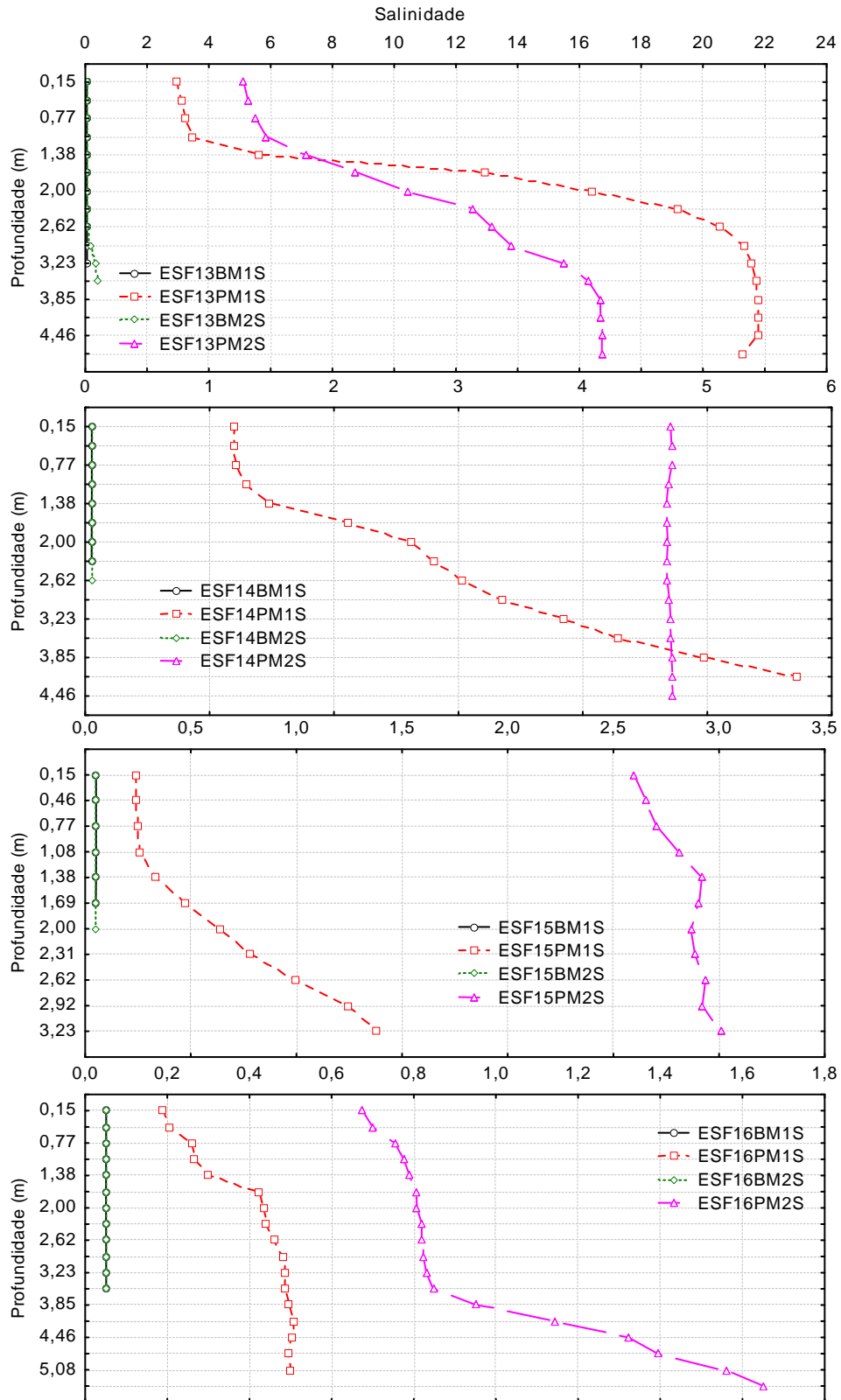


Figura 4.34 (continuação) – Perfis verticais da salinidade da água nas duas marés de baixamar (BM1 e BM2) e preamar (PM1 e PM2) durante a fase de lua cheia nas diferentes estações de monitoramento da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante as coletas de julho-agosto/2013.

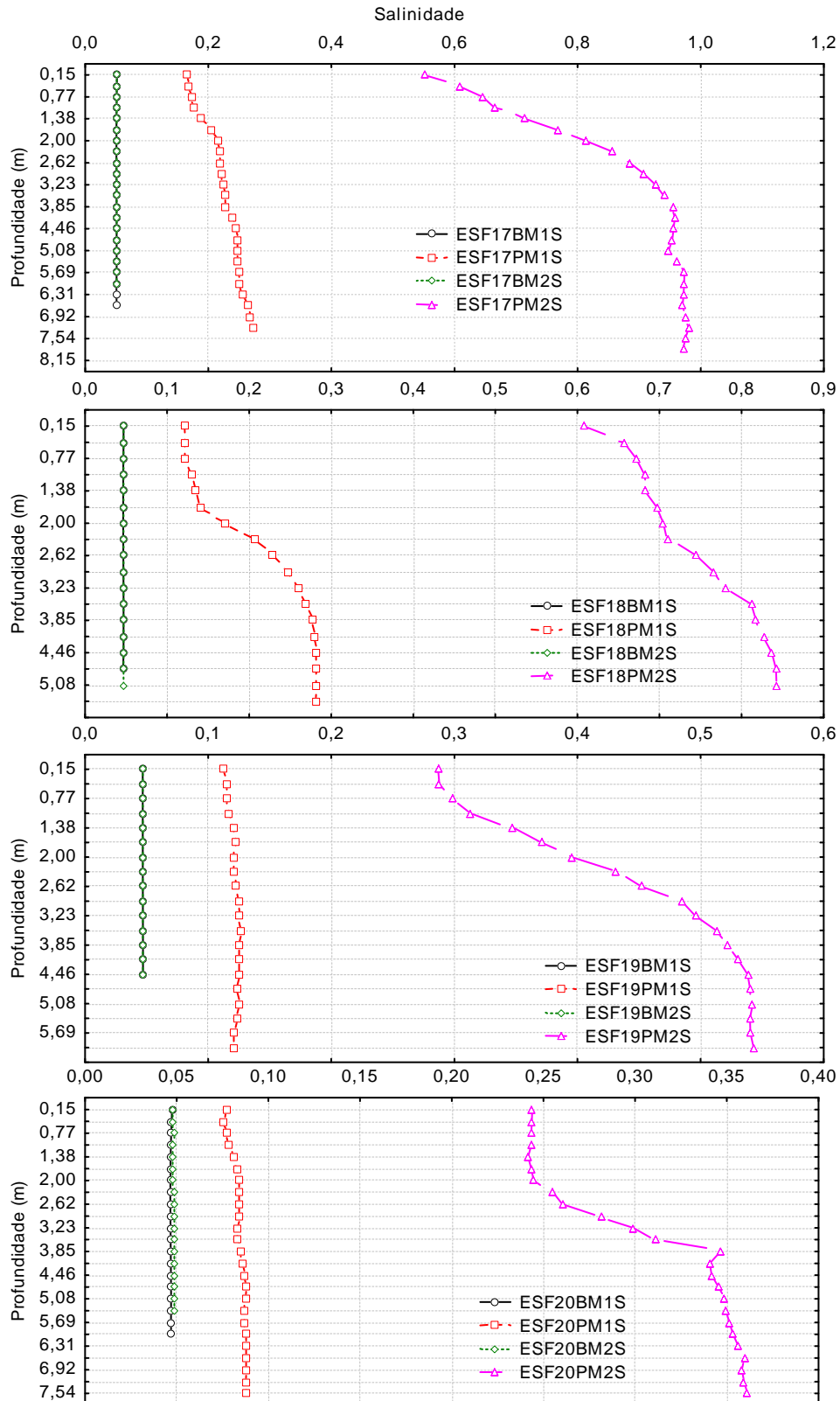


Figura 4.34 (continuação) – Perfis verticais da salinidade da água nas duas marés de baixamar (BM1 e BM2) e preamar (PM1 e PM2) durante a fase de lua cheia nas diferentes estações de monitoramento da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante as coletas de julho-agosto/2013.

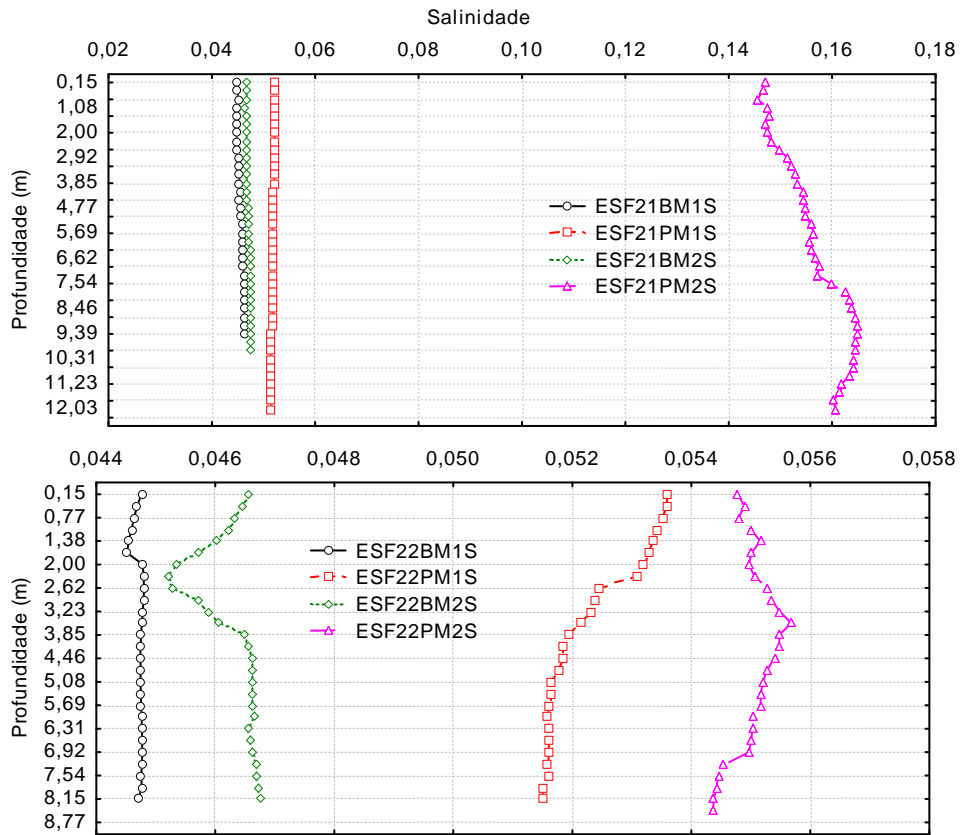


Figura 4.34 (continuação) – Perfis verticais da salinidade da água nas duas marés de baixamar (BM1 e BM2) e preamar (PM1 e PM2) durante a fase de lua cheia nas diferentes estações de monitoramento da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante as coletas de julho-agosto/2013.

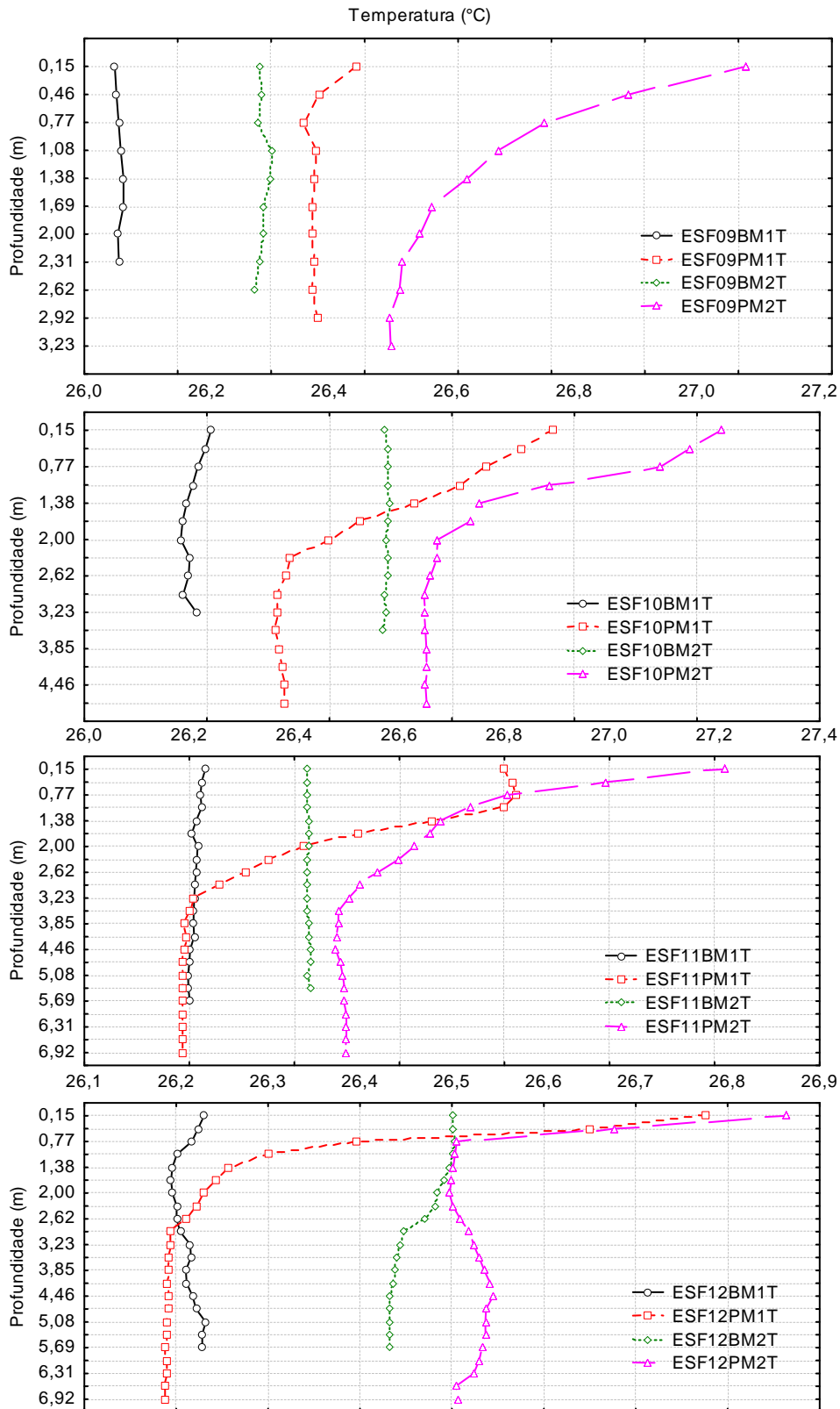


Figura 4.35 – Perfis verticais da temperatura da água nas duas marés de baixamar (BM1 e BM2) e preamar (PM1 e PM2) durante a fase de lua nova nas diferentes estações de monitoramento da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante as coletas de julho-agosto/2013.

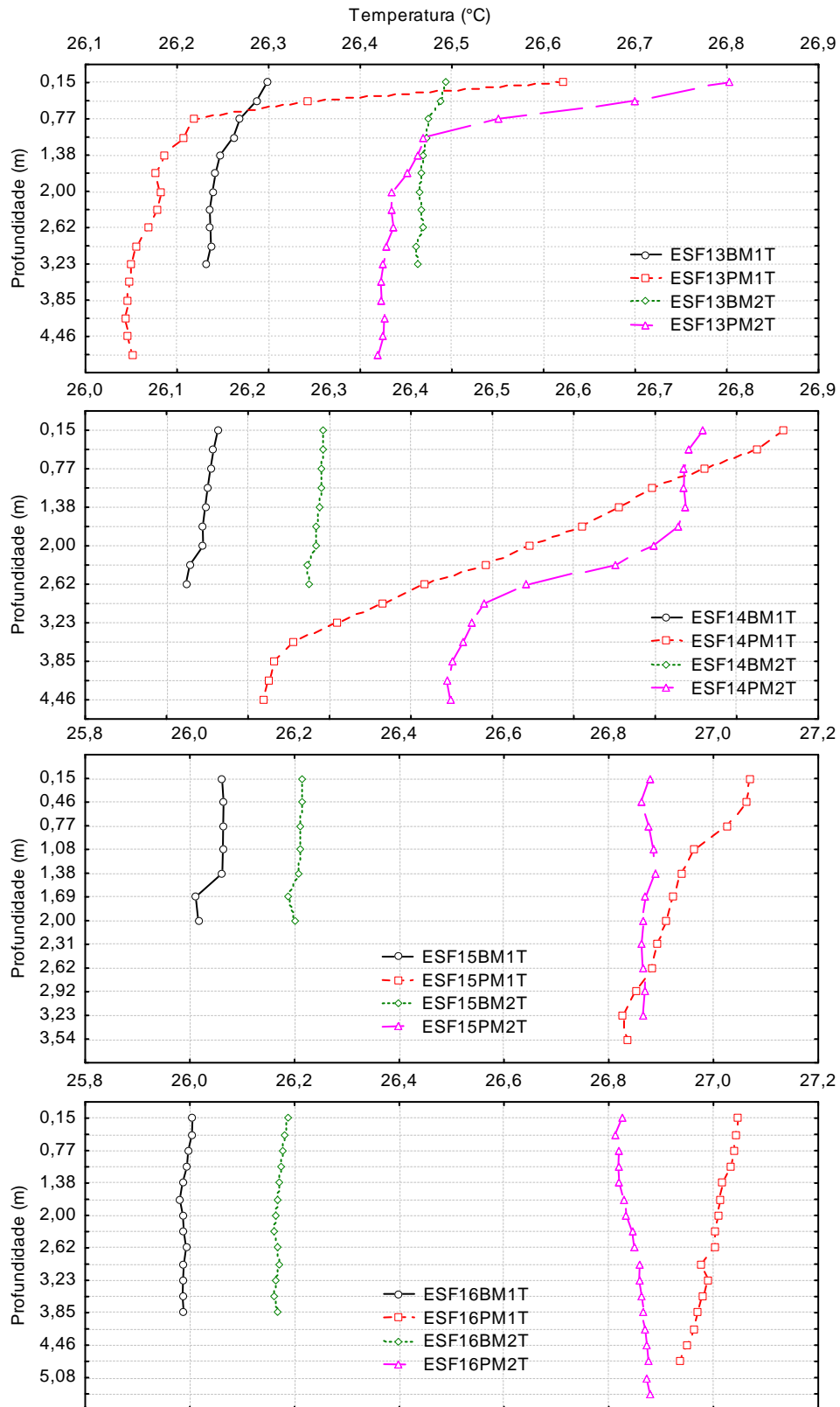


Figura 4.35 (continuação) – Perfis verticais da temperatura da água nas duas marés de baixamar (BM1 e BM2) e preamar (PM1 e PM2) durante a fase de lua nova nas diferentes estações de monitoramento da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante as coletas de julho-agosto/2013.

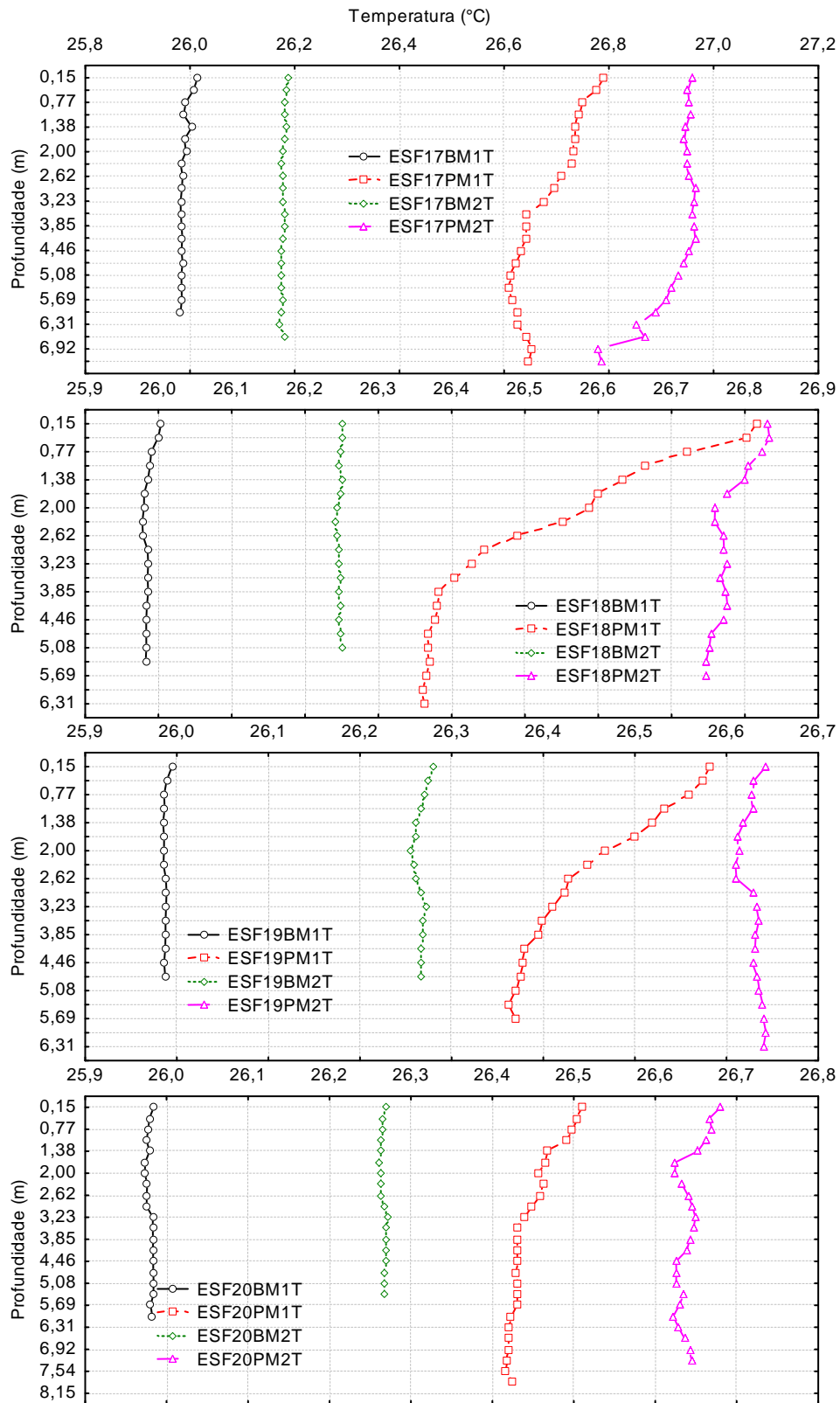


Figura 4.35 (continuação) – Perfis verticais da temperatura da água nas duas marés de baixamar (BM1 e BM2) e preamar (PM1 e PM2) durante a fase de lua nova nas diferentes estações de monitoramento da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante as coletas de julho-agosto/2013.

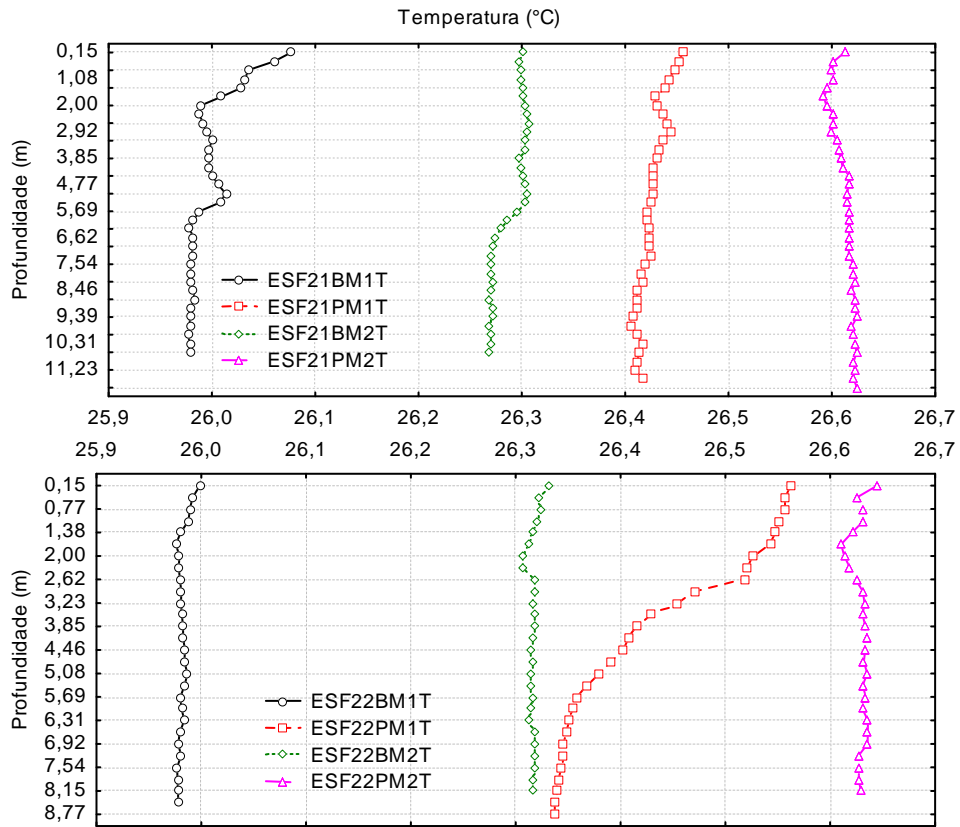


Figura 4.35 (continuação) – Perfis verticais da temperatura da água nas duas marés de baixamar (BM1 e BM2) e preamar (PM1 e PM2) durante a fase de lua nova nas diferentes estações de monitoramento da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante as coletas de julho-agosto/2013.

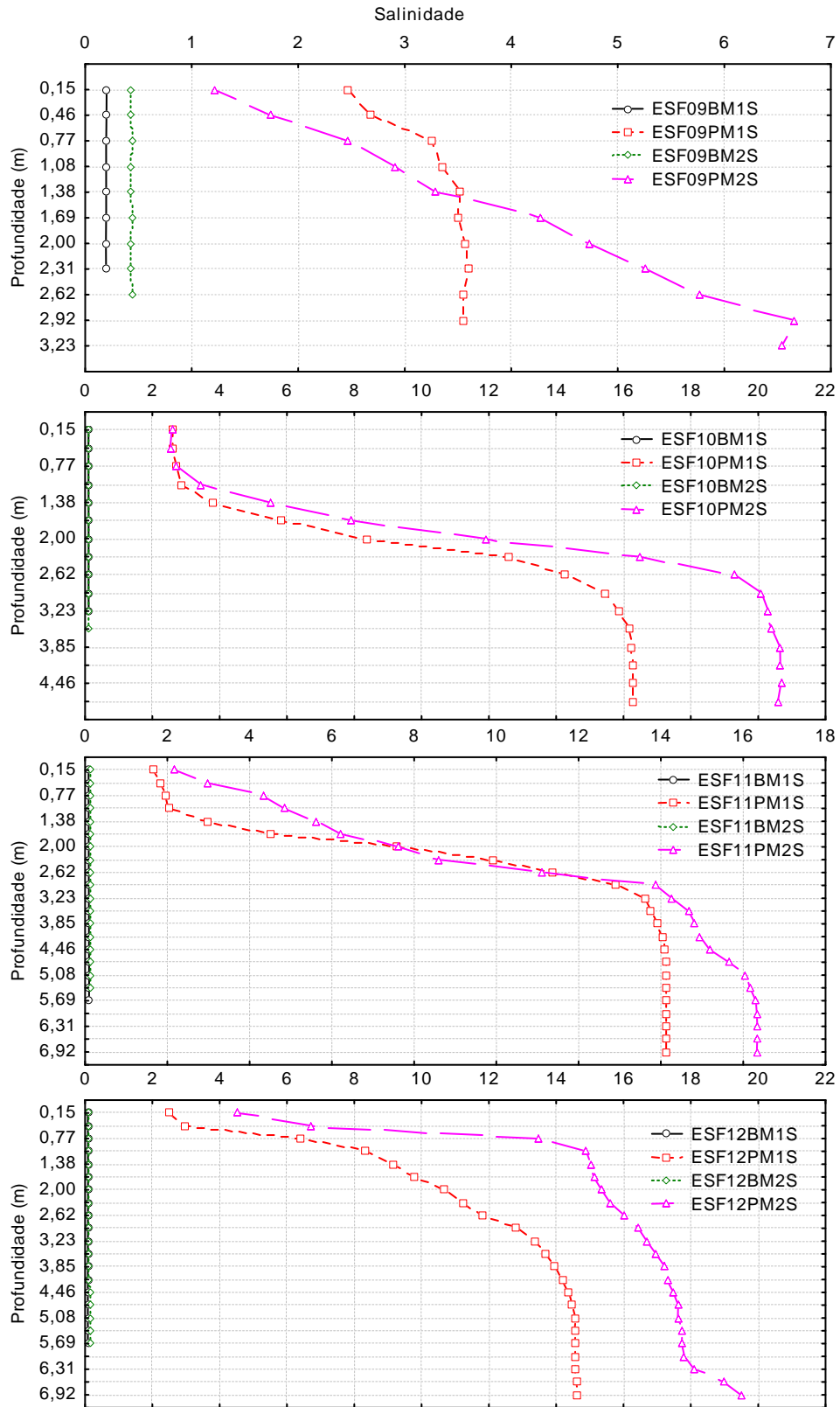


Figura 4.36 – Perfis verticais da salinidade da água nas duas marés de baixamar (BM1 e BM2) e preamar (PM1 e PM2) durante a fase de lua nova nas diferentes estações de monitoramento da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante as coletas de julho-agosto/2013.

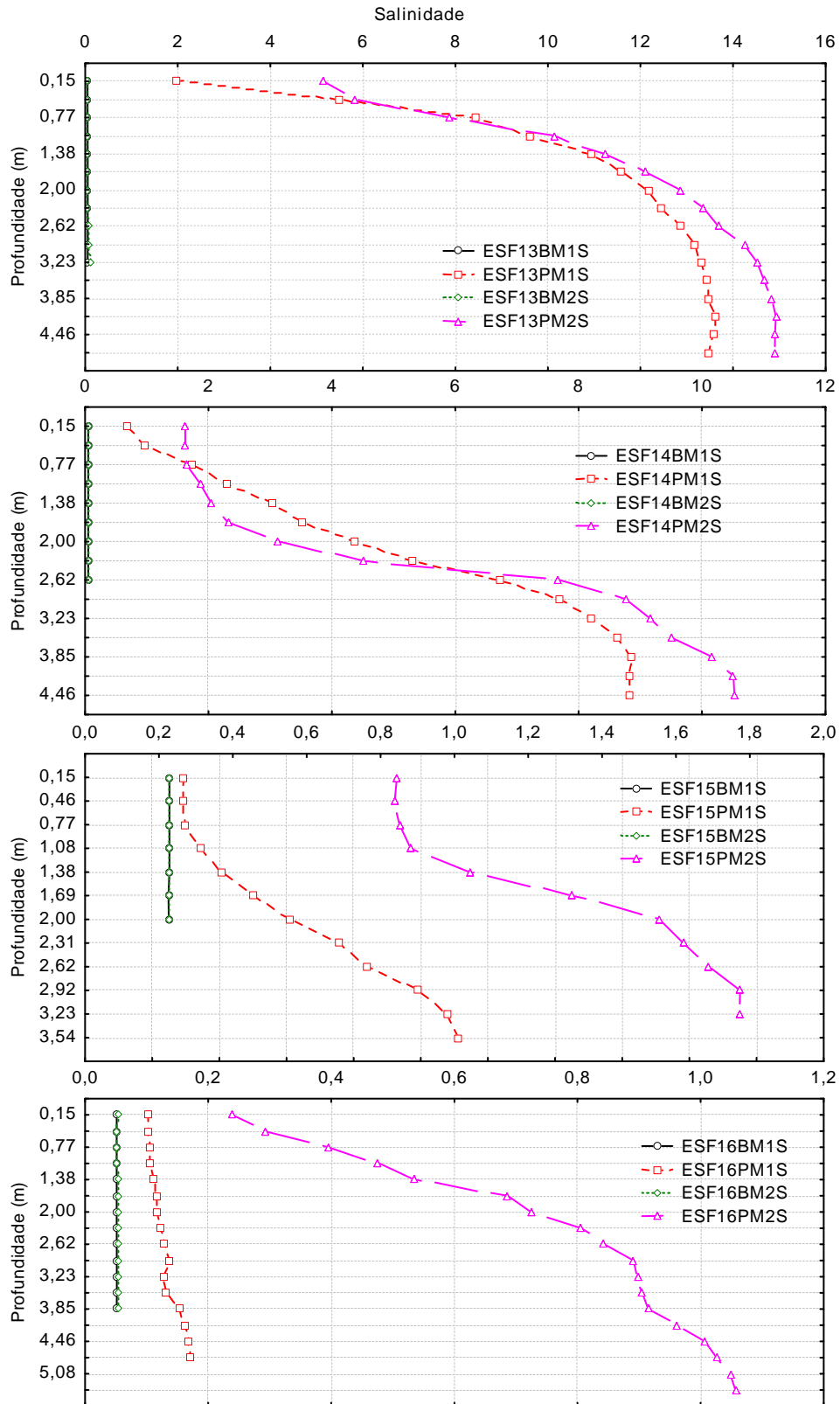


Figura 4.36 (continuação) – Perfis verticais da salinidade da água nas duas marés de baixamar (BM1 e BM2) e preamar (PM1 e PM2) durante a fase de lua nova nas diferentes estações de monitoramento da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante as coletas de julho-agosto/2013.

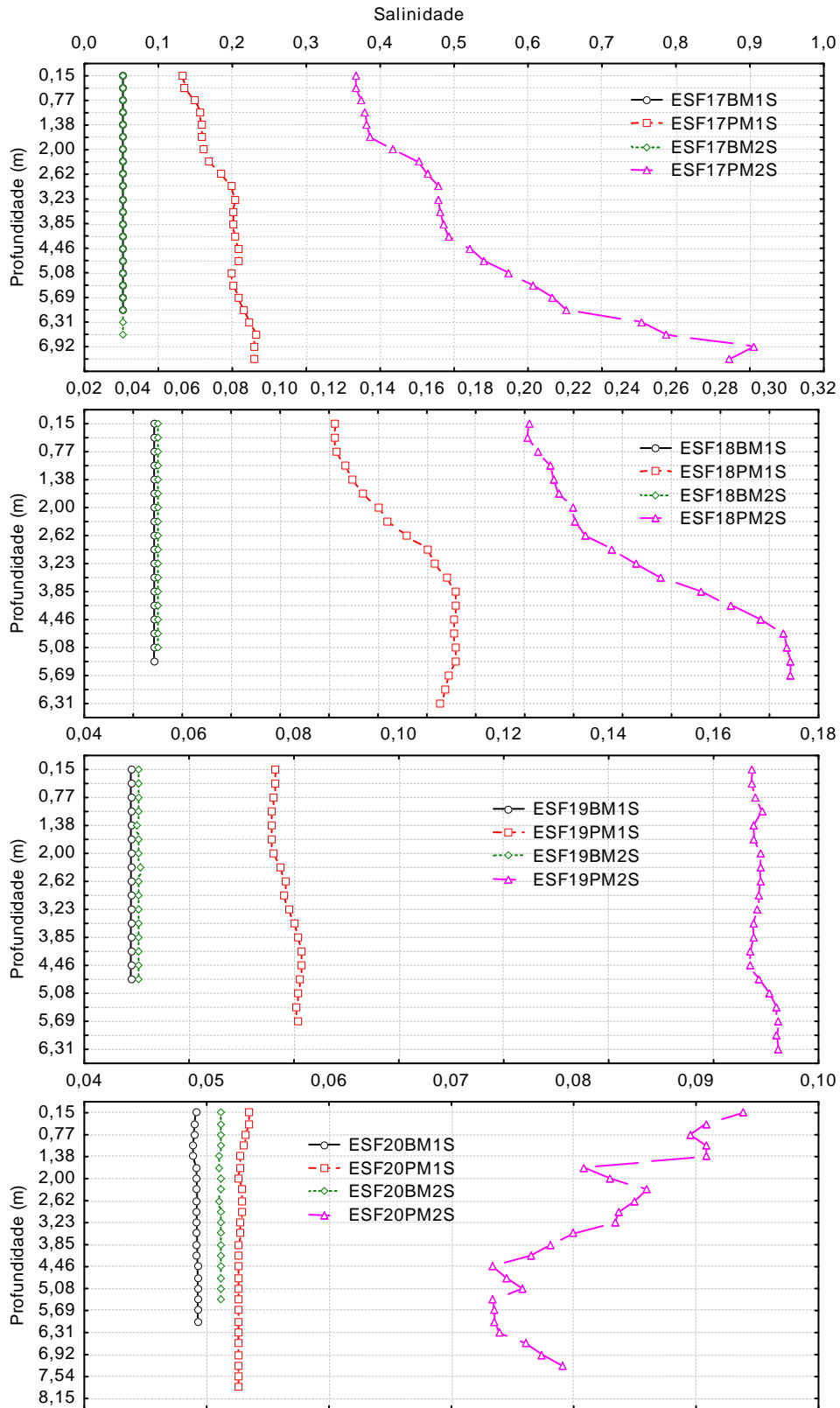


Figura 4.36 (continuação) – Perfis verticais da salinidade da água nas duas marés de baixamar (BM1 e BM2) e preamar (PM1 e PM2) durante a fase de lua nova nas diferentes estações de monitoramento da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante as coletas de julho-agosto/2013.

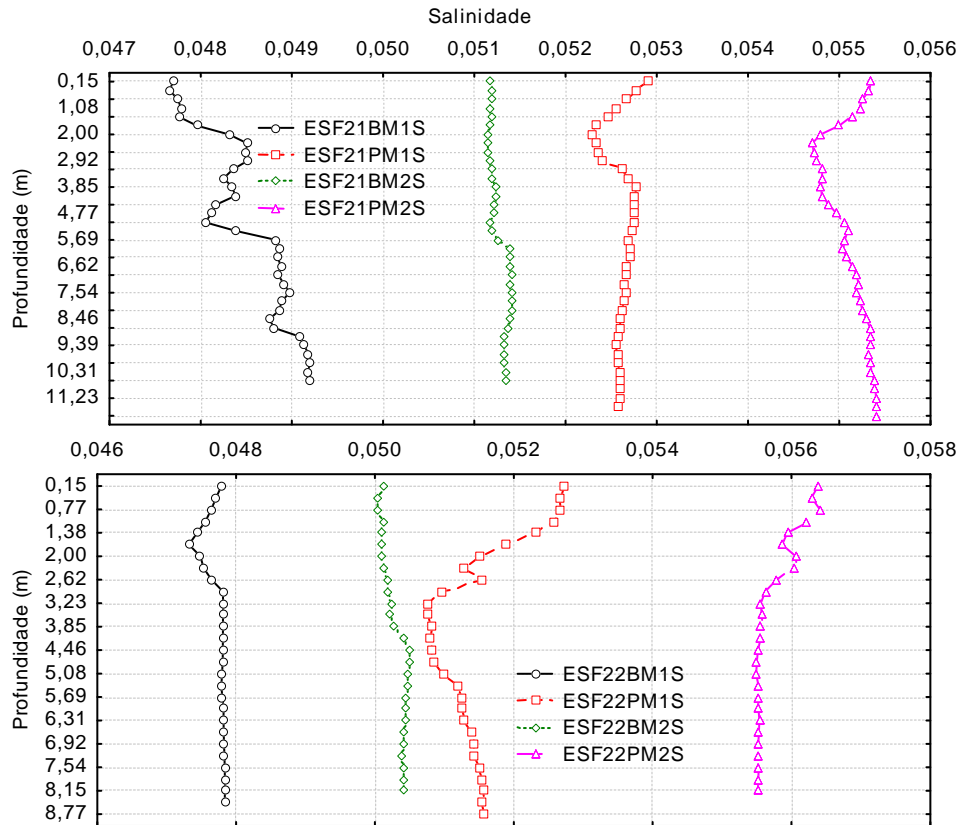


Figura 4.36 (continuação) – Perfis verticais da salinidade da água nas duas marés de baixamar (BM1 e BM2) e preamar (PM1 e PM2) durante a fase de lua nova nas diferentes estações de monitoramento da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante as coletas de julho-agosto/2013.

A temperatura da água apresentou uma estreita faixa de variação entre profundidades e estações ao longo das diferentes marés e fases da lua, com uma amplitude ligeiramente menor ($0,9^{\circ}\text{C}$) na lua cheia ($26,4$ a $27,3^{\circ}\text{C}$) que na lua nova ($1,4^{\circ}\text{C}$), entre $26,0$ a $27,4^{\circ}\text{C}$. Seus perfis foram predominantemente ortogrados nas marés de baixamar e com tendência clinograda nas marés de preamar em ambas as fases da lua. Diferenças nos valores de temperatura dos perfis entre as marés de baixamar e preamar estiveram mais associados à hora do dia que à maré, com menores valores na preamar matinal (linhas preta e verde nas Figuras) em todas as estações de amostragem e nas duas fases da lua.

A salinidade apresentou perfis acentuadamente clinogrados evidentes da cunha salina em todas as marés de preamar (linhas vermelha e roxa das Figuras), 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). Valores de salinidade superiores a 20 foram registrados nas marés de preamar entre as estações ESF 10 e ESF. 13 na fase de lua cheia (Figura 4.34) e na estação ESF 10 na lua nova (Figura 4.36), tendo sido superiores a 25 apenas nas estações ESF 10 e ESF 11 na fase de lua cheia (Figura 4.34). Entre as estações ESF 14 e ESF 15, os valores foram inferiores a 6 na lua cheia (Figura 4.34) e inferiores a 12 na lua nova em ESF 14 (Figura 4.36). No trecho entre as estações ESF 16 e ESF 22 na lua cheia, e entre ESF 15 e ESF 22 na lua nova, os valores foram inferiores a 2.

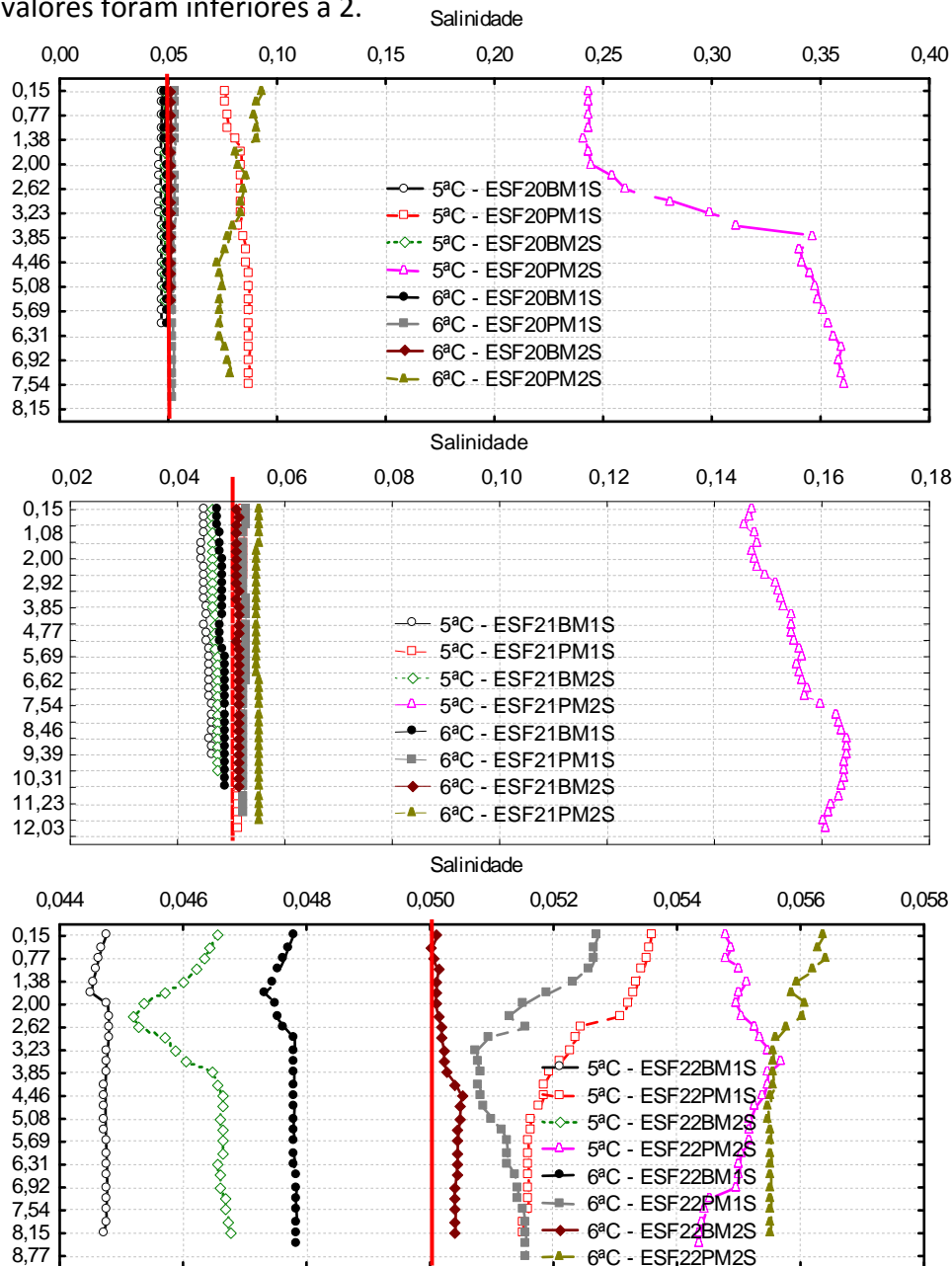


Figura 4.37 – Perfis verticais da salinidade da água nas duas marés de baixamar (BM1 e BM2) e preamar (PM1 e PM2) durante as fases de lua cheia (1ª. coleta) e nova (2ª. coleta) nas estações ESF 20, ESF 21 e ESF 22 de monitoramento da cunha salina da foz do Rio São Francisco, localizadas respectivamente a jusante, à frente e a montante, da cidade de Piaçabuçu (AL), com dados relativos às coletas de julho-agosto/2013.

Os níveis de salinidade nas estações próximas à foz foram comparativamente mais elevados na lua nova (0 a 26) que na lua cheia (0 a 21), apesar da amplitude de maré ter sido superior na fase de lua cheia (1,8 a 2,0 m) que na de lua nova (1,4 a 1,6 m). A exemplo do que foi observado em campanhas anteriores, valores mais elevados de salinidade na lua nova apresentaram correlação com a diminuição da vazão do rio São Francisco entre as duas fases da lua – de pouco mais de 1400 para 1249 $\text{m}^3.\text{s}^{-1}$, evidenciando menor correlação com a variação de maré entre as duas fases da lua ou com a velocidade dos ventos. Esta foi mais baixa na lua nova (média durante as marés de preamar de 2,8 $\text{m}^3.\text{s}^{-1}$, Tabela 4.12) que na lua cheia (média durante as marés de preamar de 3,4 $\text{m}^3.\text{s}^{-1}$, Tabela 4.7).

A cidade de Piaçabuçu está localizada no limite superior do trecho da foz do Rio São Francisco na área de influencia da cunha salina. Uma 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 0,36 no fundo em ESF20 numa preamar da lua cheia, até valores ao longo de toda a coluna d'água inferiores a 0,05 na maioria das marés de baixamar em ESF 22. Entretanto, considerando o limite inferior de 0,5 para a salinidade de águas salobras, estabelecido pela Resolução no. 357/CONAMA, salinidades superiores a este valor foram registradas nas marés de preamar na estação ESF 20, e em todas as profundidades numa baixamar matinal da lua nova e em todas as marés de preamar de ambas as luas nas estações ESF 21 e ESF 22.

5. 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
MO RM Final nova	Porção média do Rio Moxotó, a montante da ponte na BR 110, estendendo-se 1500 m a montante da coordenada de referência	09°17'48.39"S 038°12'7.23"O

(#) devido à ausência de bancos nesta região, a mesma foi substituída pela região MO RM Final nova.

A coleta de campo foi realizada no período de 26 a 31 de julho de 2013.

5.2 RESULTADOS

Ficha de Monitoramento dos Pontos de Controle

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

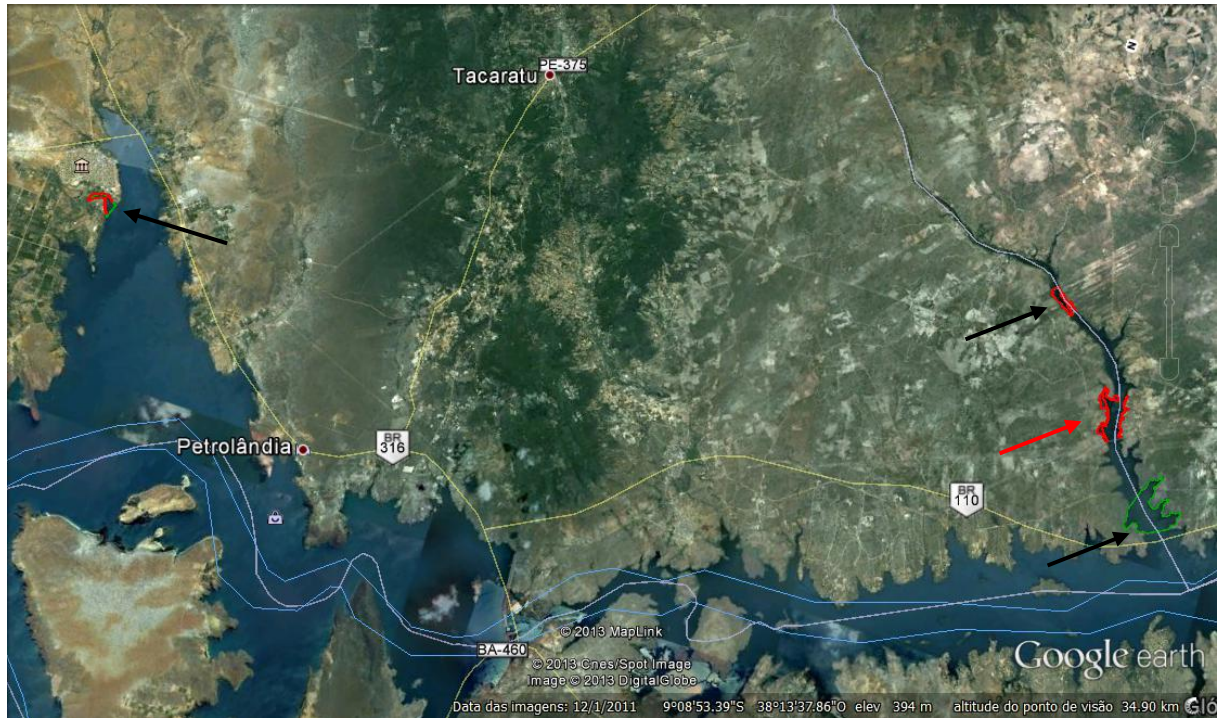


Figura 5.1 – Mapa de localização das áreas de monitoramento de macrófitas aquáticas. As setas pretas indicam as áreas de macrófitas aquáticas selecionadas preliminarmente e amostradas, com exceção daquela próxima à confluência do rio Moxotó com o corpo do reservatório, substituída pela área indicada 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 da área ocupada com macrófitas flutuantes (linha vermelha) em maio-junho/2013. A figura inferior indica o limite externo da área ocupada por vegetação submersa (linha amarela) em julho-agosto/2013, sem alteração significativa da área ocupada por macrófitas flutuantes em relação a junho-julho/2013 (linha azul).

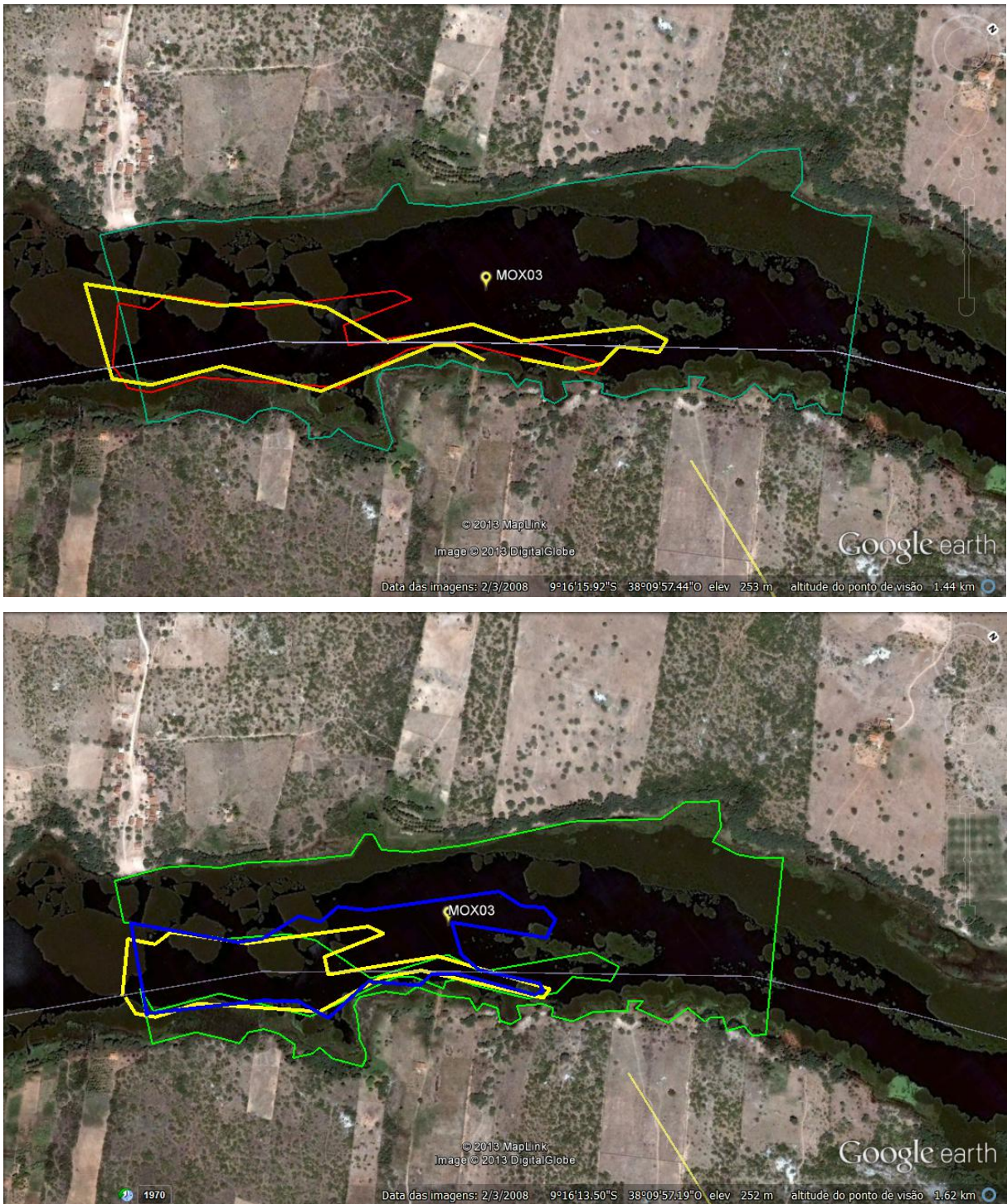


Figura 5.3 – Delimitação do perímetro reconstituído da área MO RM Inter, coberta com macrófitas na região de Moxotó (acima), indicando a delimitação da área pela CHESF (linha verde) e dos perímetros em maio-junho/2013 (linha amarela) e junho-julho/2013 (linha vermelha). A figura inferior indica o limite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

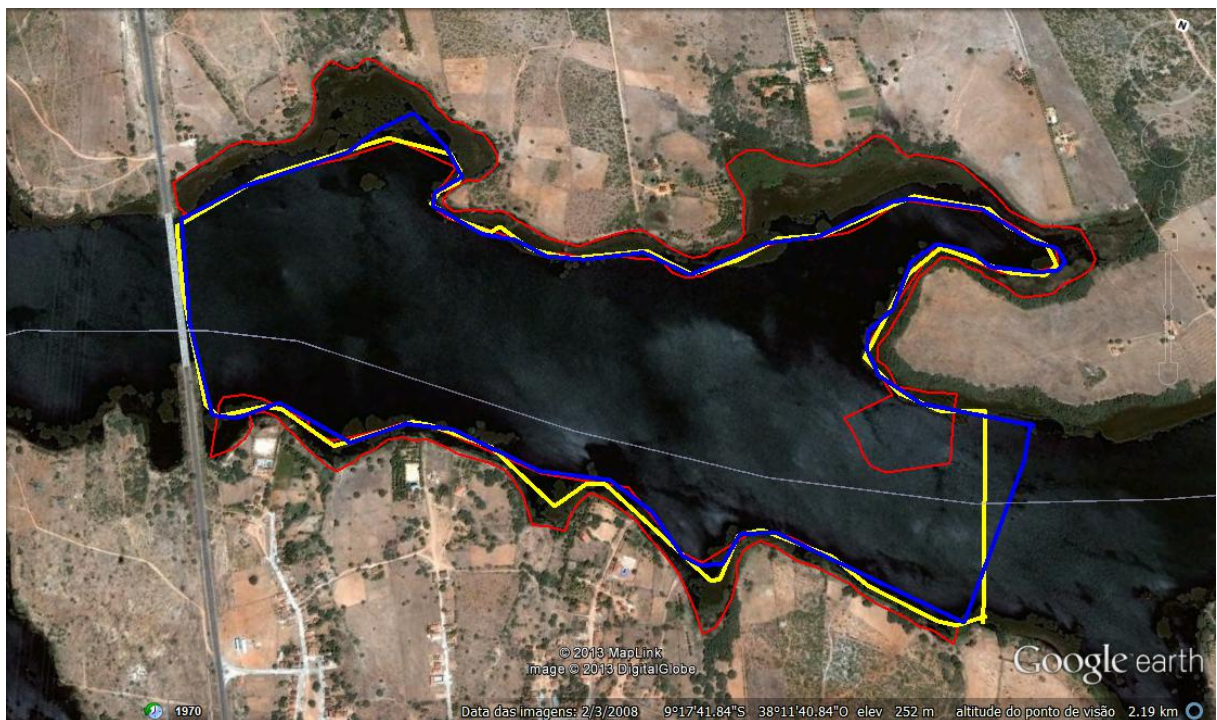
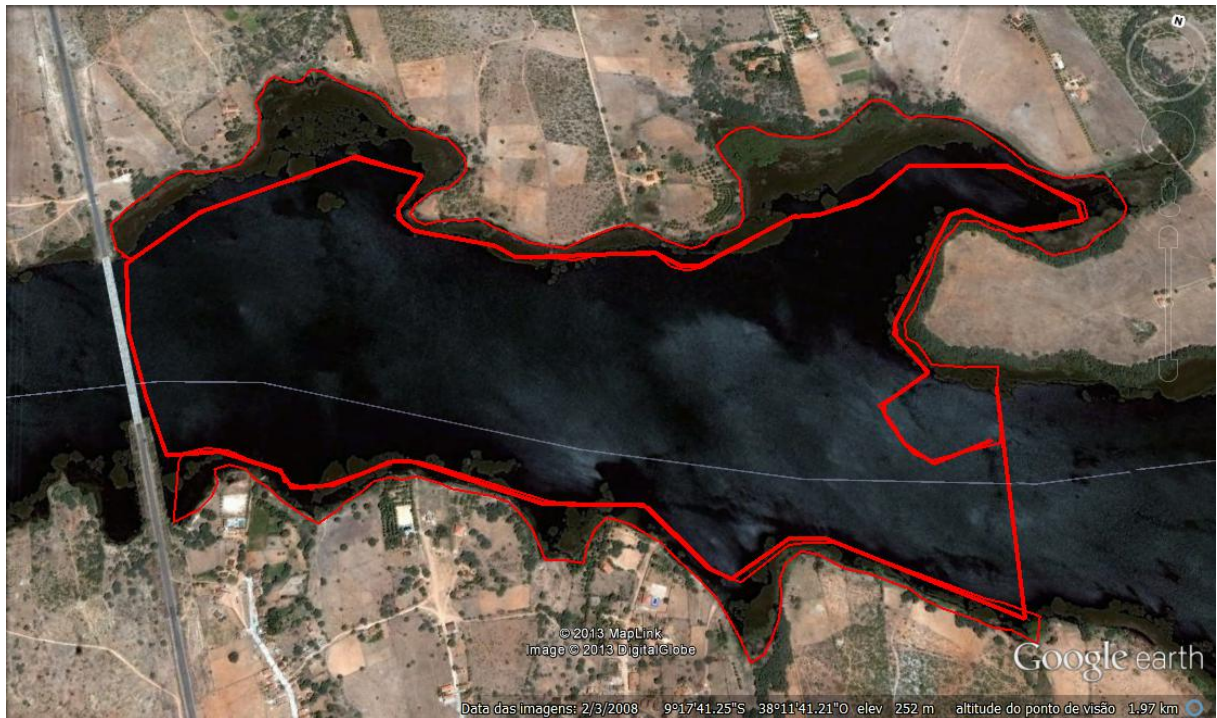


Figura 5.4 – Delimitação do perímetro reconstituído da área MO RM Final, coberta com macrófitas na região de Moxotó (acima), indicando a delimitação total da área (linha vermelha fina) e do perímetro livre de macrófitas (linha vermelha grossa) em maio-junho/2013. A figura inferior indica os limites da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

B) Dados da coleta

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

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 biomassas úmida e seca referentes às coletas de maio-junho, junho-julho e julho-agosto/2013. Estes resultados são apresentados detalhadamente para cada quadrado amostrado na coleta de julho-agosto/2013 nas diferentes regiões nos Quadros 5.2 a 5.4.

As áreas de cobertura com macrófitas apresentaram pouca variação em relação à coleta anterior (junho-julho/2013). Em Petrolândia, a área ocupada pelos bancos dominados por *Eichhornia crassipes* não variou em extensão, tendo sua eventual expansão em direção ao corpo do reservatório sido limitada pelo afloramento de densos bancos submersos de *Egeria densa* (Figura 5.5). favorecido pelo rebaixamento de nível do reservatório de Itaparica, que atingiu níveis inferiores àqueles observados em junho-julho/2013. Na região de MOX 04, não foi evidenciada expansão 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 uma pequena redução de área (cerca de 24.900 m²) e correspondente aumento de perímetro (aproximadamente 206 m) (Figura 5.4).

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 e julho-agosto/2013.

Dados	Campanhas		
	maio-junho/2013	junho-julho/2013	julho-agosto/2013
Data:	01/06/2013	04/07/2013	30/07/2013
Região:	IT PTL 01	IT PTL 01	IT PTL 01
Hora:	10:00	09:30	09:00
Cond. Tempo:	boas	boas	boas
Perímetro banco (m):	3212,13	3212,13	3212,13
Extensão banco (m ²):	121575,3	121575,3	121575,3
Biomassa úmida estimada (ton):	2075	2330	2010
Biomassa seca estimada (ton):	279	458	367
Data:	31/05/2013	03/07/2013	31/07/2013
Região:	MO RM Final (direita)	MO RM Final (direita)	MO RM Final (direita)
Hora:	12:30	11:30	12:00
Cond. Tempo:	boas	boas	boas
Perímetro banco (m):	6694,67	6694,67	6694,67
Extensão banco (m ²):	213670,83	213670,83	213670,83
Biomassa úmida estimada (ton):	10165	6137	3799
Biomassa seca estimada (ton):	1225	1414	546
Data:	31/05/2013	03/07/2013	31/07/2013
Região:	MO RM Final (esquerda)	MO RM Final (esquerda)	MO RM Final (esquerda)
Hora:	14:30	13:00	14:00
Cond. Tempo:	boas	boas	boas
Perímetro banco (m):	3550,3	3550,3	3550,3
Extensão banco (m ²):	62451,73	62451,73	62451,73
Biomassa úmida estimada (ton):	2971	1794	1110
Biomassa seca estimada (ton):	358	413	160
Data:	31/05/2013	03/07/2013	31/07/2013
Região:	MO RM Inter	MO RM Inter	MO RM Inter
Hora:	09:30	08:00	09:00
Cond. Tempo:	boas	boas	boas
Perímetro banco (m):	4582,67	4582,67	4788,47
Extensão banco (m ²):	229804,4	229804,4	204915,39
Biomassa úmida estimada (ton):	7139	4557	5284
Biomassa seca estimada (ton):	792	567	1062

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 julho-agosto/2013.

Quadrado 1	Peso úmido	Peso seco
Macrófitas	Amostra	Amostra
<i>Egeria densa</i>	4000	709
Biomassa (g)	4000	709
Quadrado 2	Peso úmido	Peso seco
Macrófitas	Amostra	Amostra
<i>Azolla sp.</i>	33	8
<i>Egeria densa</i>	2750	428
<i>Eichhornia crassipes</i>	2000	395
<i>Polygonum ferrugineum</i>	119	26
Biomassa (g)	4902	857
Quadrado 3	Peso úmido	Peso seco
Macrófitas	Amostra	Amostra
<i>Egeria densa</i>	3500	700
Biomassa (g)	3500	700
Macrófitas	Peso úmido	Peso seco
Biomassa total	12402,0	2265,9
Desvio padrão	710,5	88,2
% <i>Azolla sp.</i>	0,3	0,4
% <i>Egeria densa</i>	82,6	81,0
% <i>Eichhornia crassipes</i>	16,1	17,5
% <i>Polygonum ferrugineum</i>	1,0	1,1
Macrófitas	Biomassa (g.m²)	Biomassa (g.m²)
	Peso úmido	Peso seco
Biomassa total	16536,0	3021,1
Desvio padrão	2842,2	352,8
<i>Azolla sp.</i>	44,0	10,7
<i>Egeria densa</i>	13666,7	2448,5
<i>Eichhornia crassipes</i>	2666,7	527,3
<i>Polygonum ferrugineum</i>	158,7	34,7

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

Quadrado 1	Peso úmido	Peso seco
Macrófitas	Amostra	Amostra
<i>Egeria densa</i>	600	100
<i>Eichhornia crassipes</i>	5000	775
Biomassa (g)	5600	875
Quadrado 2	Peso úmido	Peso seco
Macrófitas	Amostra	Amostra
<i>Egeria densa</i>	500	70
<i>Eichhornia crassipes</i>	4400	565
<i>Salvinia auriculata</i>	22	7
Biomassa (g)	4922	642
Quadrado 3	Peso úmido	Peso seco
Macrófitas	Amostra	Amostra
<i>Egeria densa</i>	275	41
<i>Eichhornia crassipes</i>	2500	346
<i>Oxycaryum sp.</i>	38	13
Biomassa (g)	2813	400
Macrófitas	Peso úmido	Peso seco
Biomassa total	13335,0	1916,9
Desvio padrão	1453,4	237,3
% <i>Egeria densa</i>	10,3	11,0
% <i>Eichhornia crassipes</i>	89,2	87,9
% <i>Oxycaryum sp.</i>	0,3	0,7
% <i>Salvinia auriculata</i>	0,2	0,4
Macrófitas	Biomassa (g.m²)	Biomassa (g.m²)
	Peso úmido	Peso seco
Biomassa total	17780,0	2555,9
Desvio padrão	5813,8	949,1
<i>Egeria densa</i>	1833,3	281,3
<i>Eichornia crassipes</i>	15866,7	2247,9
<i>Oxycaryum sp</i>	50,7	17,3
<i>Salvinia auriculata</i>	29,3	9,3

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

Quadrado 1	Peso úmido	Peso seco
Macrófitas	Amostra	Amostra
<i>Egeria densa</i>	3000	597
<i>Oxycaryum sp.</i>	85	17
<i>Salvinia auriculata</i>	465	75
Biomassa (g)	3550	689
Quadrado 2	Peso úmido	Peso seco
Macrófitas	Amostra	Amostra
<i>Egeria densa</i>	88	28
<i>Eichhornia crassipes</i>	6000	1376
<i>Hydrocotyle verticillata</i>	23	12
<i>Oxycaryum sp.</i>	14	11
<i>Salvinia auriculata</i>	380	92
Biomassa (g)	6505	1519
Quadrado 3	Peso úmido	Peso seco
Macrófitas	Amostra	Amostra
<i>Egeria densa</i>	287	45
<i>Eichhornia crassipes</i>	5500	1019
<i>Hydrocotyle verticillata</i>	8	5
<i>Oxycaryum sp.</i>	3300	588
<i>Salvinia auriculata</i>	191	21
Biomassa (g)	9286	1678
Macrófitas	Peso úmido	Peso seco
Biomassa total	19341,0	3886,5
Desvio padrão	2868,4	531,0
% <i>Egeria densa</i>	1,9	1,9
% <i>Eichhornia crassipes</i>	75,0	77,0
% <i>Hydrocotyle verticillata</i>	0,2	0,4
% <i>Oxycaryum sp.</i>	17,6	15,8
% <i>Salvinia auriculata</i>	5,4	4,8
Macrófitas	Biomassa (g.m²)	Biomassa (g.m²)
	Peso úmido	Peso seco
Biomassa total	25788,0	5181,9
Desvio padrão	11473,8	2123,9
<i>Egeria densa</i>	500	97
<i>Eichhornia crassipes</i>	19333	3990
<i>Hydrocotyle verticillata</i>	41	23
<i>Oxycaryum sp.</i>	4532	821
<i>Salvinia auriculata</i>	1381	251



Figura 5.5 – Vistas do meandro da estação IT PTL 01, no reservatório de Itaparica, em Petrolândia (PE), durante a amostragem de julho-agosto/2013. Nas imagens superiores, limite de ocupação dos bancos de *Eichhornia crassipes*, evidenciando o afloramento dos bancos imersos de *Egerea densa* (imagens do meio), cuja exposição está associada ao rebaixamento do nível da água do reservatório (imagens inferiores).

Não foi observada diferença na composição florística das áreas amostradas, de modo que a assembleia de macrófitas aquáticas nas três regiões (bancos) amostrados foi composta pelos

mesmos táxons das coletas anteriores (maio-junho e junho-julho/2013), com registro de dezessete táxons (Tabela 5.2), embora nas áreas amostradas nesta etapa tenham sido registrados apenas sete deles. Dentre estes, *Eichhornia crassipes* foi a dominante, sendo responsável por 75 a 89% da biomassa úmida, exceto em Petrolândia, onde correspondeu a apenas 16% do peso úmido. Este percentual foi inferior àquele registrado no mês anterior (52%), devido à expansão dos bancos de *Egeria densa* no local de amostragem. As regiões apresentaram riquezas distintas nos quadrados amostrados, com quatro táxons em Petrolândia, cinco em Moxotó MOX 03 e quatro em Moxotó MOX 04 (Quadros 5.5 a 5.7).

A biomassa úmida variou entre as áreas, sendo de aproximadamente 16,5 kg.m² em Petrolândia, 25,8 kg.m² em MOX 03 e 17,8 kg.m² em MOX 04 (Quadros 5.5 a 5.7). Com base nestes valores, as estimativas para as biomassas vivas em cada área foram de 2010 ton em Petrolândia, 4909 ton em MOX 04 e 5284 ton em MOX 03. Conforme já ressaltado anteriormente, a área infestada por macrófitas na região de Canafístula (MOX 03 ou MOX RM Inter) é superior àquela do polígono delimitado pela CHESF, se estendendo a montante até acima da ponte no povoado de Volta do Moxotó. Com relação ao peso seco, as estimativas indicam uma biomassa de 1062 ton em MOX 03, 706 ton em MOX 04 e 367 ton em Petrolândia (Tabela 5.1).

Em relação às coletas anteriores, as estimativas de biomassa úmida e seca indicam uma redução em Petrolândia (Quadro 5.1), de respectivamente 14% e 20%, podendo ser atribuída ao adensamento das espécies flutuantes, em razão da redução da participação de *E. crassipes* e desenvolvimento dos bancos de *Egeria* (Quadros 5.1 e 5.2). Em MOX 04, observou-se uma redução na biomassa úmida (38%) e seca (61%), que pode estar relacionada a uma menor participação em peso seco de *Eichhornia* e *Egeria*, associadas ao estado fenológico destas plantas e/ou ao aumento da participação de *Oxycarium* e *Salvinia* neste local (Quadros 5.1 e 5.3). Tais diferenças refletem etapas distintas no desenvolvimento de cada espécie, aspectos fenológicos ou senescência. Em MOX 03, contrariamente às demais estações, foi registrado aumento nas estimativas de biomassa úmida (16%) e seca (87%) (Quadros 5.1 e 5.4).

6. MONITORAMENTO DE PROCESSOS EROSIVOS

6.1 METODOLOGIA

A metodologia incluiu três etapas conforme descrito no relatório anterior:

Etapa 1 – consistiu da escolha das estações de monitoramento distribuídas da seguinte maneira: quatro estações do trecho entre Sobradinho e Itaparica e quatro estações no trecho a jusante de Xingó. Nos dois casos foram selecionadas duas estações na margem esquerda e duas na margem direita.

Etapa 2 - consistiu na implantação das 08 (oito) estações de monitoramento. Para cada estação foi implantado um marco que servirá de Datum local. Para este marco foram determinadas as coordenadas geográficas e altimetria elipsoidal utilizando-se GPS. Para cada estação de monitoramento foram levantados três perfis, transversais à margem do rio, e separados uns dos outros em 15 metros. Além disto em cada estação de monitoramento foi levantada a plani-altimetria da crista do barranco fluvial e do limite do corpo d'água, no dia da medição (Figuras 6.1 e 6.2).

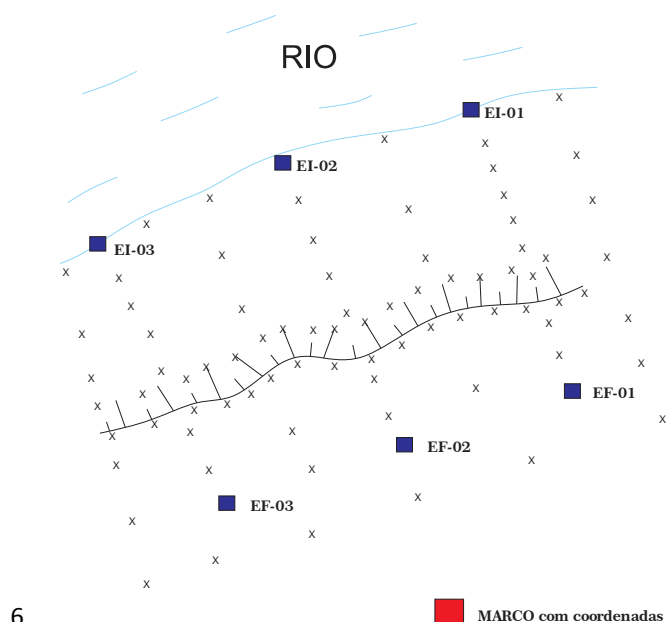


Figura 6.1 – Exemplo de estação de monitoramento para processos erosivos.

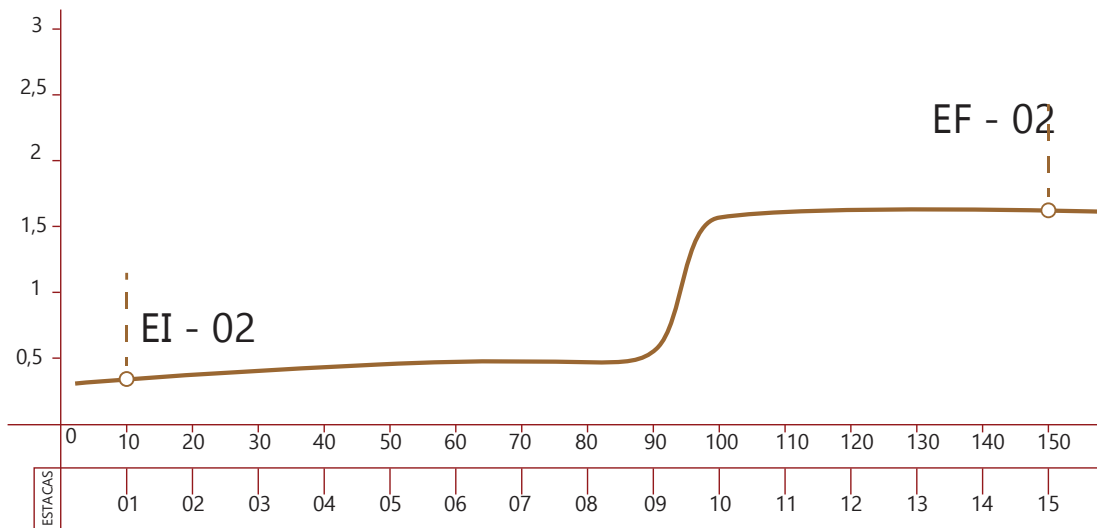


Figura 6.2 – Exemplo de seção de estação de monitoramento para processos erosivos.

Etapa 3 – consiste do monitoramento mensal propriamente dito, com o nivelamento topográfico dos três perfis estabelecidos na etapa anterior, obedecendo a mesma orientação e ponto de origem e estendendo-se até o nível do rio no momento do levantamento. Além da realização dos 03 perfis em cada estação de monitoramento, foi realizado ainda um registro fotográfico detalhado para cada campanha.

Na Estação de Monitoramento EFS-04 só foi possível a realização de um perfil por campanha devido à cobertura vegetal densa.

Deve-se chamar a atenção que na primeira e última campanhas de monitoramento, serão efetuadas medidas adicionais da elevação do terreno para a geração de MDT (Modelo Digital do Terreno).

A evolução da erosão está comumente associada com a distribuição das chuvas, propriedades do solo, ausência de cobertura vegetal e o uso e manejo da terra, dentre outros fatores. Desta forma, caso venha a ser necessário, serão monitorados também os dados coletados em postos pluviométricos instalados na região, próximo aos pontos de monitoramento, contribuindo para a compreensão da movimentação de sedimentos durante o período analisado, e sua correlação com variações na vazão do Rio São Francisco. Essa hipótese é entretanto remota haja vista a ausência de chuvas na região, no período do monitoramento.

Todos os dados obtidos em cada leitura mensal serão armazenados em um banco de dados espacial, que permitirá a análise do comportamento da erosão para cada trecho monitorado. A influência do regime de chuvas associado às condições de terreno de cada local será analisada através de mapas.

6.2 RESULTADOS DA TERCEIRA CAMPANHA

Neste item serão apresentados os resultados da Campanha 3 e seu confronto com aqueles das Campanhas 1 e 2.

Estação: ESF-01 – jusante de Sobradinho

A) Informações Gerais

ESTADO/MUNICÍPIO	PE / PETROLINA
DISTRITO/POVOADO	CATINGUINHA
LONGITUDE	-40°40'53,8"
LATITUDE	-9°27'23,8"
ALTITUDE	372,665m
NOME DA ESTAÇÃO	ESF-01

B) Descrição do Terreno

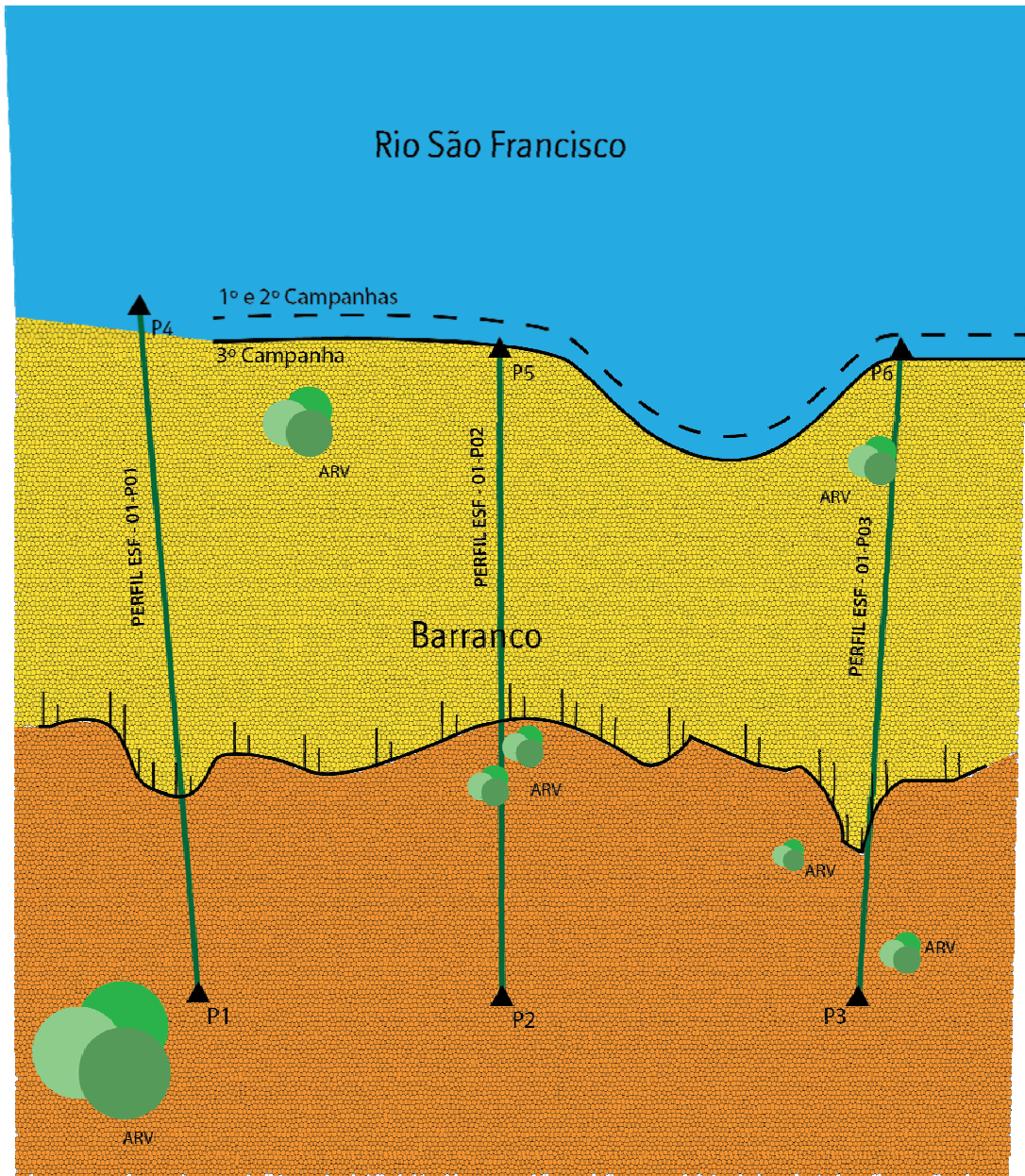
Ambiente (urbano, rural, isolado, edificado, etc.)	Área rural.
Uso (pastagem, roça, jazida de material, terreno abandonado, etc.)	Áreas abertas. Vegetação arbustiva em boa parte do terreno. Presença de algumas árvores de grande porte
Condições e tipo de solo (rochoso, arenoso, argiloso, úmido, etc)	Argilo-arenoso.

Descrição da superfície (arável, molhado ou enlameado, com plantas, arbustos, grama, etc)	Solo coberto por gramíneas próximo à margem do Rio. Nas demais, vegetação arbustiva.
---	--

C) Mapa de Situação da Estação de Monitoramento



D) Croqui da Estação de Monitoramento



E) Perfis

PERFIL ESF-01-P01

CAMPANHA 1 – 06/06/2013

Descarga Média no Dia do Levantamento (Estação Juazeiro: 1257 m³/s):

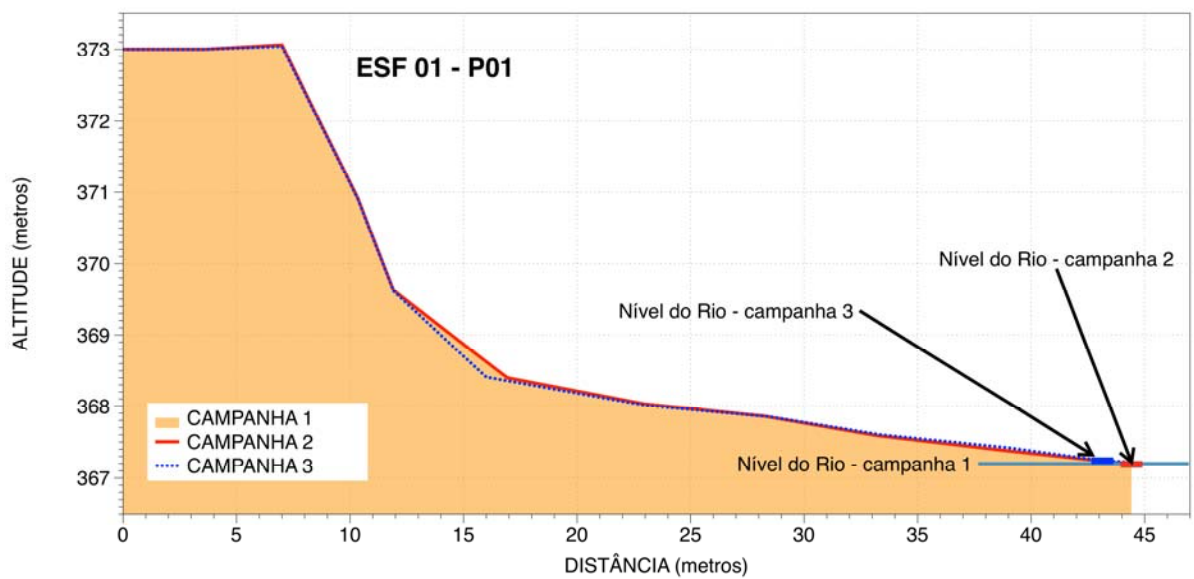
CAMPANHA 2 – 05/07/2013

Descarga Média no Dia do Levantamento (Estação Juazeiro: 1230m³/s):

CAMPANHA 3 – 09/08/2013

Descarga Média no Dia do Levantamento (Estação Juazeiro: 1407 m³/s):

Comparação Perfis Campanhas 3, 2 e 1



PERFIL ESF-01-P02

CAMPANHA 1 – 06/06/2013

Descarga Média no Dia do Levantamento (Estação Juazeiro: 1257 m³/s):

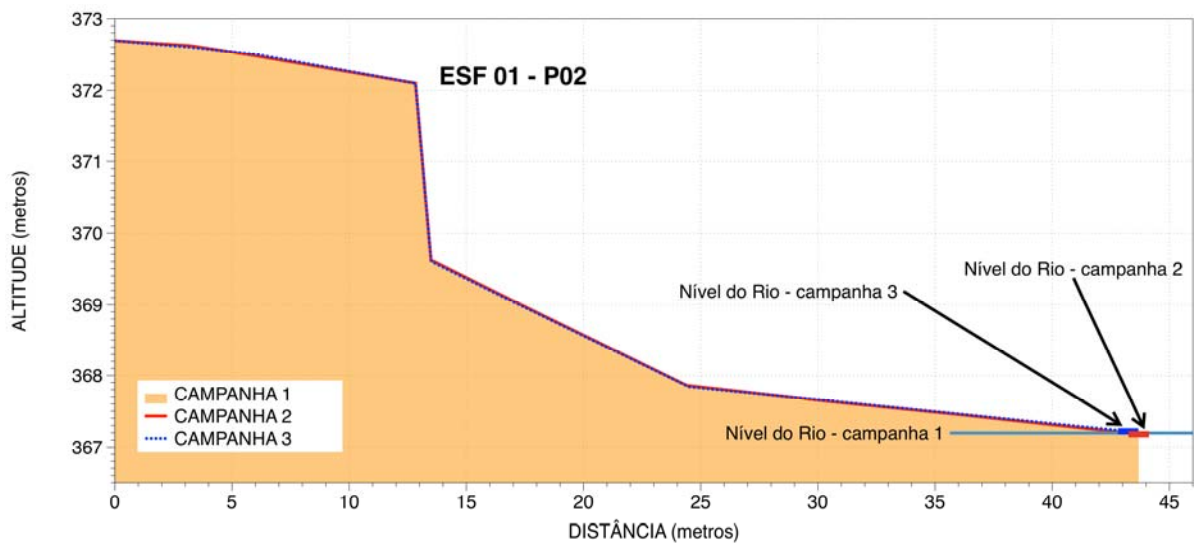
CAMPANHA 2 – 05/07/2013

Descarga Média no Dia do Levantamento (Estação Juazeiro: 1230m³/s):

CAMPANHA 3 – 09/08/2013

Descarga Média no Dia do Levantamento (Estação Juazeiro: 1407 m³/s):

Comparação Perfis Campanhas 3, 2 e 1



PERFIL ESF-01-P03

CAMPANHA 1 – 06/06/2013

Descarga Média no Dia do Levantamento (Estação Juazeiro: 1257 m³/s):

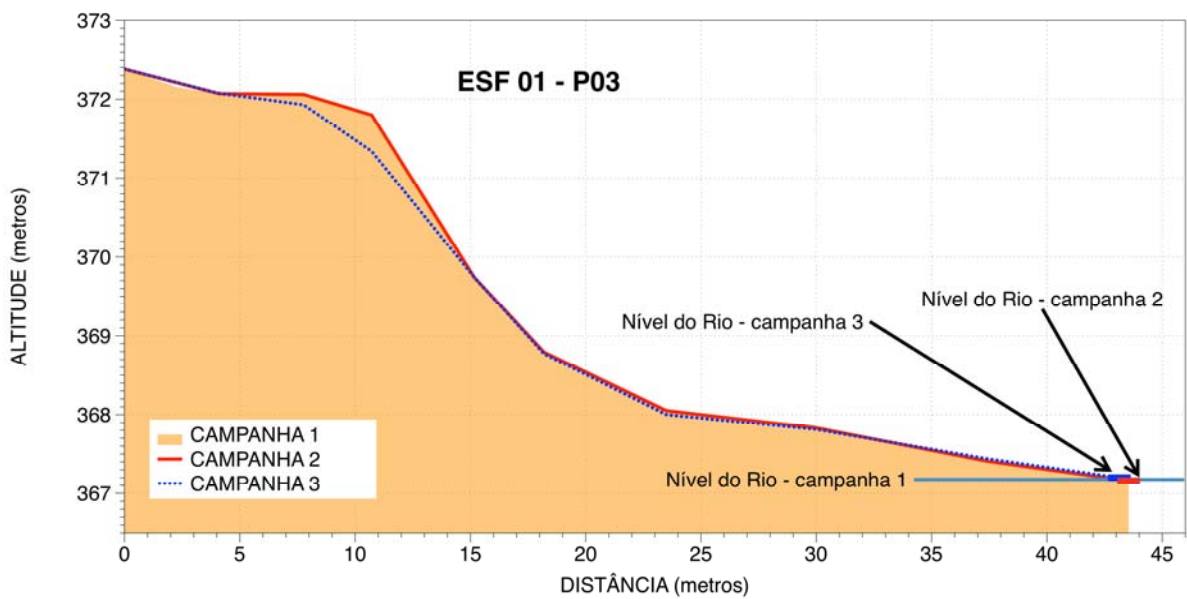
CAMPANHA 2 – 05/07/2013

Descarga Média no Dia do Levantamento (Estação Juazeiro: 1230m³/s):

CAMPANHA 3 – 09/08/2013

Descarga Média no Dia do Levantamento (Estação Juazeiro: 1407 m³/s):

Comparação Perfis Campanhas 3, 2 e 1



F) Documentação Fotográfica – Campanha 3



Estação: ESF-02 – jusante de Sobradinho

A) Informações Gerais

ESTADO/MUNICÍPIO	BA/JUAZEIRO
DISTRITO/POVOADO	SABIÁ
LONGITUDE	-40° 38' 09.5"
LATITUDE	-09° 29' 00.4"
ALTITUDE	380,064m
NOME DA ESTAÇÃO	ESF-02

B) Descrição do Terreno

Ambiente (urbano, rural, isolado, edificado, etc.)	Área rural.
Uso (pastagem, roça, jazida de material, terreno abandonado, etc.)	Áreas abertas. Vegetação arbustiva em boa parte do terreno. Presença de algumas árvores de grande porte. Plantação próxima.
Condições e tipo de solo (rochoso, arenoso, argiloso, úmido, etc)	Argiloso, com pontos de voçoroca.
Descrição da superfície (arável, molhado ou enlameado, com plantas, arbustos, grama, etc)	Solo sem vegetação rasteira. Presença de algumas árvores.

C) Mapa de Situação da Estação de Monitoramento



E) Perfis

PERFIL ESF-02-P01

CAMPANHA 1 – 07/06/2013

Descarga Média no Dia do Levantamento (Estação Juazeiro: 1221 m³/s)

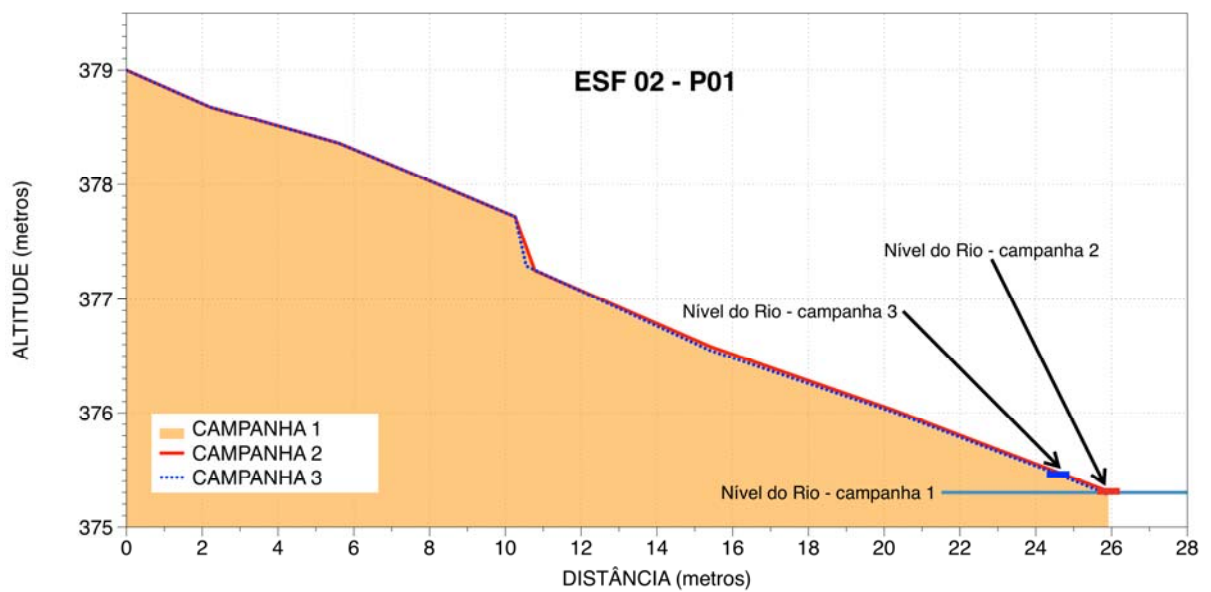
CAMPANHA 2 – 05/07/2013

Descarga Média no Dia do Levantamento (Estação Juazeiro: 1230 m³/s)

CAMPANHA 3 - 08/08/2013

Descarga Média no Dia do Levantamento (Estação Juazeiro: 1615 m³/s)

Comparação Perfis Campanhas 3, 2 e 1



PERFIL ESF-02-P02

CAMPANHA 1 – 07/06/2013

Descarga Média no Dia do Levantamento (Estação Juazeiro: 1221 m³/s)

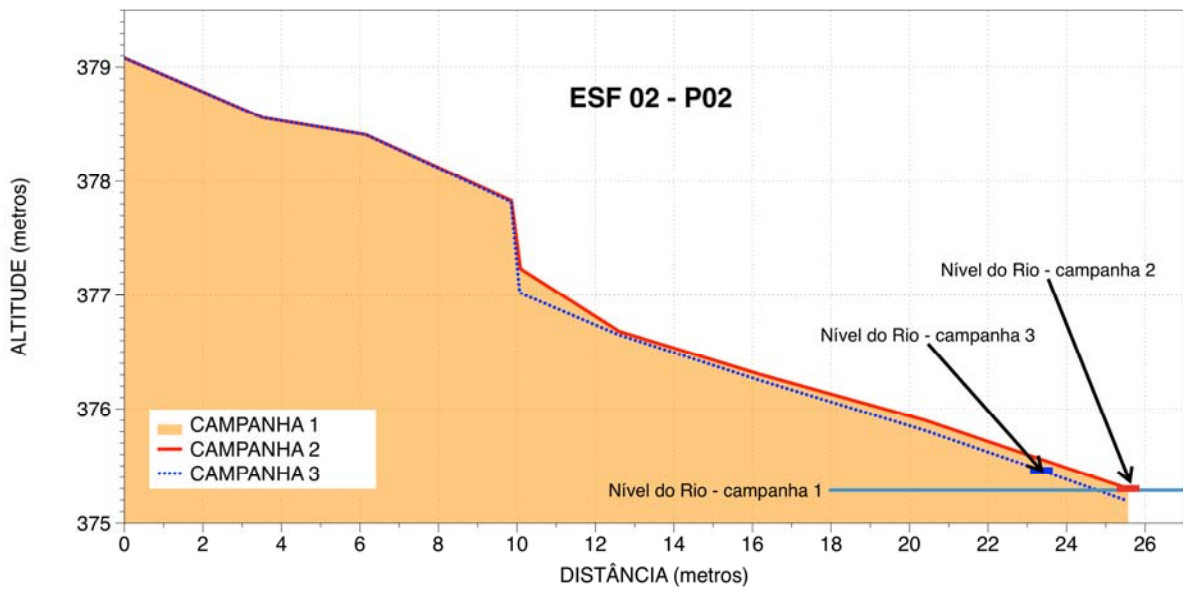
CAMPANHA 2 – 05/07/2013

Descarga Média no Dia do Levantamento (Estação Juazeiro: 1230 m³/s)

CAMPANHA 3 - 08/08/2013

Descarga Média no Dia do Levantamento (Estação Juazeiro: 1615 m³/s)

Comparação Perfis Campanhas 3, 2 e 1



PERFIL ESF-02-P03

CAMPANHA 1 – 07/06/2013

Descarga Média no Dia do Levantamento (Estação Juazeiro: 1221 m³/s)

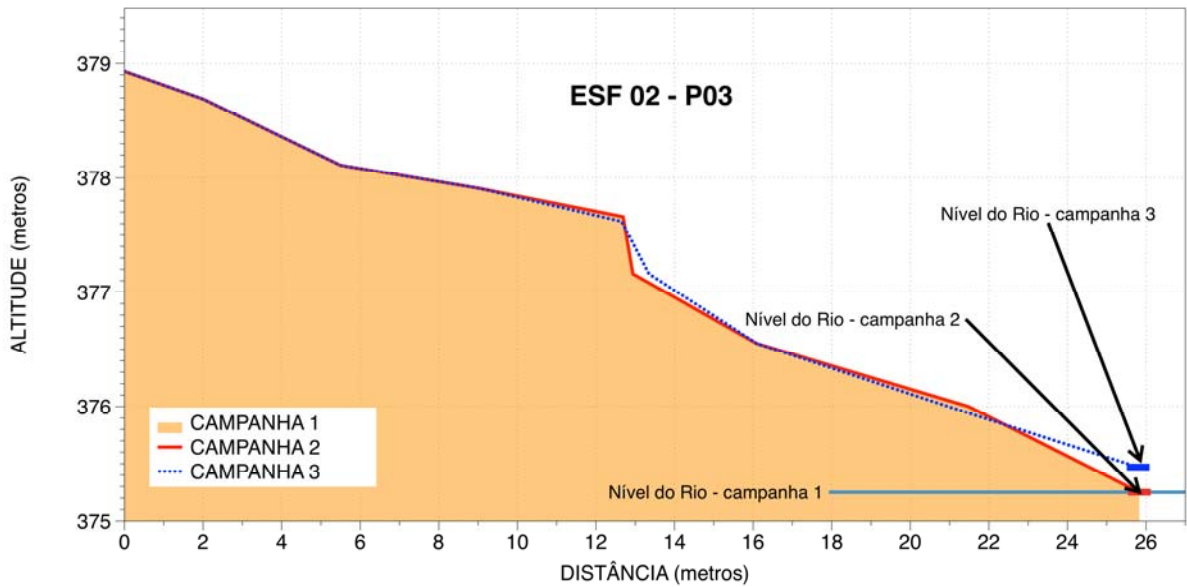
CAMPANHA 2 – 05/07/2013

Descarga Média no Dia do Levantamento (Estação Juazeiro: 1230 m³/s)

CAMPANHA 3 - 08/08/2013

Descarga Média no Dia do Levantamento (Estação Juazeiro: 1615 m³/s)

Comparação Perfis Campanhas 3, 2 e 1



F) Documentação Fotográfica – Campanha 3



Estação: ESF-03 – jusante de Sobradinho

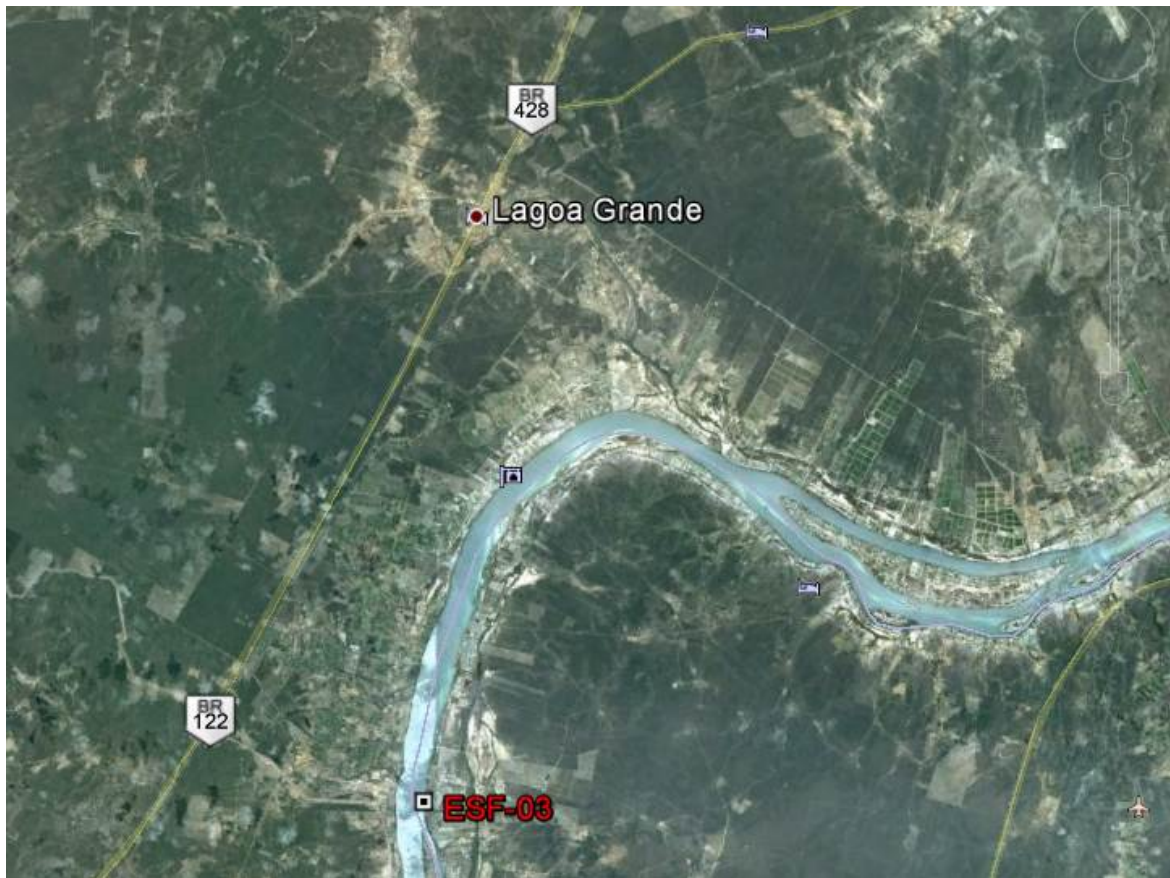
A) Informações Gerais

ESTADO/MUNICÍPIO	BA/JUAZEIRO
DISTRITO/POVOADO	MANIÇOBA VELHA
LONGITUDE	-40° 17' 24,5"
LATITUDE	-09° 09' 19,3"
ALTITUDE	361,463m
NOME DA ESTAÇÃO	ESF-03

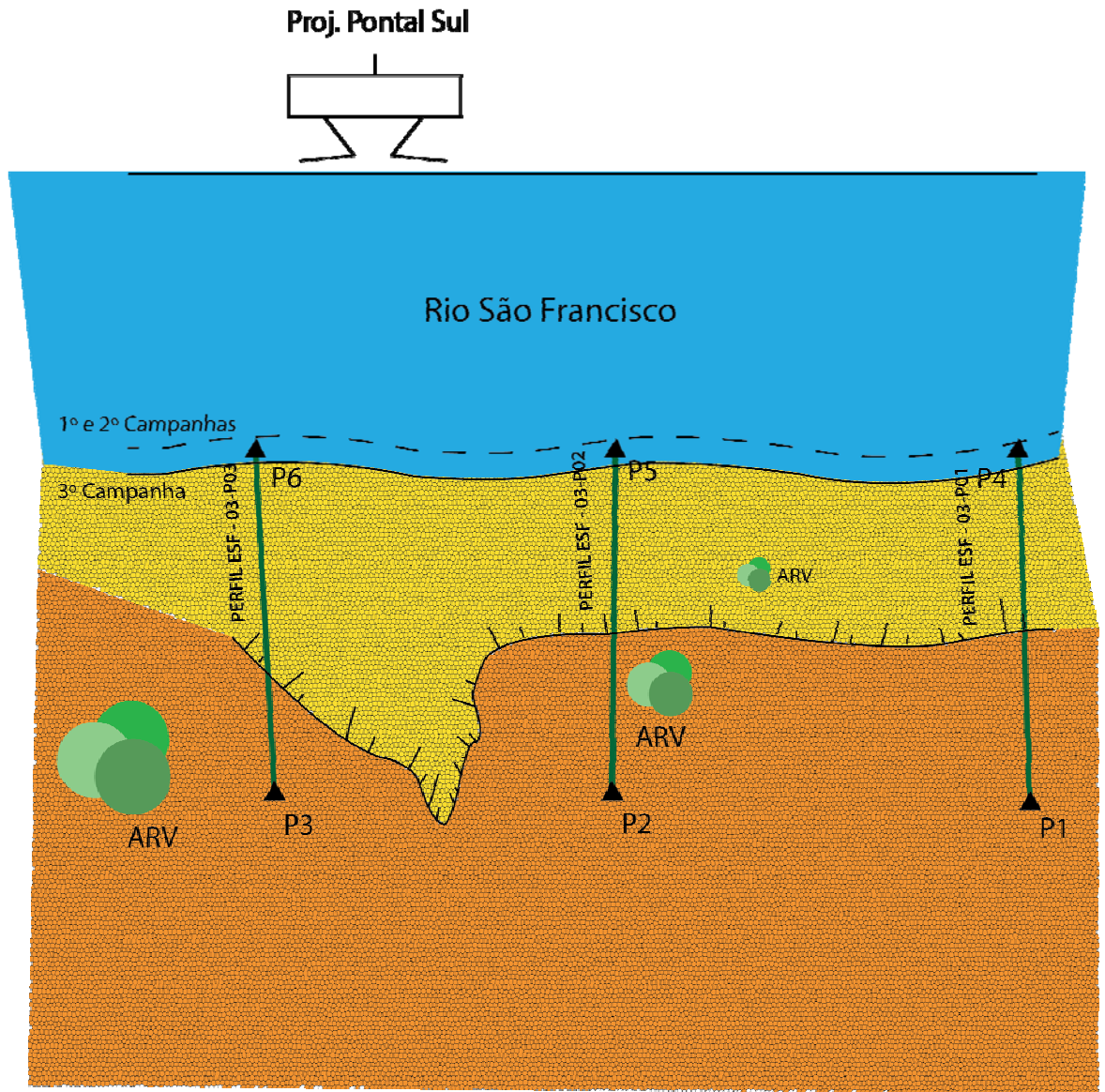
B) Descrição do Terreno

Ambiente (urbano, rural, isolado, edificado, etc.)	Área rural.
Uso (pastagem, roça, jazida de material, terreno abandonado, etc.)	Terreno utilizado para pastagem, com presença de algumas árvores de grande porte.
Condições e tipo de solo (rochoso, arenoso, argiloso, úmido, etc)	Argiloso
Descrição da superfície (arável, molhado ou enlameado, com plantas, arbustos, grama, etc)	Área aberta, utilizada para pastagem. Próxima a lavouras.

C) Mapa de Situação da Estação de Monitoramento



D) Croqui da Estação de Monitoramento



E) Perfis

PERFIL ESF-03-P01

CAMPANHA 1 – 09/06/2013

Descarga Média no Dia do Levantamento (Estação Juazeiro: 1230 m³/s)

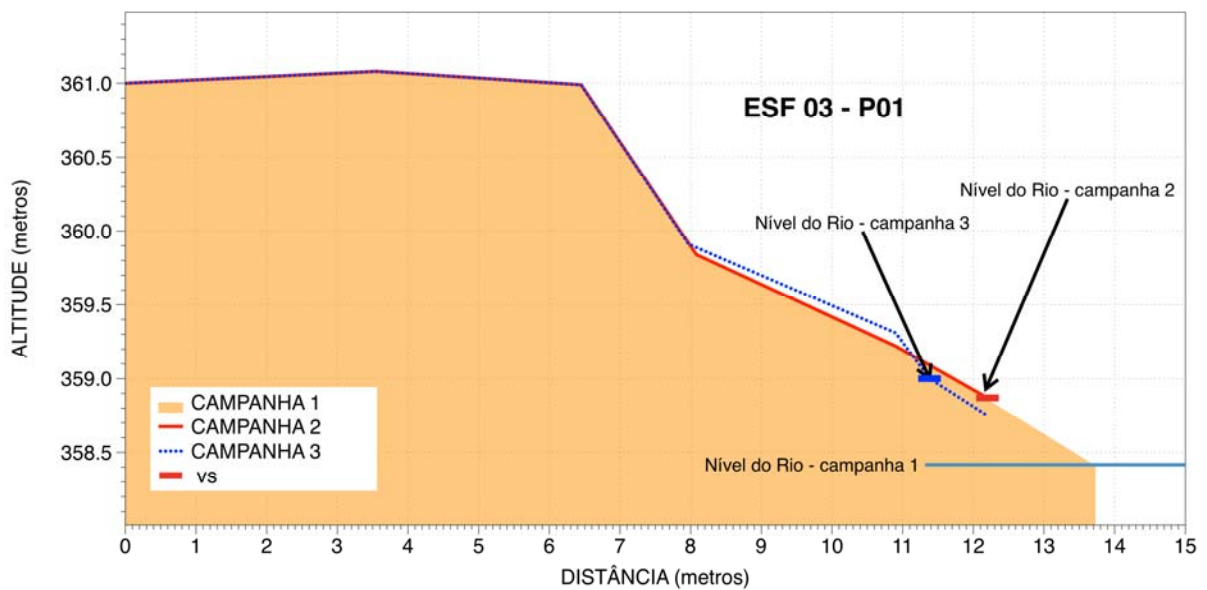
CAMPANHA 2 – 06/07/2013

Descarga Média no Dia do Levantamento (Estação Juazeiro: 1212m³/s)

CAMPANHA 2 – 08/08/2013

Descarga Média no Dia do Levantamento (Estação Juazeiro: 1615 m³/s)

Comparação Perfis Campanhas 3, 2 e 1



PERFIL ESF-03-P02

CAMPANHA 1 – 09/06/2013

Descarga Média no Dia do Levantamento (Estação Juazeiro: 1230 m³/s)

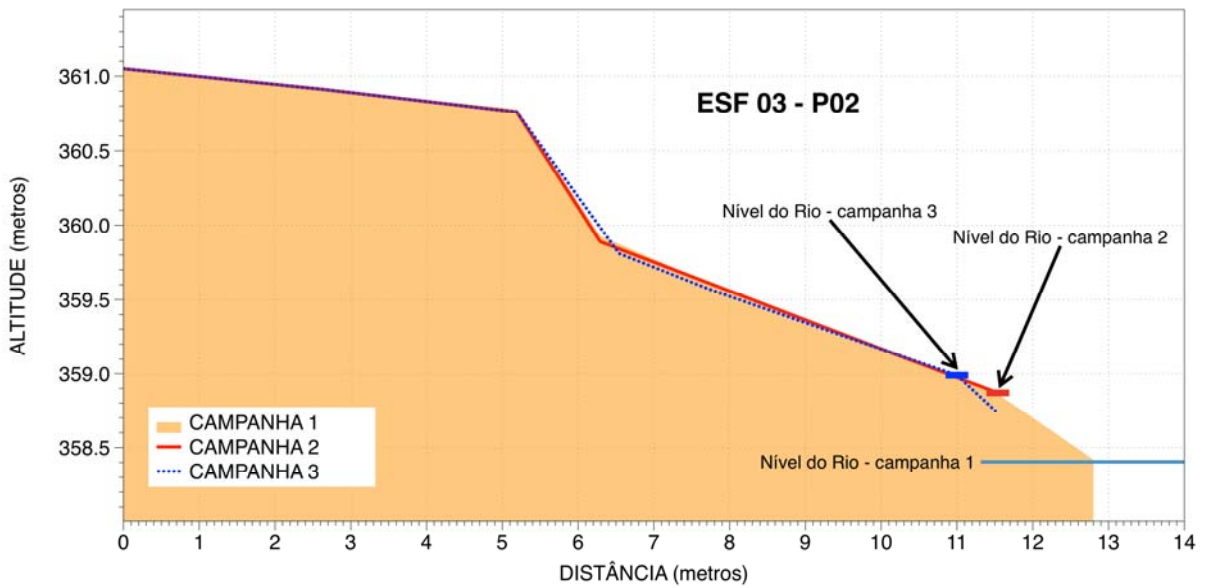
CAMPANHA 2 – 06/07/2013

Descarga Média no Dia do Levantamento (Estação Juazeiro: 1212m³/s)

CAMPANHA 2 – 08/08/2013

Descarga Média no Dia do Levantamento (Estação Juazeiro: 1615 m³/s)

Comparação Perfis Campanhas 3, 2 e 1



PERFIL ESF-03-P03

CAMPANHA 1 – 09/06/2013

Descarga Média no Dia do Levantamento (Estação Juazeiro: 1230 m³/s)

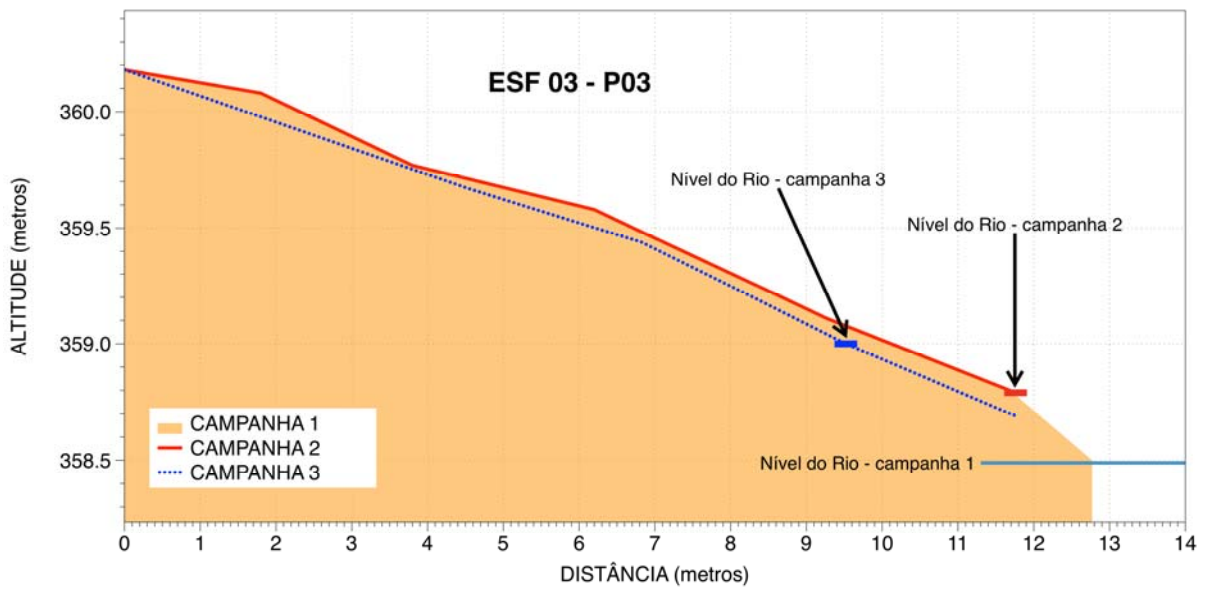
CAMPANHA 2 – 06/07/2013

Descarga Média no Dia do Levantamento (Estação Juazeiro: 1212m³/s)

CAMPANHA 2 – 08/08/2013

Descarga Média no Dia do Levantamento (Estação Juazeiro: 1615 m³/s)

Comparação Perfis Campanhas 3, 2 e 1



F) Documentação Fotográfica



Estação: ESF-04 – jusante de Sobradinho

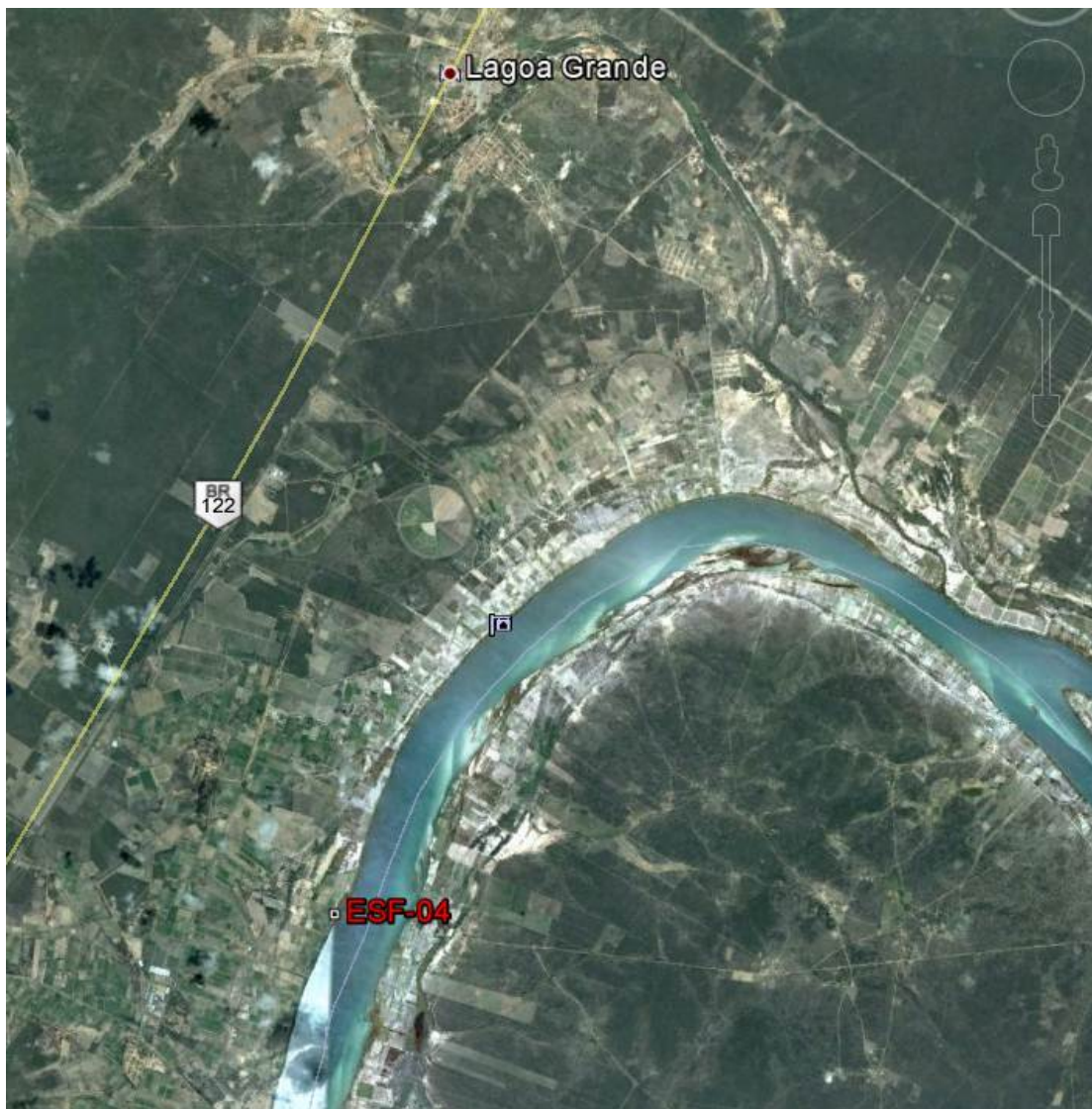
A) Informações Gerais

ESTADO/MUNICÍPIO	BA/JUAZEIRO
DISTRITO/POVOADO	BEBEDOURO
LONGITUDE	-40° 17' 14,2"
LATITUDE	-09° 06' 23,1"
ALTITUDE	361,043m
NOME DA ESTAÇÃO	ESF-04

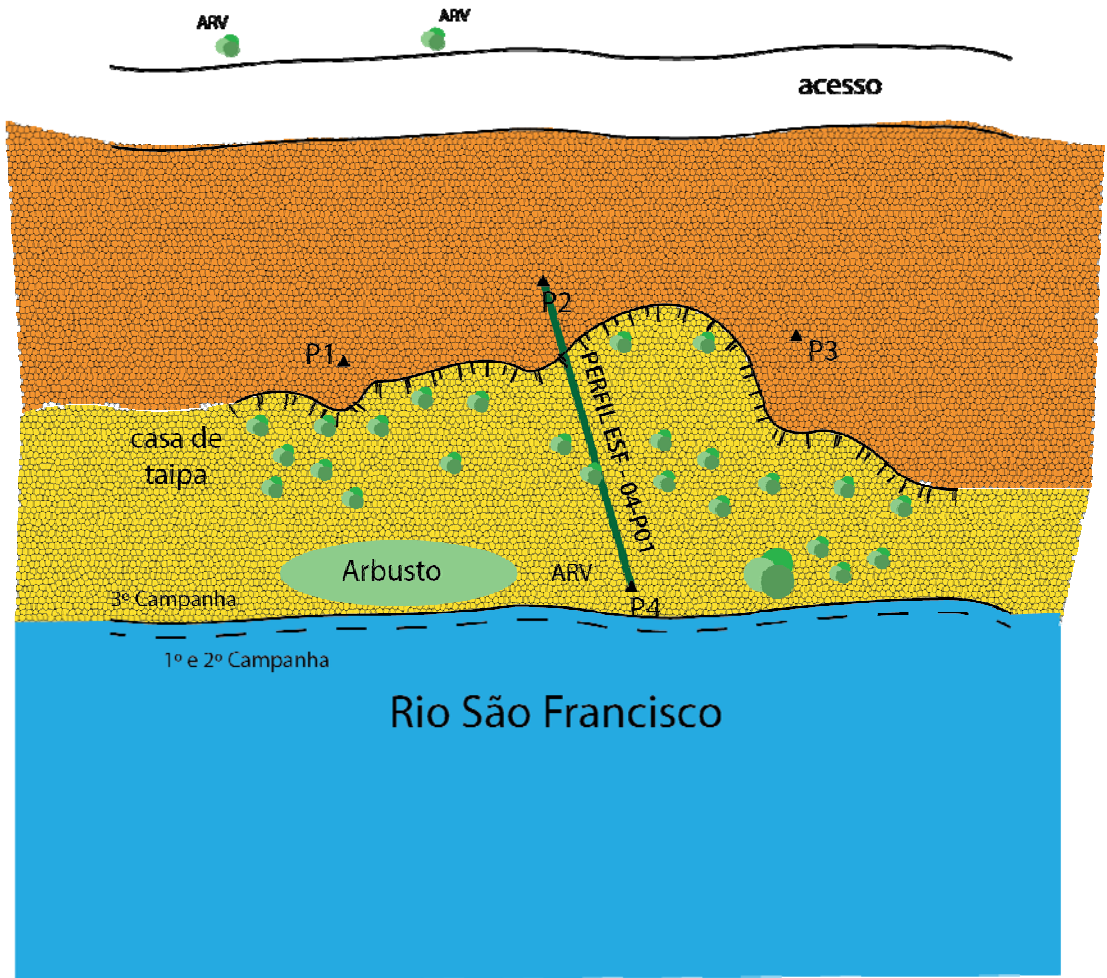
B) Descrição do Terreno

Ambiente (urbano, rural, isolado, edificado, etc.)	Área rural.
Uso (pastagem, roça, jazida de material, terreno abandonado, etc.)	Terreno abandonado, com presença de mata ciliar com árvores de grande porte.
Condições e tipo de solo (rochoso, arenoso, argiloso, úmido, etc)	Argilo-arenoso
Descrição da superfície (arável, molhado ou enlameado, com plantas, arbustos, grama, etc)	Área fechada, mata ciliar com presença de algumas árvores de grande porte. Próxima a lavouras.

C) Mapa de Situação da Estação de Monitoramento



D) Croqui da Estação de Monitoramento



E) Perfis

PERFIL ESF-04-P01

CAMPANHA 1 – 08/06/2013

Descarga Média no Dia do Levantamento (Estação Juazeiro: 1230 m³/s):

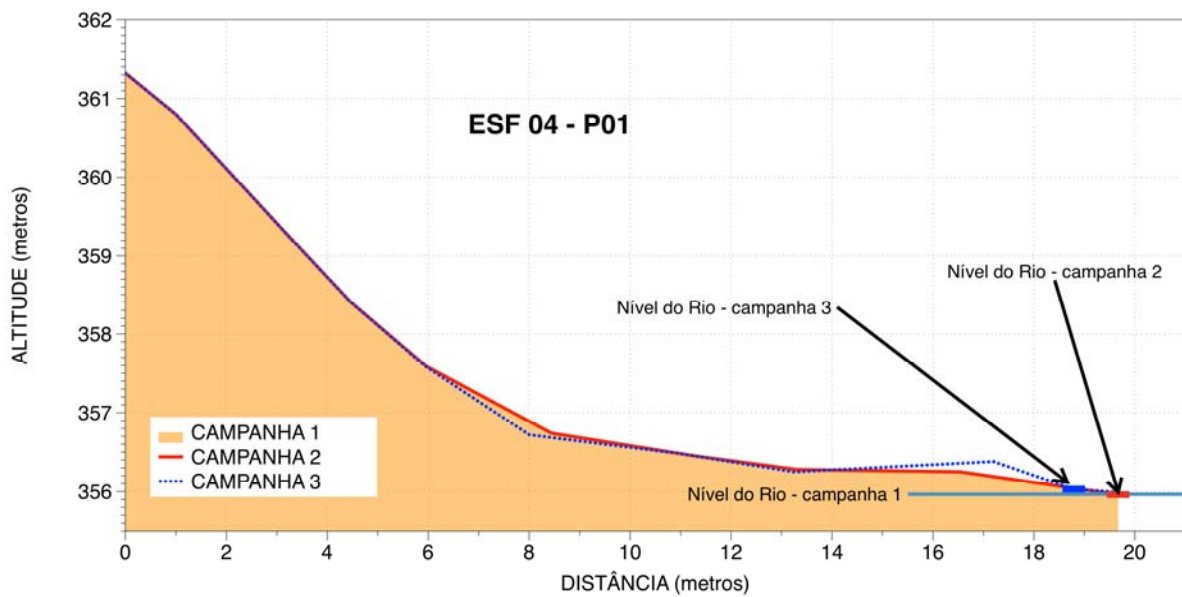
CAMPANHA 2 – 06/07/2013

Descarga Média no Dia do Levantamento (Estação Juazeiro: 1212 m³/s):

CAMPANHA 3 – 09/08/2013

Descarga Média no Dia do Levantamento (Estação Juazeiro: 1407 m³/s):

Comparação Perfis Campanhas 3, 2 e 1



F) Documentação Fotográfica



Estação: ESF-05 – jusante de Xingó

A) Informações Gerais

ESTADO/MUNICÍPIO	SE/PORTO DA FOLHA
DISTRITO/POVOADO	QUILOMBO MUCAMBO
LONGITUDE	-37°24' 03,8"
LATITUDE	-09° 46' 51,1"
ALTITUDE	24m
NOME DA ESTAÇÃO	ESF-05

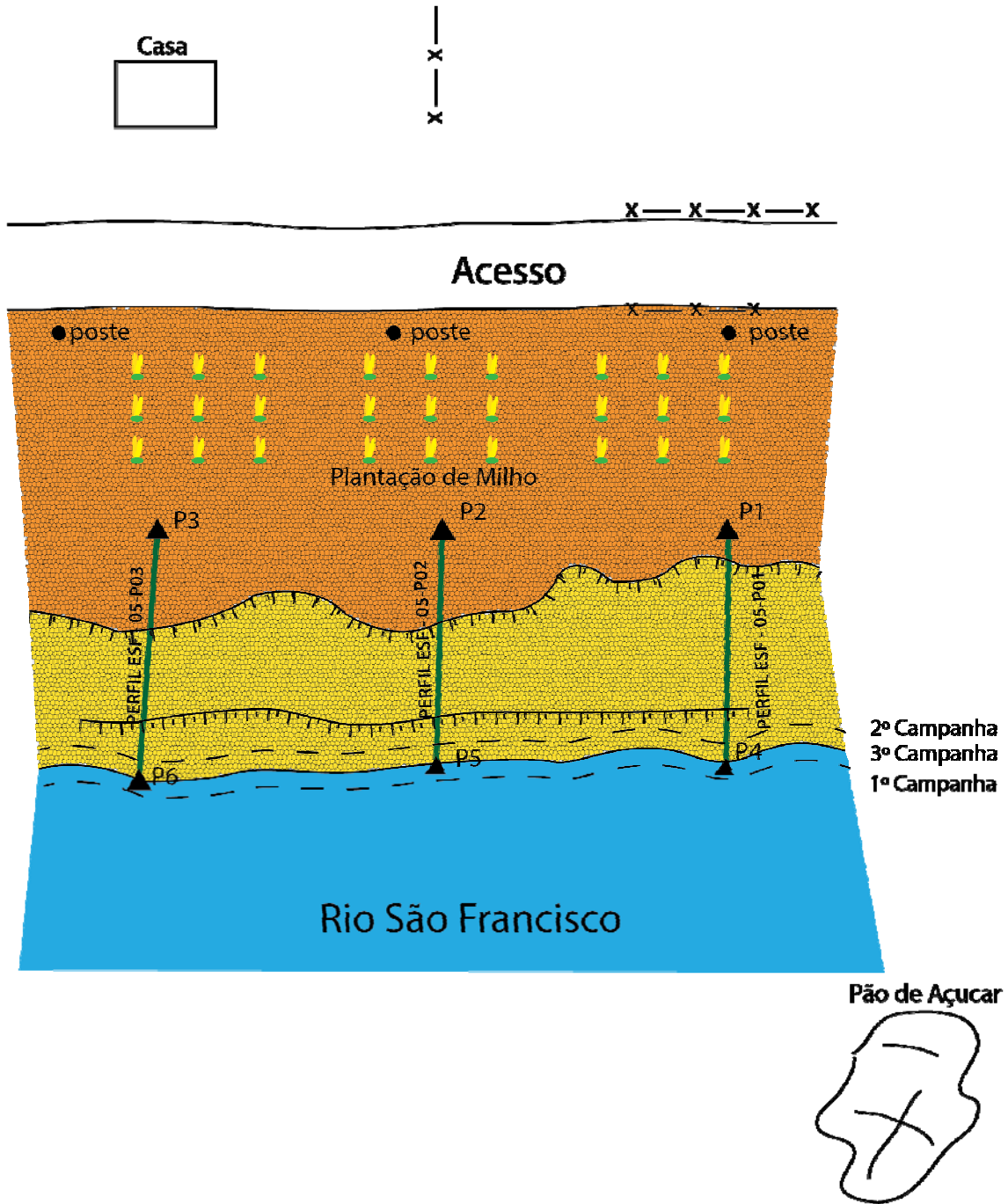
B) Descrição do Terreno

Ambiente (urbano, rural, isolado, edificado, etc.)	Área rural.
Uso (pastagem, roça, jazida de material, terreno abandonado, etc.)	Plantação de milho. Área aberta.
Condições e tipo de solo (rochoso, arenoso, argiloso, úmido, etc)	Argilo-arenoso.
Descrição da superfície (arável, molhado ou enlameado, com plantas, arbustos, grama, etc)	Área aberta, vegetação rasteira. Plantação de milho.

C) Mapa de Situação da Estação de Monitoramento



D) Croqui da Estação de Monitoramento



E) Perfis

PERFIL ESF-05-P01

CAMPANHA 1 – 13/06/2013

Descarga Média no Dia do Levantamento (Estação Pão de Açúcar: 1157 m³/s):

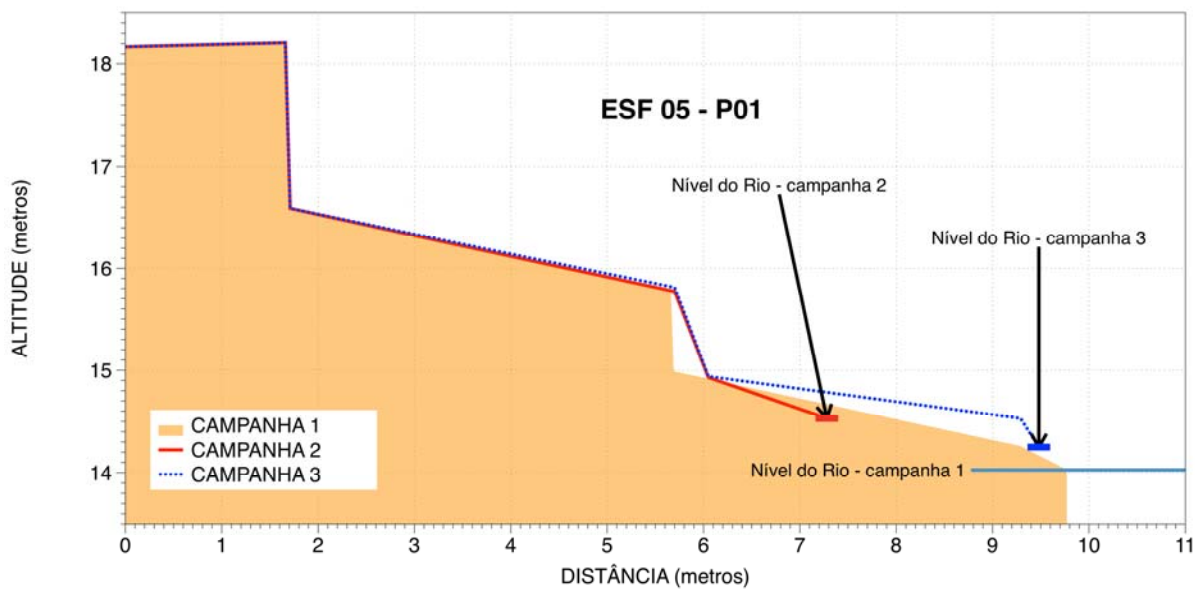
CAMPANHA 2 – 08/07/2013

Descarga Média no Dia do Levantamento (Estação Pão de Açúcar: 1230m³/s):

CAMPANHA 3 – 06/08/2013

Descarga Média no Dia do Levantamento (Estação Pão de Açúcar: 1258 m³/s):

Comparação Perfis Campanhas 3, 2 e 1



PERFIL ESF-05-P02

CAMPANHA 1 – 13/06/2013

Descarga Média no Dia do Levantamento (Estação Pão de Açúcar: 1157 m³/s):

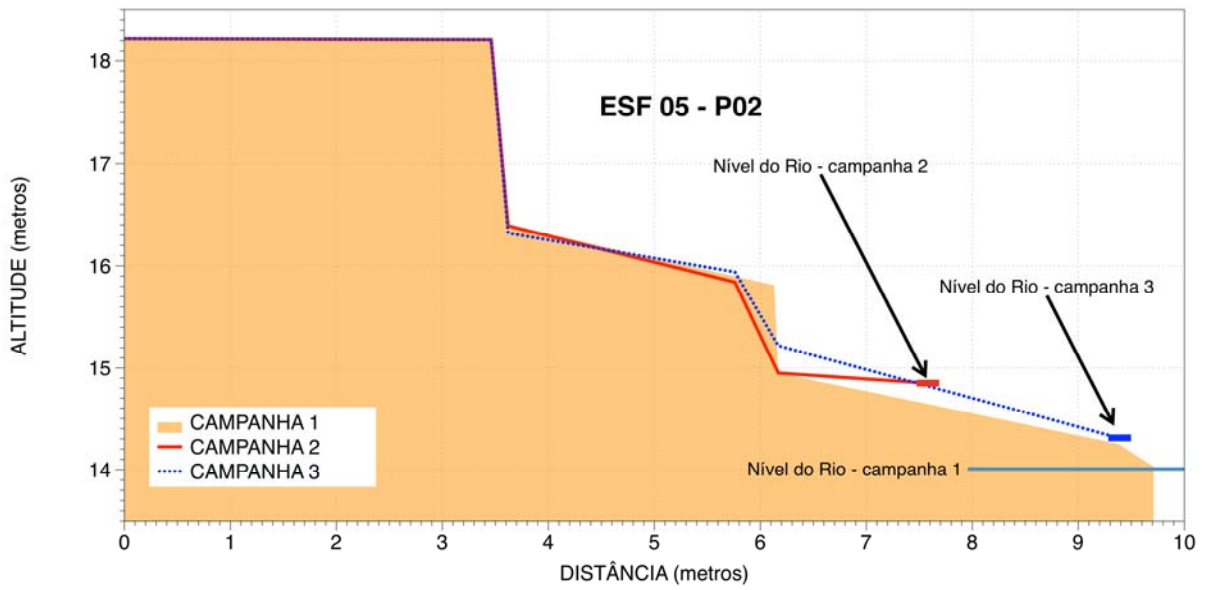
CAMPANHA 2 – 08/07/2013

Descarga Média no Dia do Levantamento (Estação Pão de Açúcar: 1230m³/s):

CAMPANHA 3 – 06/08/2013

Descarga Média no Dia do Levantamento (Estação Pão de Açúcar: 1258 m³/s):

Comparação Perfis Campanhas 3, 2 e 1



PERFIL ESF-05-P03

CAMPANHA 1 – 13/06/2013

Descarga Média no Dia do Levantamento (Estação Pão de Açúcar: 1157 m³/s):

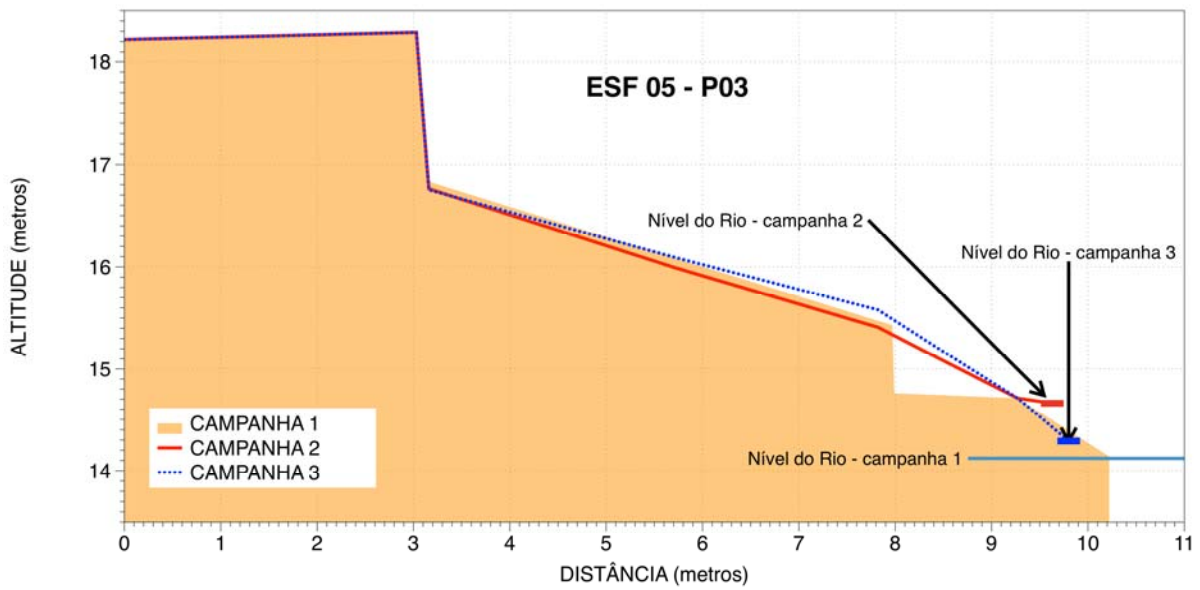
CAMPANHA 2 – 08/07/2013

Descarga Média no Dia do Levantamento (Estação Pão de Açúcar: 1230m³/s):

CAMPANHA 3 – 06/08/2013

Descarga Média no Dia do Levantamento (Estação Pão de Açúcar: 1258 m³/s):

Comparação Perfis Campanhas 3, 2 e 1



F) Documentação Fotográfica



Estação: ESF-06 – jusante de Xingó

A) Informações Gerais

ESTADO/MUNICÍPIO	AL/PÃO DE AÇÚCAR
DISTRITO/POVOADO	TORORÓ
LONGITUDE	-37°24' 49,2"
LATITUDE	-09° 45' 31,9"
ALTITUDE	23m
NOME DA ESTAÇÃO	ESF-06

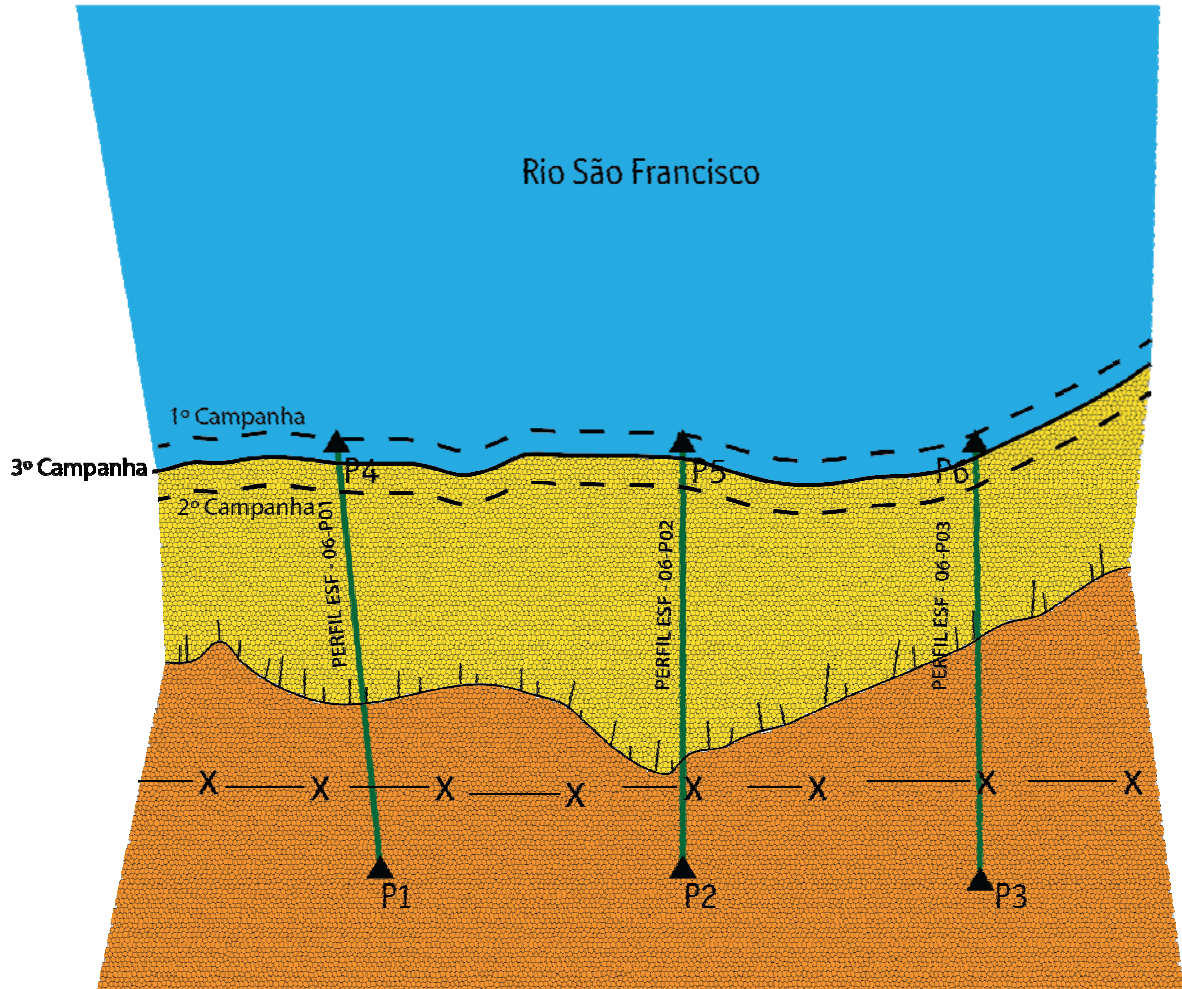
B) Descrição do Terreno

Ambiente (urbano, rural, isolado, edificado, etc.)	Área rural.
Uso (pastagem, roça, jazida de material, terreno abandonado, etc.)	Pastagem. Área aberta.
Condições e tipo de solo (rochoso, arenoso, argiloso, úmido, etc)	Argilo-arenoso.
Descrição da superfície (arável, molhado ou enlameado, com plantas, arbustos, grama, etc)	Área aberta, vegetação rasteira. Pasto para animais.

C) Mapa de Situação da Estação de Monitoramento



D) Croqui da Estação de Monitoramento



E) Perfis

PERFIL ESF-06-P01

CAMPANHA 1 – 12/06/2013

Descarga Média no Dia do Levantamento (Estação Pão de Açúcar: 1164 m³/s)

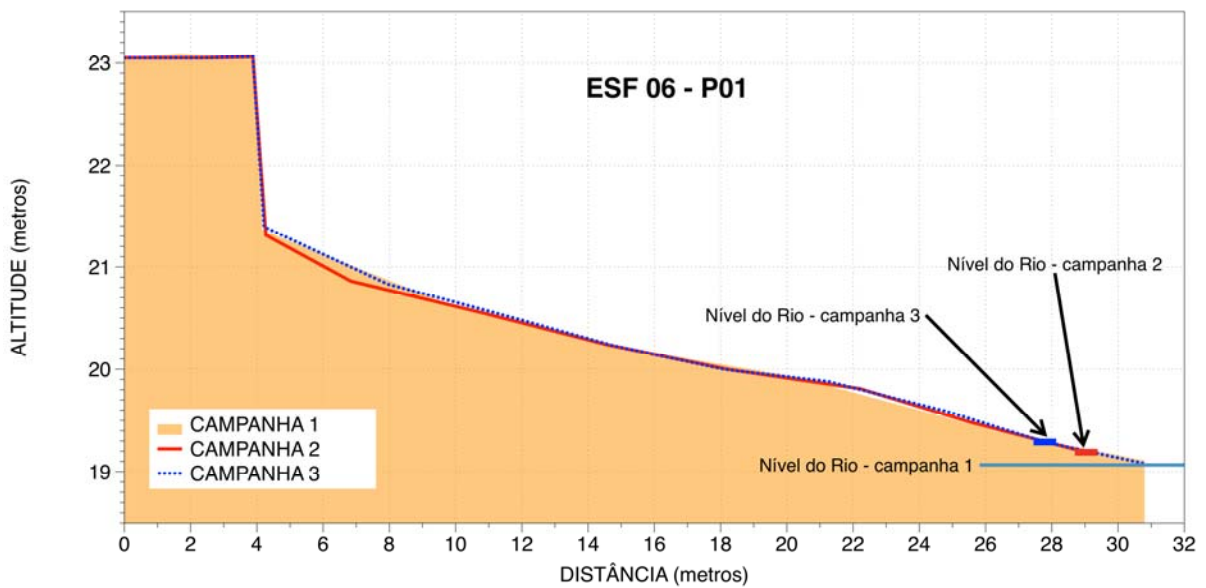
CAMPANHA 2 – 08/07/2013

Descarga Média no Dia do Levantamento (Estação Pão de Açúcar: 1128 m³/s)

CAMPANHA 3 – 06/08/2013

Descarga Média no Dia do Levantamento (Estação Pão de Açúcar: 1258 m³/s)

Comparação Perfis Campanhas 3, 2 e 1



PERFIL ESF-06-P02

CAMPANHA 1 – 12/06/2013

Descarga Média no Dia do Levantamento (Estação Pão de Açúcar: 1164 m³/s)

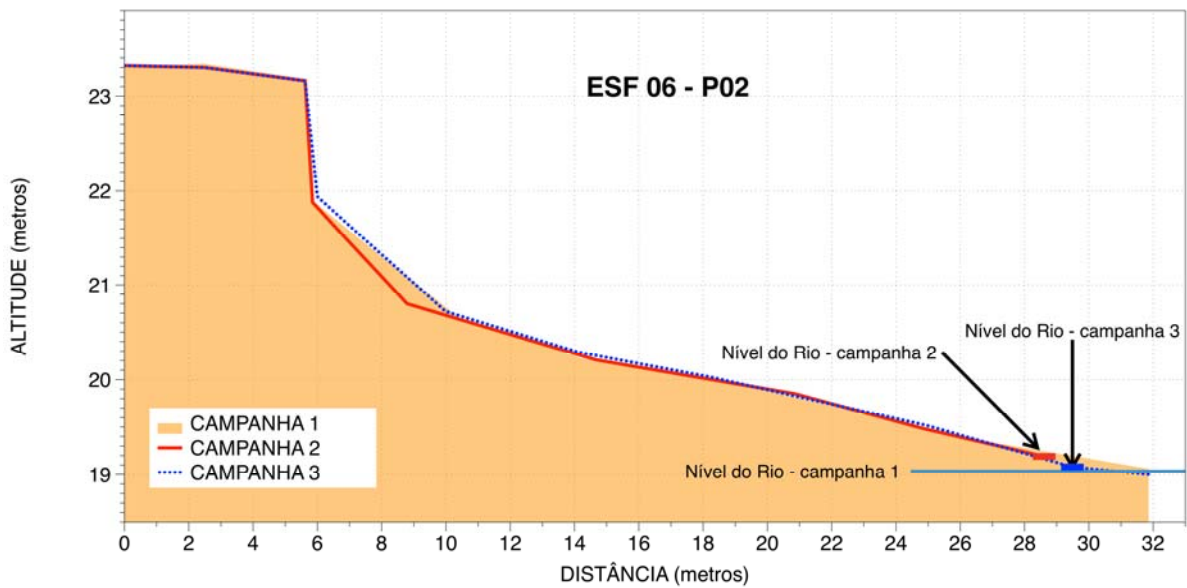
CAMPANHA 2 – 08/07/2013

Descarga Média no Dia do Levantamento (Estação Pão de Açúcar: 1128 m³/s)

CAMPANHA 3 – 06/08/2013

Descarga Média no Dia do Levantamento (Estação Pão de Açúcar: 1258 m³/s)

Comparação Perfis Campanhas 3, 2 e 1



PERFIL ESF-06-P03

CAMPANHA 1 – 12/06/2013

Descarga Média no Dia do Levantamento (Estação Pão de Açúcar: 1164 m³/s)

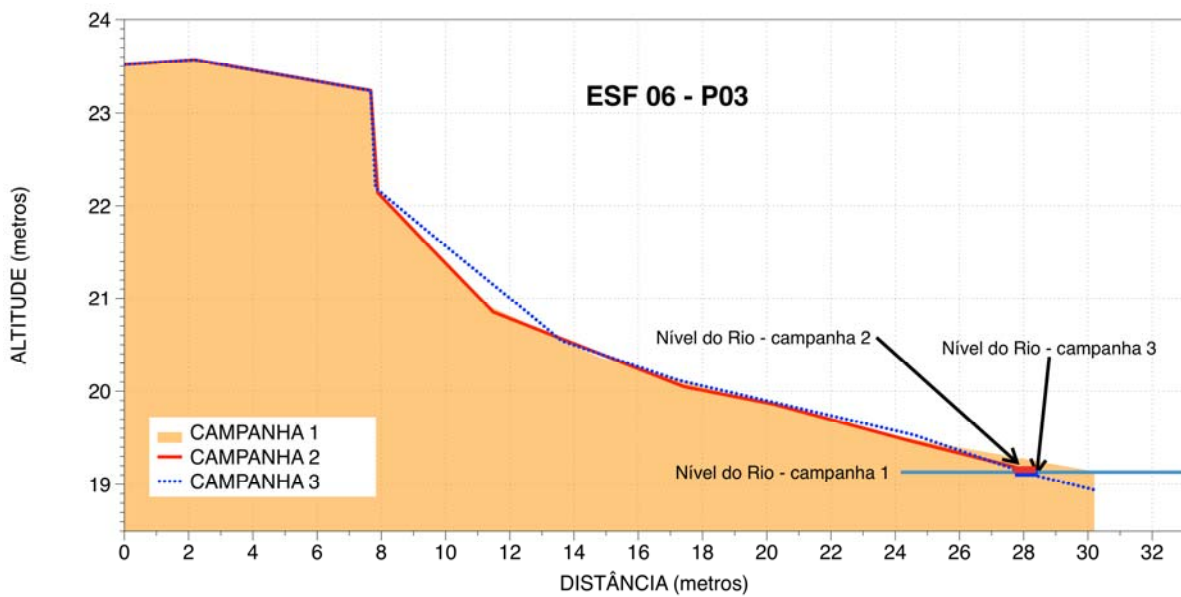
CAMPANHA 2 – 08/07/2013

Descarga Média no Dia do Levantamento (Estação Pão de Açúcar: 1128 m³/s)

CAMPANHA 3 – 06/08/2013

Descarga Média no Dia do Levantamento (Estação Pão de Açúcar: 1258 m³/s)

Comparação Perfis Campanhas 3, 2 e 1



F) Documentação Fotográfica



Estação: ESF-07 – jusante de Xingó

A) Informações Gerais

ESTADO/MUNICÍPIO	SE/PROPRÍÁ
DISTRITO/POVOADO	FORMOSINHA
LONGITUDE	-36° 45' 57,3"
LATITUDE	-10° 13' 46,9"
ALTITUDE	11,940m
NOME DA ESTAÇÃO	ESF-07

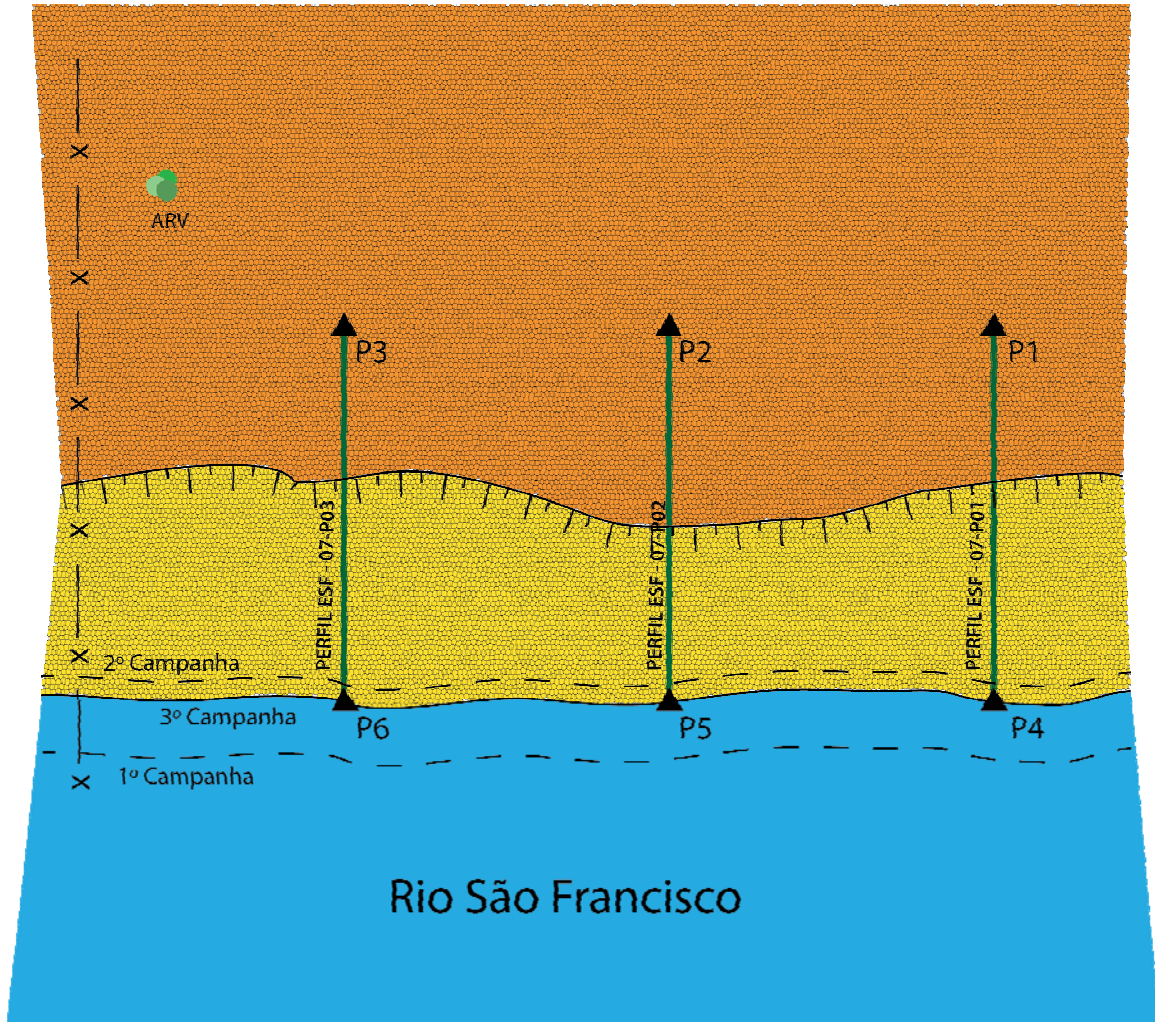
B) Descrição do Terreno

Ambiente (urbano, rural, isolado, edificado, etc.)	Área rural.
Uso (pastagem, roça, jazida de material, terreno abandonado, etc.)	Áreas abertas. Pastagem. Área de agricultura próxima.
Condições e tipo de solo (rochoso, arenoso, argiloso, úmido, etc)	Arenoso.
Descrição da superfície (arável, molhado ou enlameado, com plantas, arbustos, grama, etc)	Área aberta, vegetação rasteira.

C) Mapa de Situação da Estação de Monitoramento



D) Croqui da Estação de Monitoramento



E) Perfis

PERFIL ESF-07-P01

CAMPANHA 1 – 10/06/2013

Descarga Média no Dia do Levantamento (Estação Propriá: 1136 m³/s)

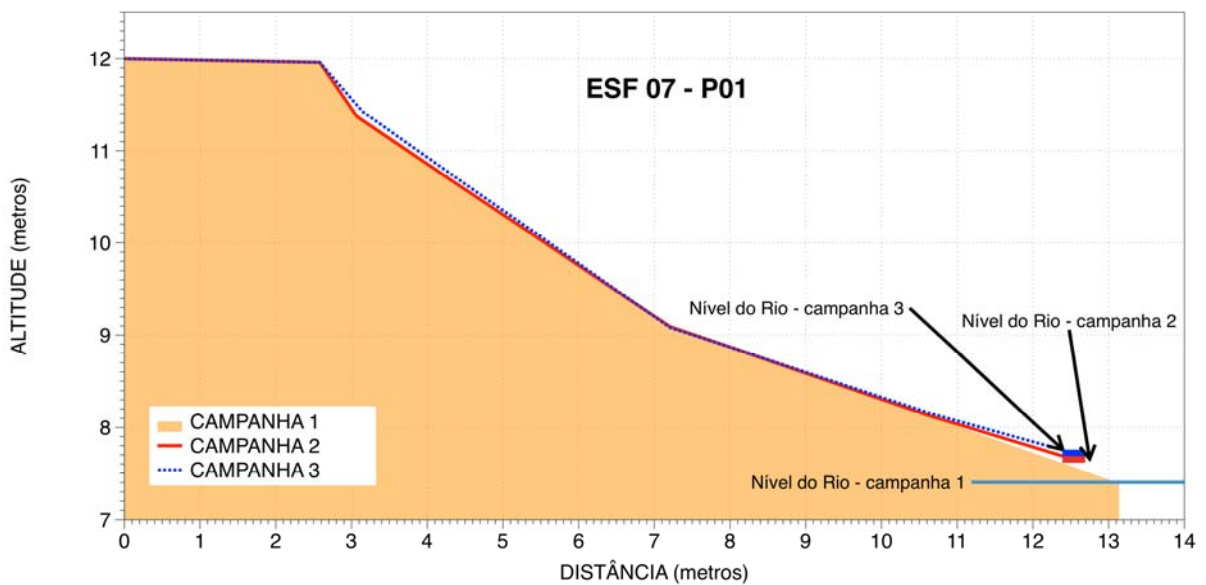
CAMPANHA 2 – 09/07/2013

Descarga Média no Dia do Levantamento (Estação Propriá: 1241 m³/s)

CAMPANHA 3 – 05/08/2013

Descarga Média no Dia do Levantamento (Estação Propriá: 1249 m³/s)

Comparação Perfis Campanhas 3, 2 e 1



PERFIL ESF-07-P02

CAMPANHA 1 – 10/06/2013

Descarga Média no Dia do Levantamento (Estação Propriá: 1136 m³/s)

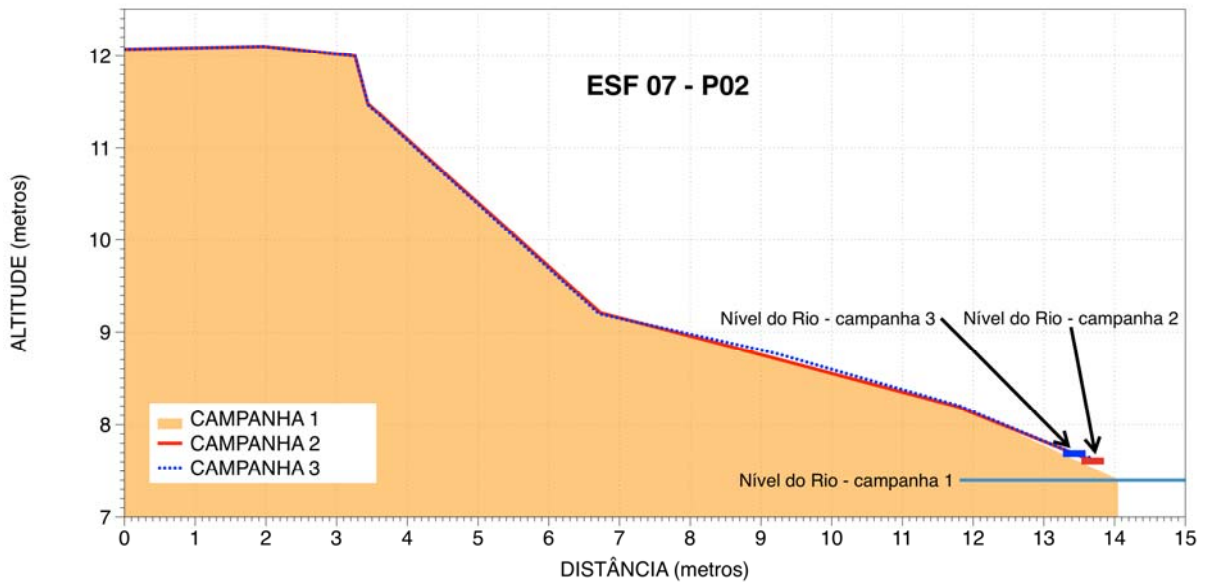
CAMPANHA 2 – 09/07/2013

Descarga Média no Dia do Levantamento (Estação Propriá: 1241 m³/s)

CAMPANHA 3 – 05/08/2013

Descarga Média no Dia do Levantamento (Estação Propriá: 1249 m³/s)

Comparação Perfis Campanhas 3, 2 e 1



PERFIL ESF-07-P03

CAMPANHA 1 – 10/06/2013

Descarga Média no Dia do Levantamento (Estação Propriá: 1136 m³/s)

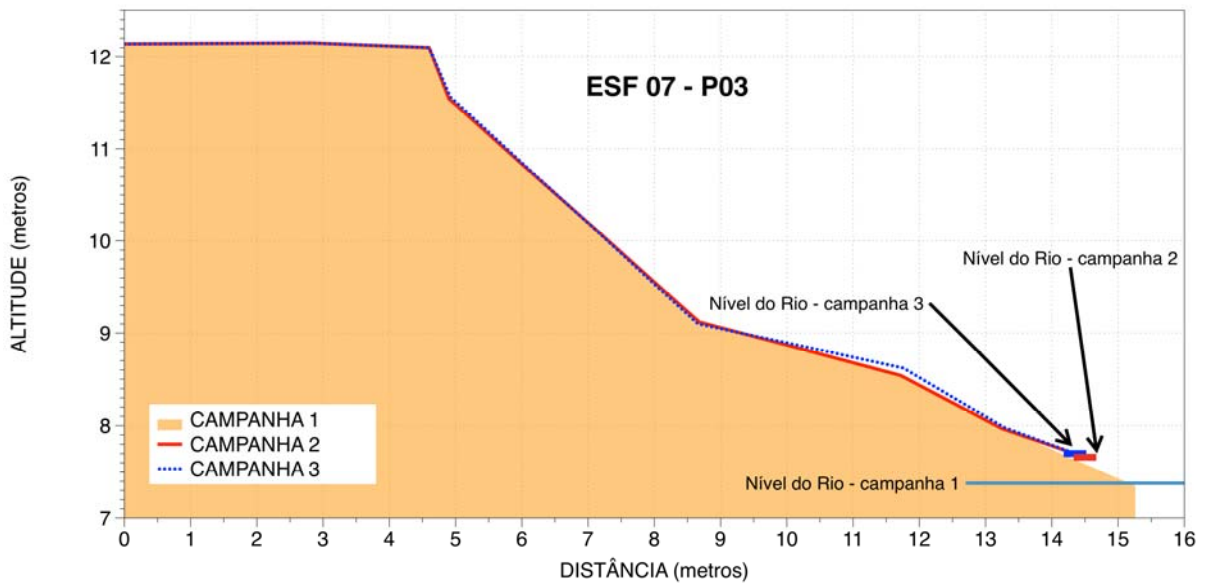
CAMPANHA 2 – 09/07/2013

Descarga Média no Dia do Levantamento (Estação Propriá: 1241 m³/s)

CAMPANHA 3 – 05/08/2013

Descarga Média no Dia do Levantamento (Estação Propriá: 1249 m³/s)

Comparação Perfis Campanhas 3, 2 e 1



F) Documentação Fotográfica



Estação: ESF-08 – jusante de Xingó

A) Informações Gerais

ESTADO/MUNICÍPIO	AL/POROTO REAL DO COLÉGIO
DISTRITO/POVOADO	TAPERA
LONGITUDE	-36° 45' 14,1"
LATITUDE	-10° 13' 13,7"
ALTITUDE	16m
NOME DA ESTAÇÃO	ESF-08

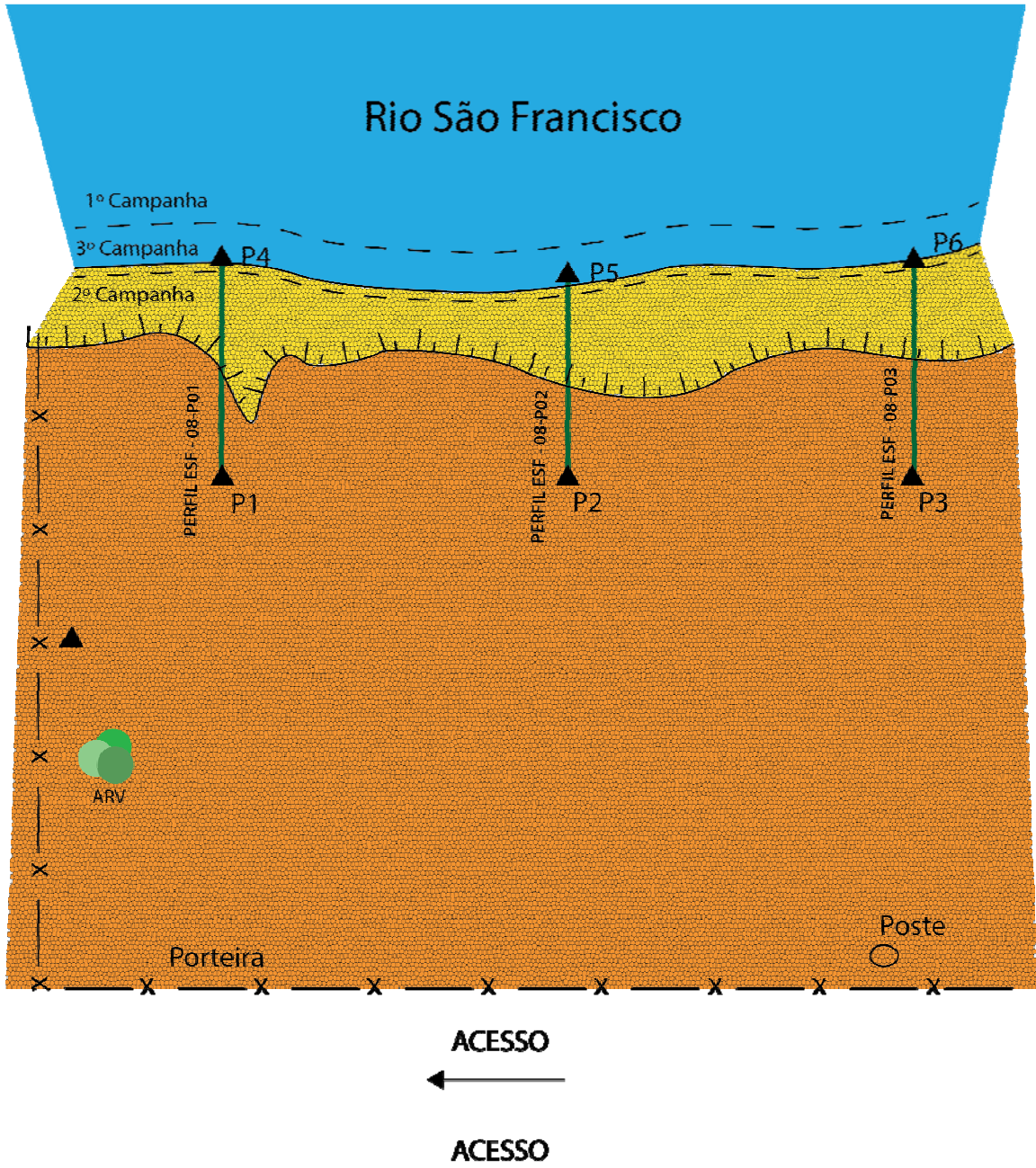
B) Descrição do Terreno

Ambiente (urbano, rural, isolado, edificado, etc.)	Área rural.
Uso (pastagem, roça, jazida de material, terreno abandonado, etc.)	Áreas abertas. Pastagem. Área de agricultura próxima.
Condições e tipo de solo (rochoso, arenoso, argiloso, úmido, etc)	Argiloso
Descrição da superfície (arável, molhado ou enlameado, com plantas, arbustos, grama, etc)	Área aberta, vegetação rasteira. Uso para pastagem.

C) Mapa de Situação da Estação de Monitoramento



D) Croqui da Estação de Monitoramento



E) Perfis

PERFIL ESF-08-P01

CAMPANHA 1 – 11/06/2013

Descarga Média no Dia do Levantamento (Estação Propriá: 1139 m³/s)

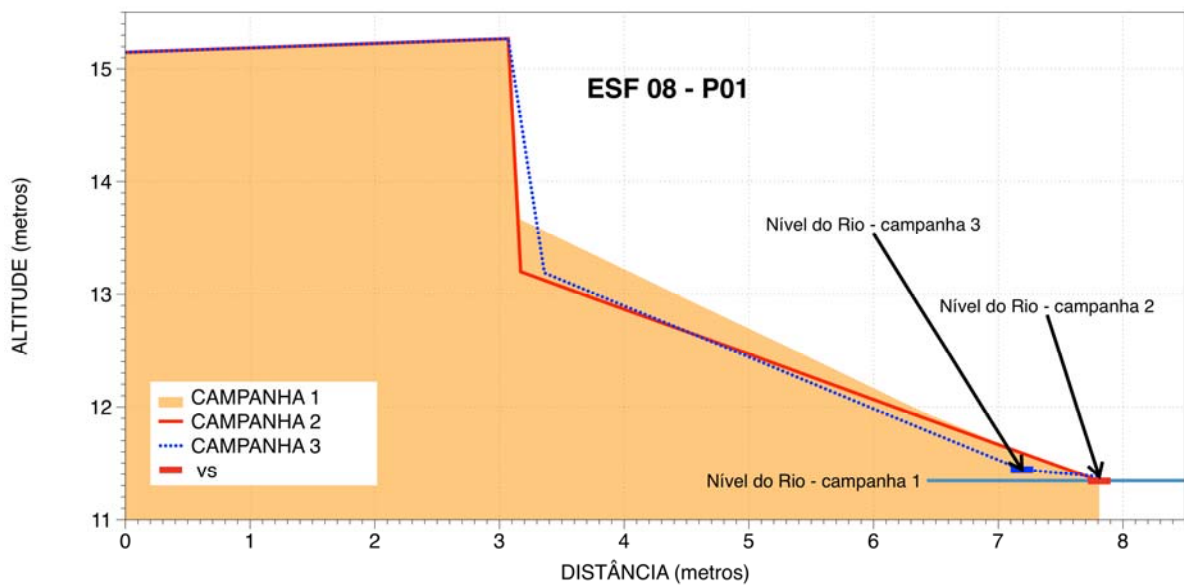
CAMPANHA 2 – 09/07/2013

Descarga Média no Dia do Levantamento (Estação Propriá: 1241 m³/s)

CAMPANHA 3 – 05/08/2013

Descarga Média no Dia do Levantamento (Estação Propriá: 1249 m³/s)

Comparação Perfis Campanhas 3, 2 e 1



PERFIL ESF-08-P02

CAMPANHA 1 – 11/06/2013

Descarga Média no Dia do Levantamento (Estação Propriá: 1139 m³/s)

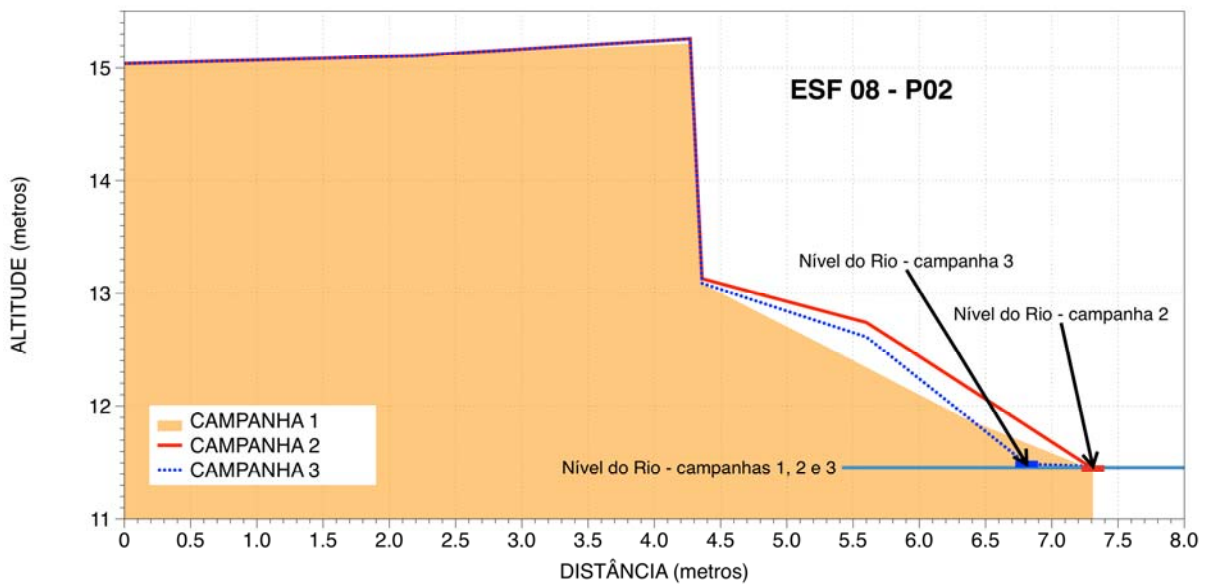
CAMPANHA 2 – 09/07/2013

Descarga Média no Dia do Levantamento (Estação Propriá: 1241 m³/s)

CAMPANHA 3 – 05/08/2013

Descarga Média no Dia do Levantamento (Estação Propriá: 1249 m³/s)

Comparação Perfis Campanhas 3, 2 e 1



PERFIL ESF-08-P03

CAMPANHA 1 – 11/06/2013

Descarga Média no Dia do Levantamento (Estação Propriá: 1139 m³/s)

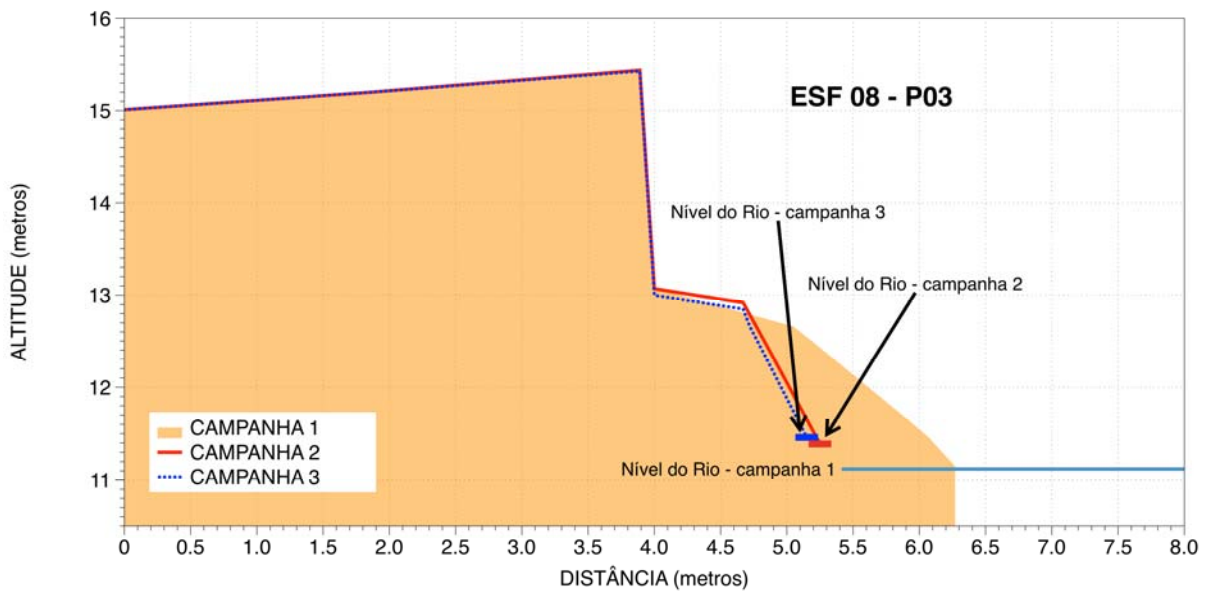
CAMPANHA 2 – 09/07/2013

Descarga Média no Dia do Levantamento (Estação Propriá: 1241 m³/s)

CAMPANHA 3 – 05/08/2013

Descarga Média no Dia do Levantamento (Estação Propriá: 1249 m³/s)

Comparação Perfis Campanhas 3, 2 e 1



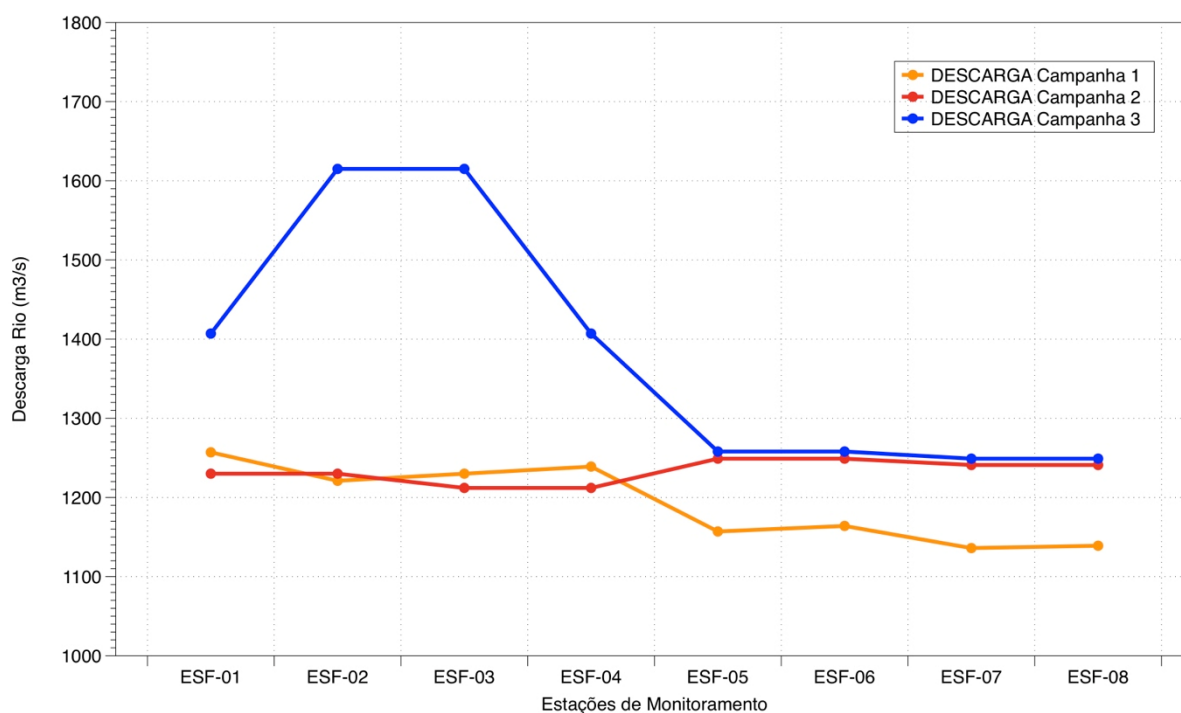
F) Documentação Fotográfica



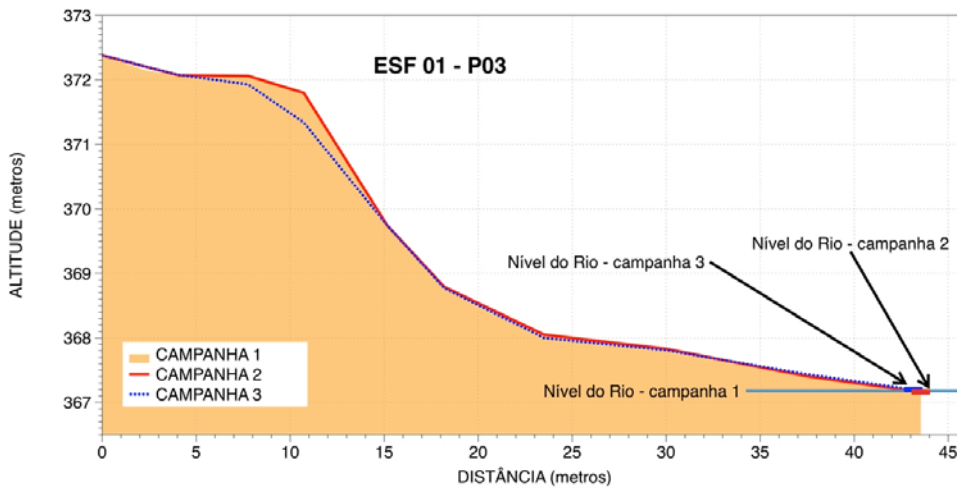
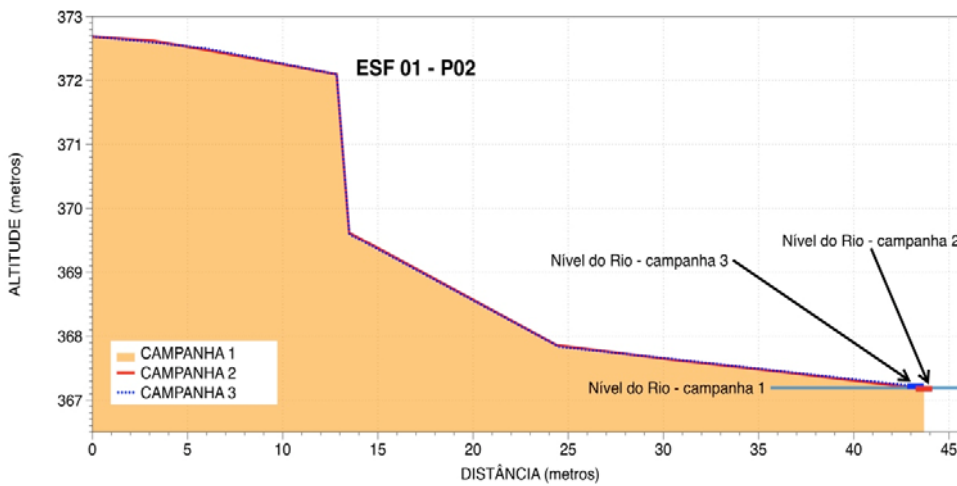
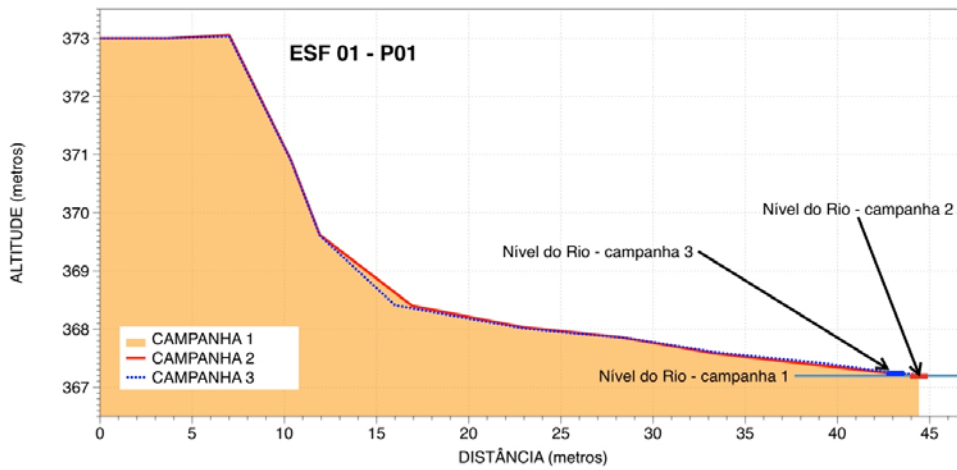
6.3 SÍNTESE DOS RESULTADOS

A figura abaixo mostra os valores da descarga do rio São Francisco durante as Campanhas 1, 2 e 3.

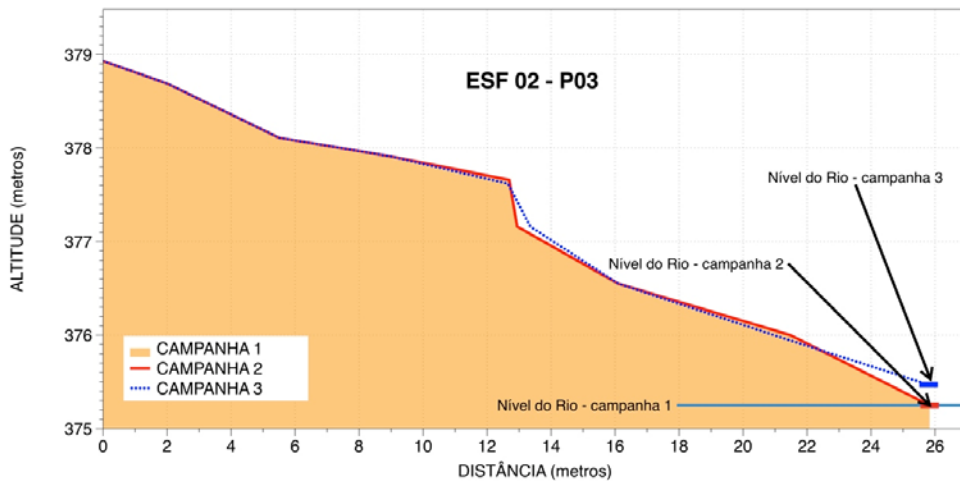
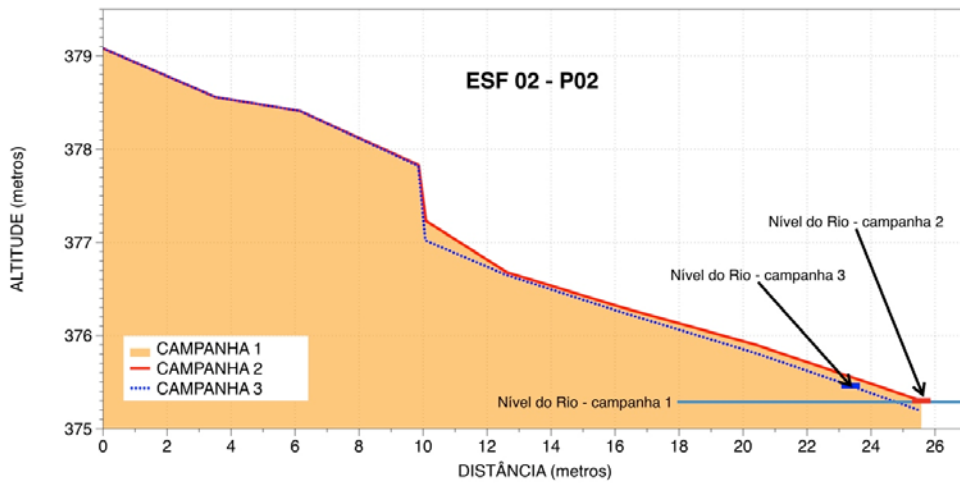
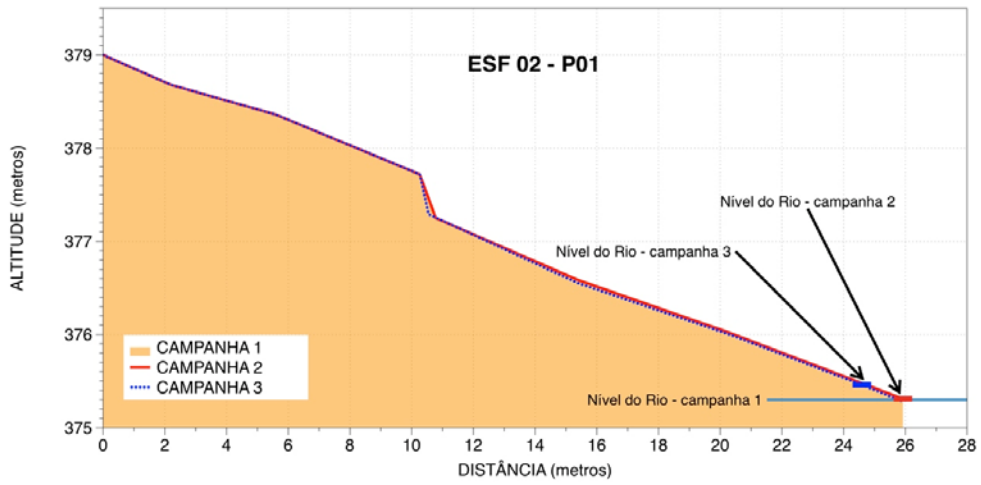
Observa-se que ocorreu um substancial aumento da descarga entre os levantamentos das Campanhas 2 e 3, nas estações ESF01 a ESF04, situadas à jusante de Sobradinho. De outro lado, entre as Campanhas 2 e 3 não ocorreram mudanças na descarga nas estações ESF05 a ESF08, situadas a jusante de Xingó.



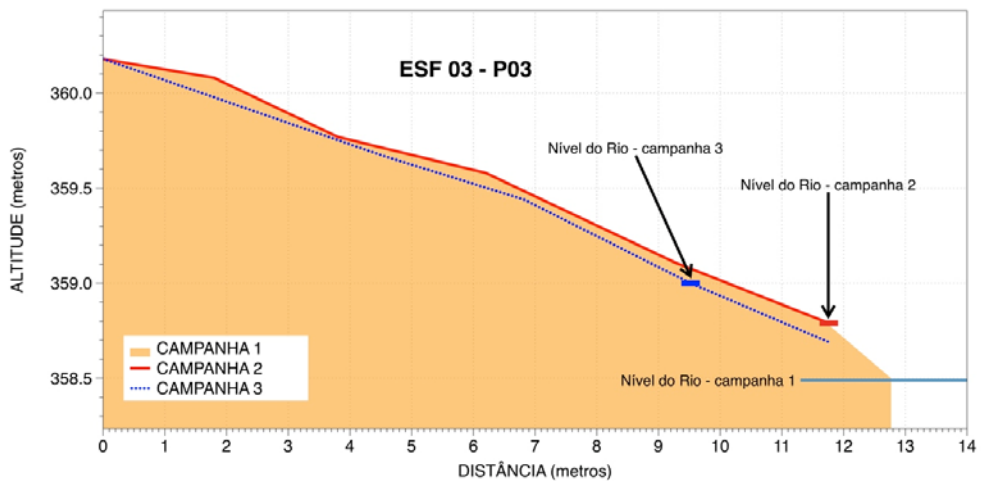
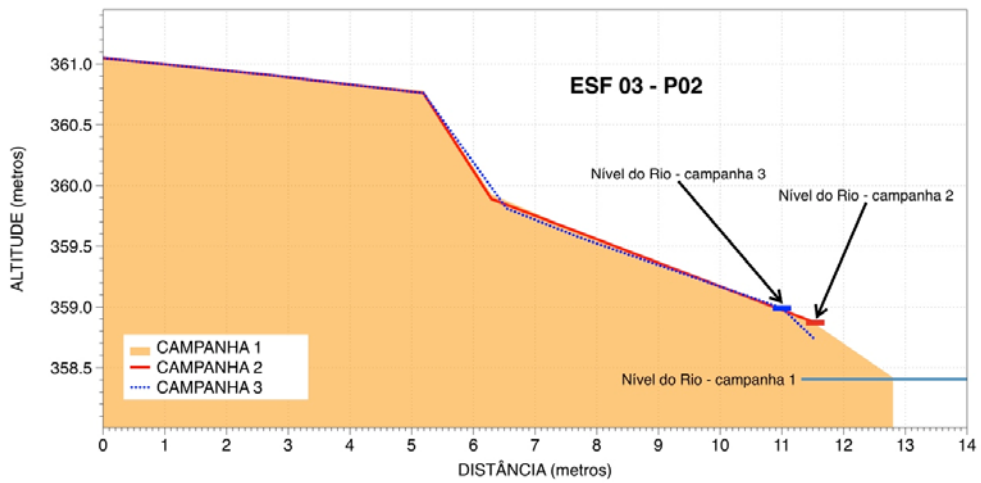
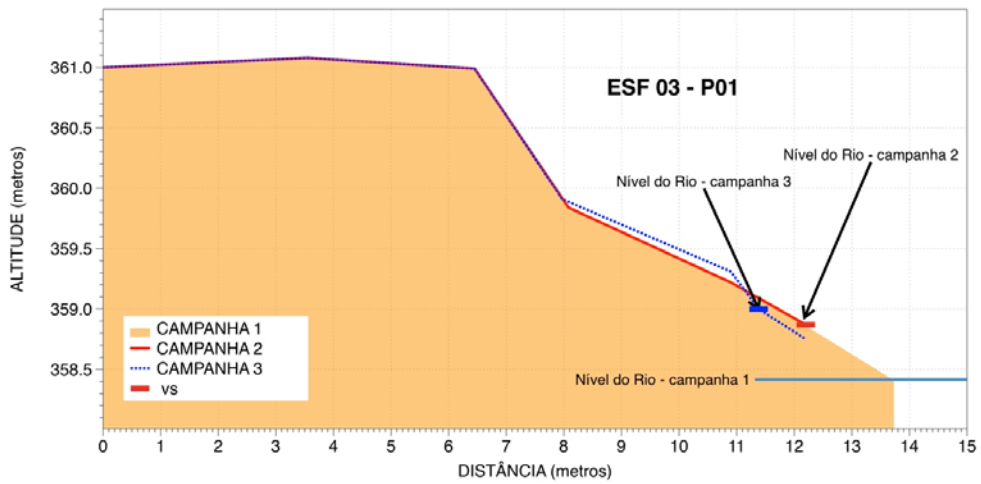
A seguir estão sintetizadas as mudanças constatadas nos perfis realizados nas estações de monitoramento entre as Campanhas 1, 2 e 3



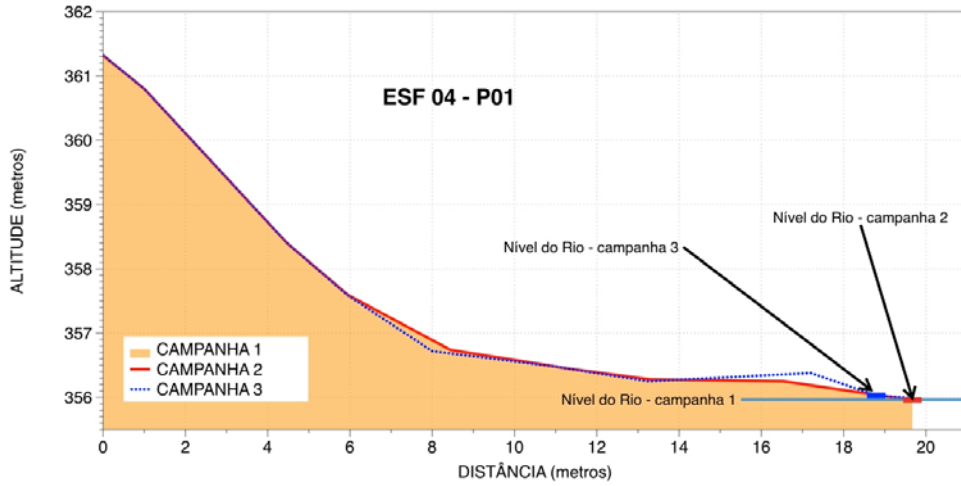
ESF01 – Foram constatadas mudança apenas na crista do barranco, muito provavelmente associadas ao pisoteamento decorrente por atividades humanas, uma vez que o resto do perfil não foi afetado.



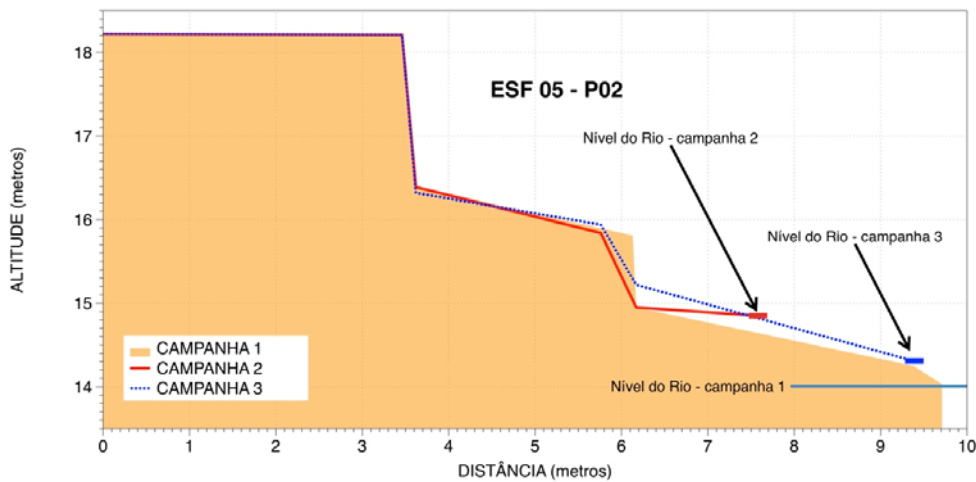
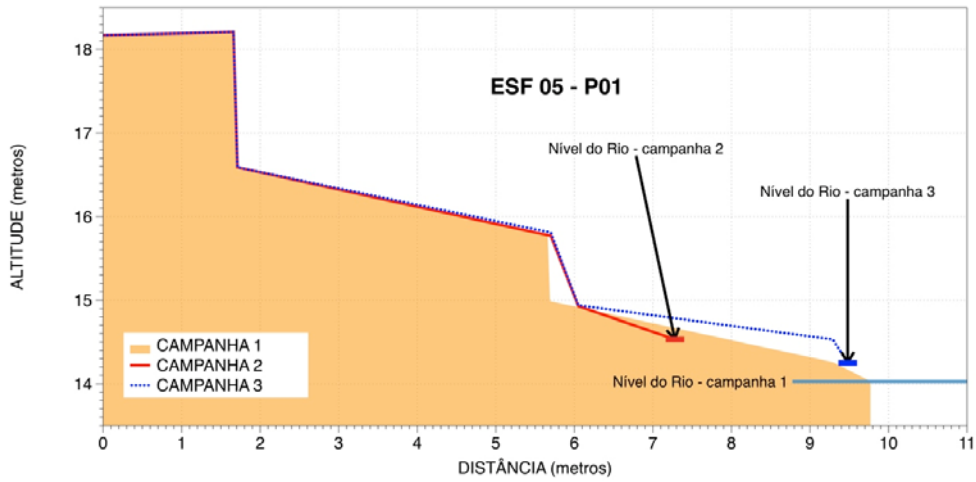
ESF02 – Ocorreram variações mínimas nos perfis que podem ser atribuídas ao pisoteamento decorrente por atividades humanas combinado com a elevação do nível do rio. Evidências deste pisoteamento são claramente visíveis nas fotografias tomadas durante a campanha 3.

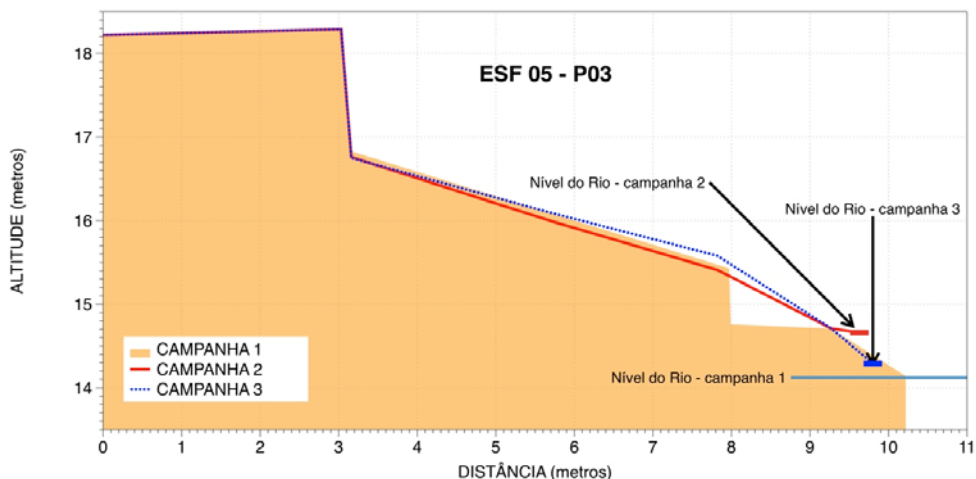


ESF03 – Apesar dos valores de descarga terem sido substancialmente mais elevados durante a Campanha 3, como mostra a posição do nível do rio nos perfis, as variações na geometria dos perfis foram mínimas. Estas variações podem ser atribuídas ao pisoteamento decorrente por atividades humanas combinado com a elevação do nível do rio. Ver fotos tomadas no campo durante a Campanha 3.

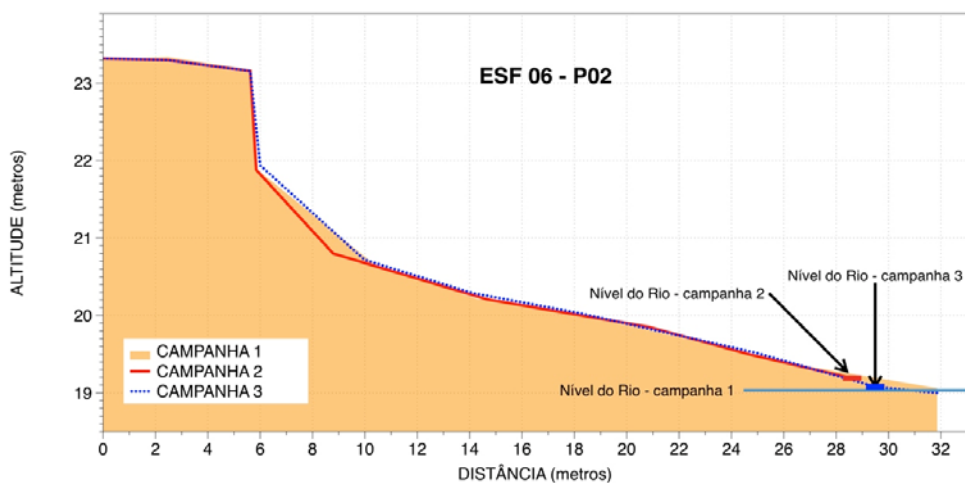
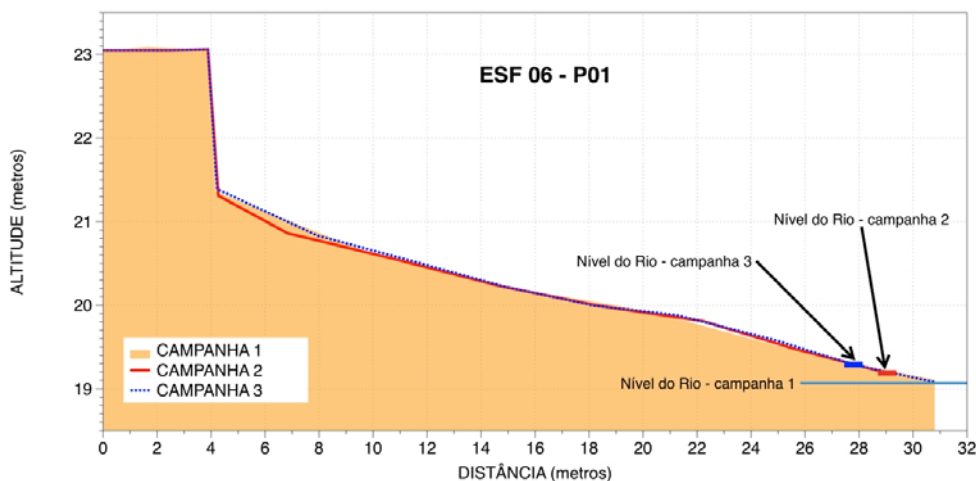


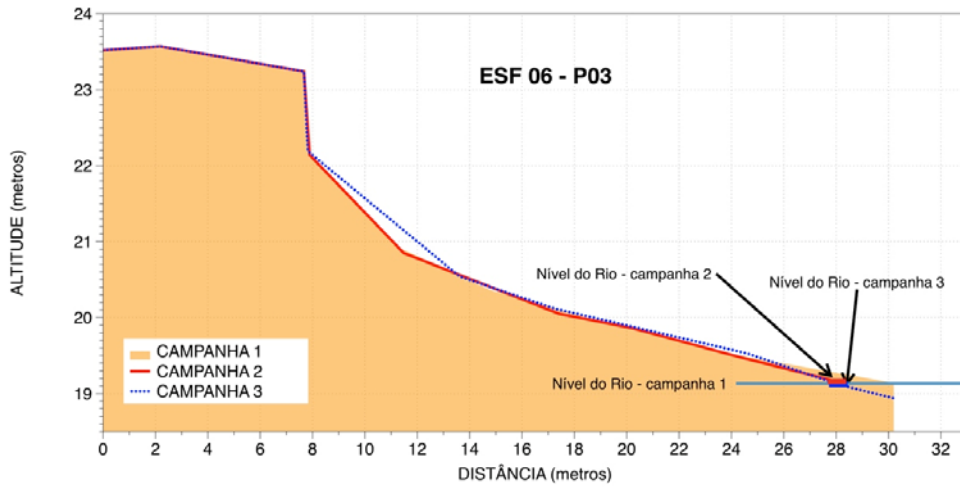
ESF04 – Sem mudanças significativas, apesar dos valores mais elevados de descarga do rio na campanha 3.



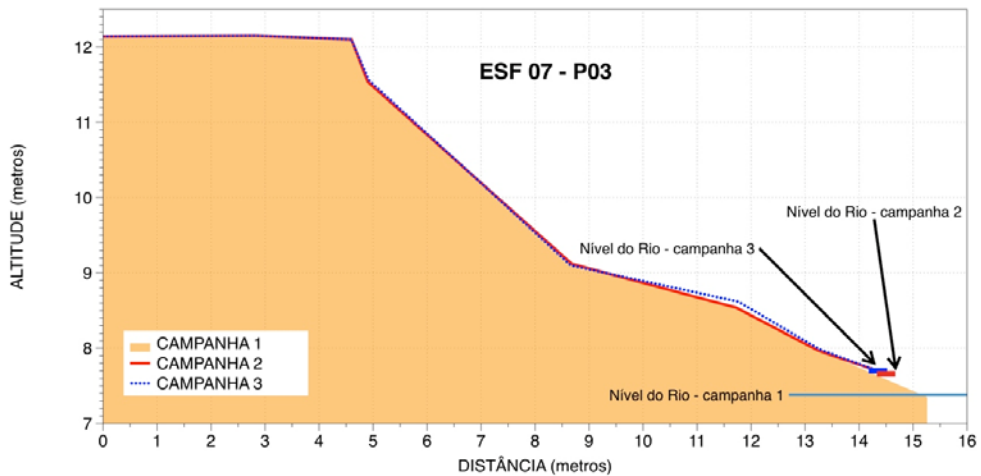
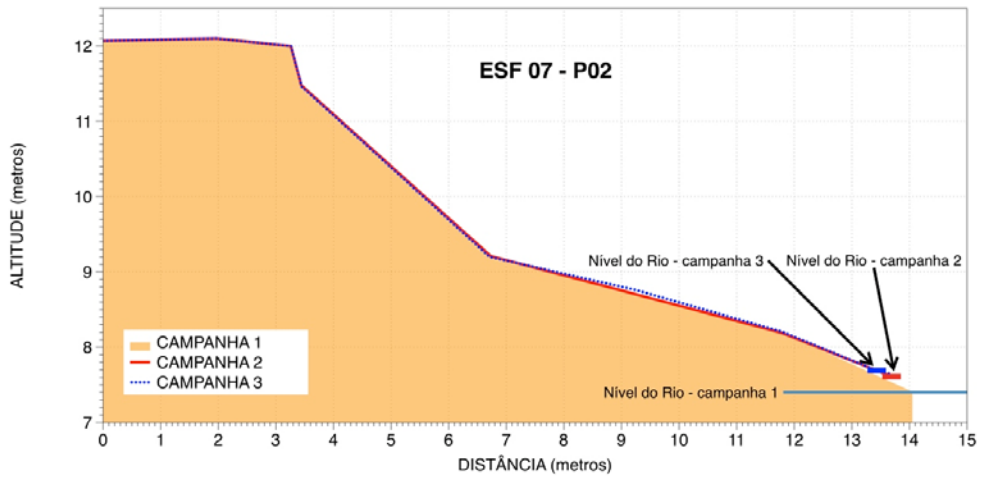
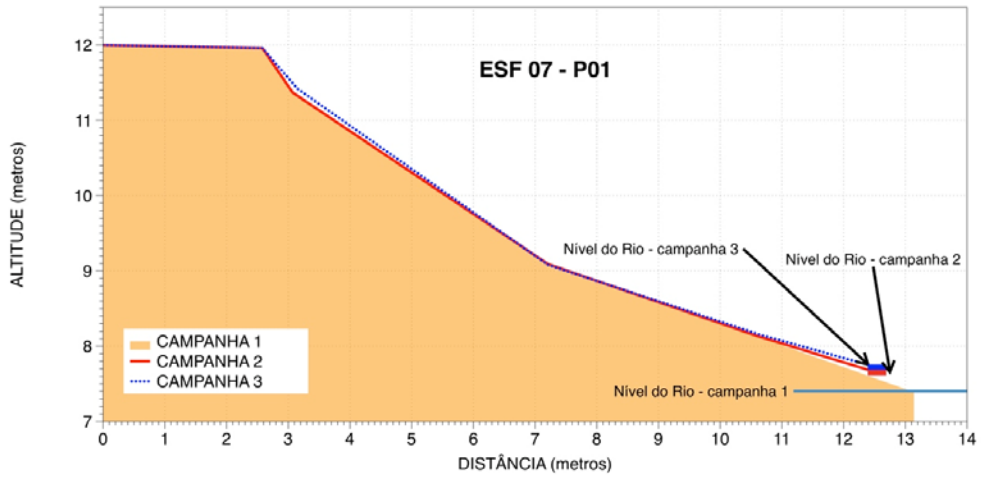


ESF05 – A porção inferior dos perfis próximo ao nível d’água mostra maior variabilidade. Observar entretanto que em relação às campanhas 1 e 2, ocorreu deposição de sedimentos. A maior variabilidade da porção inferior do perfil resulta da formação e soterramento de micro-escarpas que se formam como resultado de variações no nível do rio e ação de ondas. Estas micro-escarpas são bem visíveis nas fotos tiradas em campo.

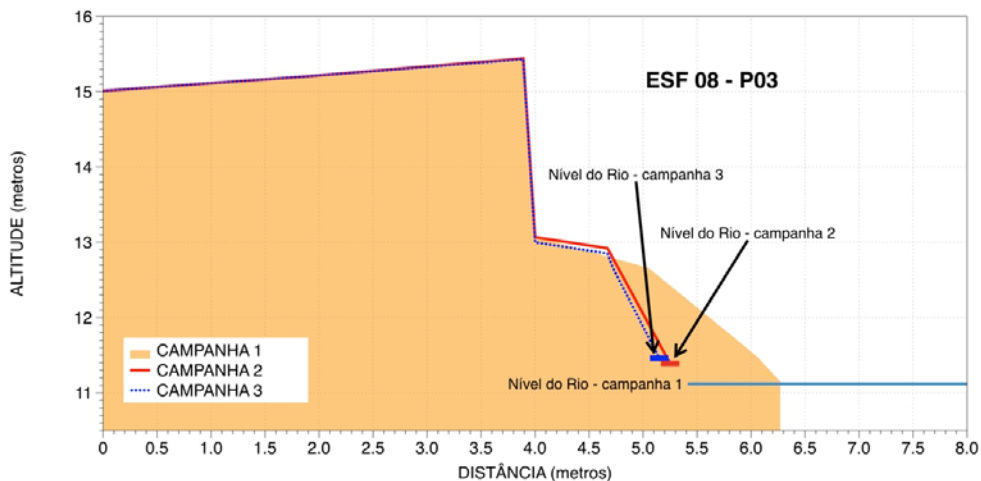
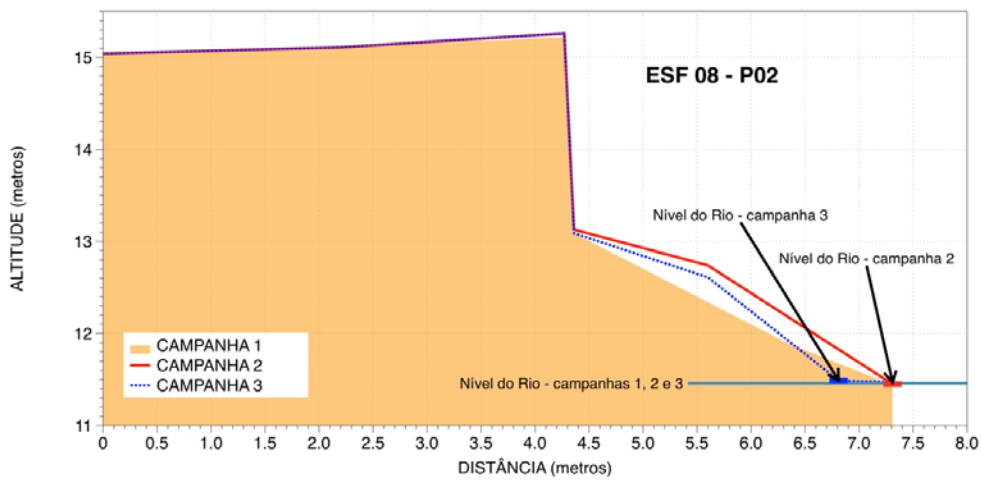
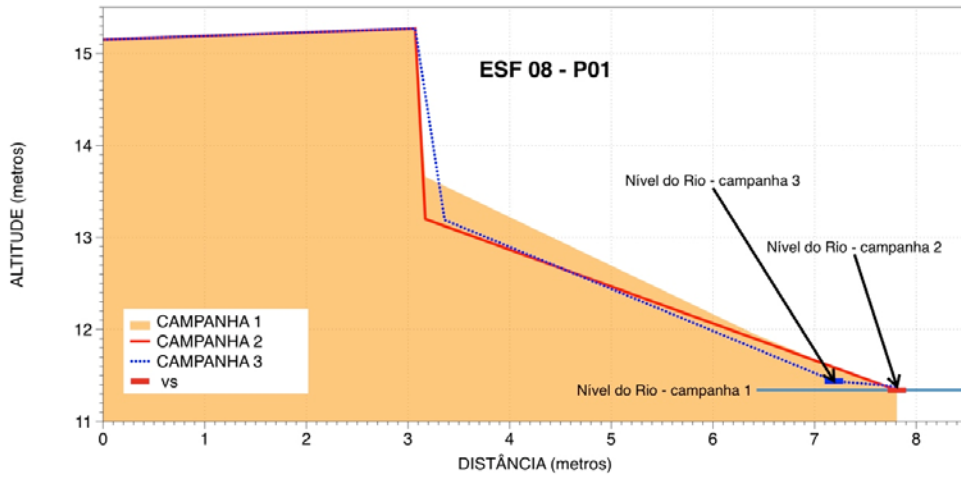




ESF06 – Praticamente não ocorreram variações nos perfis. As pequenas variações na porção superior no perfil junto ao barranco provavelmente resultam do pisoteamento decorrente de atividades humanas. As fotos tomadas em campo durante a campanha 3, mostram evidências de intenso pisoteamento.



ESF07 – Não foram verificadas mudanças entre os perfis levantados nas 03 campanhas.



ESF08 – Não foram verificadas mudanças significativas entre as campanhas 2 e 3. Estas mudanças estão restritas à porção inferior do perfil. Isto decorre principalmente do fato desta estação de monitoramento ser bastante íngreme e sujeita a pequenos desmoronamentos conforme evidenciado nas fotos tomadas em campo. A posição do barranco permanece entretanto a mesma.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

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

De modo semelhante aos meses anteriores, a variável fósforo total apresentou valores superiores aos limites estabelecidos pelo CONAMA, tanto para o trecho lótico a montante de Itaparica, quanto em diferentes porções dos reservatórios de PA IV e Xingó. Nestes locais, a contribuição orgânica oriunda das cidades ribeirinhas e lindeiras aos reservatórios pode ser responsabilizada pelo incremento na carga de fósforo, haja vista a ausência e/ou precariedade do tratamento de esgotos e resíduos sólidos nestas localidades. Por outro lado, cabe ressaltar ainda que os valores são compatíveis com os anteriormente registrados em monitoramentos efetuados pela CHESF na região, sendo inclusive inferiores em diferentes estações e reservatórios.

Não foi constatada a penetração de água salgada (salinidade superior a 30, segundo a Resolução no. 357 CONAMA) em nenhuma das marés analisadas nas fases de lua cheia e nova nas campanhas realizadas em julho-agosto/2013.

Água com salinidade superior a 0,05 (água salobra segundo a Resolução no. 357 CONAMA) foi constatada ao longo de toda a coluna nas estações ESF 20 a ESF 22, predominantemente nas marés de preamar de ambas as fases da lua. Deste modo, para evitar o risco de tomada de água salobra em Piaçabuçu, a eventual utilização de água do Rio São Francisco deve ser evitadas durante as marés de preamar.

A espécie dominante nos bancos de macrófitas monitorados foi a baronesa *Eichhornia crassipes*, cujas biomassas variaram entre as regiões, com valores mais elevados em Moxotó, sobretudo na porção mais interna do braço do rio Moxotó. A maior densidade dos bancos nesta área é responsável por sua biomassa específica mais elevada nesta região. A evolução das áreas de seus bancos é mais influenciada pela variação sazonal de vazão do rio Moxotó, pela direção e intensidade dos ventos e por suas características fenológicas, sendo aparentemente menos influenciada pela variação de nível do reservatório. Por outro lado,

em Itaparica, o rebaixamento do nível do reservatório favoreceu o afloramento dos bancos submersos de *Egeria densa*, que por sua vez limitou a expansão dos bancos de macrófitas flutuantes, como *Eichhornia crassipes*, na área monitorada em Petrolândia.

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.