

PROGRAMA DE MONITORAMENTO DO RIO SÃO FRANCISCO DURANTE O PERÍODO DE VAZÃO REDUZIDA

CTNE-70.2018.6530.00



EXECUÇÃO:



FUNDAÇÃO APOLÔNIO SALLES
F A D U R P E

RELATÓRIO MENSAL DE MONITORAMENTO DA CUNHA SALINA



SETEMBRO, 2019

**PROGRAMA DE MONITORAMENTO DO RIO SÃO FRANCISCO
DURANTE O PERÍODO DE VAZÃO REDUZIDA**

CTNE-70.2018.6530.00

**RELATÓRIO MENSAL DE MONITORAMENTO DA
CUNHA SALINA**

EXECUÇÃO:



RECIFE, 2019

**Monitoramento dos parâmetros hidrológicos e meteorológicos com
ênfase na intrusão salina no baixo São Francisco**

Relatório mensal

Setembro/2019

Equipe Executora

Dr. William Severi (CREA 10.042-D) - Coordenador

Ernesto de Carvalho Domingues

Engenheiro de Pesca, Crea: PE 044600

Mestre em Recursos pesqueiros e Aquicultura

Doutor em Oceanografia

Equipe de apoio

Msc. José Cavalcante de Oliveira Filho

Oceanógrafo

Mestre em Oceanografia

Augusto Cesar Cristo de Carvalho

Engenheiro de Pesca

Ádamo Gabriel de Limeira

Biólogo

Sumário

1	Introdução	9
2	Área de trabalho.....	11
3	Metodologia	12
4	Resultados	15
	Dados hidrodinâmicos	21
	Campanhas móveis realizadas nos dias 30 e 31 de agosto de 2019.....	22
	Campanhas móveis realizadas nos dias 13 e 14 de setembro de 2019.	26
	Resultados do CTD	30
	Dados hidrodinâmicos	41
	Campanhas fixas realizadas nos dias 01 e 02 de setembro de 2019	41
	Campanhas fixas realizadas nos dias 15 e 16 de setembro de 2019	43
	Resultados de salinidade e temperatura	46
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	51
6	REFERÊNCIAS CONSULTADAS	53

Índice de Figuras

Figura 1: Série histórica de 2010 a 2019 do acúmulo de água nos reservatórios ao longo do rio São Francisco. Fonte: < www.ana.gov.br >.....	10
Figura 2: Localização das estações de monitoramento da introdução da cunha salina no trecho inferior do rio São Francisco. A posição das estações está marcada em vermelho.	11
Figura 3: Bomba de captação de água da cidade de Brejo Grande - SE.	12
Figura 4: Instrumentos empregados na mensuração das variáveis meteorológicas e hidrológicas: CTD YSI CAsTaway (A), correntômetro Aquadopp Current Meter (B) e mini-estação Kestrel (C).	14
Figura 5: Variação média da velocidade (barras azuis) e da direção (linha preta) das correntes na coluna entre pelas estações de amostragem da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante a baixamar da maré de sizígia (lua nova) do dia 30/08/2019.....	22
Figura 6: Variação média da velocidade (barras azuis) e da direção (linha preta) das correntes na coluna entre pelas estações de amostragem da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante a preamar da maré de sizígia (lua nova) do dia 30/08/2019.	23
Figura 7: Variação média da velocidade (barras azuis) e da direção (linha preta) das correntes na coluna entre pelas estações de amostragem da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante a baixamar da maré de sizígia (lua cheia) do dia 31/08/2019.	24
Figura 8: Variação média da velocidade (barras azuis) e da direção (linha preta) das correntes na coluna entre pelas estações de amostragem da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante a preamar da maré de sizígia (lua cheia) do dia 31/08/2019.	25
Figura 9: Variação média da velocidade (barras azuis) e da direção (linha preta) das correntes na coluna entre pelas estações de amostragem da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante a baixamar da maré de sizígia (lua cheia) do dia 13/09/2019.	26
Figura 10: Variação média da velocidade (barras azuis) e da direção (linha preta) das correntes na coluna entre pelas estações de amostragem da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante a preamar da maré de sizígia (lua cheia) do dia 13/09/2019.	27
Figura 11: Variação média da velocidade (barras azuis) e da direção (linha preta) das correntes na coluna entre pelas estações de amostragem da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante a baixamar da maré de sizígia (lua cheia) do dia 14/09/2019.	28
Figura 12: Variação média da velocidade (barras azuis) e da direção (linha preta) das correntes na coluna entre pelas estações de amostragem da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante a preamar da maré de sizígia (lua cheia) do dia 14/09/2019.	29
Figura 13: Distribuição longitudinal da salinidade na foz do rio São Francisco, variando da estação ESF 10 (ponto mais próximo à foz) à ESF 30 (ponto mais distante da foz), no período de baixamar do dia 30 de agosto de 2019. Os pontos brancos indicam a localização longitudinal de cada perfil.	31
Figura 14: Distribuição longitudinal da salinidade na foz do rio São Francisco, variando da estação ESF 10 (ponto mais próximo à foz) à ESF 30 (ponto mais distante da foz), no período de preamar do dia 30 de agosto de 2019. Os pontos brancos indicam a localização longitudinal de cada perfil.	31
Figura 15: Distribuição longitudinal da salinidade na foz do rio São Francisco, variando da estação ESF 10 (ponto mais próximo à foz) à ESF 30 (ponto mais distante da foz), no período de baixamar do dia 31 de agosto de 2019. Os pontos brancos indicam a localização longitudinal de cada perfil.	32
Figura 16: Distribuição longitudinal da salinidade na foz do rio São Francisco, variando da estação ESF 10 (ponto mais próximo à foz) à ESF 30 (ponto mais distante da foz), no período de preamar do dia 31 de agosto de 2019. Os pontos brancos indicam a localização longitudinal de cada perfil.	32
Figura 17: Distribuição longitudinal da salinidade na foz do rio São Francisco, variando da estação ESF 10 (ponto mais próximo à foz) à ESF 30 (ponto mais distante da foz),	



	no período de baixamar do dia 13 de setembro de 2019. Os pontos brancos indicam a localização longitudinal de cada perfil.	33
Figura 18:	Distribuição longitudinal da salinidade na foz do rio São Francisco, variando da estação ESF 10 (ponto mais próximo à foz) à ESF 30 (ponto mais distante da foz), no período de preamar do dia 13 de setembro de 2019. Os pontos brancos indicam a localização longitudinal de cada perfil.	33
Figura 19:	Distribuição longitudinal da salinidade na foz do rio São Francisco, variando da estação ESF 10 (ponto mais próximo à foz) à ESF 30 (ponto mais distante da foz), no período de baixamar do dia 14 de setembro de 2019. Os pontos brancos indicam a localização longitudinal de cada perfil.	34
Figura 20:	Distribuição longitudinal da salinidade na foz do rio São Francisco, variando da estação ESF 10 (ponto mais próximo à foz) à ESF 30 (ponto mais distante da foz), no período de preamar do dia 14 de setembro de 2019. Os pontos brancos indicam a localização longitudinal de cada perfil.	34
Figura 21:	Distribuição longitudinal da temperatura da água na foz do rio São Francisco, variando da estação ESF 10 (ponto mais próximo à foz) à estação ESF 30 (ponto mais distante da foz,) no período de baixamar do dia 30 de agosto de 2019. Os pontos brancos indicam a localização longitudinal de cada perfil.	36
Figura 22:	Distribuição longitudinal da temperatura da água na foz do rio São Francisco, variando da estação ESF 10 (ponto mais próximo à foz) à estação ESF 30 (ponto mais distante da foz,) no período de preamar do dia 30 de agosto de 2019. Os pontos brancos indicam a localização longitudinal de cada perfil.	36
Figura 24:	Distribuição longitudinal da temperatura da água na foz do rio São Francisco, variando da estação ESF 10 (ponto mais próximo à foz) à estação ESF 30 (ponto mais distante da foz,) no período de preamar do dia 31 de agosto de 2019. Os pontos brancos indicam a localização longitudinal de cada perfil.	37
Figura 25:	Distribuição longitudinal da temperatura da água na foz do rio São Francisco, variando da estação ESF 10 (ponto mais próximo à foz) à estação ESF 30 (ponto mais distante da foz,) no período de baixamar do dia 13 de setembro de 2019. Os pontos brancos indicam a localização longitudinal de cada perfil.	38
Figura 26:	Distribuição longitudinal da temperatura da água na foz do rio São Francisco, variando da estação ESF 10 (ponto mais próximo à foz) à estação ESF 30 (ponto mais distante da foz,) no período de preamar do dia 13 de setembro de 2019. Os pontos brancos indicam a localização longitudinal de cada perfil.	38
Figura 27:	Distribuição longitudinal da temperatura da água na foz do rio São Francisco, variando da estação ESF 10 (ponto mais próximo à foz) à estação ESF 30 (ponto mais distante da foz,) no período de baixamar do dia 14 de setembro de 2019. Os pontos brancos indicam a localização longitudinal de cada perfil.	39
Figura 28:	Distribuição longitudinal da temperatura da água na foz do rio São Francisco, variando da estação ESF 10 (ponto mais próximo à foz) à estação ESF 30 (ponto mais distante da foz,) no período de preamar do dia 14 de setembro de 2019. Os pontos brancos indicam a localização longitudinal de cada perfil.	39
Figura 29:	Dados hidrodinâmicos coletados durante a campanha fixa em Brejo Grande no dia 01/09/2019. As barras azuis representam a velocidade da corrente e a linha preta a direção.	41
Figura 31:	Dados hidrodinâmicos coletados durante a campanha fixa em Brejo Grande no dia 15/09/2019. As barras azuis representam a velocidade da corrente e a linha preta a direção.	43
Figura 32:	Dados hidrodinâmicos coletados durante a campanha fixa na bomba de captação de água da cidade de Piaçabuçu-AL (Penedinho, ESF 30), no dia 16/09/2019. As barras azuis representam a velocidade da corrente e a linha preta a direção.	44
Figura 33:	Distribuição temporal da salinidade da água durante o monitoramento fixo da cunha salina, realizado no dia 01 de setembro de 2019, nas proximidades da bomba de captação de água da cidade de Brejo Grande - SE (ESF 32). Os pontos brancos representam o momento do dia da campanha quando os perfis foram realizados e o	

formato do fundo corresponde à variação do nível da coluna d'água ou o ponto máximo de alcance do CTD.	46
Figura 34: Distribuição temporal da salinidade da água durante o monitoramento fixo da cunha salina, realizado no dia 02 de setembro de 2019, nas proximidades da bomba de captação de água da cidade de Piaçabuçu (Penedinho, ESF 30). Os pontos brancos representam o momento do dia da campanha quando os perfis foram realizados e o formato do fundo corresponde à variação do nível da coluna d'água ou o ponto máximo de alcance do CTD.	47
Figura 35: Distribuição temporal da salinidade da água durante o monitoramento fixo da cunha salina, realizado no dia 15 de setembro de 2019, nas proximidades da bomba de captação de água da cidade de Brejo Grande - SE (ESF 32). Os pontos brancos representam o momento do dia da campanha quando os perfis foram realizados e o formato do fundo corresponde à variação do nível da coluna d'água ou o ponto máximo de alcance do CTD.	48
Figura 36: Distribuição temporal da salinidade da água durante o monitoramento fixo da cunha salina, realizado no dia 16 de setembro de 2019, nas proximidades da bomba de captação de água da cidade de Piaçabuçu (Penedinho, ESF 30). Os pontos brancos representam o momento do dia da campanha quando os perfis foram realizados e o formato do fundo corresponde à variação do nível da coluna d'água ou o ponto máximo de alcance do CTD.	48
Figura 37: Distribuição temporal da temperatura da água durante o monitoramento fixo realizado no dia 01 de setembro de 2019, nas proximidades da bomba de captação de água da cidade de Brejo Grande (ESF 32). Os pontos brancos representam o momento do dia da campanha quando os perfis foram realizados e o formato do fundo corresponde à variação do nível da coluna d'água ou o ponto máximo de alcance do CTD.	49
Figura 38: Distribuição temporal da temperatura para o monitoramento fixo de 12 horas da cunha salina, realizado no dia 02 de setembro de 2019 nas proximidades da bomba de captação de água da cidade de Brejo Grande (ESF 32). Os pontos brancos representam o momento do dia da campanha quando os perfis foram realizados e o formato do fundo corresponde à variação do nível da coluna d'água ou o ponto máximo de alcance do CTD.	49
Figura 39: Distribuição temporal da temperatura para o monitoramento fixo de 12 horas da cunha salina, realizado no dia 15 de setembro de 2019 nas proximidades da bomba de captação de água da cidade de Brejo Grande (ESF 32). Os pontos brancos representam o momento do dia da campanha quando os perfis foram realizados e o formato do fundo corresponde à variação do nível da coluna d'água ou o ponto máximo de alcance do CTD.	50
Figura 40: Distribuição temporal da temperatura para o monitoramento fixo de 12 horas da cunha salina, realizado no dia 16 de setembro de 2019 nas proximidades da bomba de captação de água da cidade de Piaçabuçu (Penedinho, ESF 30). Os pontos brancos representam o momento do dia da campanha quando os perfis foram realizados e o formato do fundo corresponde à variação do nível da coluna d'água ou o ponto máximo de alcance do CTD.	50



Índice de Tabelas

Tabela 1: Nome, coordenadas, profundidade na baixamar e distância da foz de cada estação de coleta do monitoramento da cunha salina na foz do Rio São Francisco.....	14
Tabela 2: Dados de altura da maré durante as fases de lua nova (30 e 31/08/19) e lua cheia (13 e 14/09/19), com indicação dos horários de realização das coletas (em azul). Dados relativos ao Terminal Marítimo Inácio Barbosa - SE (DHN).	15
Tabela 3: Dados da direção, velocidade do vento e temperatura atmosférica em cada estação de amostragem da cunha salina e médias de cada parâmetro, durante a baixamar da maré de sizígia (lua nova) do dia 30/08/2019, na foz do Rio São Francisco.....	16
Tabela 4: Dados da direção e velocidade do vento e temperatura atmosférica em cada estação de amostragem da cunha salina e médias de cada parâmetro, durante a preamar da maré de sizígia (lua nova) do dia 30/08/2019, na foz do Rio São Francisco.....	16
Tabela 5: Dados da direção, velocidade do vento e temperatura atmosférica em cada estação de amostragem da cunha salina e médias de cada parâmetro, durante a baixamar da maré de sizígia (lua nova) do dia 31/08/2019, na foz do Rio São Francisco.....	17
Tabela 6: Dados da direção, velocidade do vento, da temperatura atmosférica em cada estação de amostragem da cunha salina e médias de cada parâmetro, durante a preamar da maré de sizígia (lua nova) do dia 31/08/2019, na foz do Rio São Francisco.....	17
Tabela 7: Dados da direção e velocidade do vento e temperatura atmosférica em cada estação de amostragem da cunha salina e médias para cada parâmetro, durante a baixamar da maré de sizígia (lua cheia) do dia 13/09/2019 na foz do Rio São Francisco.	18
Tabela 8: Dados da direção e velocidade do vento e temperatura atmosférica em cada estação de amostragem da cunha salina, durante a preamar da maré de sizígia (lua cheia) do dia 13/09/2019, na foz do Rio São Francisco.....	18
Tabela 9: Dados da direção e velocidade do vento e temperatura atmosférica em cada estação de amostragem da cunha salina e médias de cada parâmetro, durante a baixamar da maré de sizígia (lua cheia) do dia 14/09/2019, na foz do Rio São Francisco.	19
Tabela 10: Dados da direção e velocidade do vento e temperatura do ar em cada estação de amostragem da cunha salina e média de cada parâmetro, durante a preamar da maré de sizígia (lua cheia) do dia 14/09/2019, na foz do Rio São Francisco.	19
Tabela 11: Médias gerais dos dados de vento para as medições de lua nova e cheia do mês de agosto de 2019.....	20
Tabela 12: Dados médios de velocidade e direção da coluna d'água em cada estação de amostragem da cunha salina, durante a baixamar da maré de sizígia (lua nova) do dia 30/08/2019, na foz do Rio São Francisco.	22
Tabela 13: Dados médios de velocidade e direção da coluna d'água em cada estação de amostragem da cunha salina, durante a preamar da maré de sizígia (lua nova) do dia 30/08/2019, na foz do Rio São Francisco.	23
Tabela 14: Dados médios de velocidade e direção da coluna d'água em cada estação de amostragem da cunha salina, durante a baixamar da maré de sizígia (lua cheia) do dia 31/08/2019, na foz do Rio São Francisco.	24
Tabela 15: Dados médios de velocidade e direção da coluna d'água em cada estação de amostragem da cunha salina, durante a preamar da maré de sizígia (lua nova) do dia 31/08/2019, na foz do Rio São Francisco.	25
Tabela 16: Dados médios de velocidade e direção da coluna d'água em cada estação de amostragem da cunha salina, durante a baixamar da maré de sizígia (lua cheia) do dia 13/09/2019, na foz do Rio São Francisco.	26
Tabela 17: Dados médios de velocidade e direção da coluna d'água em cada estação de amostragem da cunha salina, durante a preamar da maré de sizígia (lua cheia) do dia 13/09/2019, na foz do Rio São Francisco.	27

Tabela 18: Dados médios de velocidade e direção da coluna d'água em cada estação de amostragem da cunha salina, durante a baixamar da maré de sizígia (lua cheia) do dia 14/09/2019, na foz do Rio São Francisco.	28
Tabela 19: Dados médios de velocidade e direção da coluna d'água em cada estação de amostragem da cunha salina, durante a preamar da maré de sizígia (lua cheia) do dia 14/09/2019, na foz do Rio São Francisco.	29
Tabela 20: Dados médios de velocidade e direção da coluna d'água durante o monitoramento fixo na bomba de captação de água da cidade de Brejo Grande –SE, no dia 01/09/2019.	41
Tabela 21: Dados médios de velocidade e direção da coluna d'água durante o monitoramento fixo na bomba de captação de água da cidade de Piaçabuçu-AL (Penedinho, ESF30) no dia 02/09/2019.....	42
Tabela 22: Dados de velocidade e direção da coluna d'água durante o monitoramento fixo na bomba de captação de água da cidade de Brejo Grande –SE, no dia 15/09/2019.	43
Tabela 23: Dados médio de velocidade e direção da coluna d'água durante o monitoramento fixo na bomba de captação de água da cidade de Piaçabuçu-AL (Penedinho, ESF30) no dia 16/09/2019	44

1 Introdução

O Rio São Francisco percorre 521 municípios, passando por seis estados: Bahia, Minas Gerais, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Goiás, além do distrito Federal. Ao longo do rio, a água é utilizada principalmente para irrigação (77%), em segundo lugar para a demanda urbana (11%) seguida pela indústria (7%). Além dos usos citados, o rio também é utilizado para produção de energia, que através de 10 usinas hidrelétricas denominadas pelos seguintes nomes; Queimado, Três Marias, Sobradinho, Luiz Gonzaga, Complexo de Paulo Afonso (que reúne as usinas de Paulo Afonso I, II, III, IV e Apolônio Sales) e Xingó, juntas produzem cerca de 10.708 MW, correspondente a cerca de 12 % da energia nacional (ANA_2019). No período de 2012 a 2017, muitas cidades no entorno do rio enfrentaram períodos de estiagem ano após ano, o que pode ser percebido nos níveis de volume dos reservatórios (Figura 1). Embora os níveis de volume de água dos reservatórios venham apresentando uma tendência de elevação desde 2018, o fluxo de vazão das hidrelétricas de Sobradinho e Xingó tem permanecido nos mesmos níveis, de aproximadamente 800 m³/s, como determinado na resolução da ANA de 2017, que obriga a manutenção desta vazão em Xingó, enquanto Sobradinho estiver operando nos níveis de atenção entre 20 e 60% (**Figura 1**).

A restrição no fluxo de vazão influencia diretamente na vida de aproximadamente 50.000 pessoas que habitam as duas maiores cidades localizadas da foz do rio: Piaçabuçu na margem alagoana e Brejo Grande na margem sergipana. Essas duas cidades possuem o Rio São Francisco como principal fonte de captação de água, de modo que a manutenção contínua de uma vazão reduzida do rio pode permitir que a cunha salina penetre o rio São Francisco, atingindo as fontes de captação de água potável para as duas cidades. Desta forma, entende-se que o monitoramento da cunha salina ao longo do rio é de fundamental relevância para a manutenção do uso múltiplo da água de forma segura, visando a saúde das pessoas, assim como a manutenção de animais e plantios na região.

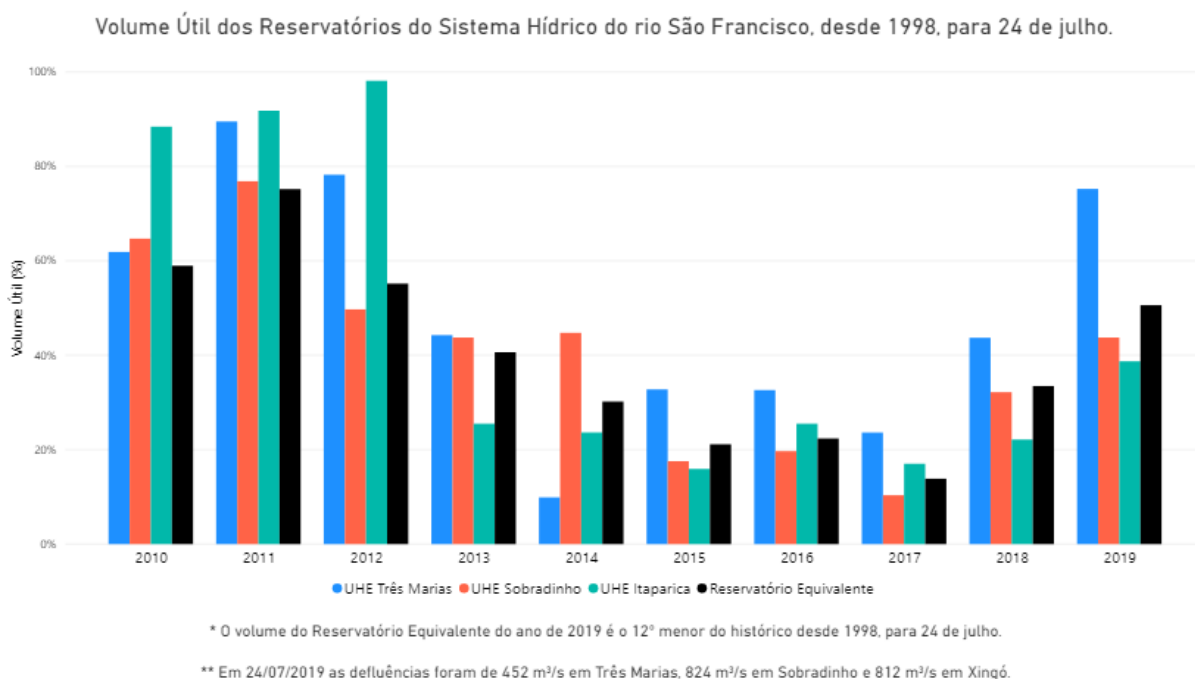


Figura 1: Série histórica de 2010 a 2019 do acúmulo de água nos reservatórios ao longo do rio São Francisco.
Fonte: <www.ana.gov.br>.

O objetivo do presente monitoramento é acompanhar o comportamento dos parâmetros hidrográficos, hidrodinâmicos e meteorológicos ao longo do trecho inferior do rio São Francisco, próximo à sua foz no Oceano Atlântico, durante períodos de preamar e baixamar e em ciclos completos de maré, nas bombas de captação das cidades de Brejo Grande e Piaçabuçu (localidade de Penedinho - AL), com ênfase no monitoramento das concentrações de sais na água do rio ao longo de 14 pontos amostrais. Através dos dados coletados, pretende-se compreender os mecanismos pelos quais a água salgada do mar penetra rio acima e se mistura à água doce, bem como avaliar a extensão desta penetração e o eventual alcance dos pontos de captação de água para abastecimento público das duas cidades.

2 Área de trabalho

A área de estudo está localizada na foz do rio São Francisco, no trecho situado entre os estados de Alagoas e Sergipe. As coletas foram realizadas em 14 pontos amostrais ao longo da foz do rio São Francisco, entre os municípios de Piaçabuçu - AL e Brejo Grande - SE (Figura 2).

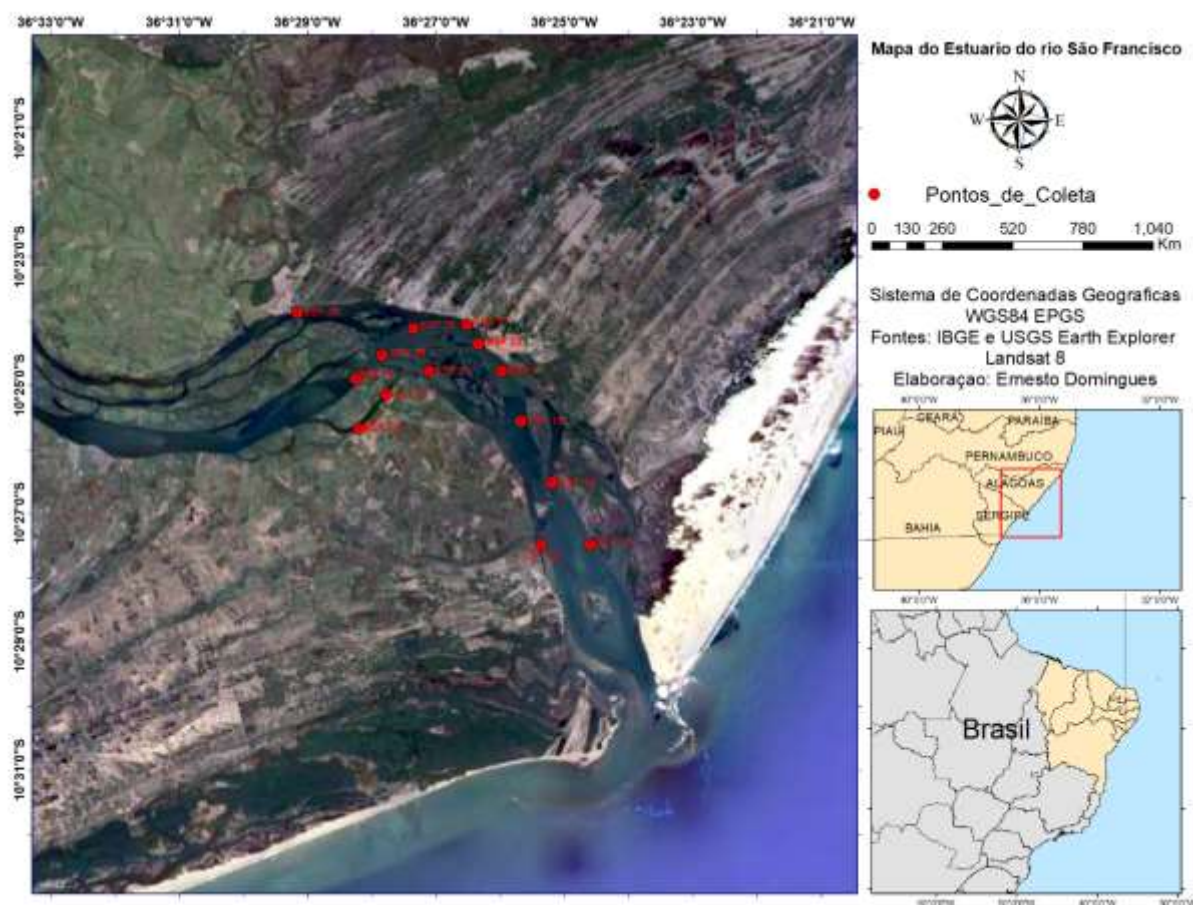


Figura 2: Localização das estações de monitoramento da introdução da cunha salina no trecho inferior do rio São Francisco. A posição das estações está marcada em vermelho.

3 Metodologia

O monitoramento mensal da cunha salina foi realizado nos picos mensais de marés de sizígia (lua cheia e lua nova). Foram executadas 4 campanhas hidrológicas móveis (lagrangeanas) em dois ciclos completos de maré, com coletas de dados em 14 estações, distribuídas entre a foz do rio (ESF 10 e D1; **Erro! Fonte de referência não encontrada.**), a cidade de Piaçabuçu –AL (ESF 21 e 22), o distrito de Penedinho – AL (ESF 30) e a cidade de Brejo Grande- SE (ESF 30). Em cada lua de sizígia também foram feitas duas campanhas fixas (eulerianas) de 12 horas nas proximidades das bombas de captação de água dos municípios de Piaçabuçu-AL (no distrito rural de Penedinho) e Brejo Grande - SE (Figura 3).



Figura 3: Bomba de captação de água da cidade de Brejo Grande - SE.

Durante o trabalho, antes da realização de cada coleta, as coordenadas geográficas de cada ponto foram conferidas quanto à sua localização no canal do rio. Nas estações ESF 10 e ESF 23, como os pontos estavam georreferenciados próximo às margens do rio, foram

feitas medições de profundidades através de um profundímetro manual para localização do canal e, deste modo, reposicionar adequadamente estas estações na calha do rio.

As campanhas móveis foram iniciadas 1 hora antes do pico máximo das marés de preamar e 1 hora antes do mínimo das marés de baixamar, sempre iniciando o monitoramento na foz do rio no ponto ESF D1. Para as campanhas fixas, foram feitas 13 coletas horárias, sempre iniciando a primeira medição às 5:30 h e finalizando às 17:30 h.

Nos monitoramentos, foram realizados perfis de salinidade e temperatura da água do rio; medição da intensidade e direção da corrente; direção, e medição da intensidade do vento e da temperatura atmosférica. Para a obtenção dos dados foram utilizados uma sonda perfiladora de dados CTD (acrônimo de Conductivity, Temperature and Depth), marca YSI, modelo Castway (Figura 4-A); um correntógrafo da marca Nortek, modelo Aquadopp modelo Current Meter, com frequência de 2 MHz (Figura 4-B); e uma mini-estação meteorológica da marca Kestrel, modelo 5400 (Figura 4-C). Os perfis com a sonda CTD foram programados para registrar dados a cada 30 cm, os dados de corrente foram registrados a cada 1 metro, e os dados meteorológicos foram mensurados pontualmente nos locais de coleta. As estações tiveram suas posições definitivas devidamente georreferenciadas por meio de um receptor GPS Garmin Etrex, constantes da Tabela 1, na qual podem ser visualizados os nomes das estações, suas latitudes e longitudes, as profundidade na baixamar e a distância de cada ponto até a foz do rio.

Os dados do correntógrafo e da estação meteorológica foram registrados em fichas de papel no momento da coleta, cujas planilhas foram escaneadas em escritório e, em seguida, digitalizadas em programa [®]Excel, usado para a elaboração das tabelas e figuras dos valores médios de cada parâmetro apresentados nos resultados do presente relatório. Os dados da sonda CTD foram armazenados na memória do próprio instrumento e, posteriormente, baixados para um computador através do software [®]Castway-CTD v. 15 no formato “.mat”. Utilizando-se a plataforma de processamento de dados [®]Matlab, os dados da sonda foram filtrados, tratados e, por meio de programação computacional, foram geradas as figuras longitudinais de temperatura e salinidade. Essas figuras representam a variação de salinidade e temperatura em relação à distância longitudinal de cada estação até a foz.

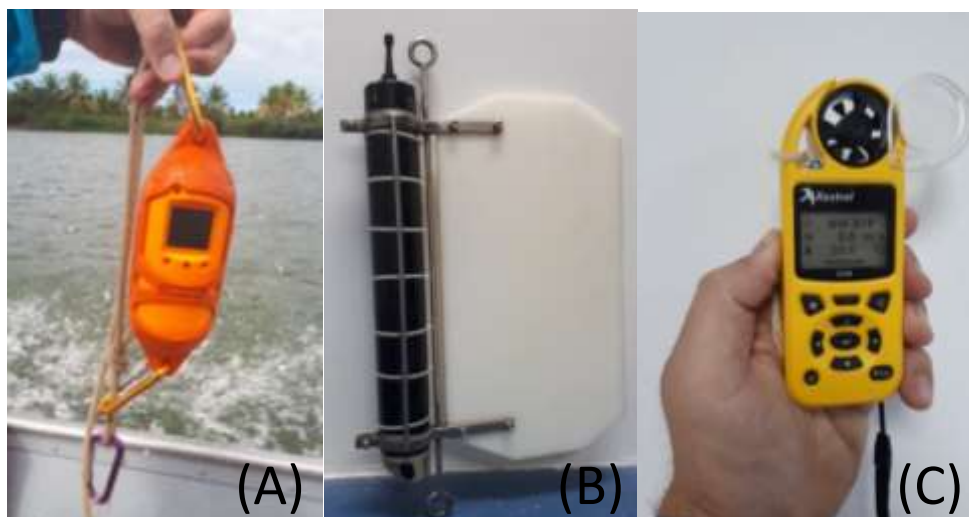


Figura 4: Instrumentos empregados na mensuração das variáveis meteorológicas e hidrológicas: CTD YSI CastAway (A), correntômetro Aquadopp Current Meter (B) e mini-estação Kestrel (C).

Tabela 1: Nome, coordenadas, profundidade na baixamar e distância da foz de cada estação de coleta do monitoramento da cunha salina na foz do Rio São Francisco.

Estações	Latitude (S)	Longitude (O)	Profundidade (m)	Dist. da foz (m)
ESF_D1	-10,458	-36,423	5,02	6,13
ESF 10	-10,458	-36,410	6,97	5,54
ESF 14	-10,442	-36,420	2,97	7,54
ESF 18	-10,426	-36,428	4,27	9,57
ESF 21	-10,413	-36,433	9,01	11,12
ESF 22	-10,406	-36,439	5,71	12,1
ESF 23	-10,401	-36,442	8,59	12,79
ESF 25	-10,413	-36,452	2,58	12,1
ESF 26	-10,402	-36,456	5,35	14,26
ESF 27	-10,419	-36,463	3,67	13,63
ESF 28	-10,409	-36,464	7,13	15,45
ESF 30	-10,398	-36,486	5,35	17,67
ESF 31	-10,415	-36,471	6,81	16,46
ESF 32	-10,428	-36,470	3,43	14,9

4 Resultados

Monitoramentos móveis (longitudinais)

Ficha de Monitoramento dos Pontos de Controle

Na Tabela 2, estão apresentados os valores de altura das marés de baixamar e preamar durante os dias de amostragem, nas duas fases lunares (nova e cheia) relativas às marés de sizígia. Os dados relativos às variáveis meteorológicas (velocidade e direção do vento e temperatura do ar) e suas respectivas médias constam das Tabelas 3 a 6 (lua nova) e das Tabelas 7 a 10 (lua cheia).

No mês de setembro/19, os ventos sopraram predominantemente da direção de 151°, com velocidade média de 3,1 m.s⁻¹. Os ventos mais intensos foram registrados no dia 30 de agosto, apresentando médias de 6,2 m.s⁻¹, enquanto a temperatura atmosférica média foi de 27,18°C.

Tabela 2: Dados de altura da maré durante as fases de lua nova (30 e 31/08/19) e lua cheia (13 e 14/09/19), com indicação dos horários de realização das coletas (em azul). Dados relativos ao Terminal Marítimo Inácio Barbosa - SE (DHN).

Campanhas móveis			
Lua	Datas	Hora	Altura da Maré (m)
Nova	30/08/2019	3:19	2.4
		9:38	-0.1
		15:51	2.3
		21:56	0.0
	31/08/2019	4:06	2.4
		10:23	-0.1
		16:36	2.3
		22:41	0.0
Cheia	13/09/2019	3:36	2.1
		9:49	0.2
		15:58	2.1
		22:00	0.3
	14/09/2019	4:06	2.1
		10:21	0.2
		16:30	2.0
		22:34	0.3

Tabela 3: Dados da direção, velocidade do vento e temperatura atmosférica em cada estação de amostragem da cunha salina e médias de cada parâmetro, durante a baixamar da maré de sizígia (lua nova) do dia 30/08/2019, na foz do Rio São Francisco.

Data	Hora	Estação	Direção (°)	Vel. (m.s ⁻¹)	Temp. ar (°C)
30/08/2019	08:50	ESF_D1	170	5.1	26.3
	09:18	ESF 10	160	6.2	26.6
	09:30	ESF 14	170	5	26.6
	09:45	ESF 18	170	3.5	27.2
	10:00	ESF 21	170	4.3	26.6
	10:18	ESF 22	150	3.3	26.4
	10:30	ESF 23	180	3.2	26
	10:45	ESF 26	175	2.5	26.2
	10:57	ESF 30	120	4	27.1
	11:11	ESF 28	140	3.5	27
	11:24	ESF 31	140	4.4	27.1
	11:38	ESF 32	108	2	29.6
	11:50	ESF 27	160	2	29.9
	12:00	ESF 25	158	4	27.9
Média			160	3.75	26.8

Tabela 4: Dados da direção e velocidade do vento e temperatura atmosférica em cada estação de amostragem da cunha salina e médias de cada parâmetro, durante a preamar da maré de sizígia (lua nova) do dia 30/08/2019, na foz do Rio São Francisco.

Data	Hora	Estação	Direção (°)	Vel. (m.s ⁻¹)	Temp. ar (°C)
30/08/2019	14:50	ESF_D1	160	4.6	26.3
	15:22	ESF 10	160	3.4	24.8
	15:35	ESF 14	160	5.5	24.6
	15:44	ESF 18	158	4.0	25.0
	16:00	ESF 21	150	4.2	25.1
	16:14	ESF 22	155	4.1	24.6
	16:24	ESF 23	155	2.8	25.1
	16:32	ESF 26	175	2.0	25.3
	16:55	ESF 30	157	1.8	25.8
	17:10	ESF 28	157	0.8	25.2
	17:21	ESF 31	160	0.9	25.2
	17:39	ESF 32	153	1.5	24.1
	17:50	ESF 27	150	1	24.2
	18:05	ESF 25	160	2.5	24
Média			157.5	1.75	24.1

Tabela 5: Dados da direção, velocidade do vento e temperatura atmosférica em cada estação de amostragem da cunha salina e médias de cada parâmetro, durante a baixamar da maré de sizígia (lua nova) do dia 31/08/2019, na foz do Rio São Francisco.

Data	Hora	Estação	Direção (°)	Vel. (m.s ⁻¹)	Temp. ar (°C)
31/08/2019	09:28	ESF_D1	140	4.5	26.4
	09:45	ESF 10	148	3.6	28.1
	10:00	ESF 14	142	3.9	26.9
	10:15	ESF 18	146	4.0	27.5
	10:30	ESF 21	150	3.5	29.0
	10:45	ESF 22	154	3.4	28.8
	10:53	ESF 23	150	3.0	28.1
	11:10	ESF 26	145	3.8	28.9
	11:29	ESF 30	145	3.3	28.4
	11:44	ESF 28	153	3.0	27.2
	11:53	ESF 31	154	3.3	28.1
	12:10	ESF 32	150	2.2	30.9
	12:25	ESF 27	150	0.5	31.2
	12:38	ESF 25	151	2.4	29.3
	Média		150	2.4	30.25

Tabela 6: Dados da direção, velocidade do vento, da temperatura atmosférica em cada estação de amostragem da cunha salina e médias de cada parâmetro, durante a preamar da maré de sizígia (lua nova) do dia 31/08/2019, na foz do Rio São Francisco.

Data	Hora	Estação	Direção (°)	Vel. (m.s ⁻¹)	Temp. ar (°C)
31/08/2019	14:39	ESF_D1	148	4.4	27.2
	15:28	ESF 10	153	2.3	27.7
	15:41	ESF 14	151	2.9	27.1
	15:54	ESF 18	150	2.3	27.2
	16:05	ESF 21	148	4.5	26.6
	16:23	ESF 22	150	3.2	26.6
	16:34	ESF 23	149	2.9	26.5
	16:43	ESF 26	144	2.7	26.6
	16:58	ESF 30	142	3.6	26.3
	17:17	ESF 28	144	3.4	25.9
	17:27	ESF 31	139	1.3	26.1
	17:43	ESF 32	139	0.8	25.9
	17:55	ESF 27	137	0.3	25.5
	18:03	ESF 25	147	2.2	25.5
	Média		147.5	2.8	26.55

Tabela 7: Dados da direção e velocidade do vento e temperatura atmosférica em cada estação de amostragem da cunha salina e médias para cada parâmetro, durante a baixamar da maré de sizígia (lua cheia) do dia 13/09/2019 na foz do Rio São Francisco.

Data	Hora	Estação	Direção (°)	Vel. (m.s ⁻¹)	Temp. ar (°C)
13/09/2019	08:18	ESF_D1	147	2.9	26.4
	08:27	ESF 10	145	2.2	28.8
	08:38	ESF 14	143	2	30.6
	08:50	ESF 18	149	1.8	27.6
	09:02	ESF 21	150	2.1	2.9
	09:13	ESF 22	150	2.3	28.8
	09:23	ESF 23	147	3	29.1
	09:30	ESF 26	145	3.3	28.6
	09:53	ESF 30	150	3.8	27.6
	10:07	ESF 28	154	2.8	27.7
	10:20	ESF 31	146	3.5	28.8
	10:33	ESF 32	152	4.3	28.4
	10:45	ESF 27	151	2	28.8
	10:58	ESF 25	153	3.5	27.2
Média			149.5	2.85	28.5

Tabela 8: Dados da direção e velocidade do vento e temperatura atmosférica em cada estação de amostragem da cunha salina, durante a preamar da maré de sizígia (lua cheia) do dia 13/09/2019, na foz do Rio São Francisco.

Data	Hora	Estação	Direção (°)	Vel. (m.s ⁻¹)	Temp. ar (°C)
13/09/2019	14:32	ESF_D1	152	5.1	26.5
	14:43	ESF 10	152	2.2	27.2
	14:58	ESF 14	150	3.7	27
	15:10	ESF 18	149	2.8	27.4
	15:20	ESF 21	145	3.3	27.7
	15:30	ESF 22	151	2.8	27.6
	15:45	ESF 23	153	2.7	27.4
	15:58	ESF 26	145	4.2	27.4
	16:14	ESF 30	144	5.4	27
	16:25	ESF 28	148	4.8	26.8
	16:35	ESF 31	145	2.8	27
	16:39	ESF 32	145	2.4	26.7
	16:56	ESF 27	148	0.4	16.7
	17:06	ESF 25	150	3.7	26.4
Média			148.5	3.05	27

Tabela 9: Dados da direção e velocidade do vento e temperatura atmosférica em cada estação de amostragem da cunha salina e médias de cada parâmetro, durante a baixamar da maré de sizígia (lua cheia) do dia 14/09/2019, na foz do Rio São Francisco.

Data	Hora	Estação	Direção (°)	Vel. (m.s ⁻¹)	Temp. ar (°C)
14/09/2019	08:10	ESF_D1	146	4.5	26.1
	08:23	ESF 10	151	3.1	26.6
	08:35	ESF 14	153	3.7	26.4
	08:46	ESF 18	147	4.2	26.5
	08:57	ESF 21	151	3	26.9
	09:07	ESF 22	150	5.2	26.7
	09:19	ESF 23	151	3.7	27.1
	09:31	ESF 26	153	3.2	27.2
	09:44	ESF 30	148	4.3	16.5
	09:58	ESF 28	148	5.2	29.4
	10:08	ESF 31	157	3.1	26.9
	10:23	ESF 32	151	1.4	28
	10:40	ESF 27	156	1.2	28.2
	10:56	ESF 25	160	3	26.8
	Média		151	3.45	26.85

Tabela 10: Dados da direção e velocidade do vento e temperatura do ar em cada estação de amostragem da cunha salina e média de cada parâmetro, durante a preamar da maré de sizígia (lua cheia) do dia 14/09/2019, na foz do Rio São Francisco.

Data	Hora	Estação	Direção (°)	Vel. (m.s ⁻¹)	Temp. ar (°C)
14/09/2019	14:22	ESF_D1	156	4.1	26.4
	14:33	ESF 10	155	3.5	26.2
	14:43	ESF 14	152	3.5	26.4
	14:52	ESF 18	157	3.5	26.4
	15:01	ESF 21	155	3.7	26.7
	15:11	ESF 22	154	3.2	26.9
	15:21	ESF 23	155	3.6	26.6
	15:36	ESF 26	153	3.2	26.7
	15:48	ESF 30	146	3.1	27.3
	16:00	ESF 28	151	3.1	27.1
	16:08	ESF 31	153	3.3	26.8
	16:20	ESF 32	155	2.6	26.7
	16:28	ESF 27	151	0.6	27.3
	16:35	ESF 25	150	3.2	26.6
	Média		153.5	3.25	26.7

Durante as marés de sizígia analisadas no presente relatório, a vazão média do rio São Francisco, com base nos dados de vazão da barragem de Xingó (Boletins da Sala de Situação da ANA), esteve em torno de $800 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$. A altura da baixamar e preamar foi de, respectivamente, -0,1; -0,1; 2,3 e 2,3 m na lua nova, e aqueles de lua cheia, de 0,2; 0,2; 2,1 e 2,0 m (**Tabela 2**).

Na fase de lua nova, a direção predominante do vento foi leste ($151,8^\circ$), com velocidade média de $3,2 \text{ m.s}^{-1}$ e temperatura média do ar de $26,77^\circ\text{C}$ ($24,00$ a $31,2^\circ\text{C}$) (Tabela 11). Na fase de lua cheia, o vento apresentou direção predominante sudeste ($150,4^\circ$), com velocidade média de $3,2 \text{ m.s}^{-1}$ e temperatura média do ar de $27,3^\circ\text{C}$ ($26,1$ a $30,6^\circ\text{C}$) (Tabela 11).

Tabela 11: Médias gerais dos dados de vento para as medições de lua nova e cheia do mês de agosto de 2019.

Médias gerais dos dados de vento									
	Direção ($^\circ$)			Velocidade (m.s^{-1})			Temperatura ($^\circ\text{C}$)		
	Mín	Méd	Máx	Mín	Méd	Máx	Mín	Méd	Máx
Lua nova	108.0	151.8	180.0	0.3	3.1	6.2	24.00	26.77	31.20
Lua Cheia	143.0	150.4	160.0	0.4	3.2	5.4	26.1	27.3	30.6
Médias	125.5	151.1	170.0	0.4	3.1	5.8	25.1	27.0	30.9

Dados hidrodinâmicos

As Tabelas 12 a 19 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 nova e cheia. A variação espacial dos valores da velocidade média e direção média da água na coluna consta das Figuras 5 a 12.

Na fase de lua nova, a velocidade média da coluna d'água entre todas as estações foi maior na baixamar ($0,44 \text{ m.s}^{-1}$) do que na preamar ($0,69 \text{ m.s}^{-1}$). A estação amostral que apresentou a maior intensidade de corrente foi a ESF 22, a qual apresentou média de $0,81 \text{ m.s}^{-1}$ na direção 163° , nos períodos de premares. Nas duas luas, a direção da corrente na baixamar esteve predominante entre sudeste-sul ($100 - 180^\circ$), exceto nas estações ESF 26, 27, 28, 31 e 32, as quais apresentaram suas correntes nas direções entre nordeste e leste ($60^\circ - 75^\circ$). A geomorfologia dessas estações possibilita o deslocamento de massas d'água nas direções nordeste-leste e sudoeste-oeste diferentemente do canal principal, que possibilita o deslocamento de água nas direções sudeste-sul e noroeste-norte.

Como esperado, a velocidade das correntes foi menor nas preamares, apresentando média de $0,44 \text{ m.s}^{-1}$. Os registros realizados nas baixamares e preamares consecutivas demonstram um comportamento similar entre si, como observado nas campanhas realizadas nos dias 30 e 31 de julho, as quais apresentaram velocidade das correntes de $0,56$ e $0,6 \text{ m.s}^{-1}$, com direção de 122° e 253° , respectivamente; e preamar com velocidade de $0,43 \text{ m.s}^{-1}$ e $0,48 \text{ m.s}^{-1}$; e direção de 261° e 253° , respectivamente nas duas datas. O mesmo comportamento foi detectado nas campanhas do mês de setembro de 2019, na baixamar esteve entre $0,7$ e $0,73 \text{ m.s}^{-1}$, direção da corrente entre $127^\circ - 131^\circ$, e na preamar esteve entre $0,34$ e $0,52 \text{ m.s}^{-1}$, direção da corrente entre 192 e 276° .

Campanhas móveis realizadas nos dias 30 e 31 de agosto de 2019.

Tabela 12: Dados médios de velocidade e direção da coluna d'água em cada estação de amostragem da cunha salina, durante a baixamar da maré de sizígia (lua nova) do dia 30/08/2019, na foz do Rio São Francisco.

Data	Hora	Estação	Vel. (m.s ⁻¹)	Direção (°)
30/08/2019	08:50	ESF_D1	0.645	184
	09:18	ESF 10	0.931	176
	09:30	ESF 14	0.698	181
	09:45	ESF 18	0.766	183
	10:00	ESF 21	0.531	162
	10:18	ESF 22	0.851	167
	10:30	ESF 23	0.632	151
	10:45	ESF 26	0.676	84
	10:57	ESF 30	0.563	116
	11:11	ESF 28	0.762	60
	11:24	ESF 31	0.660	78
	11:38	ESF 32	0.636	83
	11:50	ESF 27	0.609	62
	12:00	ESF 25	0.405	139

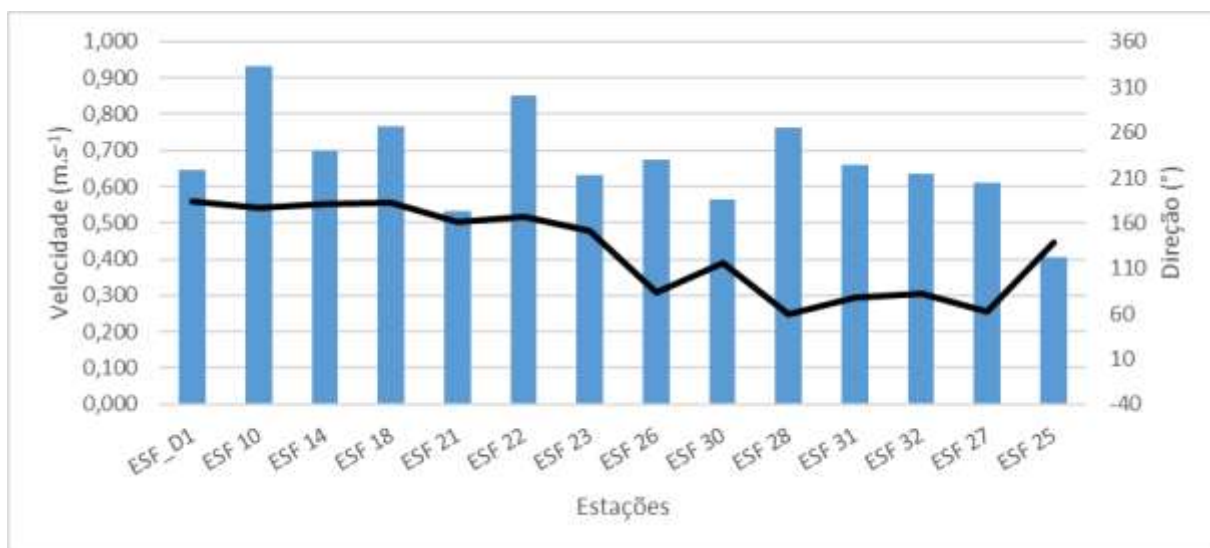


Figura 5: Variação média da velocidade (barras azuis) e da direção (linha preta) das correntes na coluna entre pelas estações de amostragem da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante a baixamar da maré de sizígia (lua nova) do dia 30/08/2019.

Tabela 13: Dados médios de velocidade e direção da coluna d'água em cada estação de amostragem da cunha salina, durante a preamar da maré de sizígia (lua nova) do dia 30/08/2019, na foz do Rio São Francisco.

Data	Hora	Estação	Vel. (m.s ⁻¹)	Direção (°)
30/08/2019	14:50	ESF_D1	0.559	240
	15:22	ESF 10	0.636	286
	15:35	ESF 14	0.669	287
	15:44	ESF 18	0.367	44
	16:00	ESF 21	0.518	333
	16:14	ESF 22	0.371	347
	16:24	ESF 23	0.185	328
	16:32	ESF 26	0.403	281
	16:55	ESF 30	0.563	116
	17:10	ESF 28	0.762	60
	17:21	ESF 31	0.660	78
	17:39	ESF 32	0.636	83
	17:50	ESF 27	0.609	62
	18:05	ESF 25	0.405	139

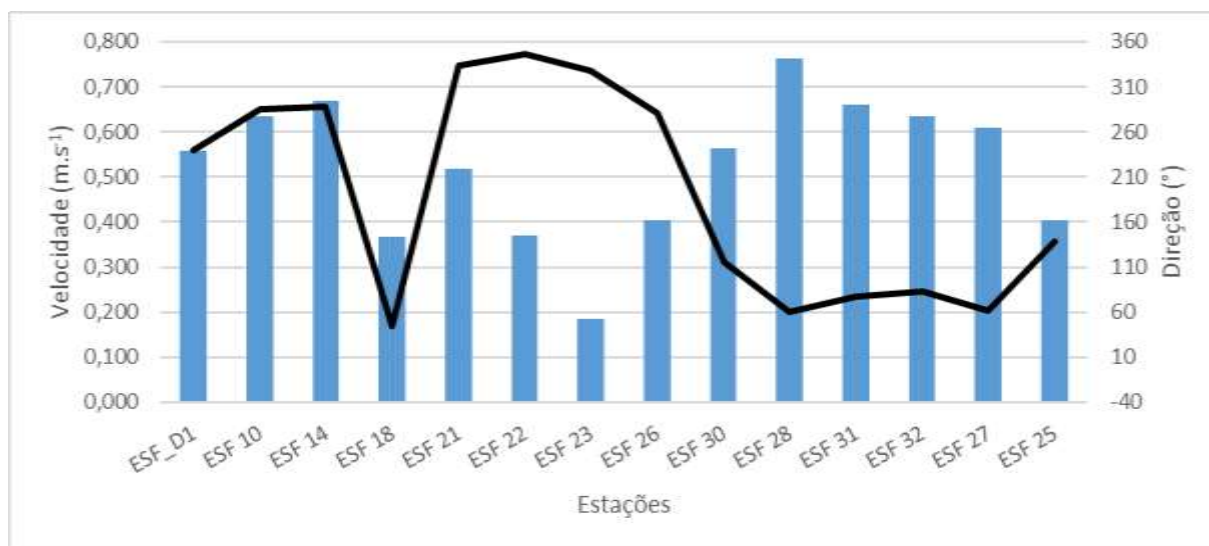


Figura 6: Variação média da velocidade (barras azuis) e da direção (linha preta) das correntes na coluna entre pelas estações de amostragem da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante a preamar da maré de sizígia (lua nova) do dia 30/08/2019.

Tabela 14: Dados médios de velocidade e direção da coluna d'água em cada estação de amostragem da cunha salina, durante a baixamar da maré de sizígia (lua cheia) do dia 31/08/2019, na foz do Rio São Francisco.

Data	Hora	Estação	Vel. (m.s ⁻¹)	Direção (°)
31/08/2019	09:28	ESF_D1	0.660	182
	09:45	ESF 10	0.574	175
	10:00	ESF 14	0.752	188
	10:15	ESF 18	0.619	190
	10:30	ESF 21	0.941	163
	10:45	ESF 22	0.860	161
	10:53	ESF 23	0.893	140
	11:10	ESF 26	0.801	85
	11:29	ESF 30	0.704	101
	11:44	ESF 28	0.791	62
	11:53	ESF 31	0.568	91
	12:10	ESF 32	0.711	86
	12:25	ESF 27	0.624	67
	12:38	ESF 25	0.491	145

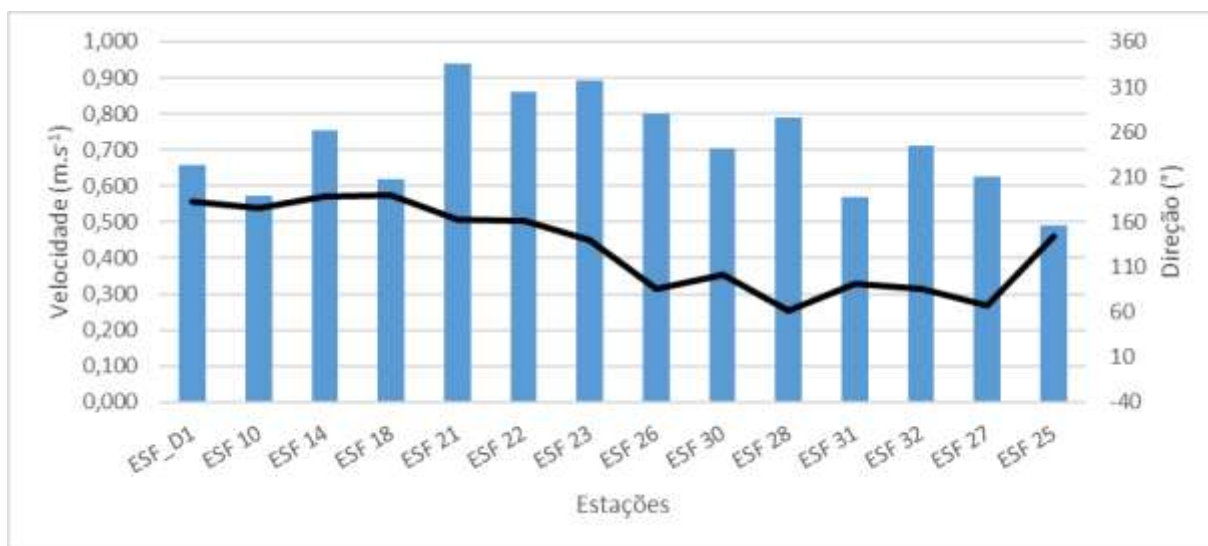


Figura 7: Variação média da velocidade (barras azuis) e da direção (linha preta) das correntes na coluna entre pelas estações de amostragem da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante a baixamar da maré de sizígia (lua cheia) do dia 31/08/2019.

Tabela 15: Dados médios de velocidade e direção da coluna d'água em cada estação de amostragem da cunha salina, durante a preamar da maré de sizígia (lua nova) do dia 31/08/2019, na foz do Rio São Francisco.

Data	Hora	Estação	Vel. (m.s ⁻¹)	Direção (°)
31/08/2019	14:39	ESF_D1	0.706	266
	15:28	ESF 10	0.343	310
	15:41	ESF 14	0.424	349
	15:54	ESF 18	0.580	8
	16:05	ESF 21	0.541	344
	16:23	ESF 22	0.830	344
	16:34	ESF 23	0.400	336
	16:43	ESF 26	0.468	282
	16:58	ESF 30	0.539	289
	17:17	ESF 28	0.320	264
	17:27	ESF 31	0.491	246
	17:43	ESF 32	0.262	264
	17:55	ESF 27	0.185	240
	18:03	ESF 25	0.128	331

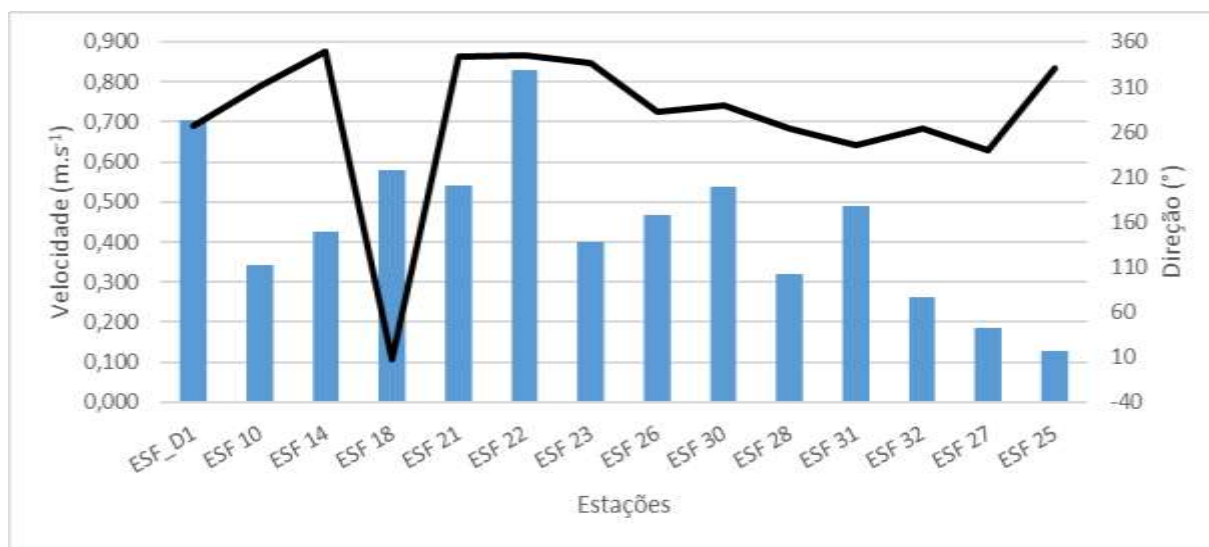


Figura 8: Variação média da velocidade (barras azuis) e da direção (linha preta) das correntes na coluna entre pelas estações de amostragem da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante a preamar da maré de sizígia (lua cheia) do dia 31/08/2019.

Campanhas móveis realizadas nos dias 13 e 14 de setembro de 2019.

Tabela 16: Dados médios de velocidade e direção da coluna d'água em cada estação de amostragem da cunha salina, durante a baixamar da maré de sizígia (lua cheia) do dia 13/09/2019, na foz do Rio São Francisco.

Data	Hora	Estação	Vel. (m.s ⁻¹)	Direção (°)
13/09/2019	08:18	ESF_D1	0.448	190
	08:27	ESF 10	0.341	150
	08:38	ESF 14	0.627	187
	08:50	ESF 18	0.712	179
	09:02	ESF 21	0.863	161
	09:13	ESF 22	0.662	159
	09:23	ESF 23	0.658	139
	09:30	ESF 26	0.799	91
	09:53	ESF 30	0.756	112
	10:07	ESF 28	0.743	63
	10:20	ESF 31	0.683	76
	10:33	ESF 32	0.694	83
	10:45	ESF 27	0.695	61
	10:58	ESF 25	0.410	144

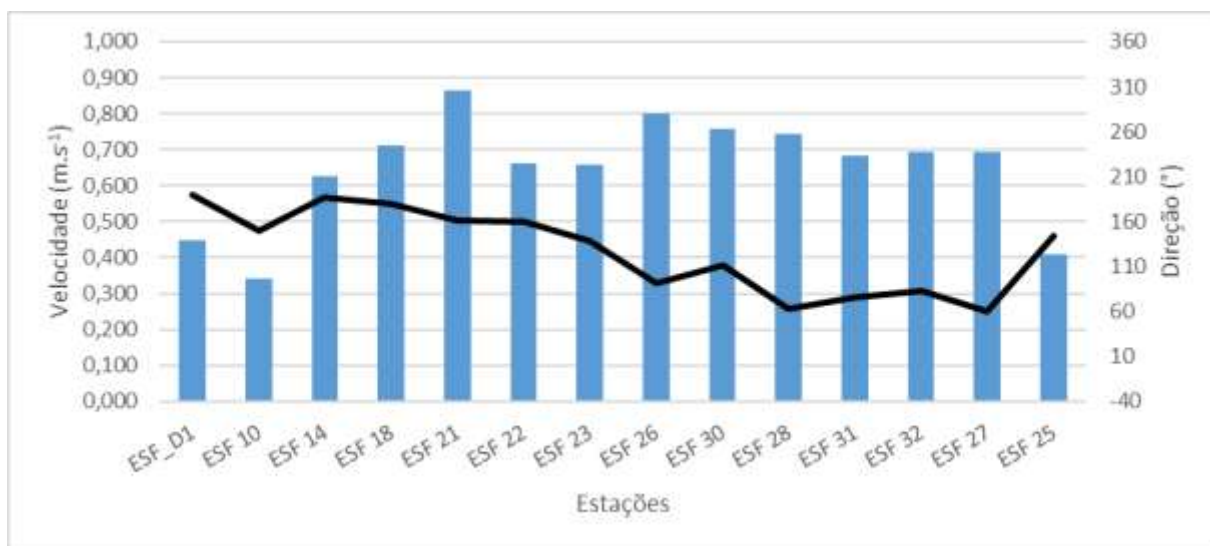


Figura 9: Variação média da velocidade (barras azuis) e da direção (linha preta) das correntes na coluna entre pelas estações de amostragem da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante a baixamar da maré de sizígia (lua cheia) do dia 13/09/2019.

Tabela 17: Dados médios de velocidade e direção da coluna d'água em cada estação de amostragem da cunha salina, durante a preamar da maré de sizígia (lua cheia) do dia 13/09/2019, na foz do Rio São Francisco.

Data	Hora	Estação	Vel. (m.s ⁻¹)	Direção (°)
13/09/2019	14:32	ESF_D1	0.478	119
	14:43	ESF 10	0.378	122
	14:58	ESF 14	0.696	201
	15:10	ESF 18	0.467	11
	15:20	ESF 21	0.454	343
	15:30	ESF 22	0.574	340
	15:45	ESF 23	0.204	320
	15:58	ESF 26	0.332	278
	16:14	ESF 30	0.371	289
	16:25	ESF 28	0.185	243
	16:35	ESF 31	0.354	249
	16:39	ESF 32	0.127	255
	16:56	ESF 27	0.037	223
	17:06	ESF 25	0.128	148

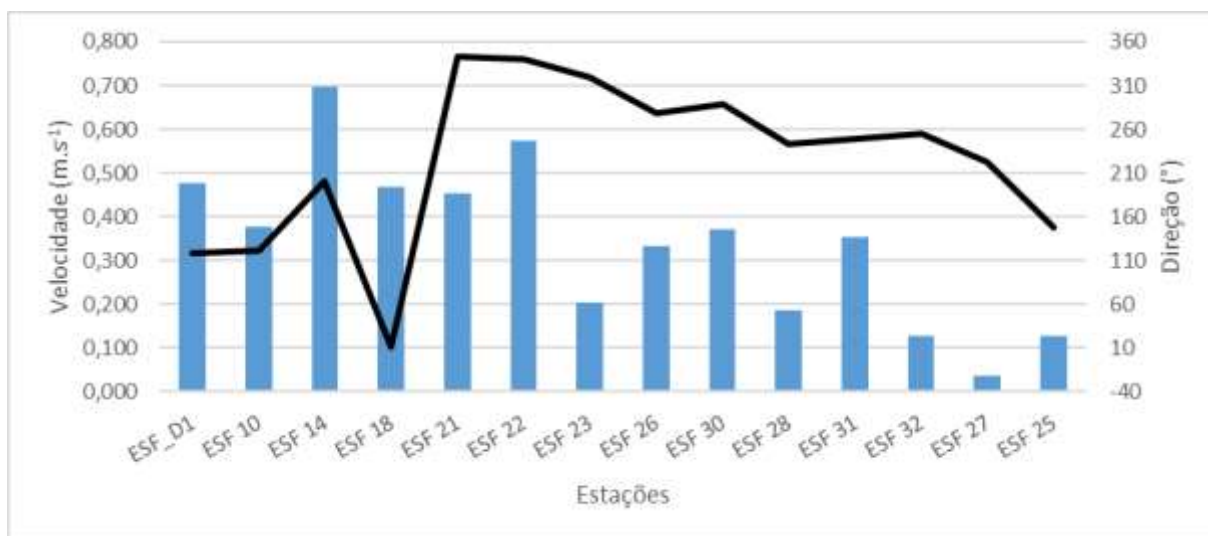


Figura 10: Variação média da velocidade (barras azuis) e da direção (linha preta) das correntes na coluna entre pelas estações de amostragem da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante a preamar da maré de sizígia (lua cheia) do dia 13/09/2019.

Tabela 18: Dados médios de velocidade e direção da coluna d'água em cada estação de amostragem da cunha salina, durante a baixamar da maré de sizígia (lua cheia) do dia 14/09/2019, na foz do Rio São Francisco.

Data	Hora	Estação	Vel. (m.s ⁻¹)	Direção (°)
14/09/2019	08:10	ESF_D1	0.543	156
	08:23	ESF 10	0.836	176
	08:35	ESF 14	0.675	176
	08:46	ESF 18	0.719	187
	08:57	ESF 21	0.813	160
	09:07	ESF 22	0.848	166
	09:19	ESF 23	0.869	142
	09:31	ESF 26	0.798	89
	09:44	ESF 30	0.791	121
	09:58	ESF 28	0.757	58
	10:08	ESF 31	0.666	67
	10:23	ESF 32	0.691	78
	10:40	ESF 27	0.679	59
	10:56	ESF 25	0.509	152

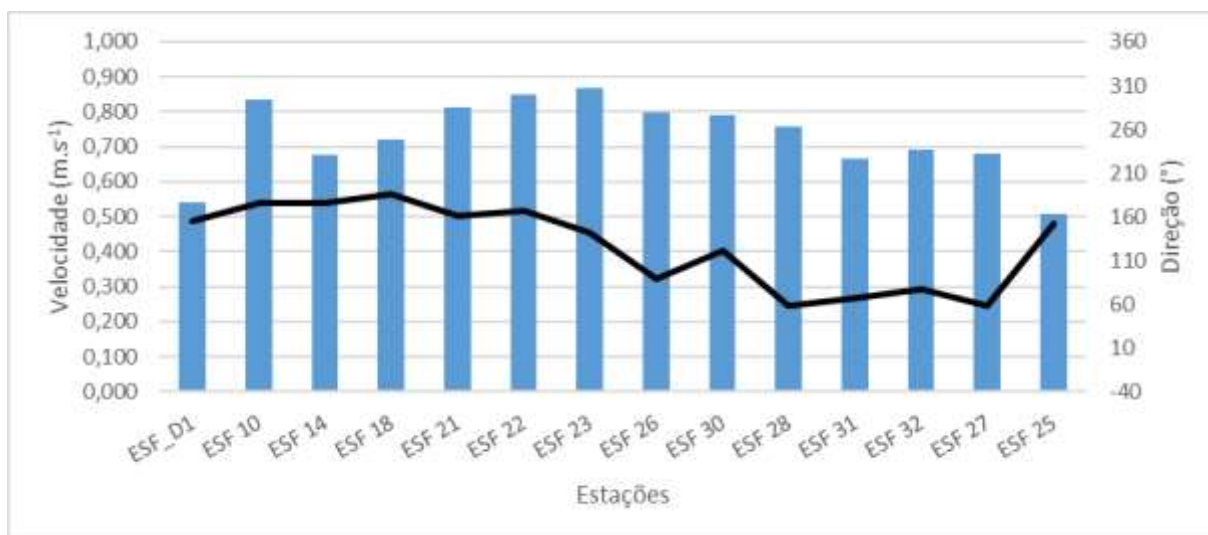


Figura 11: Variação média da velocidade (barras azuis) e da direção (linha preta) das correntes na coluna entre pelas estações de amostragem da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante a baixamar da maré de sizígia (lua cheia) do dia 14/09/2019.

Tabela 19: Dados médios de velocidade e direção da coluna d'água em cada estação de amostragem da cunha salina, durante a preamar da maré de sizígia (lua cheia) do dia 14/09/2019, na foz do Rio São Francisco.

Data	Hora	Estação	Vel. (m.s ⁻¹)	Direção (°)
14/09/2019	14:22	ESF_D1	0.497	254
	14:33	ESF 10	0.476	5
	14:43	ESF 14	0.634	259
	14:52	ESF 18	0.547	30
	15:01	ESF 21	0.479	344
	15:11	ESF 22	0.702	347
	15:21	ESF 23	0.426	326
	15:36	ESF 26	0.448	280
	15:48	ESF 30	0.476	286
	16:00	ESF 28	0.273	262
	16:08	ESF 31	0.624	250
	16:20	ESF 32	0.326	264
	16:28	ESF 27	0.278	239
	16:35	ESF 25	0.290	328

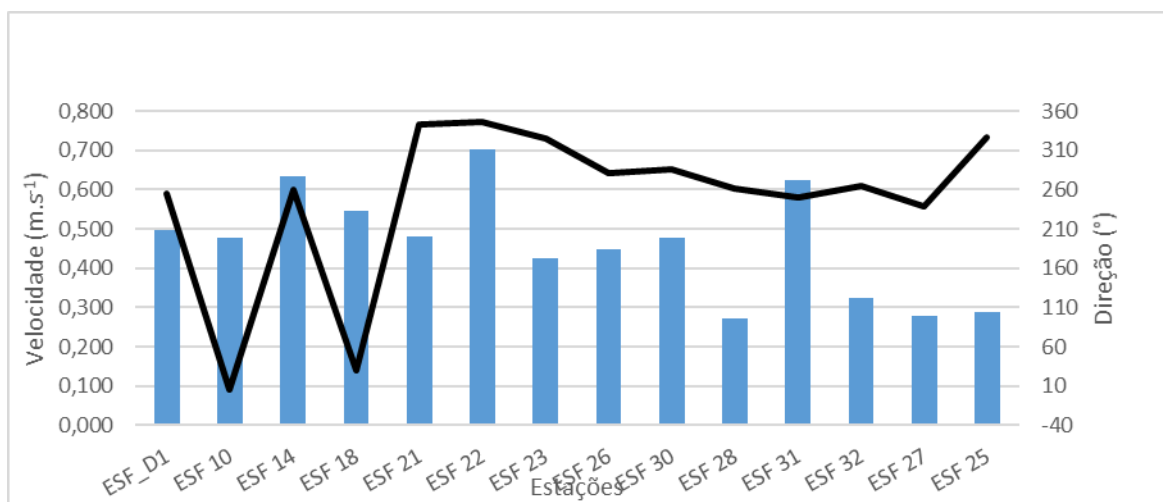


Figura 12: Variação média da velocidade (barras azuis) e da direção (linha preta) das correntes na coluna entre pelas estações de amostragem da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante a preamar da maré de sizígia (lua cheia) do dia 14/09/2019.

Resultados do CTD

As Figuras 13 a 20 demonstram a penetração da cunha salina na baixamar e preamar dos dois períodos de sizígia analisados em setembro/2019. As figuras representam a distribuição longitudinal da salinidade na foz do rio São Francisco, cuja análise foi baseada na distância longitudinal de cada estação de monitoramento ao ponto mais próximo da foz (ESF 10), considerando como estação mais distante rio acima aquela localizada na localidade de Penedinho – AL (ESF 30). Através das figuras, é possível afirmar que no mês de setembro de 2019, a cunha salina penetrou de forma significativa com valores superiores a 0,5 PSU na foz do rio São Francisco até a região próxima à estação ESF 18 (distante 9,57 km da foz), apresentando picos de salinidade de até 30 PSU entre as estações ESF D1 e ESF10 (6,1 e 5,54 km da foz, respectivamente), os quais foram registrados entre 2 e 3 metros de profundidade na preamar e na região do fundo na baixamar, entre 5,5 e 6,0 m. Nos períodos de preamar, foi possível registrar salinidades entre 27 e 30 PSU distribuídos por toda coluna d'água nos pontos mais próximos da foz.

Salinidade

Baixamar e preamar dos dias 30 e 31 de agosto de 2019.

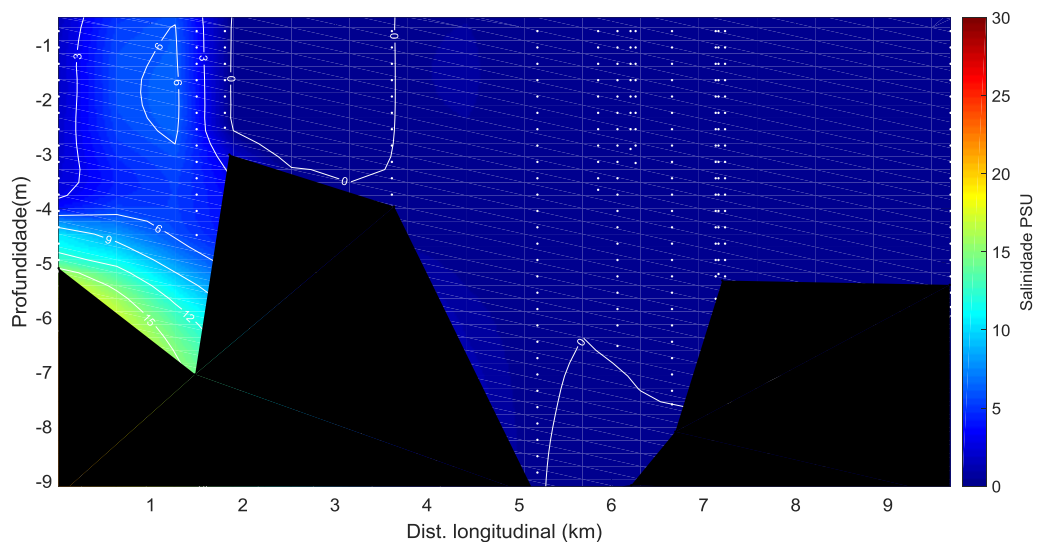


Figura 13: Distribuição longitudinal da salinidade na foz do rio São Francisco, variando da estação ESF 10 (ponto mais próximo à foz) à ESF 30 (ponto mais distante da foz), no período de baixamar do dia 30 de agosto de 2019. Os pontos brancos indicam a localização longitudinal de cada perfil.

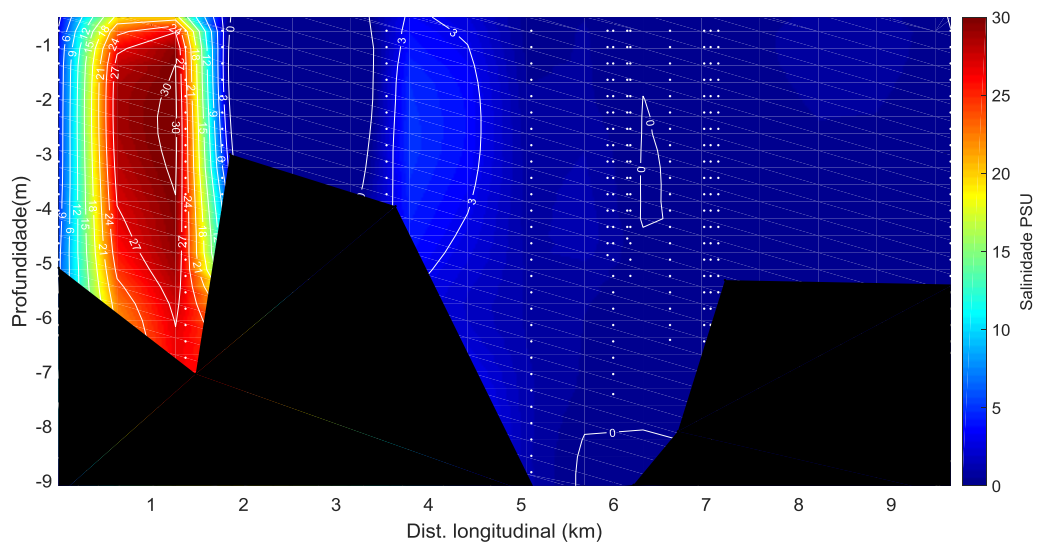


Figura 14: Distribuição longitudinal da salinidade na foz do rio São Francisco, variando da estação ESF 10 (ponto mais próximo à foz) à ESF 30 (ponto mais distante da foz), no período de preamar do dia 30 de agosto de 2019. Os pontos brancos indicam a localização longitudinal de cada perfil.

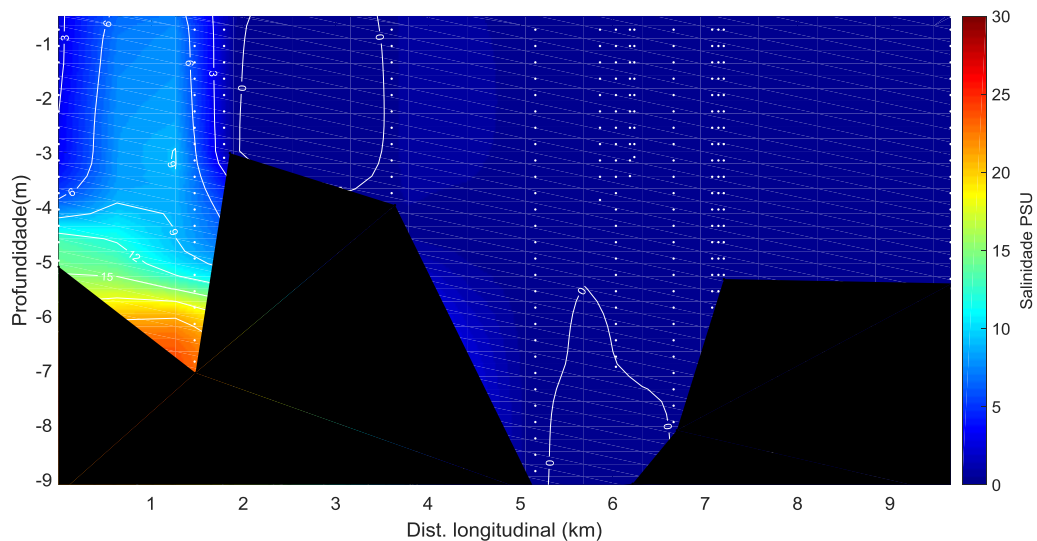


Figura 15: Distribuição longitudinal da salinidade na foz do rio São Francisco, variando da estação ESF 10 (ponto mais próximo à foz) à ESF 30 (ponto mais distante da foz), no período de baixamar do dia 31 de agosto de 2019. Os pontos brancos indicam a localização longitudinal de cada perfil.

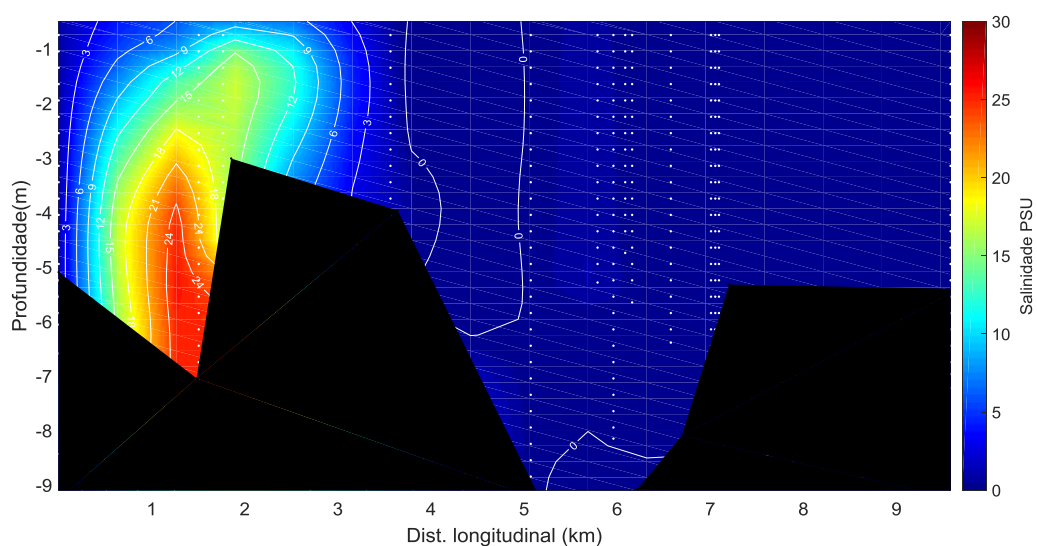


Figura 16: Distribuição longitudinal da salinidade na foz do rio São Francisco, variando da estação ESF 10 (ponto mais próximo à foz) à ESF 30 (ponto mais distante da foz), no período de preamar do dia 31 de agosto de 2019. Os pontos brancos indicam a localização longitudinal de cada perfil.

Baixamar e preamar dos dias 13 e 14 de setembro de 2019.

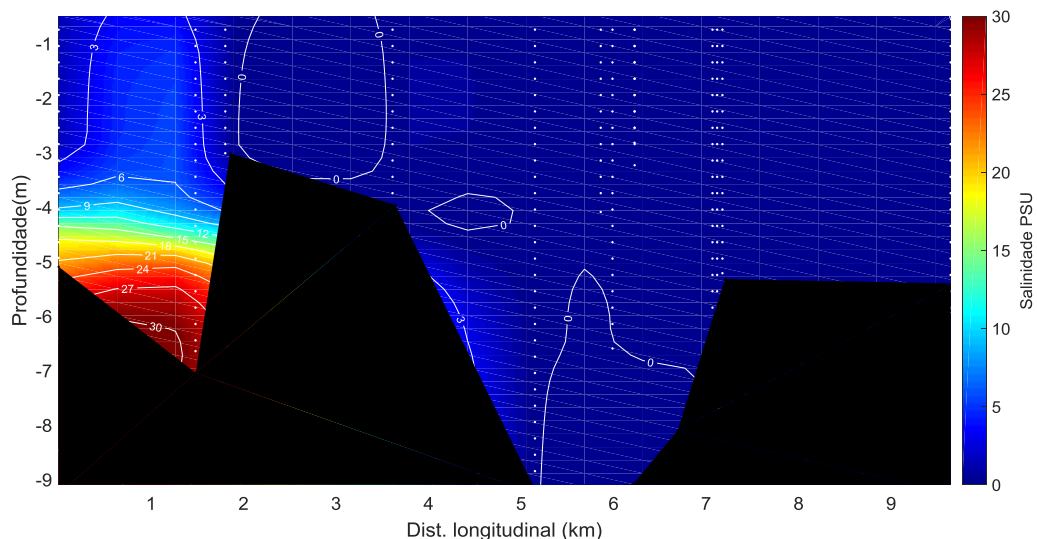


Figura 17: Distribuição longitudinal da salinidade na foz do rio São Francisco, variando da estação ESF 10 (ponto mais próximo à foz) à ESF 30 (ponto mais distante da foz), no período de baixamar do dia 13 de setembro de 2019. Os pontos brancos indicam a localização longitudinal de cada perfil.

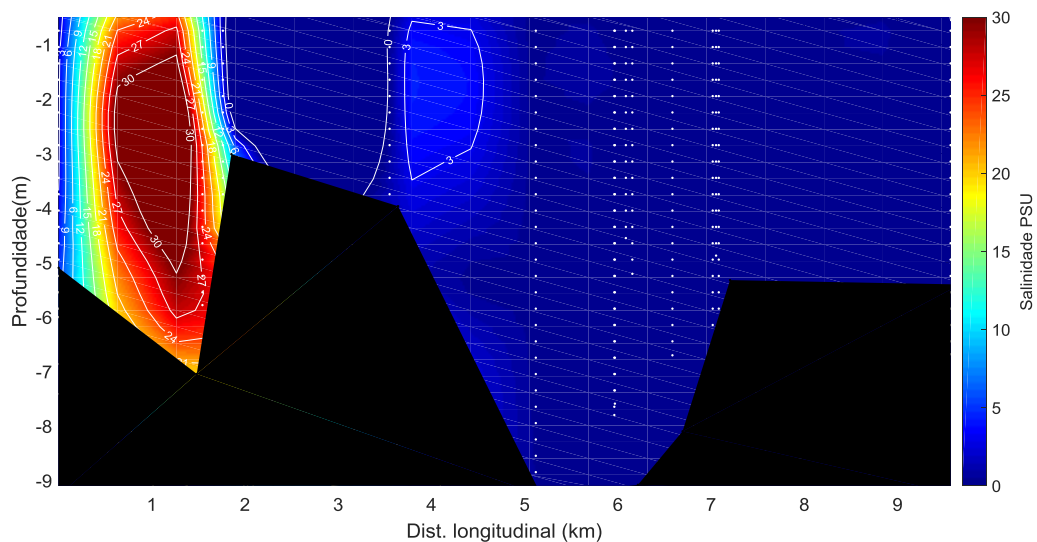


Figura 18: Distribuição longitudinal da salinidade na foz do rio São Francisco, variando da estação ESF 10 (ponto mais próximo à foz) à ESF 30 (ponto mais distante da foz), no período de preamar do dia 13 de setembro de 2019. Os pontos brancos indicam a localização longitudinal de cada perfil.

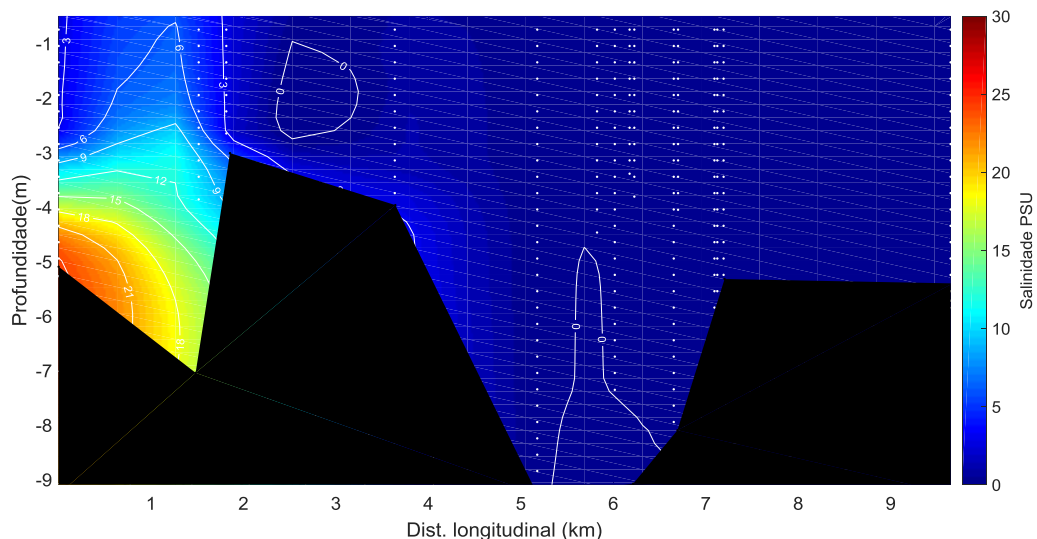


Figura 19: Distribuição longitudinal da salinidade na foz do rio São Francisco, variando da estação ESF 10 (ponto mais próximo à foz) à ESF 30 (ponto mais distante da foz), no período de baixamar do dia 14 de setembro de 2019. Os pontos brancos indicam a localização longitudinal de cada perfil.

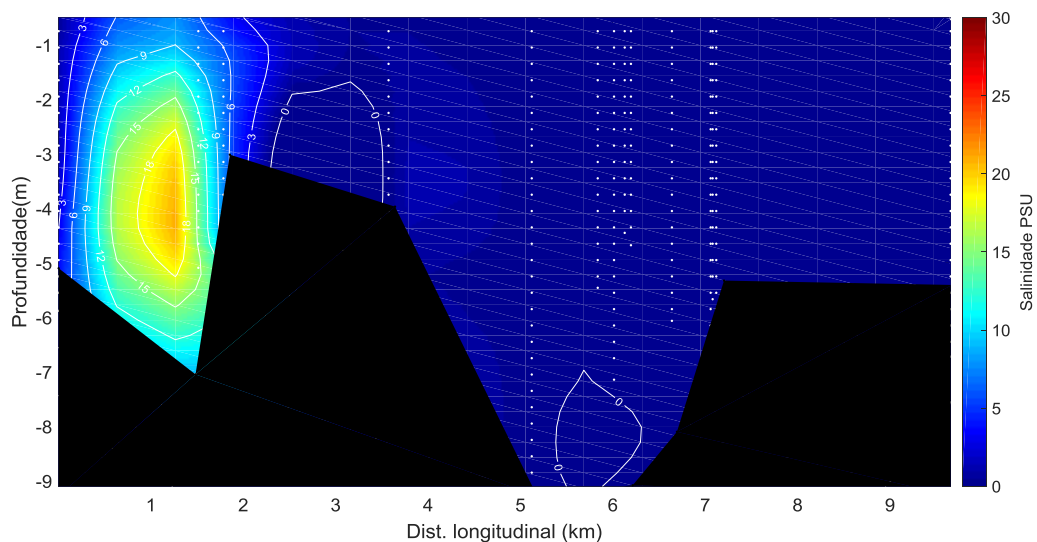


Figura 20: Distribuição longitudinal da salinidade na foz do rio São Francisco, variando da estação ESF 10 (ponto mais próximo à foz) à ESF 30 (ponto mais distante da foz), no período de preamar do dia 14 de setembro de 2019. Os pontos brancos indicam a localização longitudinal de cada perfil.

Para a análise da temperatura da água, também foi utilizada a variação longitudinal deste parâmetro no trecho monitorado. As temperaturas da água na foz do rio São Francisco, nas marés de sizígia (lua nova e lua cheia) no mês de setembro/2019, foram mais brandas na baixamar (Figuras 21, 23, 25 e 27) quando comparadas com os períodos de preamar (Figura 21, 24, 26 e 28). Os resultados encontrados podem estar relacionados com o horário em que as coletas foram realizadas, tendo as quatro coletas de baixamar sido realizadas no período matutino. Nos períodos de preamar, as temperaturas em geral foram mais altas, tendo todas as quatro campanhas sido feitas no período vespertino, momento do dia que as águas expostas ao sol retiveram o calor adquirido durante todo o dia. Os maiores picos de temperatura foram registrados nas proximidades do ponto ESF 30 (Figura 22, 24 e 26), que corresponde à estação de coleta mais distante longitudinalmente da foz. As temperaturas mais baixas, entre 26°C, foram registradas na região da foz do rio. A campanha que apresentou a maior média de temperatura foi a de preamar do dia 14 de setembro de 2019 (28°C), apresentando picos de temperatura em torno dos 28°C, enquanto aquela que apresentou as menores médias foram as campanhas de 30 e 31 agosto de 2019, com uma média de 26,62 e 26,52°C.

Temperatura

Baixamar e preamar do dia 30 e 31 de julho de 2019

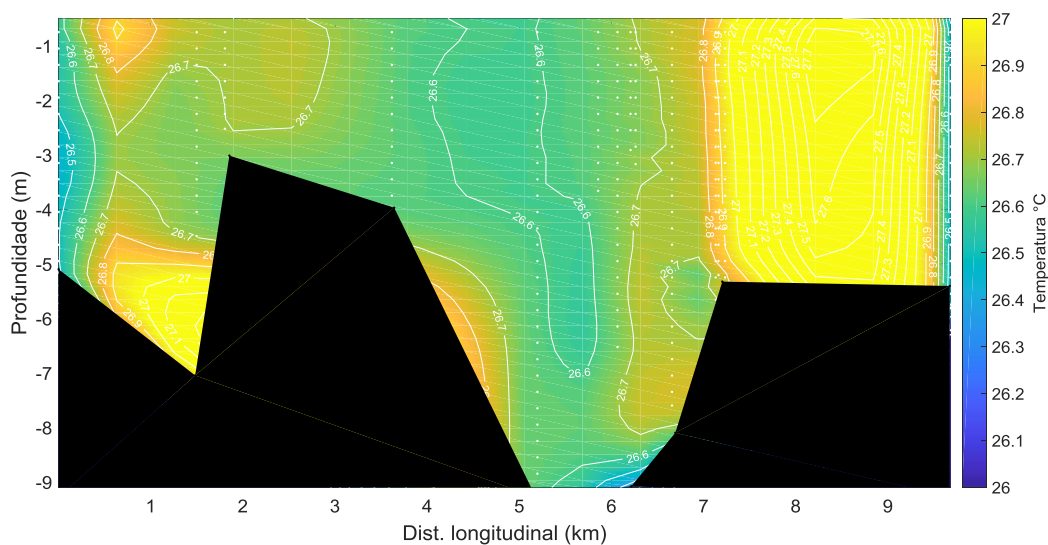


Figura 21: Distribuição longitudinal da temperatura da água na foz do rio São Francisco, variando da estação ESF 10 (ponto mais próximo à foz) à estação ESF 30 (ponto mais distante da foz,) no período de baixamar do dia 30 de agosto de 2019. Os pontos brancos indicam a localização longitudinal de cada perfil.

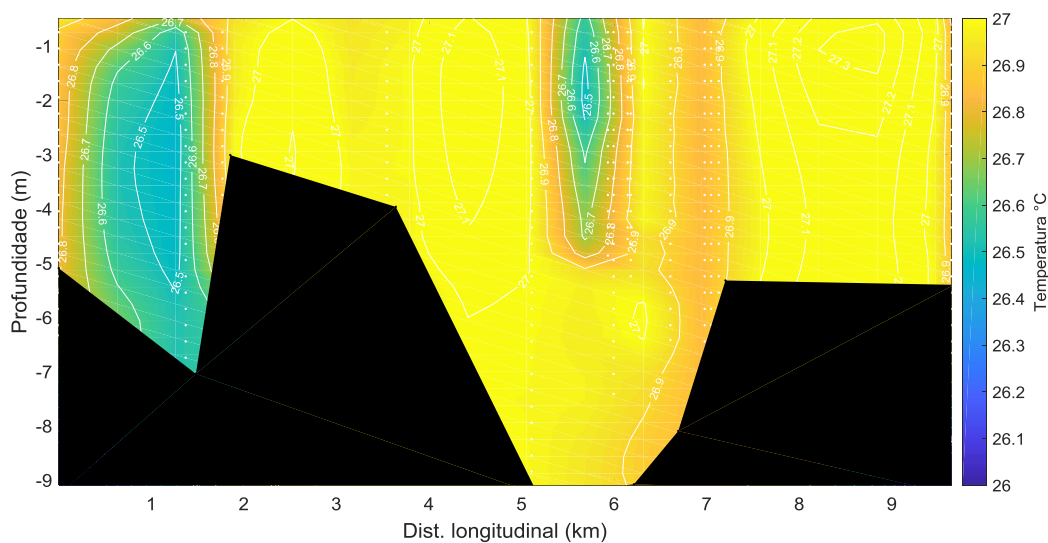


Figura 22: Distribuição longitudinal da temperatura da água na foz do rio São Francisco, variando da estação ESF 10 (ponto mais próximo à foz) à estação ESF 30 (ponto mais distante da foz,) no período de preamar do dia 30 de agosto de 2019. Os pontos brancos indicam a localização longitudinal de cada perfil.

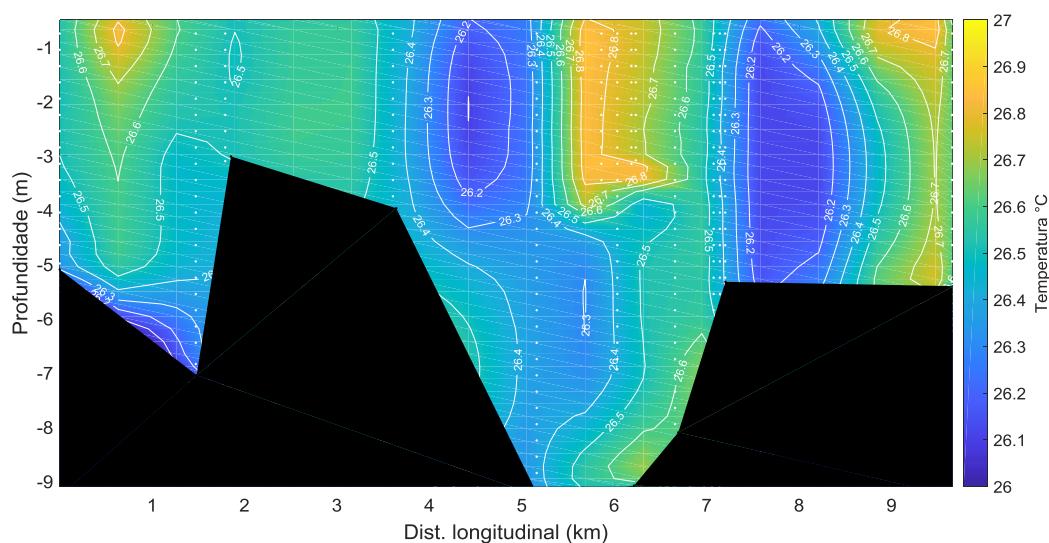


Figura 23: Distribuição longitudinal da temperatura da água na foz do rio São Francisco, variando da estação ESF 10 (ponto mais próximo à foz) à estação ESF 30 (ponto mais distante da foz,) no período de baixamar do dia 31 de agosto de 2019. Os pontos brancos indicam a localização longitudinal de cada perfil.

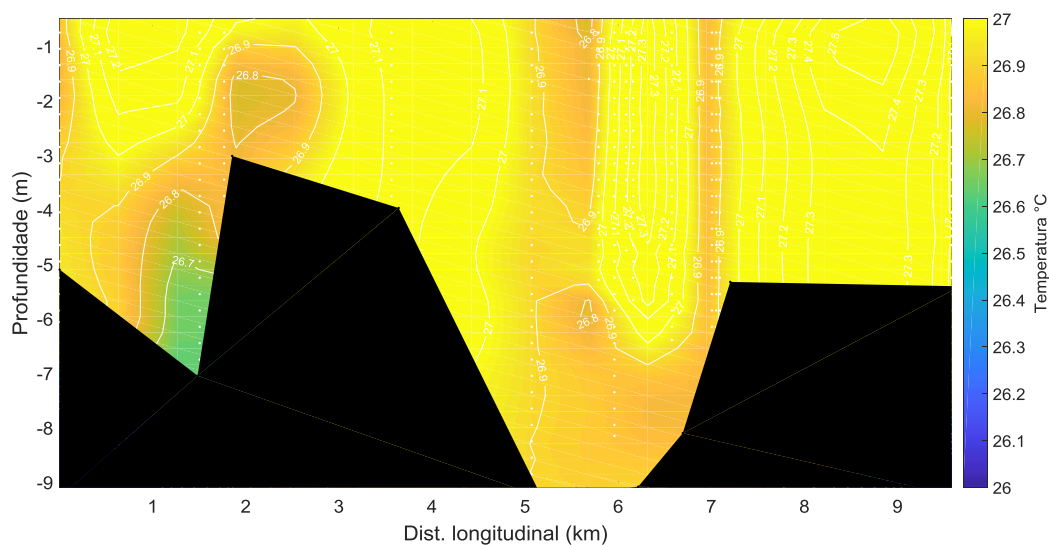


Figura 23: Distribuição longitudinal da temperatura da água na foz do rio São Francisco, variando da estação ESF 10 (ponto mais próximo à foz) à estação ESF 30 (ponto mais distante da foz,) no período de preamar do dia 31 de agosto de 2019. Os pontos brancos indicam a localização longitudinal de cada perfil.

Baixamar e preamar do dia 13 e 14 de setembro de 2019.

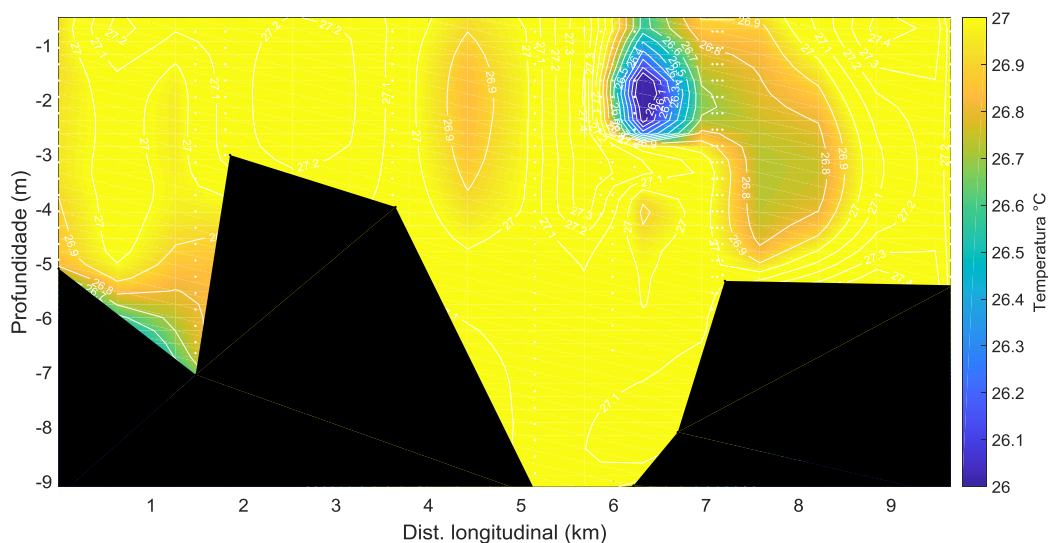


Figura 24: Distribuição longitudinal da temperatura da água na foz do rio São Francisco, variando da estação ESF 10 (ponto mais próximo à foz) à estação ESF 30 (ponto mais distante da foz,) no período de baixamar do dia 13 de setembro de 2019. Os pontos brancos indicam a localização longitudinal de cada perfil.

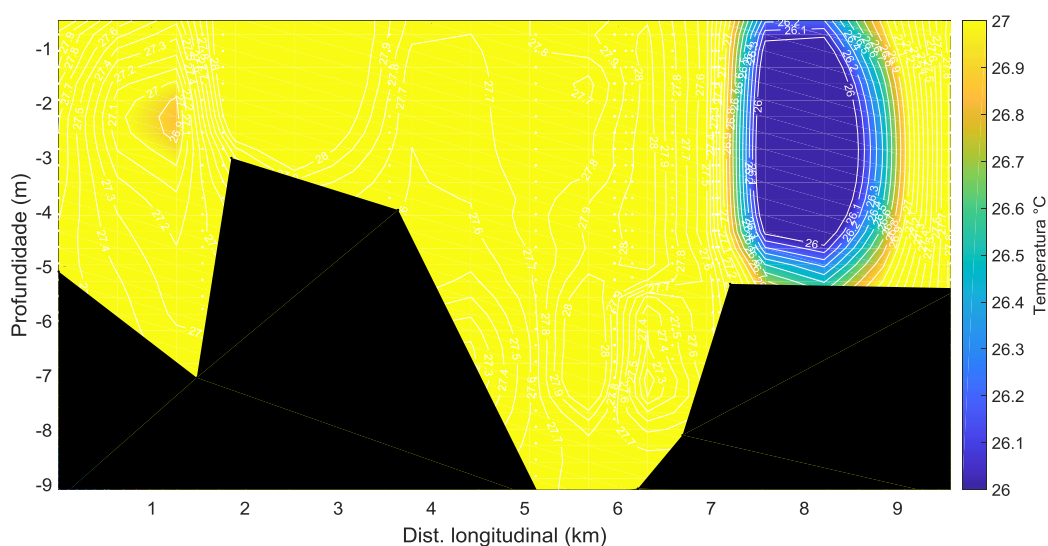


Figura 25: Distribuição longitudinal da temperatura da água na foz do rio São Francisco, variando da estação ESF 10 (ponto mais próximo à foz) à estação ESF 30 (ponto mais distante da foz,) no período de preamar do dia 13 de setembro de 2019. Os pontos brancos indicam a localização longitudinal de cada perfil.

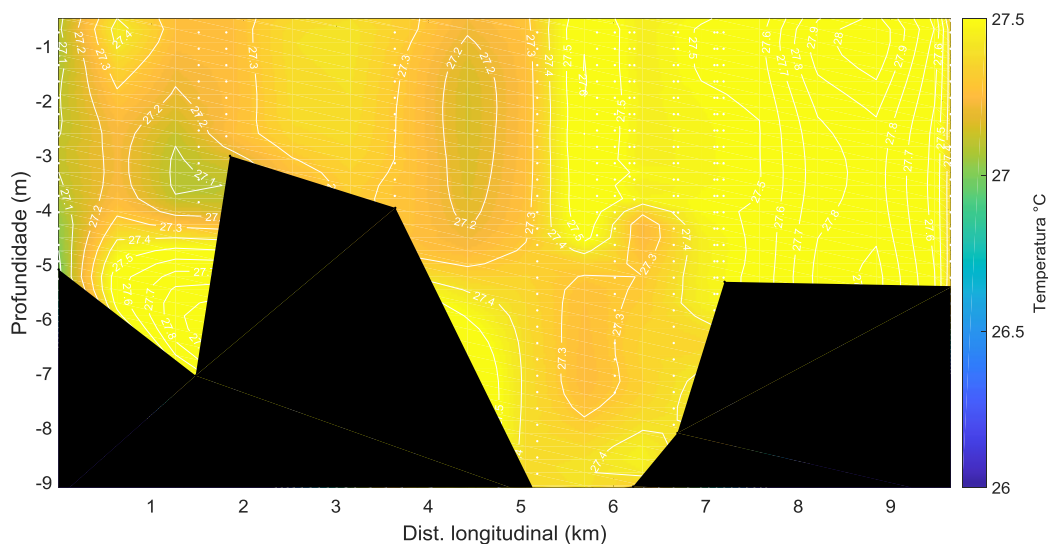


Figura 26: Distribuição longitudinal da temperatura da água na foz do rio São Francisco, variando da estação ESF 10 (ponto mais próximo à foz) à estação ESF 30 (ponto mais distante da foz,) no período de baixamar do dia 14 de setembro de 2019. Os pontos brancos indicam a localização longitudinal de cada perfil.

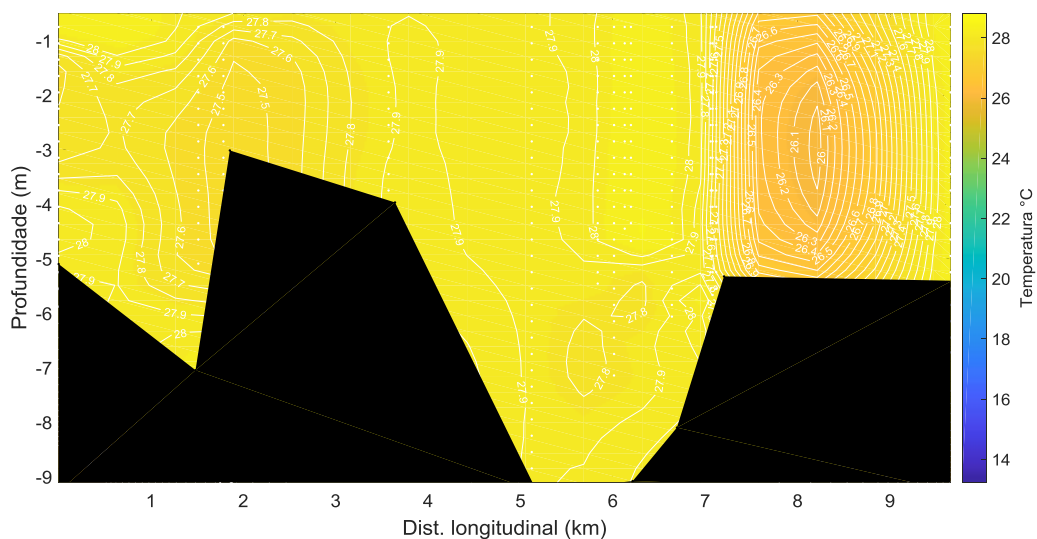


Figura 27: Distribuição longitudinal da temperatura da água na foz do rio São Francisco, variando da estação ESF 10 (ponto mais próximo à foz) à estação ESF 30 (ponto mais distante da foz,) no período de preamar do dia 14 de setembro de 2019. Os pontos brancos indicam a localização longitudinal de cada perfil.

MONITORAMENTO FIXO

As Tabelas 20 a 23 apresentam os dados relativos ao horário das coletas, direção e velocidade da água no monitoramento fixo nas estações de captação em Brejo Grande – SE e Piaçabuçu – Al (localidade de Penedinho), cujos dados podem ser visualizados nas Figuras 29 a 32.

A velocidade da corrente mais intensa registrada no monitoramento na cidade de Brejo Grande foi no dia 16 de setembro de 2019, quando atingiu $0,73 \text{ m.s}^{-1}$. Neste ponto, a variação bidirecional de vazante e enchente foi de 59 a 288° , respectivamente (

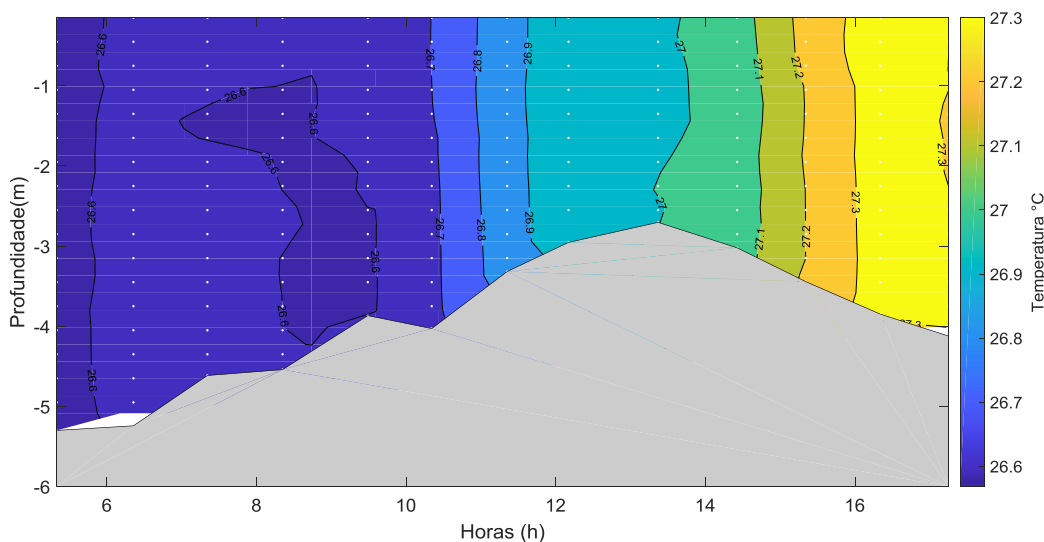


Figura 35 e 31). Em Penedinho, esta variou entre 87 a 293° (Figura 36 e 32), onde também foram registradas velocidades mais intensas que aquelas em Brejo Grande, tendo atingido $0,89 \text{ m.s}^{-1}$ no período de vazante.

Dados hidrodinâmicos

Campanhas fixas realizadas nos dias 01 e 02 de setembro de 2019

Tabela 20: Dados médios de velocidade e direção da coluna d'água durante o monitoramento fixo na bomba de captação de água da cidade de Brejo Grande –SE, no dia 01/09/2019.

Data	Hora	Estação	Vel. (m.s ⁻¹)	Direção (°)
01/09/2019	05:20	ESF_D1	0.417	261
	06:20	ESF 10	0.153	288
	07:20	ESF 14	0.357	82
	08:20	ESF 18	0.699	81
	09:30	ESF 21	0.611	78
	10:20	ESF 22	0.690	77
	11:20	ESF 23	0.642	74
	12:10	ESF 26	0.527	76
	13:20	ESF 30	0.527	74
	14:20	ESF 28	0.149	67
	15:20	ESF 31	0.311	262
	16:20	ESF 32	0.421	254
	17:20	ESF 27	0.428	265

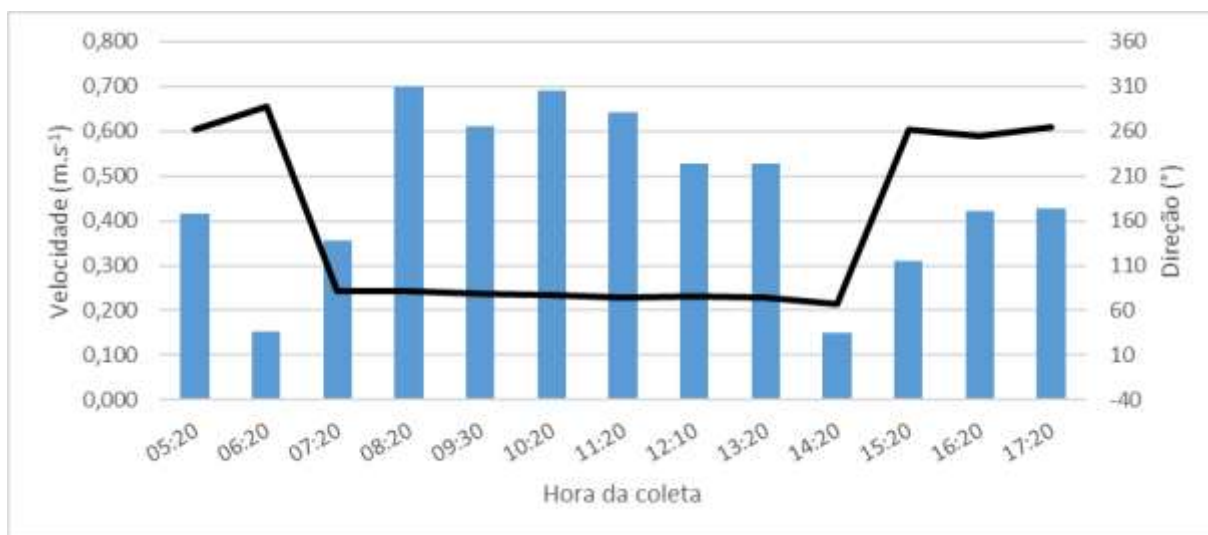


Figura 28: Dados hidrodinâmicos coletados durante a campanha fixa em Brejo Grande no dia 01/09/2019. As barras azuis representam a velocidade da corrente e a linha preta a direção.

Tabela 21: Dados médios de velocidade e direção da coluna d'água durante o monitoramento fixo na bomba de captação de água da cidade de Piaçabuçu-AL (Penedinho, ESF30) no dia 02/09/2019

Data	Hora	Estação	Vel. (m.s ⁻¹)	Direção (°)
02/09/2019	05:15	ESF_D1	0.647	286
	06:15	ESF 10	0.487	289
	07:15	ESF 14	0.178	268
	08:15	ESF 18	0.313	90
	09:15	ESF 21	0.728	103
	10:15	ESF 22	0.853	103
	11:15	ESF 23	0.754	103
	12:15	ESF 26	0.819	104
	13:15	ESF 30	0.803	102
	14:15	ESF 28	0.581	103
	15:15	ESF 31	0.114	87
	16:15	ESF 32	0.451	286
	17:15	ESF 27	0.454	285

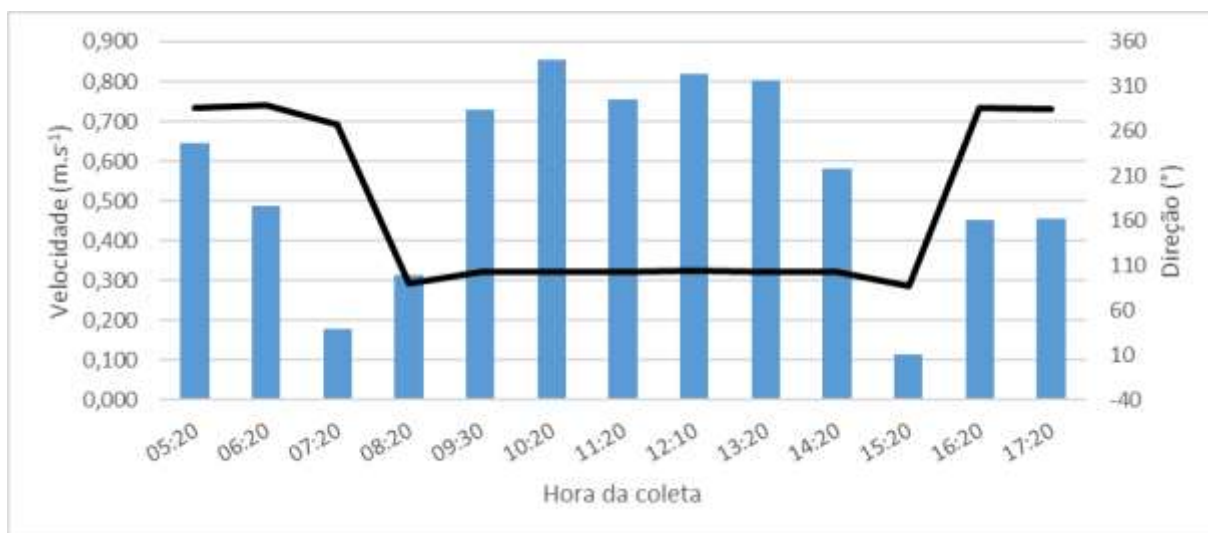


Figura 30: Dados hidrodinâmicos coletados durante a campanha fixa na bomba de captação de água da cidade de Piaçabuçu-AL (Penedinho, ESF 30), no dia 02/09/2019. As barras azuis representam a velocidade da corrente e a linha preta a direção.

Campanhas fixas realizadas nos dias 15 e 16 de setembro de 2019

Tabela 22: Dados de velocidade e direção da coluna d'água durante o monitoramento fixo na bomba de captação de água da cidade de Brejo Grande –SE, no dia 15/09/2019.

Data	Hora	Estação	Vel. (m.s ⁻¹)	Direção (°)
15/09/2019	05:13	ESF_D1	0.140	264
	06:13	ESF 10	0.192	82
	07:13	ESF 14	0.583	75
	08:13	ESF 18	0.708	80
	09:13	ESF 21	0.593	208
	10:13	ESF 22	0.736	76
	11:14	ESF 23	0.626	76
	12:05	ESF 26	0.060	76
	13:14	ESF 30	0.300	59
	14:13	ESF 28	0.182	263
	15:13	ESF 31	0.336	255
	16:13	ESF 32	0.324	257
	17:05	ESF 27	0.305	258

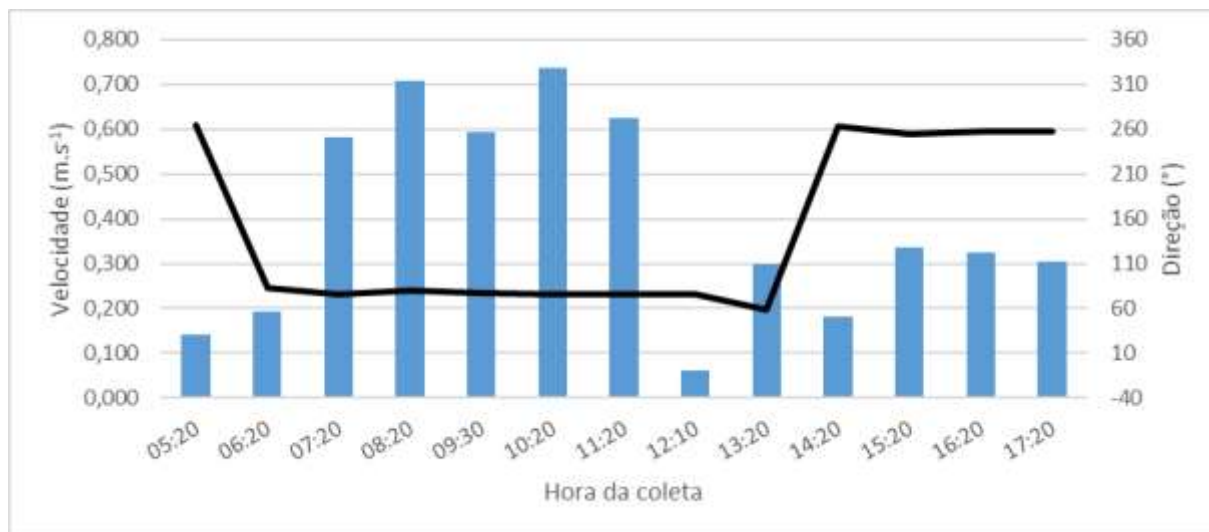


Figura 29: Dados hidrodinâmicos coletados durante a campanha fixa em Brejo Grande no dia 15/09/2019. As barras azuis representam a velocidade da corrente e a linha preta a direção.

Tabela 23: Dados médio de velocidade e direção da coluna d'água durante o monitoramento fixo na bomba de captação de água da cidade de Piaçabuçu-AL (Penedinho, ESF30) no dia 16/09/2019

Data	Hora	Estação	Vel. (m.s ⁻¹)	Direção (°)
16/09/2019	05:05	ESF_D1	0.382	293
	06:04	ESF 10	0.136	289
	07:03	ESF 14	0.358	97
	08:02	ESF 18	0.718	88
	09:01	ESF 21	0.848	102
	10:02	ESF 22	0.886	103
	11:02	ESF 23	0.858	103
	12:01	ESF 26	0.724	105
	13:00	ESF 30	0.570	103
	14:00	ESF 28	0.087	112
	15:00	ESF 31	0.485	286
	16:00	ESF 32	0.498	283
	17:00	ESF 27	0.367	284

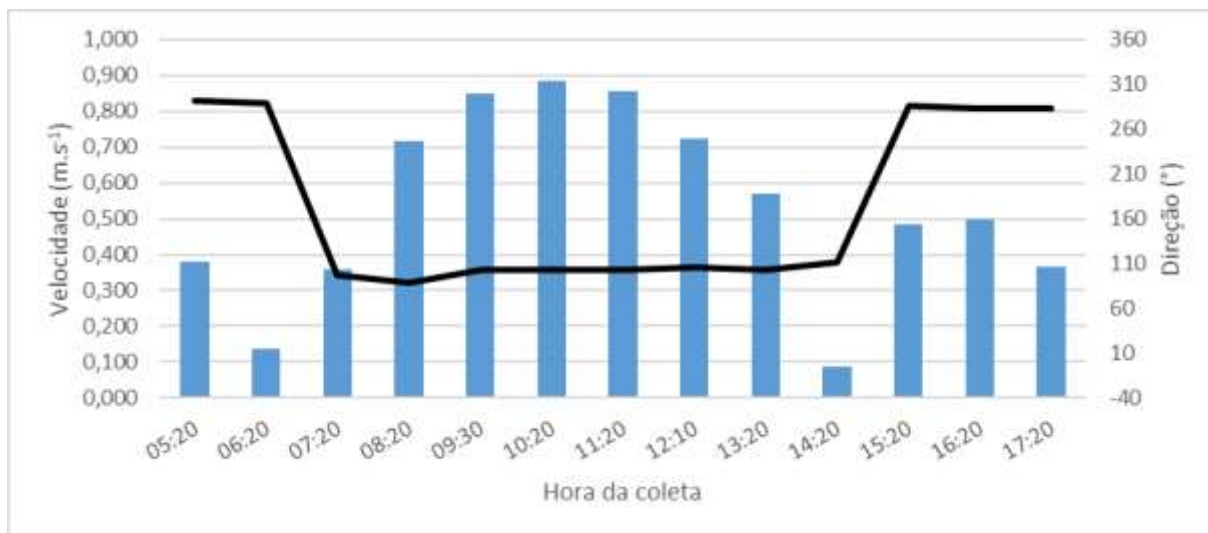


Figura 30: Dados hidrodinâmicos coletados durante a campanha fixa na bomba de captação de água da cidade de Piaçabuçu-AL (Penedinho, ESF 30), no dia 16/09/2019. As barras azuis representam a velocidade da corrente e a linha preta a direção.

As Figuras 33 a 36 representam a distribuição temporal de salinidade da água das campanhas fixas de 12 horas, realizadas nos dias 01, 02, 15 e 16 de setembro de 2019. A salinidade nas campanhas fixas de Brejo Grande e Penedinho, de maneira geral, se manteve abaixo de 0,11 PSU. Desta forma, em apenas um perfil no dia 02 de setembro, em Penedinho, foi evidenciado valores de 0,8 PSU em toda coluna d'água (Figura 34). Mas devido à elevação e declinação abrupta em relação aos perfis anterior e posterior, respectivamente, nos leva a crer que possa ter havido algum tipo de interferência no sensor de salinidade tendo em vista que o normal em um corpo estuarino é que a salinidade se eleve e decresça de forma gradativa. Nos manuais da sonda CTD empregada, o fabricante informa que algas e plantas aquáticas podem causar interferência no sensor, no Rio São Francisco é comum ver plantas aquáticas flutuando e derivando na coluna d'água, as quais se enroscam com frequência nos instrumentos de medição. Desta forma, foi adotado o procedimento de verificação da variação de salinidade em cada ponto de coleta e, caso sejam detectadas salinidades superiores a 0,5 PSU, está sendo realizado outro perfilamento de toda coluna d'água. Nas demais medições, a salinidade esteve abaixo de 0,5 PSU, valor considerado como limite para água salobra segundo a Resolução nº. 357 do CONAMA para águas da Classe 2.

Nas Figuras 37 a 40, estão representadas as variações temporais de temperatura da água para as campanhas fixas de 12 horas nas duas localidades monitoradas. Foi observado um padrão temporal similar de variação da temperatura, evidenciando uma elevação gradual da temperatura das massas de água ao longo do dia, com uma amplitude média de 0,8°C entre a primeira e a última medição, com valores mais elevados no final do dia, em todas as quatro campanhas realizadas.

Resultados de salinidade e temperatura

Salinidade

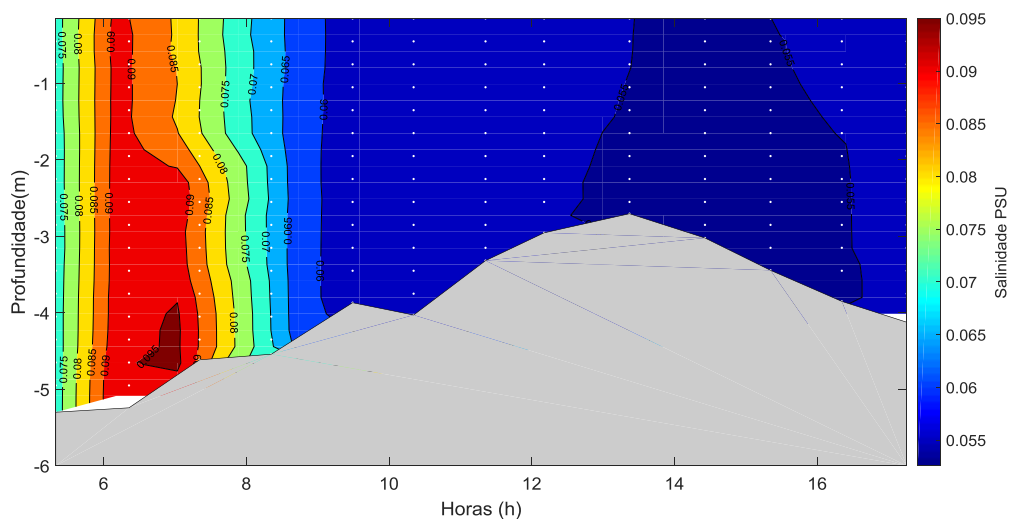


Figura 31: Distribuição temporal da salinidade da água durante o monitoramento fixo da cunha salina, realizado no dia 01 de setembro de 2019, nas proximidades da bomba de captação de água da cidade de Brejo Grande - SE (ESF 32). Os pontos brancos representam o momento do dia da campanha quando os perfis foram realizados e o formato do fundo corresponde à variação do nível da coluna d'água ou o ponto máximo de alcance do CTD.

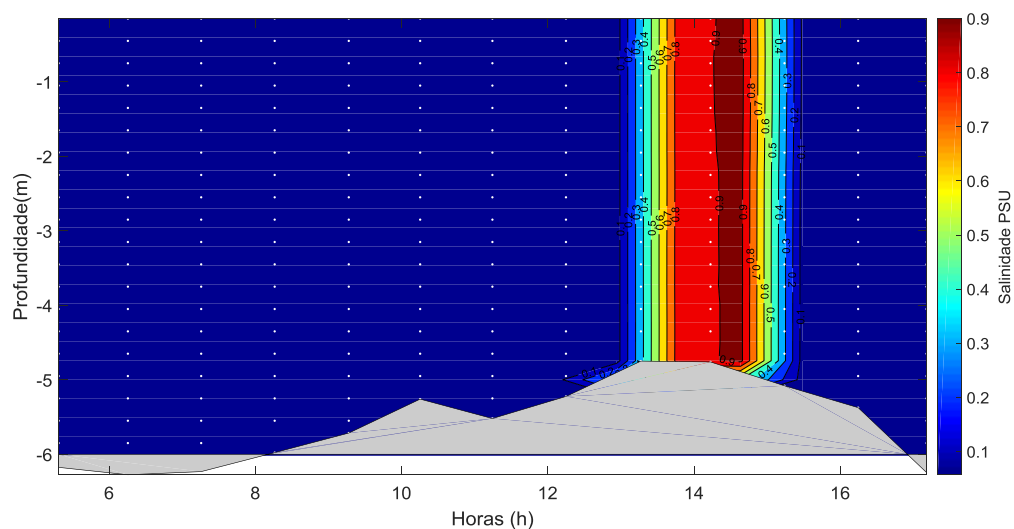


Figura 32: Distribuição temporal da salinidade da água durante o monitoramento fixo da cunha salina, realizado no dia 02 de setembro de 2019, nas proximidades da bomba de captação de água da cidade de Piaçabuçu (Penedinho, ESF 30). Os pontos brancos representam o momento do dia da campanha quando os perfis foram realizados e o formato do fundo corresponde à variação do nível da coluna d'água ou o ponto máximo de alcance do CTD.

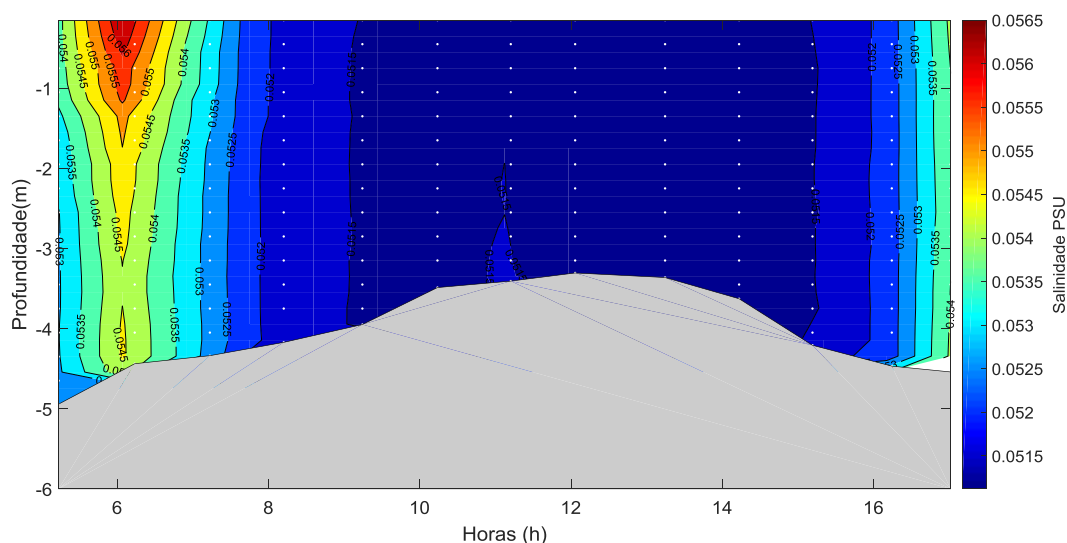


Figura 33: Distribuição temporal da salinidade da água durante o monitoramento fixo da cunha salina, realizado no dia 15 de setembro de 2019, nas proximidades da bomba de captação de água da cidade de Brejo Grande - SE (ESF 32). Os pontos brancos representam o momento do dia da campanha quando os perfis foram realizados e o formato do fundo corresponde à variação do nível da coluna d'água ou o ponto máximo de alcance do CTD.

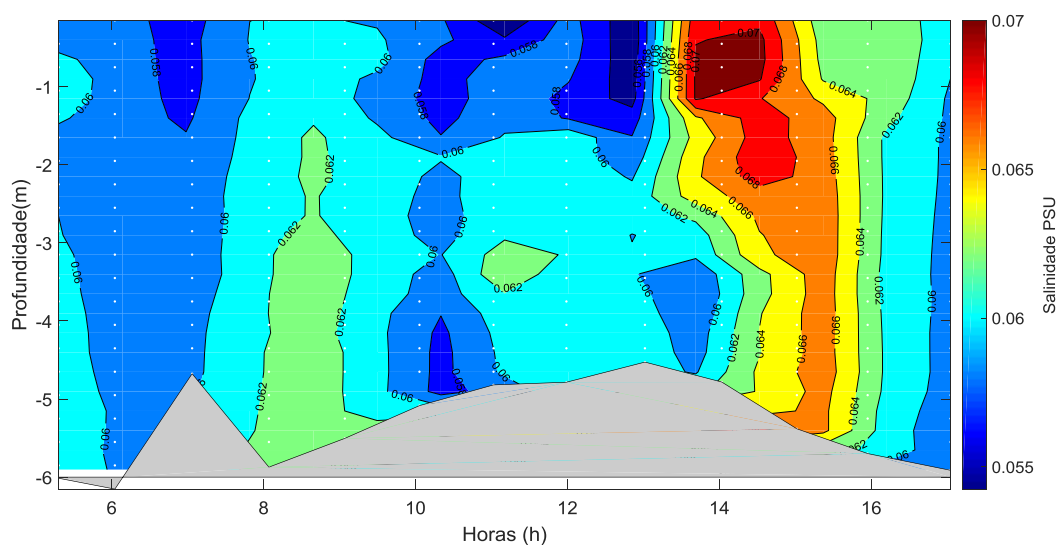


Figura 34: Distribuição temporal da salinidade da água durante o monitoramento fixo da cunha salina, realizado no dia 16 de setembro de 2019, nas proximidades da bomba de captação de água da cidade de Piaçabuçu (Penedinho, ESF 30). Os pontos brancos representam o momento do dia da campanha quando os perfis foram realizados e o formato do fundo corresponde à variação do nível da coluna d'água ou o ponto máximo de alcance do CTD.

Temperatura

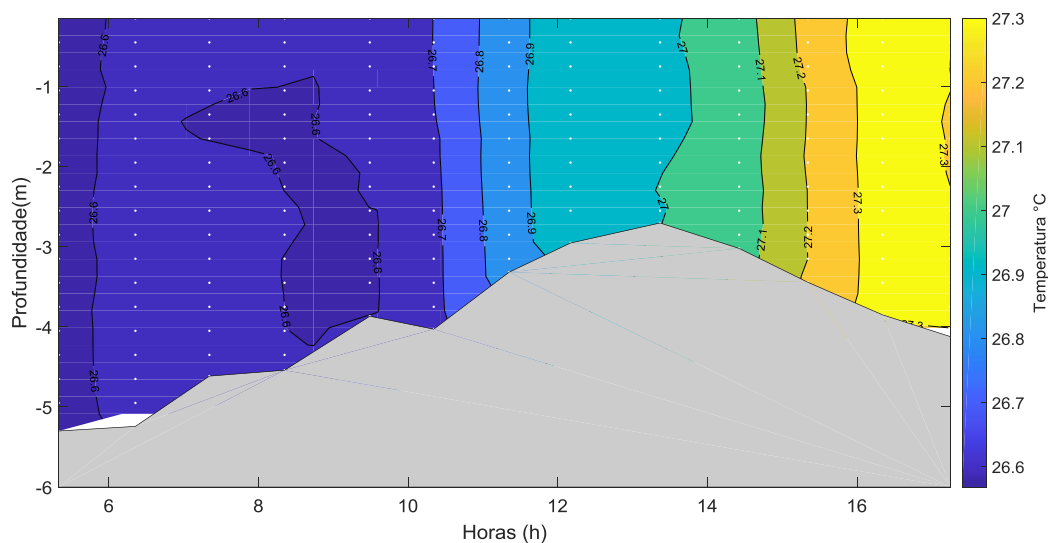


Figura 35: Distribuição temporal da temperatura da água durante o monitoramento fixo realizado no dia 01 de setembro de 2019, nas proximidades da bomba de captação de água da cidade de Brejo Grande (ESF 32). Os pontos brancos representam o momento do dia da campanha quando os perfis foram realizados e o formato do fundo corresponde à variação do nível da coluna d'água ou o ponto máximo de alcance do CTD.

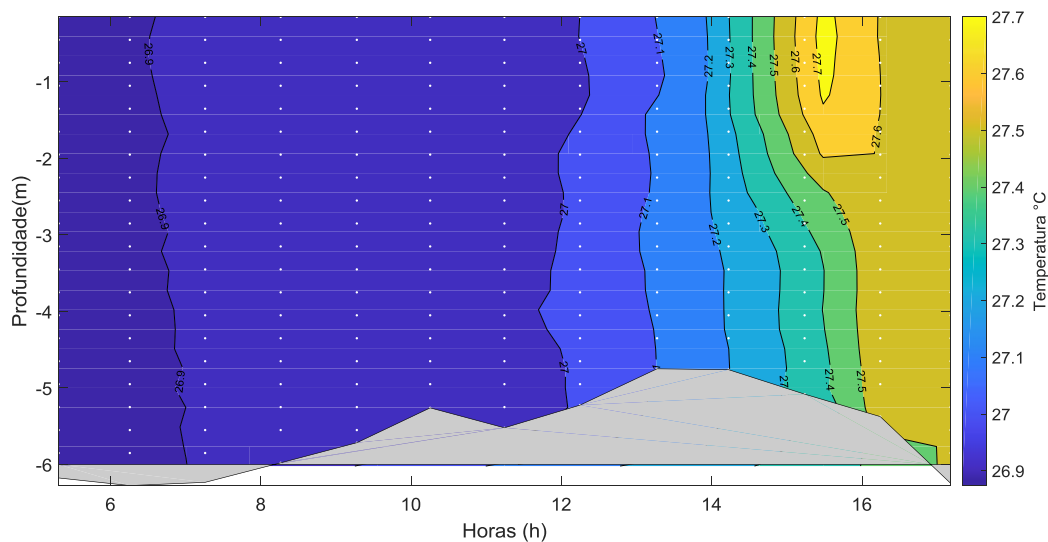


Figura 36: Distribuição temporal da temperatura para o monitoramento fixo de 12 horas da cunha salina, realizado no dia 02 de setembro de 2019 nas proximidades da bomba de captação de água da cidade de Brejo Grande (ESF 32). Os pontos brancos representam o momento do dia da campanha quando os perfis foram realizados e o formato do fundo corresponde à variação do nível da coluna d'água ou o ponto máximo de alcance do CTD.

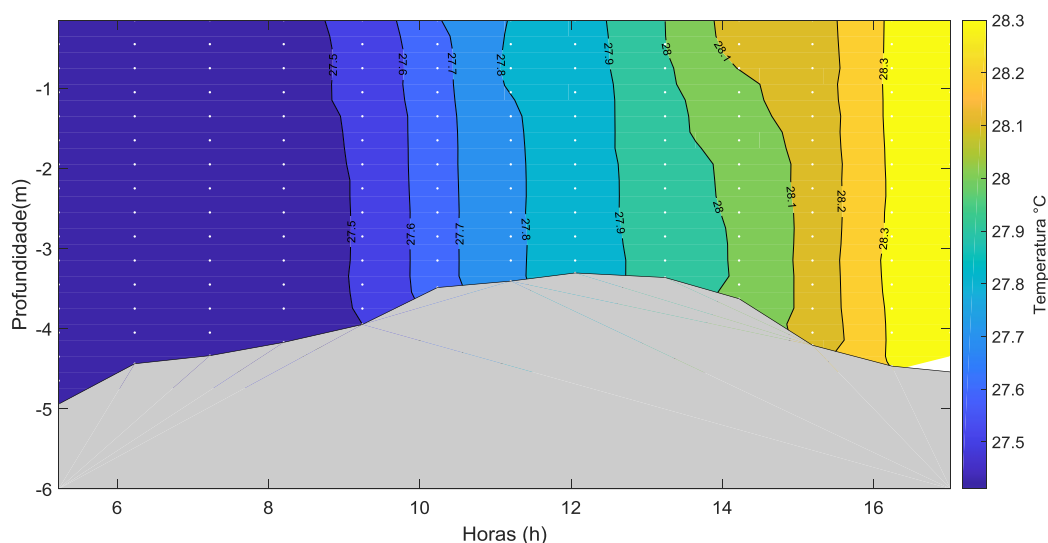


Figura 37: Distribuição temporal da temperatura para o monitoramento fixo de 12 horas da cunha salina, realizado no dia 15 de setembro de 2019 nas proximidades da bomba de captação de água da cidade de Brejo Grande (ESF 32). Os pontos brancos representam o momento do dia da campanha quando os perfis foram realizados e o formato do fundo corresponde à variação do nível da coluna d'água ou o ponto máximo de alcance do CTD.

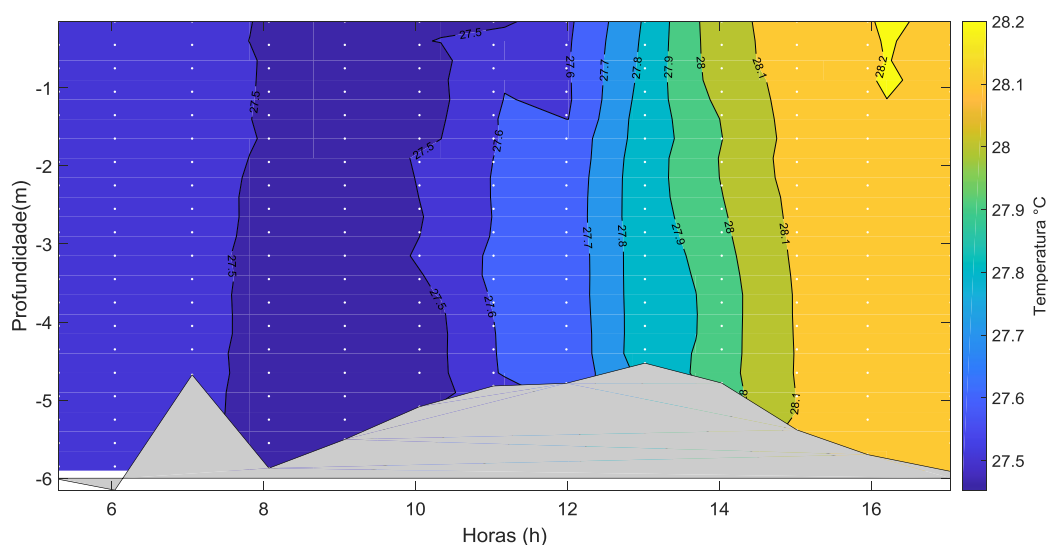


Figura 38: Distribuição temporal da temperatura para o monitoramento fixo de 12 horas da cunha salina, realizado no dia 16 de setembro de 2019 nas proximidades da bomba de captação de água da cidade de Piaçabuçu (Penedinho, ESF 30). Os pontos brancos representam o momento do dia da campanha quando os perfis foram realizados e o formato do fundo corresponde à variação do nível da coluna d'água ou o ponto máximo de alcance do CTD.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As marés durante as campanhas de coleta variaram entre a altura mínima de -0,1 m no dia 30 de agosto e máxima de 2,4 m também no dia 30 de agosto de 2019. Os ventos sopraram de forma predominante na direção sudeste, em torno de 125 -170°, com velocidade média de 3,1 m.s⁻¹, e a temperatura atmosférica média foi de 26,8°C para o período de lua nova e 27,3°C para o período de lua cheia.

As correntes apresentaram seu deslocamento de forma bidirecional, de acordo com a disposição geomorfológica de cada estação, tendo 8 delas (ESF D1, ESF 10, ESF 14, ESF 18, ESF 21, ESF 22, ESF 23 e ESF 25) apresentado variação entre o eixo de 120° - 300° (sudeste-noroeste), e as estações ESF, 26, ESF 27, ESF 28, ESF 30, ESF 31 e ESF 32 se deslocado no eixo nordeste-sudoeste. As correntes mais intensas foram registradas nos momentos de maré vazante nas estações localizadas no eixo sudeste-noroeste (ESF D1, ESF 10, ESF 14, ESF 18, ESF 21, ESF 22e ESF 23); onde as correntes chegaram à velocidade próxima a 1 m.s⁻¹. As correntes mais fortes foram registradas na superfície da coluna d'água, tendo decrescido com o aprofundamento ao longo da coluna d'água.

A temperatura da água do rio não demonstrou um padrão definido longitudinalmente nas campanhas móveis, tendo a sua distribuição de sido aparentemente relacionada diretamente com as condições do tempo. Como exemplo, durante a campanha de baixamar e preamar do dia 14 de setembro, quando foram registradas as menores médias de temperatura (26,1 e 27,5°C), o tempo esteve nublado durante as duas coletas.

E, por fim e mais importante, foi o comportamento da salinidade no Baixo São Francisco onde foi registrada nas campanhas móveis, a penetração da cunha salina durante a preamar, entre os pontos ESF 14 e 18, distantes aproximadamente 9,57 km da boca da barra do rio. A presença de água salgada na região mais próxima da foz esteve homogeneamente distribuída por toda a coluna d'água, atingindo picos de 30 PSU (preamar nos dias 30 de agosto e 13 de setembro de 2019, diferente dos momentos de baixamar, quando a salinidade se concentrou no fundo dos perfis entre os pontos ESD D1 e ESF 10, distantes aproximadamente 5,54 km da foz do rio, com picos entre 21 e 30 PSU.

Nas campanhas fixas, tanto em Brejo Grande quanto em Penedinho, a salinidade se manteve constante durante as 12 horas de monitoramento, em todas as 4 campanhas de

setembro/2019, a não ser o fato isolado de um perfil que registrou 0,8 PSU em toda coluna d'água, fato que pode estar associado à interferência de plantas aquáticas nos sensores da sonda. Nos demais perfis, a salinidade esteve inferior a 0,1 PSU, o que demonstra níveis seguros em relação à salinidade para a captação de água doce nos pontos ESF 32 (Brejo Grande - SE) e ESF 30 (Penedinho - AL). De acordo com a Resolução 357/2005 do CONAMA, a água é considerada doce até salinidade de 0,5 PSU, salobra de 0,5 a 30 PSU e salina a partir de 30 PSU.

Em relação ao monitoramento da cunha salina foi possível constatar que as medições móveis realizadas em dias consecutivos apresentaram comportamento similar, devido às mesmas condições de níveis de maré, clima e regime de ventos, de forma que os resultados obtidos no monitoramento para os dois dias consecutivos demonstraram um padrão similar de variação.

Os trabalhos desenvolvidos por grupos de pesquisa que estudam a cunha salina fazem o levantamento dos dados na baixamar e preamar das marés de sizígia e, algumas vezes, apenas na preamar, sendo possível caracterizar a cunha salina representando os dados com apenas uma baixamar e uma preamar, sendo possível analisar os picos de níveis e, assim, relacionar com as concentrações de sal para a região, como descrito por Valle-Levinson e Schettini (2015), quando caracterizaram a intrusão salina do rio hipersalino Mossoró, no Rio Grande do Norte. Outro artigo que corrobora com a presente sugestão é o Schettini *et al.* (2016), onde o autor caracterizou o rio Capibaribe que corta toda a cidade de Recife.

6 REFERÊNCIAS CONSULTADAS

ANA- Agência Nacional de Águas 2019, acessado em 28 de Agosto de, 2019, no site <http://ana.gov.br>

ANA- Agência Nacional de Águas 2017, Resolução N° 2.081, de 04 de dezembro de 2017. Condições de operação do sistema hídrico do Rio São Francisco.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resolução no 357, de 17 de março de 2005. Brasília. 2005.

CETESB. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Variáveis de Qualidade das Águas. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/variaveis.asp#serie>. Acessado

Domingues, E. C; Schettini, C. A. F; Truccolo, E. C. Filho, J. C. O., 2017. Hydrography and current on the Pernambuco Continental Shelf, Brazilian Journal of Water Resources, Porto Alegre v. 22, e. 43,

Schettini, C.A.F., Miranda, J.B., Valle-Levinson, A., Truccolo, E.C., Domingues, E.C., 2016. The circulation of the lower Capibaribe estuary (Brazil) and its implications in the transport of scalars. Brazilian Journal of Oceanography. 64 (3), 263-276. (a)

Valle-Levinson, A. & Schettini, C.A.F 2015., Fortnightly switching of residual flow drivers in tropical semiarid estuary. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 1-10.