

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



AGOSTO, 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

Agosto/2019

Equipe Executora

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

Ernesto de Carvalho Domingues

Engenheiro de Pesca, Crea: PE 19.281.661/0001-60

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
	MONITORAMENTOS MÓVEIS (LONGITUDINAIS).....	15
	Dados hidrodinâmicos	21
	Campanhas móveis realizadas nos dias 30 e 31 de agosto de 2019.....	22
	Campanhas móveis realizadas nos dias 15 e 16 de agosto de 2019.....	26
	Resultados do CTD	30
	MONITORAMENTO FIXO	40
	Dados hidrodinâmicos	41
	Campanhas fixas realizadas nos dias 01 e 02 de agosto de 2019.....	41
	Campanhas fixas realizadas nos dias 17 e 18 de agosto de 2019.....	43
	Resultados de salinidade e temperatura	45
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	50
6	REFERÊNCIAS CONSULTADAS	52

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	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 30/07/2019.....	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 30/07/2019.	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 31/07/2019. ...	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 15/08/2019. ...	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 15/08/2019.	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 16/08/2019. ...	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 16/08/2019.	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 julho 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 julho 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 julho 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 julho 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 15 de agosto 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 15 de agosto 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 16 de agosto 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 16 de agosto 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 julho 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 julho 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 julho 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 15 de agosto 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 15 de agosto 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 16 de agosto 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 15 de agosto 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 01/08/2019. 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 17/08/2019. 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 02/08/2019. 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 agosto 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. 45

- Figura 34:** Distribuição temporal da salinidade da água durante o monitoramento fixo da cunha salina, realizado no dia 02 de agosto 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. 46
- Figura 35:** Distribuição temporal da salinidade da água durante o monitoramento fixo da cunha salina, realizado no dia 17 de agosto 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 36:** Distribuição temporal da salinidade da água durante o monitoramento fixo da cunha salina, realizado no dia 02 de agosto 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 37:** Distribuição temporal da temperatura da água durante o monitoramento fixo realizado no dia 01 de agosto 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..... 47
- Figura 38:** Distribuição temporal da temperatura para o monitoramento fixo de 12 horas da cunha salina, realizado no dia 02 de agosto 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. 48
- Figura 39:** Distribuição temporal da temperatura para o monitoramento fixo de 12 horas da cunha salina, realizado no dia 16 de agosto 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. 48
- Figura 40:** Distribuição temporal da temperatura para o monitoramento fixo de 12 horas da cunha salina, realizado no dia 18 de agosto 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. 49

Índice de Tabelas

Tabela 1: Nome, coordenadas, profundidade na baixamar e distância da foz de cada ponto 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 31/07/19) e lua cheia (15 e 16/08/19), com indicação dos horários de realização das coletas (em azul). Dados relativos 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 30/07/2019, 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 15/08/2019 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 15/08/2019, 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 16/08/2019, 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 16/08/2019, 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 médio 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 31/07/2019, na foz do Rio São Francisco.....	22
Tabela 13: Dados médio 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 30/07/2019, na foz do Rio São Francisco.....	23
Tabela 14: Dados médio 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 31/07/2019, na foz do Rio São Francisco.....	24
Tabela 15: Dados médio 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 31/07/2019, na foz do Rio São Francisco.....	25
Tabela 16: Dados médio 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 15/08/2015, na foz do Rio São Francisco.....	26
Tabela 17: Dados médio 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 15/08/2019, na foz do Rio São Francisco.....	27
Tabela 18: Dados médio 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 16/08/2019, na foz do Rio São Francisco.....	28

Tabela 19: Dados médio 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 16/08/2019, na foz do Rio São Francisco.....	29
Tabela 20: Dados médio 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 01/08/2019.	41
Tabela 21: 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 02/08/2019.....	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 17/08/2019. .	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 18/08/2019.....	44

1 Introdução

Os corpos hídricos do Rio São Francisco-RSF percorrem por 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.

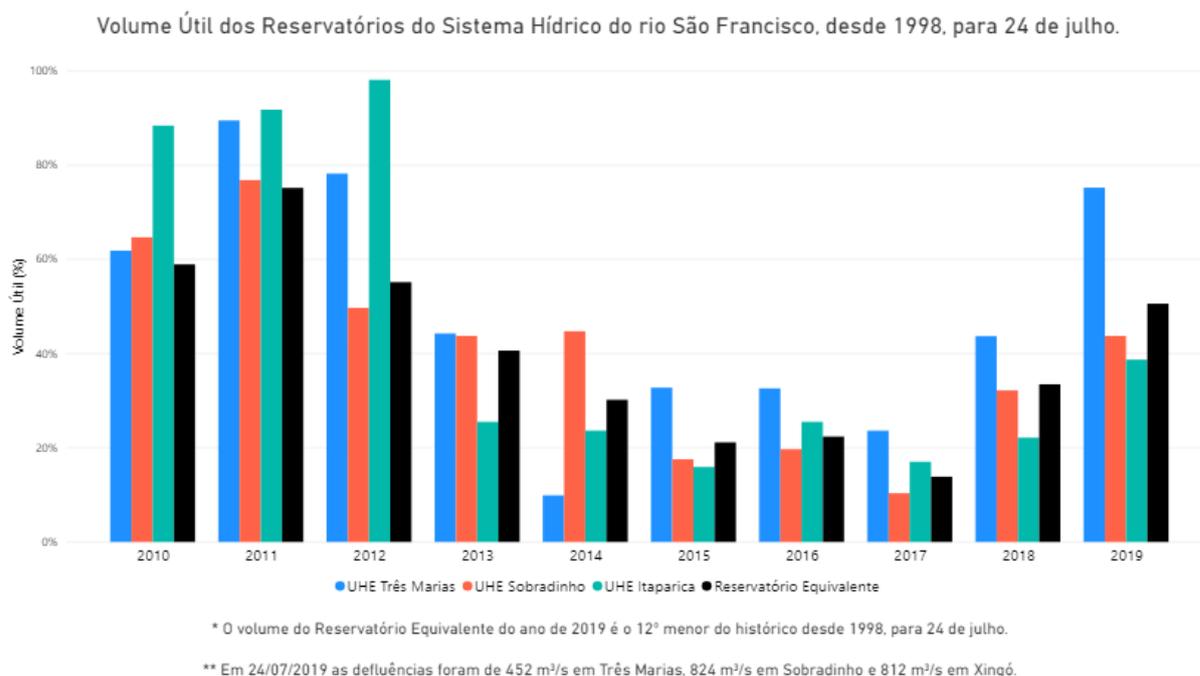


Figura 1: Série histórica de 2010 a 2019 do acúmulo de água nos reservatórios ao longo do rio São Francisco. Fonte: <www.ana.gov.br>.

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).

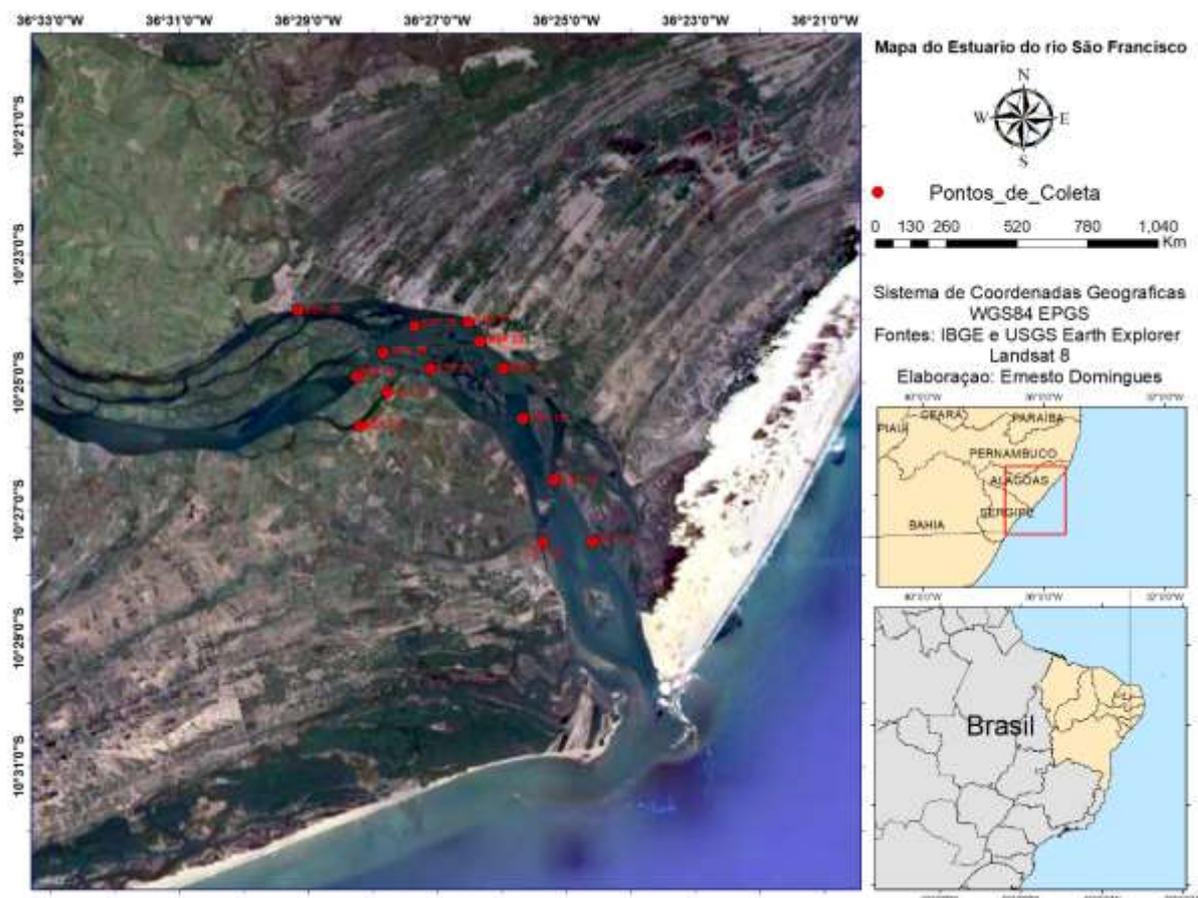


Figura 2: Localização das estações de monitoramento da introdução da cunha salina no trecho inferior do rio São Francisco. A posição das estações está marcada em vermelho.

3 Metodologia

O monitoramento da cunha salina no mês de agosto de 2019 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.

A primeira campanha foi realizada no dia 30 de julho de 2019. 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.

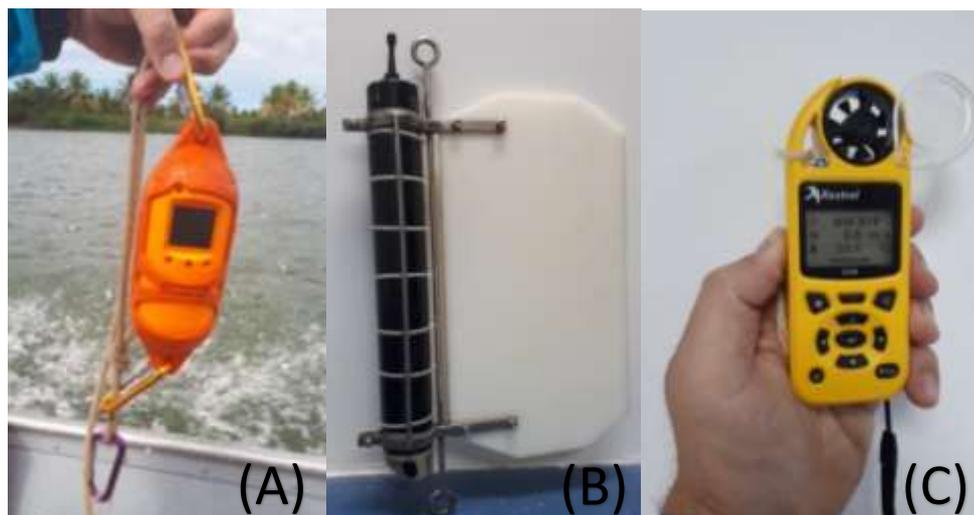


Figura 4: Instrumentos empregados na mensuração das variáveis meteorológicas e hidrológicas: CTD YSI CAstAway (A), correntômetro Aquadopp Current Meter (B) e mini-estação Kestrel (C).

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 agosto/19, os ventos sopraram predominantemente da direção de 141°, com velocidade média de 4,03 m.s⁻¹. Os ventos mais intensos foram registrados nos dias 15 e 16 de agosto, apresentando médias de 4,75 m.s⁻¹, enquanto a temperatura atmosférica média foi de 25,22°C.

Tabela 2: Dados de altura da maré durante as fases de lua nova (30 e 31/07/19) e lua cheia (15 e 16/08/19), com indicação dos horários de realização das coletas (em azul). Dados relativos ao Terminal Marítimo Inácio Barbosa - SE (DHN).

Lua	Datas	Hora	Altura da Maré (m)
Nova	30/07/2019	2:02	2,1
		8:19	0,1
		14:34	2,1
	31/07/2019	20:41	0,3
		2:51	2,2
		9:08	0,1
		15:21	2,2
Cheia	15/08/2019	21:26	0,2
		3:24	2,1
		9:43	0,2
	16/08/2019	15:54	2,0
		21:54	0,4
		4:00	2,1
		10:17	0,2
	16:26	2,0	
	22:28	0,4	

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 30/07/2019, na foz do Rio São Francisco.

Data	Hora	Estação	Direção (°)	Velocidade (m.s ⁻¹)	Temp. ar (°C)
30/07/2019	07:06	ESF_D1	151	5.2	23.9
	07:35	ESF 10	103	2.6	24.1
	08:06	ESF 14	124	2.6	23.1
	08:26	ESF 18	165	1.6	24.2
	08:48	ESF 21	147	2.3	25.7
	09:05	ESF 22	150	2.4	25.9
	09:26	ESF 23	139	2.6	23.3
	09:46	ESF 26	149	2.3	23.3
	10:00	ESF 30	105	2.1	23.2
	10:29	ESF 28	129	2.6	23.5
	10:38	ESF 31	128	2.2	23.7
	10:55	ESF 32	183	1.4	24.1
	11:03	ESF 27	288	0.5	25.5
	11:15	ESF 25	119	2.4	25.3
Média			143	2.35	24

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 (°)	Velocidade (m.s ⁻¹)	Temp. ar (°C)
30/07/2019	13:17	ESF_D1	253	4	24.9
	13:35	ESF 10	250	5	25.2
	13:51	ESF 14	210	5.5	25.1
	14:00	ESF 18	250	5	25.3
	14:08	ESF 21	260	5	26
	14:17	ESF 22	180	5	25.1
	14:24	ESF 23	188	4.8	25.2
	14:33	ESF 26	240	4.5	25.4
	14:46	ESF 30	113	28	26.3
	15:03	ESF 28	160	5.3	25.1
	15:13	ESF 31	265	4	25
	15:30	ESF 32	270	2.6	25.1
	15:39	ESF 27	260	0.6	25.9
	15:47	ESF 25	280	2.9	25
Média			250	4.9	25.15

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 (°)	Velocidade (m.s ⁻¹)	Temp. ar (°C)
31/07/2019	07:51	ESF_D1	132	4.5	26
	08:04	ESF 10	100	2.6	26.5
	08:16	ESF 14	90	4.1	27
	08:26	ESF 18	118	2.5	27
	08:35	ESF 21	108	4.6	26.9
	08:51	ESF 22	106	2.6	27.1
	08:54	ESF 23	100	2.9	27.2
	09:06	ESF 26	102	2.7	27.3
	09:21	ESF 30	87	3.3	26.6
	09:35	ESF 28	102	4.3	26.9
	09:43	ESF 31	70	4.6	26.7
	09:59	ESF 32	112	3.7	26.5
	10:06	ESF 27	106	1.7	30.2
	10:15	ESF 25	105	2.8	28
Média			103.5	3.1	26.95

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 (°)	Velocidade (m.s ⁻¹)	Temp. ar (°C)
31/07/2019	14:02	ESF_D1	102	3.2	26.8
	14:20	ESF 10	140	3.4	26.7
	14:30	ESF 14	178	3.7	26.7
	15:00	ESF 18	123	3.5	27.4
	15:06	ESF 21	124	4.5	27
	15:15	ESF 22	152	4.6	27.1
	15:25	ESF 23	110	4.3	27.3
	15:35	ESF 26	143	2.3	27.4
	15:50	ESF 30	127	2.3	26.9
	16:03	ESF 28	113	2.1	27.5
	16:12	ESF 31	123	2.9	27.6
	16:23	ESF 32	121	2.3	27.2
	16:32	ESF 27	139	1.5	27.2
	16:41	ESF 25	146	2.3	26.3
Média			125.5	3.05	27.15

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 15/08/2019 na foz do Rio São Francisco.

Data	Hora	Estação	Direção (°)	Velocidade (m.s ⁻¹)	Temp. ar (°C)
15/08/2019	08:58	ESF_D1	100	6.1	26.6
	09:19	ESF 10	154	6.4	26.6
	09:33	ESF 14	144	4.6	26.6
	09:45	ESF 18	150	5.1	26.3
	09:55	ESF 21	104	4	27.1
	10:19	ESF 22	137	5.5	26.9
	10:35	ESF 23	139	5.3	26.6
	11:02	ESF 30	98	5.2	26.7
	11:20	ESF 26	101	2.8	28.6
	11:25	ESF 28	110	5	27.1
	11:35	ESF 31	125	4.8	27.3
	11:51	ESF 32	127	2.2	27.7
	12:00	ESF 27	93	0.8	28.3
	12:08	ESF 25	143	6.3	26.7
Média			126	5	26.8

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 15/08/2019, na foz do Rio São Francisco.

Data	Hora	Estação	Direção (°)	Velocidade (m.s ⁻¹)	Temp. ar (°C)
15/08/2019	15:09	ESF_D1	108	6.5	26.5
	15:28	ESF 10	109	5.1	23.3
	15:41	ESF 14	141	6.6	26.3
	15:54	ESF 18	104	4.6	26.8
	16:06	ESF 21	120	7.5	26.2
	16:38	ESF 22	135	7.5	25.9
	16:45	ESF 23	114	4.6	25.9
	16:54	ESF 30	104	3.9	25.7
	17:08	ESF 26	79	2.2	25.4
	17:21	ESF 28	63	2.7	25.4
	17:32	ESF 31	175	3.3	25.3
	17:46	ESF 32	222.5	1.85	24.95
	17:56	ESF 27	270	0.4	24.6
	18:06	ESF 25	112	5.9	25.5
Média			113	5	25.6

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 16/08/2019, na foz do Rio São Francisco.

Data	Hora	Estação	Direção (°)	Velocidade (m.s ⁻¹)	Temp. ar (°C)
16/08/2019	09:32	ESF_D1	108	6.3	24.8
	09:47	ESF 10	119	4.7	25.5
	10:07	ESF 14	153	4.5	26
	10:17	ESF 18	106	7.7	25.6
	10:28	ESF 21	114	5.5	25.4
	10:44	ESF 22	100	7.2	24
	10:57	ESF 23	116	3.6	24.1
	11:09	ESF 30	128	4.1	24.8
	11:27	ESF 26	139	2.8	26.3
	11:44	ESF 28	202	5	23
	11:56	ESF 31	136	5.1	23.2
	12:12	ESF 32	135	2.8	23.7
	12:22	ESF 27	245	1.1	24.3
	12:32	ESF 25	121	5.2	24.5
	Média			124.5	4.85

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 16/08/2019, na foz do Rio São Francisco.

Data	Hora	Estação	Direção (°)	Velocidade (m.s ⁻¹)	Temp. ar (°C)
16/08/2019	15:23	ESF_D1	152	8	24.5
	15:39	ESF 10	185	4.9	22.8
	15:54	ESF 14	150	5.7	23.2
	16:05	ESF 18	137	6.9	23.5
	16:21	ESF 21	150	8.6	23.8
	16:33	ESF 22	143	2.8	23.9
	16:42	ESF 23	142	5.9	23.9
	16:52	ESF 30	150	3.9	23.7
	17:08	ESF 26	110	1.6	23.5
	17:28	ESF 28	240	2.1	23.9
	17:33	ESF 31	180	3	23.6
	17:49	ESF 32	107	1.6	23.9
	17:59	ESF 27	102	2.4	23.9
	18:14	ESF 25	120	6.4	5.6
	Média			146.5	4.4

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 $800 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. A altura da baixamar e preamar foi de, respectivamente, 0,1; 0,1; 2,1 e 2,2 m na lua nova, e aqueles de lua cheia, de 0,2; 0,2; 2,0 e 2,0 - 2,1 m (**Tabela 2**).

Na fase de lua nova, a direção predominante do vento foi leste ($155,5^\circ$), com velocidade média de $3,35 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ e temperatura média do ar de $25,81^\circ\text{C}$ ($24,00$ a $27,15^\circ\text{C}$) (Tabela 11). Na fase de lua cheia, o vento apresentou direção predominante sudeste ($127,5^\circ$), com velocidade média de $4,7 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ e temperatura média do ar de $25,23^\circ\text{C}$ ($23,85$ a $26,80^\circ\text{C}$) (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			Velocidade			Temperatura		
	Mín	Méd	Máx	Mín	Méd	Máx	Mín	Méd	Máx
Lua nova	103.5	155.5	250.0	2.4	3.4	4.9	24.00	25.81	27.15
Lua Cheia	113.0	127.5	146.5	4.4	4.7	5.1	23.85	25.23	26.80
Médias	108.3	141.5	198.3	3.4	4.0	5.0	23.9	25.5	27.0

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 ($0,61 \text{ m.s}^{-1}$) do que na preamar ($0,46 \text{ m.s}^{-1}$). A estação amostral que apresentou as maiores intensidade de corrente foi a ESF 22. com médias de $0,73 \text{ m.s}^{-1}$. 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 ($60 - 75^\circ$). 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 $0,37 \text{ m.s}^{-1}$. 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 $0,66 \text{ m}^{-1}$, 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.

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

Tabela 12: Dados médio 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 31/07/2019, na foz do Rio São Francisco.

Data	Hora	Estação	Vel.(m.s ⁻¹)	Direção (°)
30/07/2019	07:06	ESF_D1	0.48	177.9
	07:35	ESF 10	0.785	178.7
	08:06	ESF 14	0.572	182.6
	08:26	ESF 18	0.738	187.35
	08:48	ESF 21	0.751	163
	09:05	ESF 22	0.82	172
	09:26	ESF 23	0.567	151
	09:46	ESF 26	0.562	87.5
	10:00	ESF 30	0.623	107
	10:29	ESF 28	0.515	61
	10:38	ESF 31	0.484	74
	10:55	ESF 32	0.415	75
	11:03	ESF 27	0.271	59
	11:15	ESF 25	0.078	30.5

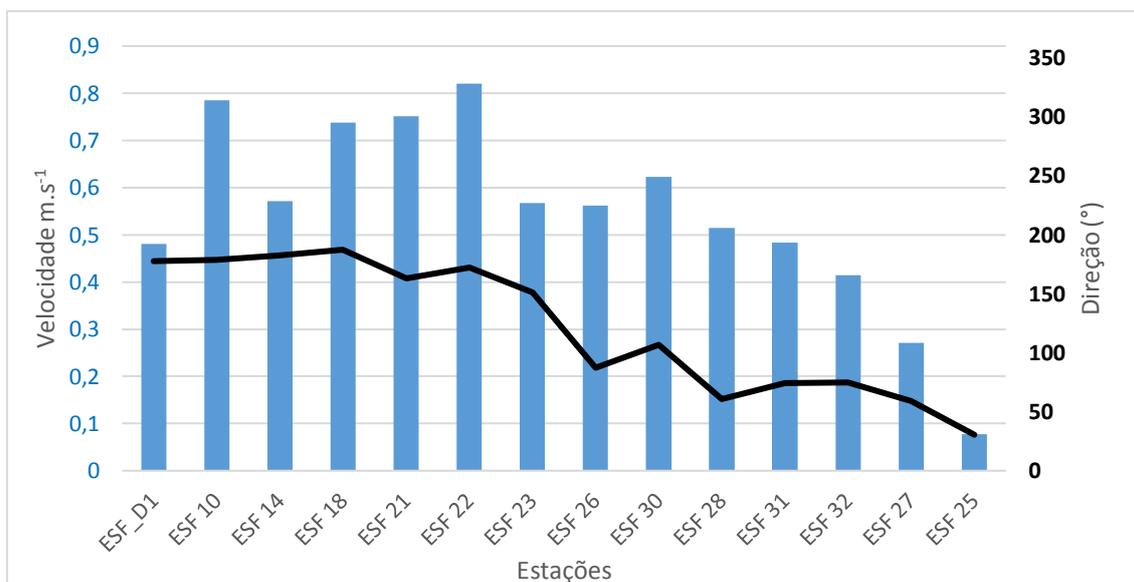


Figura 5: Variação média da velocidade (barras azuis) e da direção (linha preta) das correntes na coluna entre pelas estações de amostragem da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante a baixamar da maré de sizígia (lua nova) do dia 30/07/2019.

Tabela 13: Dados médio 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 30/07/2019, na foz do Rio São Francisco.

Data	Hora	Estação	Vel.(m.s ⁻¹)	Direção (°)
30/07/2019	13:17	ESF_D1	0.555	355
	13:35	ESF 10	0.496	218
	13:51	ESF 14	0.766	171.5
	14:00	ESF 18	0.511	11
	14:08	ESF 21	0.458	337
	14:17	ESF 22	0.6185	345
	14:24	ESF 23	0.385	324
	14:33	ESF 26	0.377	271.5
	14:46	ESF 30	0.415	293
	15:03	ESF 28	0.285	258
	15:13	ESF 31	0.5345	248.5
	15:30	ESF 32	0.2525	259.5
	15:39	ESF 27	0.1705	248.5
	15:47	ESF 25	0.274	321

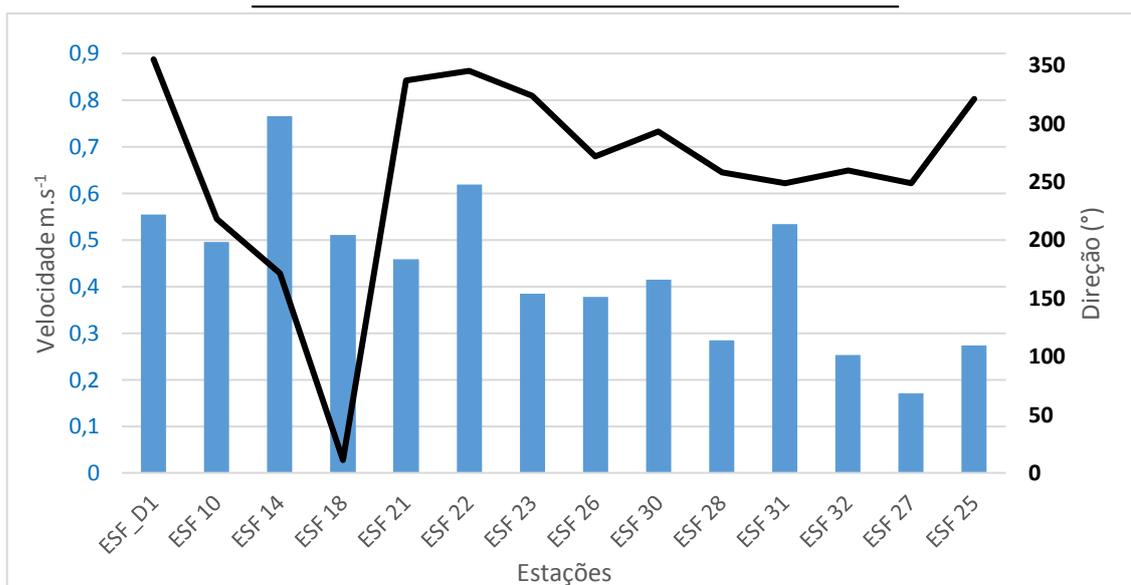


Figura 6: Variação média da velocidade (barras azuis) e da direção (linha preta) das correntes na coluna entre pelas estações de amostragem da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante a preamar da maré de sizígia (lua nova) do dia 30/07/2019.

Tabela 14: Dados médio 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 31/07/2019, na foz do Rio São Francisco.

Data	Hora	Estação	Vel.(m.s ⁻¹)	Direção (°)
31/07/2019	07:51	ESF_D1	0.5845	189
	08:04	ESF 10	0.816	176
	08:16	ESF 14	0.641	192
	08:26	ESF 18	0.791	189.5
	08:35	ESF 21	0.762	157
	08:51	ESF 22	0.75	153
	08:54	ESF 23	0.589	137
	09:06	ESF 26	0.683	90
	09:21	ESF 30	0.886	103
	09:35	ESF 28	0.597	58
	09:43	ESF 31	0.409	72
	09:59	ESF 32	0.6445	73
	10:06	ESF 27	0.686	60
	10:15	ESF 25	0.512	137

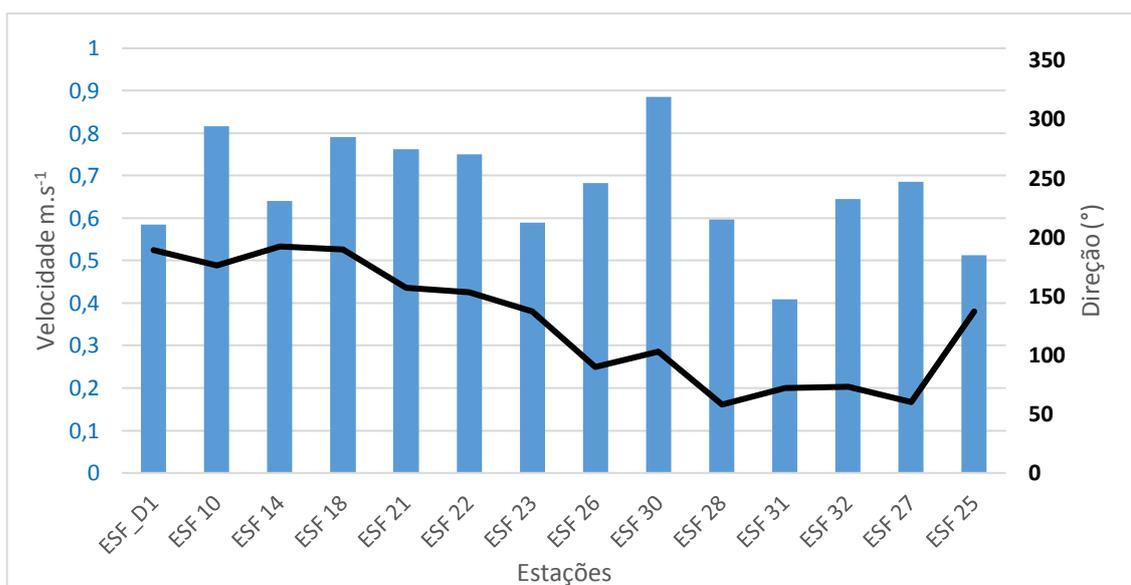


Figura 7: Variação média da velocidade (barras azuis) e da direção (linha preta) das correntes na coluna entre pelas estações de amostragem da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante a baixamar da maré de sizígia (lua cheia) do dia 31/07/2019.

Tabela 15: Dados médio 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 31/07/2019, na foz do Rio São Francisco.

Data	Hora	Estação	Vel.(m.s ⁻¹)	Direção (°)
31/07/2019	14:02	ESF_D1	0.555	355
	14:20	ESF 10	0.619	355.5
	14:30	ESF 14	0.6495	174
	15:00	ESF 18	0.662	11
	15:06	ESF 21	0.466	338
	15:15	ESF 22	0.785	344
	15:25	ESF 23	0.58	336
	15:35	ESF 26	0.468	275.5
	15:50	ESF 30	0.414	286
	16:03	ESF 28	0.294	256
	16:12	ESF 31	0.4805	253.5
	16:23	ESF 32	0.295	0.257
	16:32	ESF 27	0.271	235
	16:41	ESF 25	0.2695	325.5

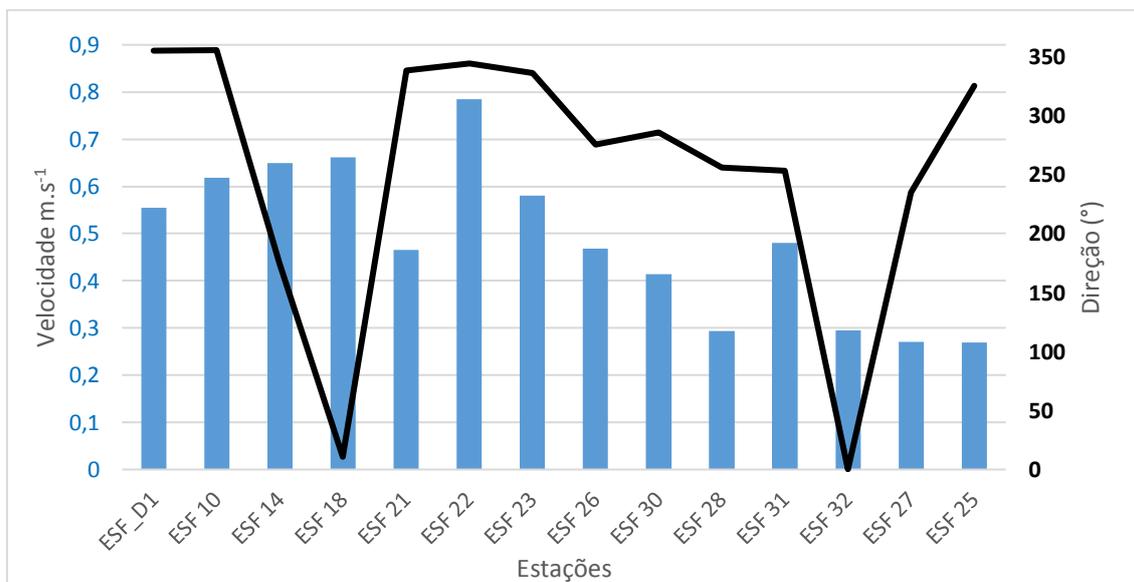


Figura 8: Variação média da velocidade (barras azuis) e da direção (linha preta) das correntes na coluna entre pelas estações de amostragem da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante a preamar da maré de sizígia (lua cheia) do dia 31/08/2019.

Campanhas móveis realizadas nos dias 15 e 16 de agosto de 2019.

Tabela 16: Dados médio 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 15/08/2015, na foz do Rio São Francisco.

Data	Hora	Estação	Vel.(m.s ⁻¹)	Direção (°)
15/08/2019	08:58	ESF_D1	0.600	184
	09:19	ESF 10	0.613	180.5
	09:33	ESF 14	0.254	183.5
	09:45	ESF 18	0.571	173
	09:55	ESF 21	0.595	162.5
	10:19	ESF 22	0.759	164
	10:35	ESF 23	0.690	137
	11:02	ESF 30	0.640	111.5
	11:20	ESF 26	0.604	87
	11:25	ESF 28	0.597	71.5
	11:35	ESF 31	0.609	76.5
	11:51	ESF 32	0.516	80.5
	12:00	ESF 27	0.419	60
	12:08	ESF 25	0.324	143.5

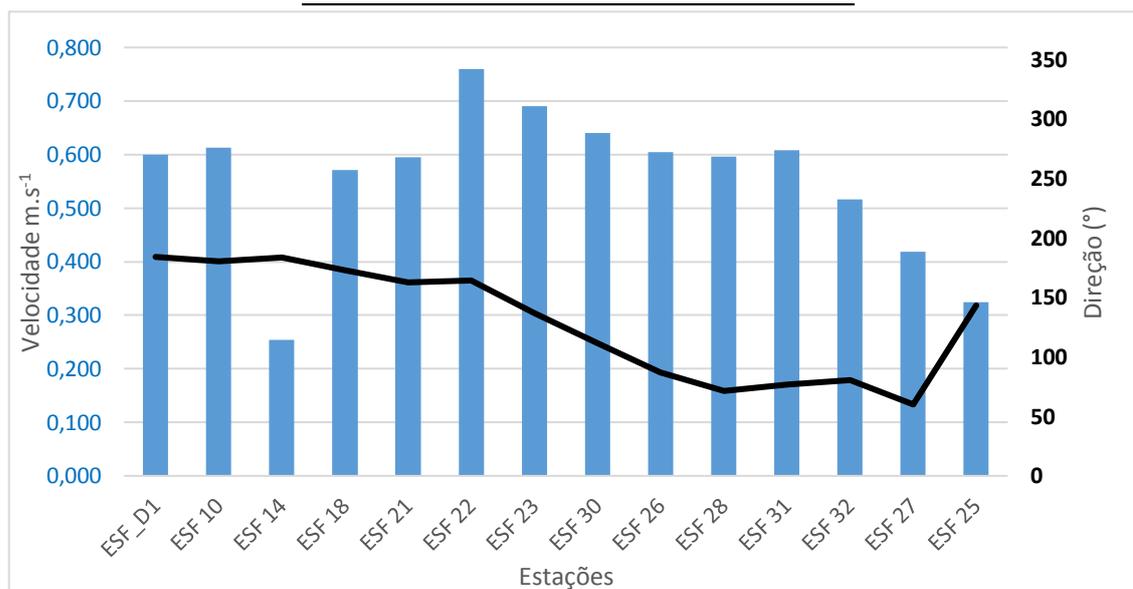


Figura 9: Variação média da velocidade (barras azuis) e da direção (linha preta) das correntes na coluna entre pelas estações de amostragem da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante a baixamar da maré de sizígia (lua cheia) do dia 15/08/2019.

Tabela 17: Dados médio 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 15/08/2019, na foz do Rio São Francisco.

Data	Hora	Estação	Vel.(m.s ⁻¹)	Direção (°)
15/08/2019	15:09	ESF_D1	0.316	8
	15:28	ESF 10	0.501	13.5
	15:41	ESF 14	0.255	124
	15:54	ESF 18	0.191	64.5
	16:06	ESF 21	0.367	346
	16:38	ESF 22	0.293	344.5
	16:45	ESF 23	0.187	323
	16:54	ESF 26	0.251	275
	17:08	ESF 30	0.201	287
	17:21	ESF 28	0.080	231
	17:32	ESF 31	0.173	233
	17:46	ESF 32	0.075	73
	17:56	ESF 27	0.216	52
	18:06	ESF 25	0.406	132

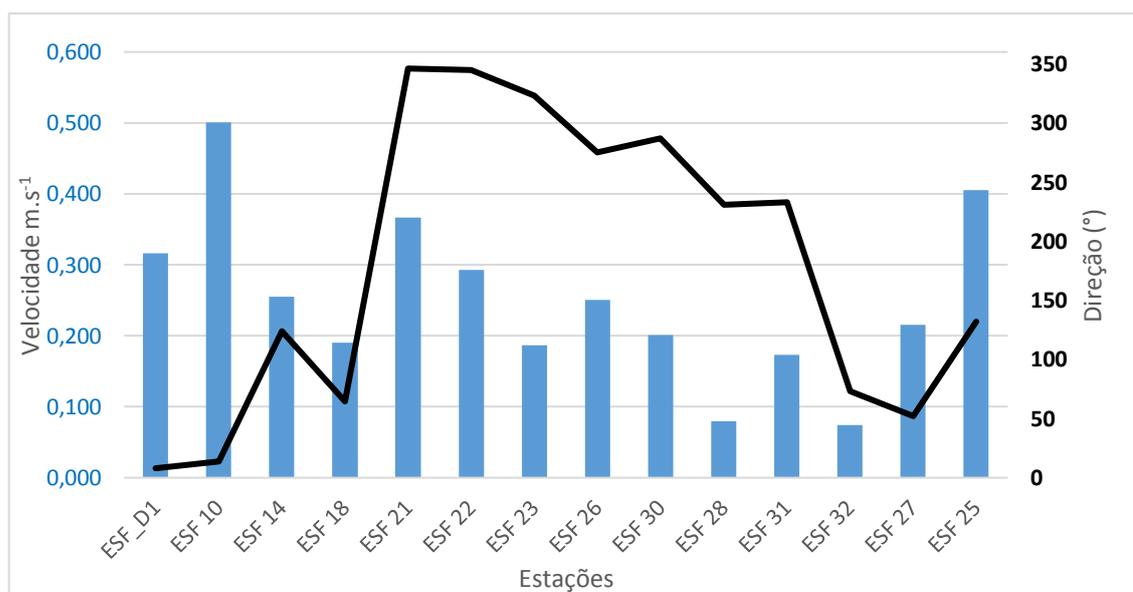


Figura 10: Variação média da velocidade (barras azuis) e da direção (linha preta) das correntes na coluna entre pelas estações de amostragem da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante a preamar da maré de sizígia (lua cheia) do dia 15/08/2019.

Tabela 18: Dados médio 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 16/08/2019, na foz do Rio São Francisco.

Data	Hora	Estação	Vel.(m.s ⁻¹)	Direção (°)
16/08/2019	09:32	ESF_D1	0.785	191
	09:47	ESF 10	0.858	178
	10:07	ESF 14	0.715	185.5
	10:17	ESF 18	0.554	188
	10:28	ESF 21	0.856	164.5
	10:44	ESF 22	0.607	166
	10:57	ESF 23	0.798	142
	11:09	ESF 26	0.710	93.5
	11:27	ESF 30	0.653	113
	11:44	ESF 28	0.657	62
	11:56	ESF 31	0.585	83
	12:12	ESF 32	0.525	83
	12:22	ESF 27	0.496	59.5
	12:32	ESF 25	0.352	148

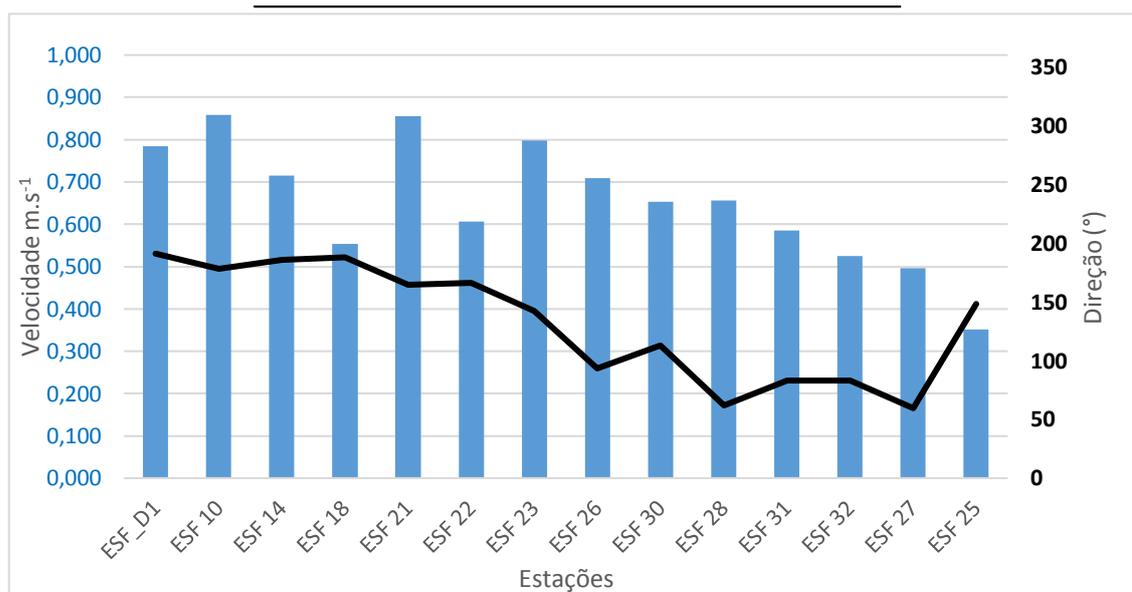


Figura 11: Variação média da velocidade (barras azuis) e da direção (linha preta) das correntes na coluna entre pelas estações de amostragem da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante a baixamar da maré de sizígia (lua cheia) do dia 16/08/2019.

Tabela 19: Dados médio 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 16/08/2019, na foz do Rio São Francisco.

Data	Hora	Estação	Vel.(m.s ⁻¹)	Direção (°)
16/08/2019	15:23	ESF_D1	0.535	352
	15:39	ESF 10	0.505	7.6
	15:54	ESF 14	0.725	23
	16:05	ESF 18	0.385	10
	16:21	ESF 21	0.223	304.5
	16:33	ESF 22	0.089	223
	16:42	ESF 23	0.338	316
	16:52	ESF 26	0.313	274
	17:08	ESF 30	0.341	285
	17:28	ESF 28	0.159	251.5
	17:33	ESF 31	0.369	254
	17:49	ESF 32	0.110	284.5
	17:59	ESF 27	0.045	64.5
	18:14	ESF 25	0.133	168

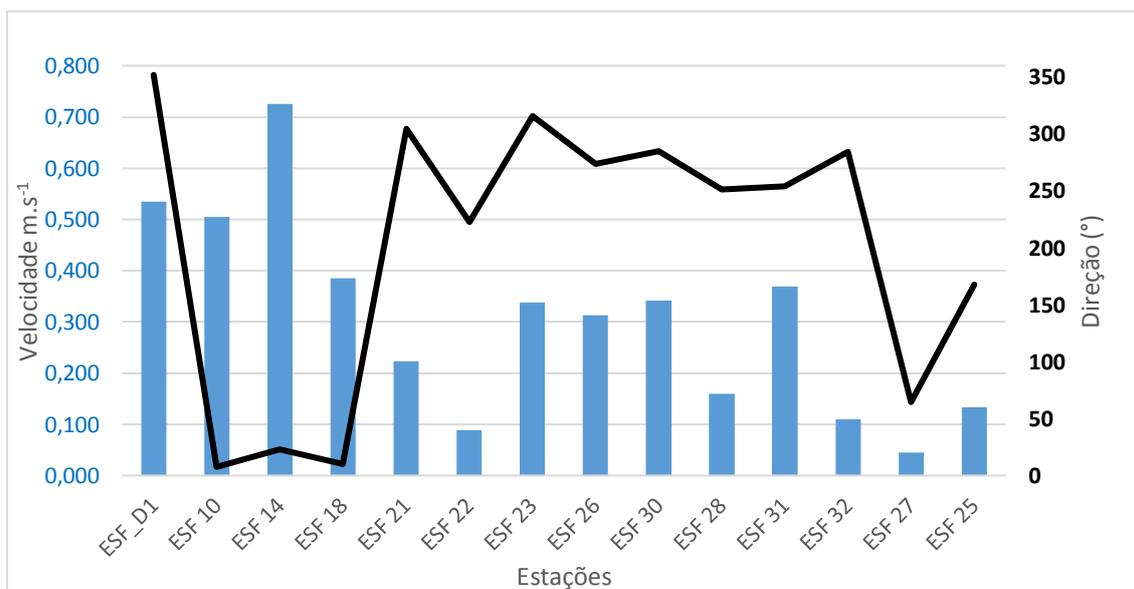


Figura 12: Variação média da velocidade (barras azuis) e da direção (linha preta) das correntes na coluna entre pelas estações de amostragem da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante a preamar da maré de sizígia (lua cheia) do dia 16/08/2019.

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 agosto/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 agosto 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 21 (distante 11,1 km da foz), apresentando picos de salinidade entre 21 e 27 PSU na estação ESF D1 (6,1 km da foz), os quais foram registrados nas partes mais fundas dos perfis, entre 5,5 e 6,0 m. Nos períodos de preamar, a salinidade da cunha salina foi superior àquelas registradas nas baixamares, atingindo 30 PSU, também na estação ESF D1 (6,13 km da foz), nos dias 31 de julho e 16 de agosto de 2019.

Salinidade

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

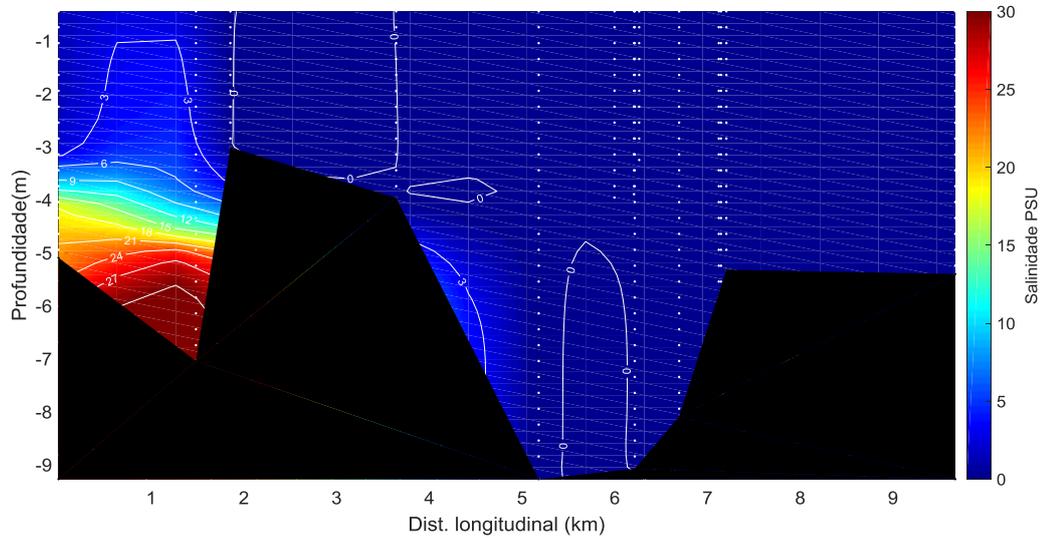


Figura 13: Distribuição longitudinal da salinidade na foz do rio São Francisco, variando da estação ESF 10 (ponto mais próximo à foz) à ESF 30 (ponto mais distante da foz), no período de baixamar do dia 30 de julho de 2019. Os pontos brancos indicam a localização longitudinal de cada perfil.

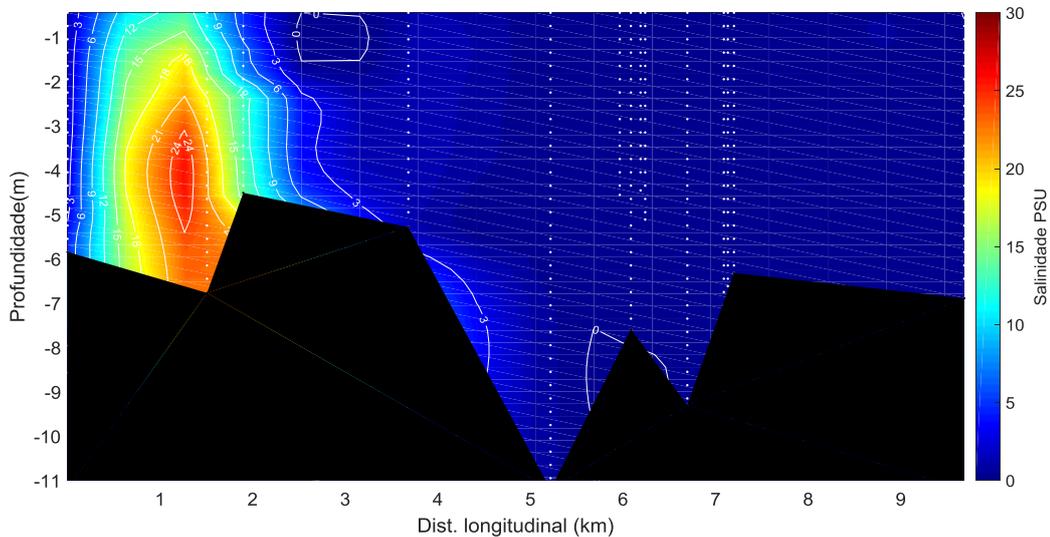


Figura 14: Distribuição longitudinal da salinidade na foz do rio São Francisco, variando da estação ESF 10 (ponto mais próximo à foz) à ESF 30 (ponto mais distante da foz), no período de preamar do dia 30 de julho de 2019. Os pontos brancos indicam a localização longitudinal de cada perfil.

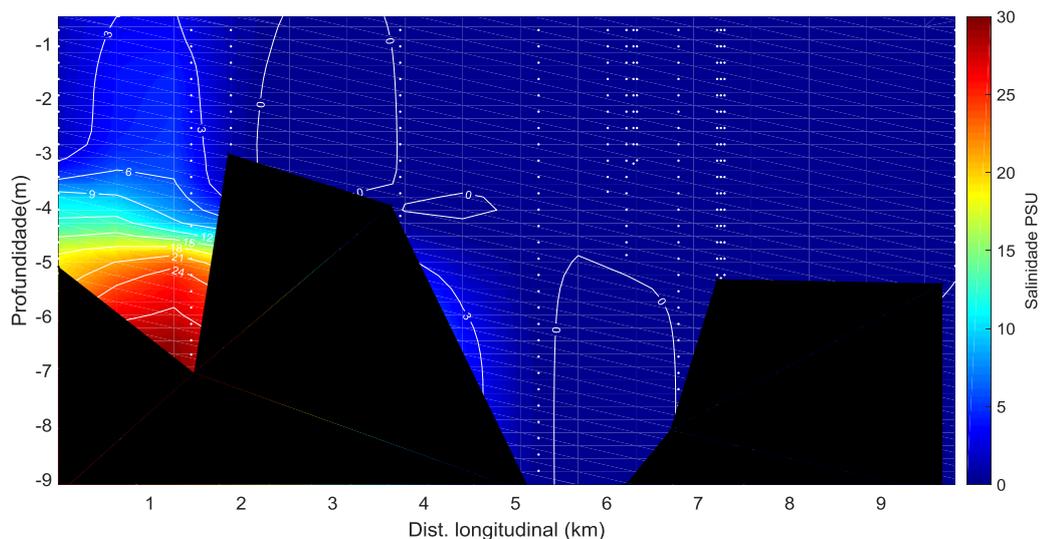


Figura 15: Distribuição longitudinal da salinidade na foz do rio São Francisco, variando da estação ESF 10 (ponto mais próximo à foz) à ESF 30 (ponto mais distante da foz), no período de baixamar do dia 31 de julho de 2019. Os pontos brancos indicam a localização longitudinal de cada perfil.

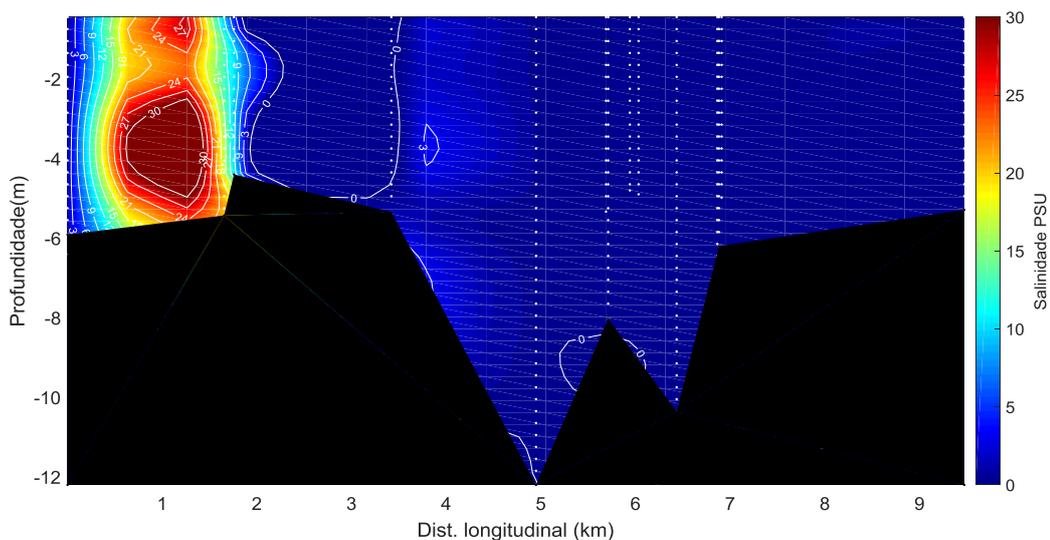


Figura 16: Distribuição longitudinal da salinidade na foz do rio São Francisco, variando da estação ESF 10 (ponto mais próximo à foz) à ESF 30 (ponto mais distante da foz), no período de preamar do dia 31 de julho de 2019. Os pontos brancos indicam a localização longitudinal de cada perfil.

Baixamar e preamar dos dias 15 e 16 de agosto de 2019.

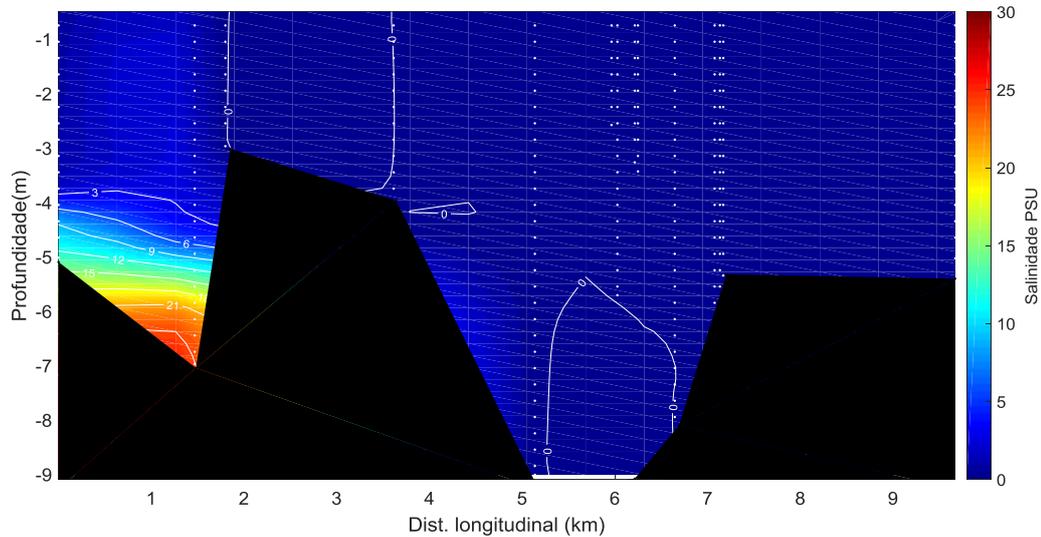


Figura 17: Distribuição longitudinal da salinidade na foz do rio São Francisco, variando da estação ESF 10 (ponto mais próximo à foz) à ESF 30 (ponto mais distante da foz), no período de baixamar do dia 15 de agosto de 2019. Os pontos brancos indicam a localização longitudinal de cada perfil.

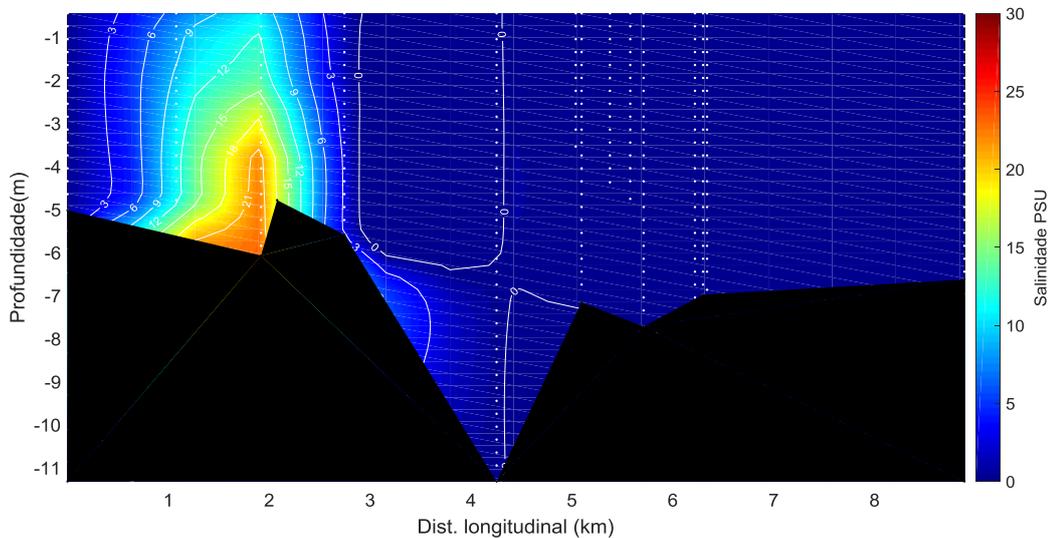


Figura 18: Distribuição longitudinal da salinidade na foz do rio São Francisco, variando da estação ESF 10 (ponto mais próximo à foz) à ESF 30 (ponto mais distante da foz), no período de preamar do dia 15 de agosto de 2019. Os pontos brancos indicam a localização longitudinal de cada perfil.

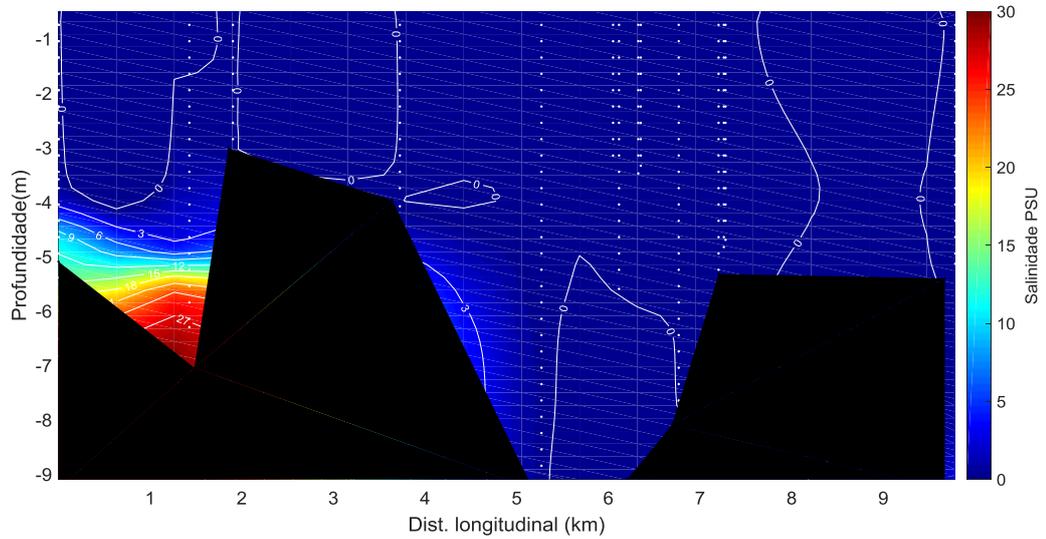


Figura 19: Distribuição longitudinal da salinidade na foz do rio São Francisco, variando da estação ESF 10 (ponto mais próximo à foz) à ESF 30 (ponto mais distante da foz), no período de baixamar do dia 16 de agosto de 2019. Os pontos brancos indicam a localização longitudinal de cada perfil.

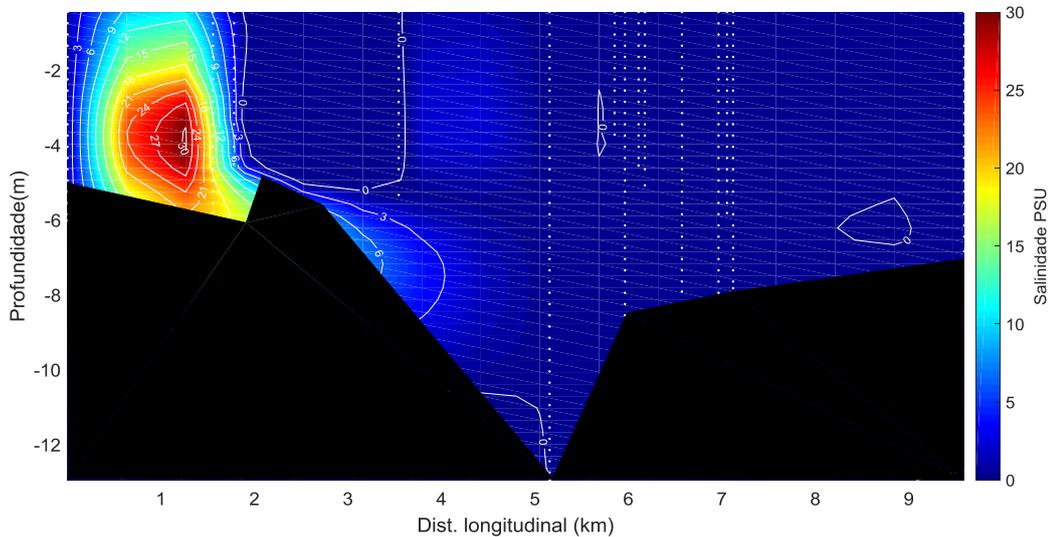


Figura 20: Distribuição longitudinal da salinidade na foz do rio São Francisco, variando da estação ESF 10 (ponto mais próximo à foz) à ESF 30 (ponto mais distante da foz), no período de preamar do dia 16 de agosto de 2019. Os pontos brancos indicam a localização longitudinal de cada perfil.

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 agosto/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 25,5 e 27°C, foram registradas na região da foz do rio. A campanha que apresentou a maior média de temperatura foi a de preamar do dia 31 de julho de 2019 (Figura 23), com média de 27,3°C, enquanto aquela que apresentou as menores médias foi a campanha realizada no dia 16 de agosto de 2019, com uma média de 26,22°C. A média geral da temperatura da água em todas as oito campanhas foi de 26,6°C.

Temperatura

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

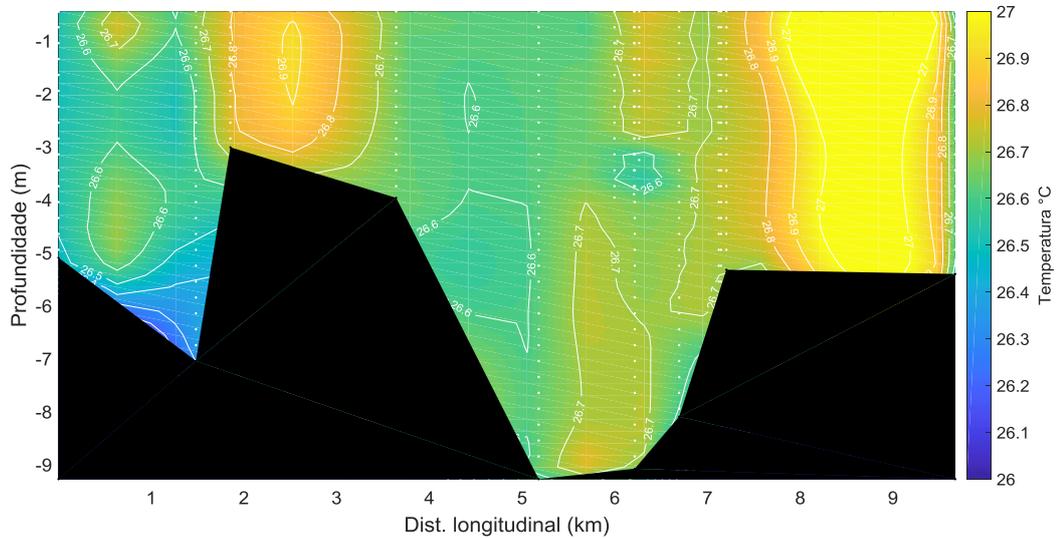


Figura 21: Distribuição longitudinal da temperatura da água na foz do rio São Francisco, variando da estação ESF 10 (ponto mais próximo à foz) à estação ESF 30 (ponto mais distante da foz,) no período de baixamar do dia 30 de julho de 2019. Os pontos brancos indicam a localização longitudinal de cada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

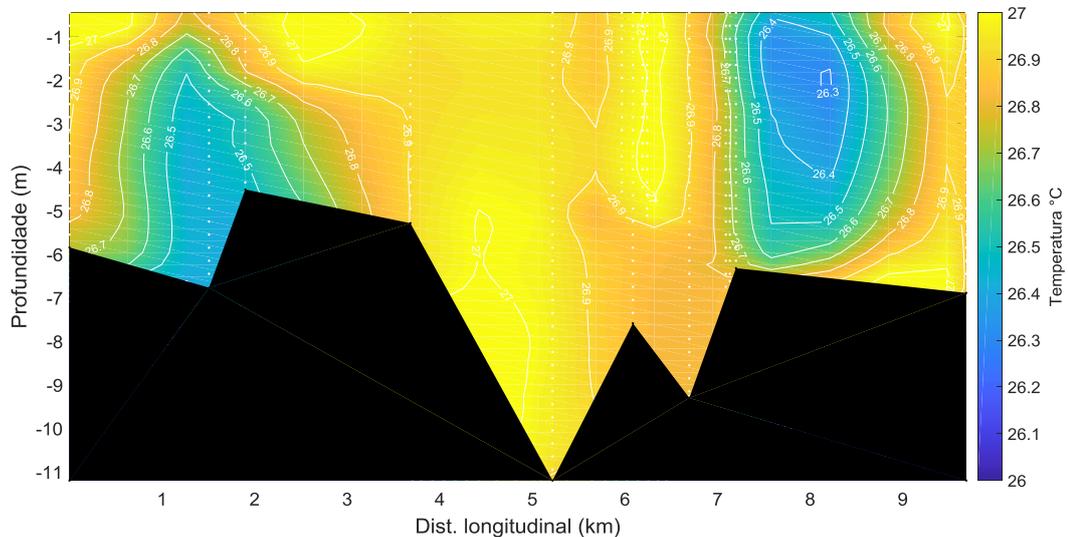


Figura 22: Distribuição longitudinal da temperatura da água na foz do rio São Francisco, variando da estação ESF 10 (ponto mais próximo à foz) à estação ESF 30 (ponto mais distante da foz,) no período de preamar do dia 30 de julho de 2019. Os pontos brancos indicam a localização longitudinal de cada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

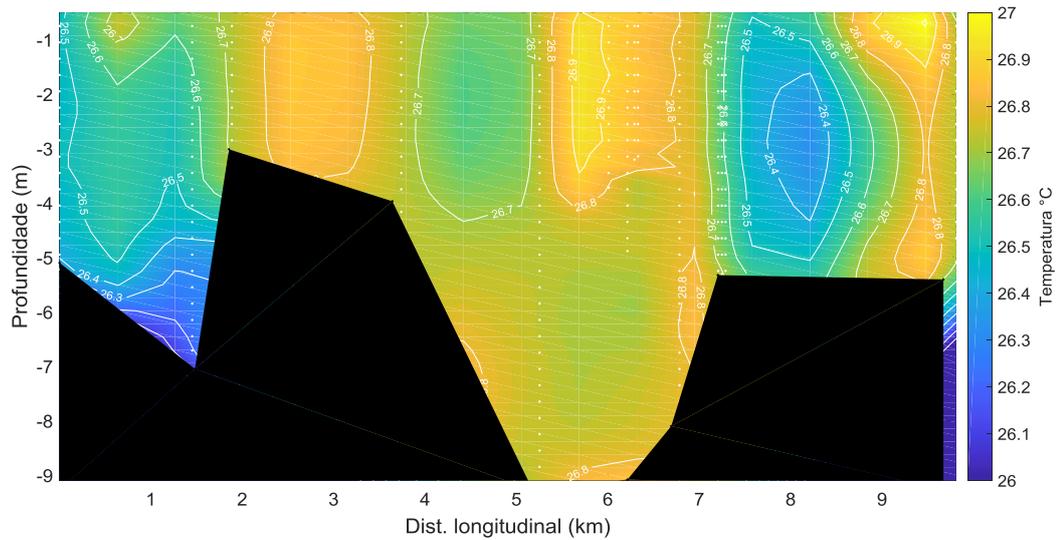


Figura 23: Distribuição longitudinal da temperatura da água na foz do rio São Francisco, variando da estação ESF 10 (ponto mais próximo à foz) à estação ESF 30 (ponto mais distante da foz,) no período de baixamar do dia 31 de julho de 2019. Os pontos brancos indicam a localização longitudinal de cada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

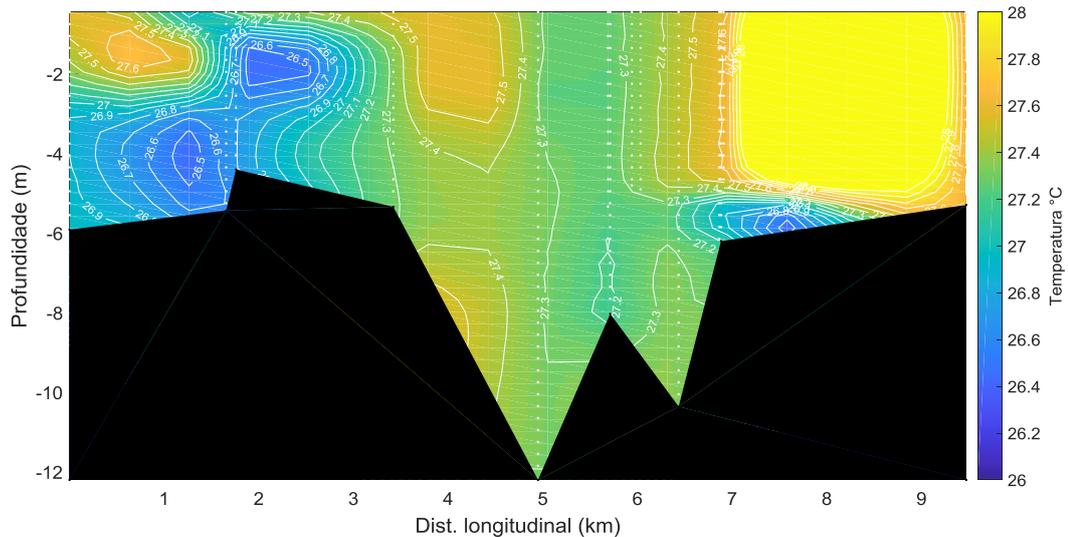


Figura 23: Distribuição longitudinal da temperatura da água na foz do rio São Francisco, variando da estação ESF 10 (ponto mais próximo à foz) à estação ESF 30 (ponto mais distante da foz,) no período de preamar do dia 31 de julho de 2019. Os pontos brancos indicam a localização longitudinal de cada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

Baixamar e preamar do dia 15 e 16 de julho de 2019.

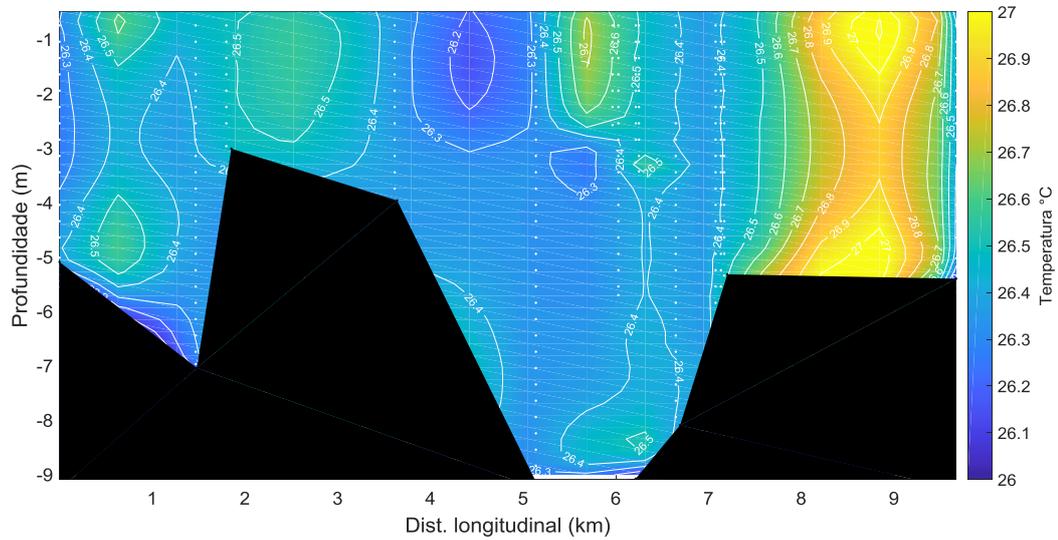


Figura 24: Distribuição longitudinal da temperatura da água na foz do rio São Francisco, variando da estação ESF 10 (ponto mais próximo à foz) à estação ESF 30 (ponto mais distante da foz,) no período de baixamar do dia 15 de agosto de 2019. Os pontos brancos indicam a localização longitudinal de cada perfil.

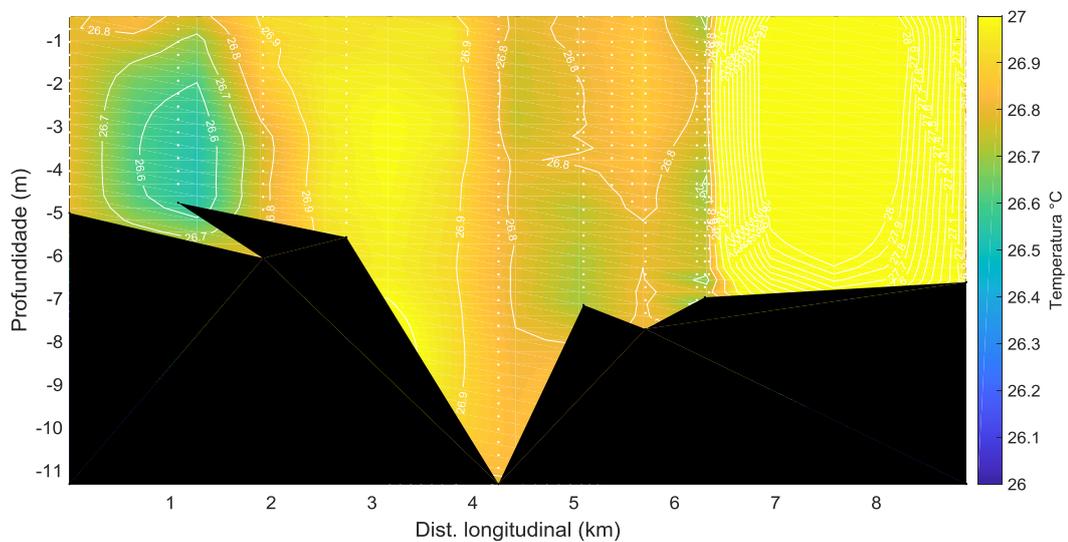


Figura 25: Distribuição longitudinal da temperatura da água na foz do rio São Francisco, variando da estação ESF 10 (ponto mais próximo à foz) à estação ESF 30 (ponto mais distante da foz,) no período de preamar do dia 15 de agosto de 2019. Os pontos brancos indicam a localização longitudinal de cada perfil.

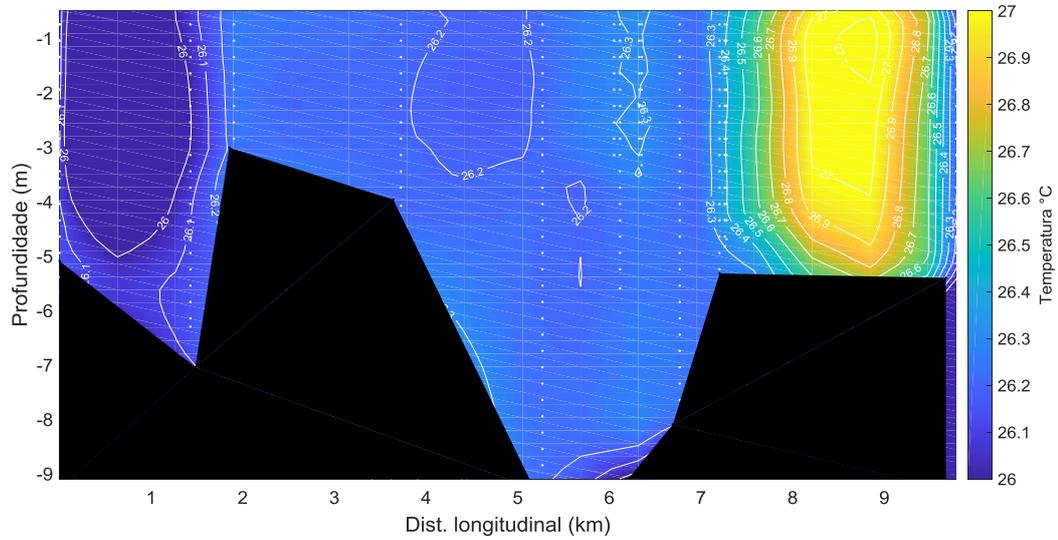


Figura 26: Distribuição longitudinal da temperatura da água na foz do rio São Francisco, variando da estação ESF 10 (ponto mais próximo à foz) à estação ESF 30 (ponto mais distante da foz,) no período de baixamar do dia 16 de agosto de 2019. Os pontos brancos indicam a localização longitudinal de cada perfil.

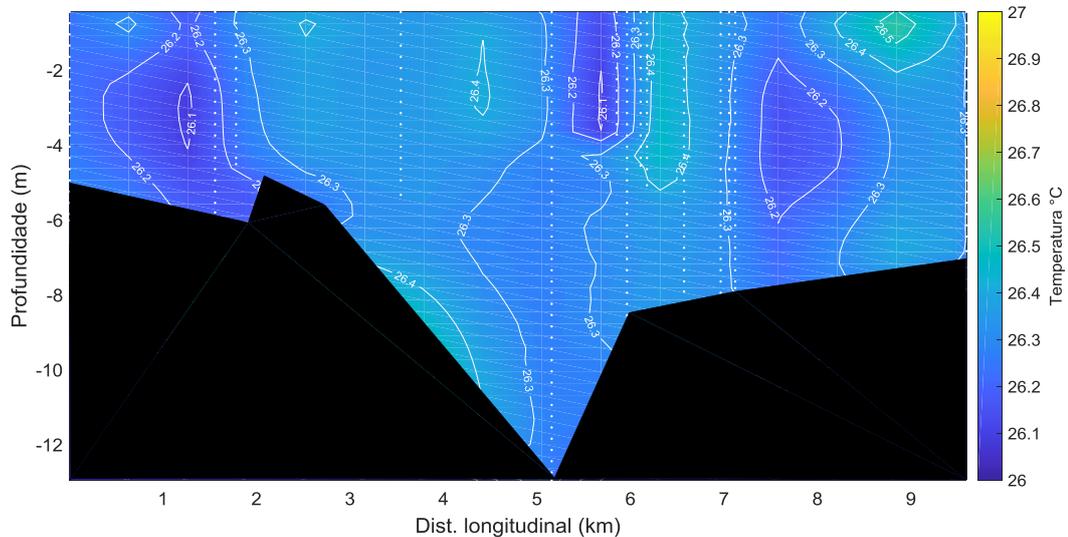


Figura 27: Distribuição longitudinal da temperatura da água na foz do rio São Francisco, variando da estação ESF 10 (ponto mais próximo à foz) à estação ESF 30 (ponto mais distante da foz,) no período de preamar do dia 15 de agosto de 2019. Os pontos brancos indicam a localização longitudinal de cada perfil.

MONITORAMENTO FIXO

As Tabelas 20 a 23 apresentam os dados relativos ao horário das coletas, direção e velocidade dos ventos 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 01 de agosto de 2019, quando atingiu $0,78 \text{ m.s}^{-1}$. Neste ponto, a variação bidirecional de vazante e enchente foi de 100 a 280° , respectivamente (

Figura 35 e 31). Em Penedinho, esta variou entre 80 a 260° (Figura 36 e 32), onde também foram registradas velocidades mais intensas que aquelas em Brejo Grande, tendo atingido $0,88 \text{ m.s}^{-1}$ no período de vazante. No dia 18 de agosto de 2019, na localidade de Penedinho, a segunda e a terceira coletas fixas do dia correspondentes aos horários de 06:30 e 07:30 h (Tabela 23), não foram realizadas devido a um problema técnico no correntógrafo. Coincidentemente, neste dia houve um grande fluxo de embarcações e congestionamento na cidade de Piaçabuçu, ocasionado por um evento de cavalgada na região, de modo que não houve tempo hábil para a correção do problema, o que impediu a equipe de realizar a coleta nesses dois horários.

Dados hidrodinâmicos

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

Tabela 20: Dados médio 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 01/08/2019.

Data	Hora	Estação	Vel.(m.s ⁻¹)	Direção (°)
01/08/2019	05:30	ESF 32	0.050	114.0
	06:30	ESF 32	0.490	79.0
	07:30	ESF 32	0.660	79.0
	08:30	ESF 32	0.780	81.0
	09:30	ESF 32	0.700	81.0
	10:30	ESF 32	0.720	80.0
	11:30	ESF 32	0.595	86.0
	12:30	ESF 32	0.491	72.5
	13:30	ESF 32	0.124	253.0
	14:30	ESF 32	0.365	257.0
	15:30	ESF 32	0.433	269.0
	16:30	ESF 32	0.377	265.5
	17:30	ESF 32	0.285	262.0

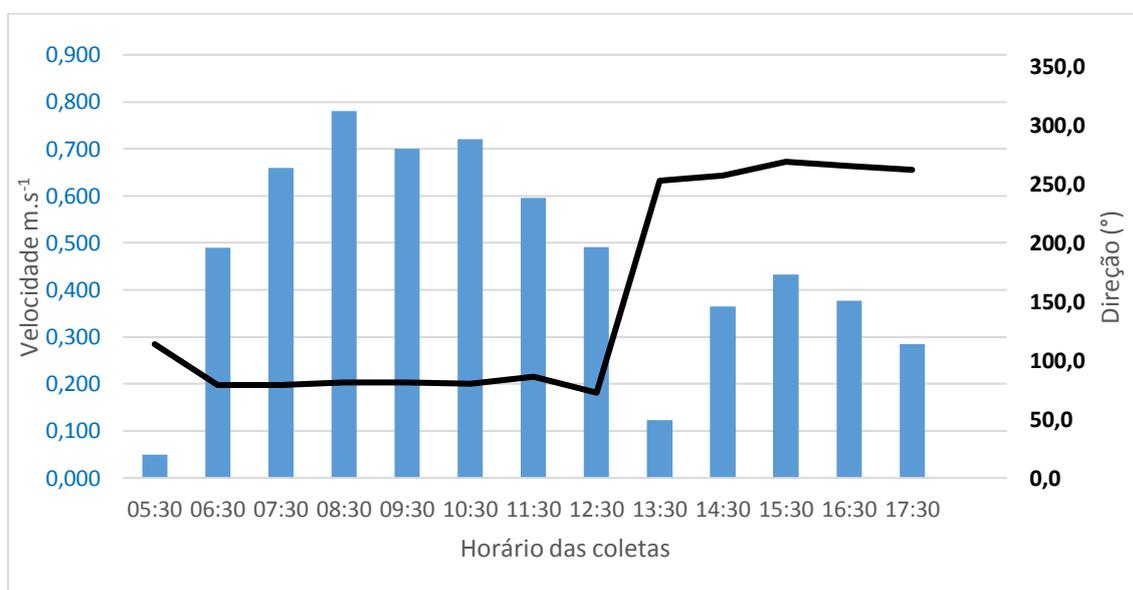


Figura 28: Dados hidrodinâmicos coletados durante a campanha fixa em Brejo Grande no dia 01/08/2019. As barras azuis representam a velocidade da corrente e a linha preta a direção.

Tabela 21: 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 02/08/2019

Data	Hora	Estação	Vel.(m.s ⁻¹)	Direção (°)
02/08/2019	05:30	ESF 30	0.390	282.0
	06:30	ESF 30	0.134	106.0
	07:30	ESF 30	0.670	101.0
	08:30	ESF 30	0.820	100.0
	09:30	ESF 30	0.890	100.0
	10:30	ESF 30	0.830	101.0
	11:30	ESF 30	0.880	101.0
	12:30	ESF 30	0.870	100.5
	13:30	ESF 30	0.560	98.0
	14:30	ESF 30	0.220	273.0
	15:30	ESF 30	0.620	287.0
	16:30	ESF 30	0.600	286.0
	17:30	ESF 30	0.535	283.5

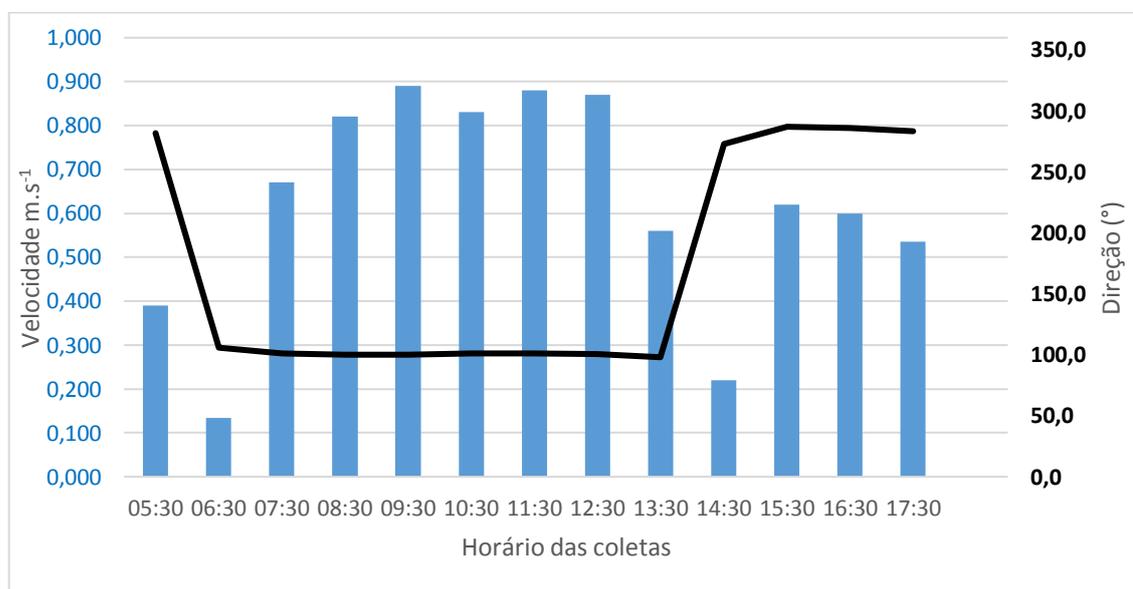


Figura 30: Dados hidrodinâmicos coletados durante a campanha fixa na bomba de captação de água da cidade de Piaçabuçu-AL (Penedinho, ESF 30), no dia 02/08/2019. As barras azuis representam a velocidade da corrente e a linha preta a direção.

Campanhas fixas realizadas nos dias 17 e 18 de agosto 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 17/08/2019.

Data	Hora	Estação	Vel.(m.s ⁻¹)	Direção (°)
17/08/2019	05:30	ESF 32	0.147	272.0
	06:30	ESF 32	0.113	84.0
	07:30	ESF 32	0.047	81.0
	08:30	ESF 32	0.059	77.0
	09:30	ESF 32	0.068	88.0
	10:30	ESF 32	0.071	71.0
	11:30	ESF 32	0.688	79.0
	12:30	ESF 32	0.5825	85.5
	13:30	ESF 32	0.449	91.0
	14:30	ESF 32	0.0775	251.5
	15:30	ESF 32	0.3805	263.5
	16:30	ESF 32	0.3215	269.5
	17:30	ESF 32	0.2625	262.0

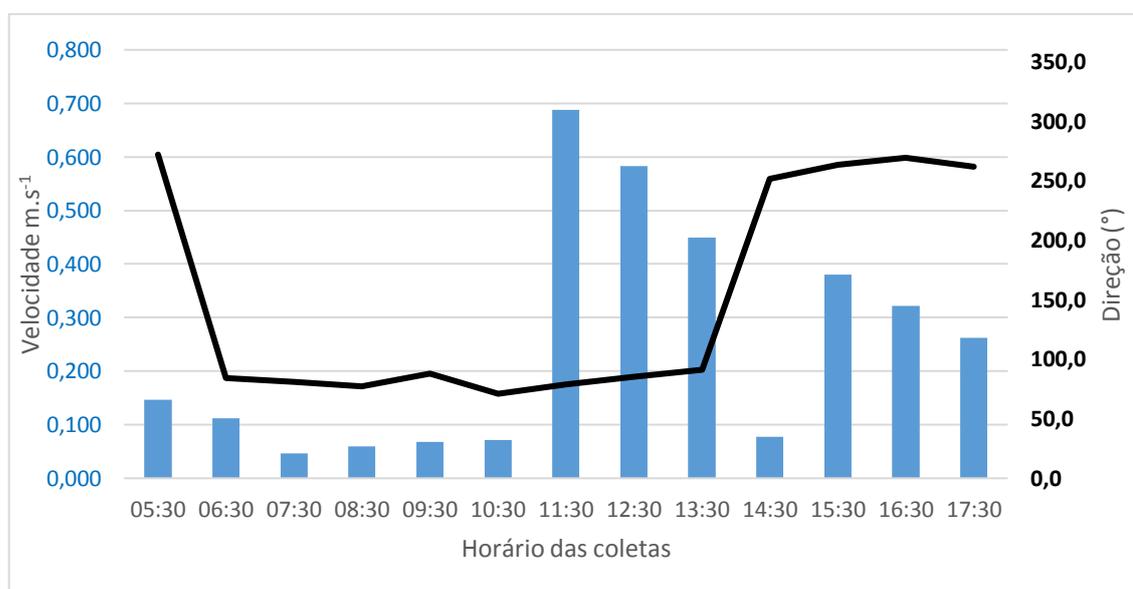


Figura 29: Dados hidrodinâmicos coletados durante a campanha fixa em Brejo Grande no dia 17/08/2019. As barras azuis representam a velocidade da corrente e a linha preta a direção.

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 18/08/2019

Data	Hora	Estação	Vel.(m.s ⁻¹)	Direção (°)
18/08/2019	05:30	ESF 30	0.341	289.0
	06:30	ESF 30	#NÚM!	#NÚM!
	07:30	ESF 30	#NÚM!	#NÚM!
	08:30	ESF 30	0.652	104.0
	09:30	ESF 30	0.651	106.0
	10:30	ESF 30	0.778	103.0
	11:30	ESF 30	0.834	100.0
	12:30	ESF 30	0.813	102.0
	13:30	ESF 30	0.61	103.0
	14:30	ESF 30	0.2205	112.0
	15:30	ESF 30	0.337	283.0
	16:30	ESF 30	0.425	290.0
	17:30	ESF 30	0.434	284.0

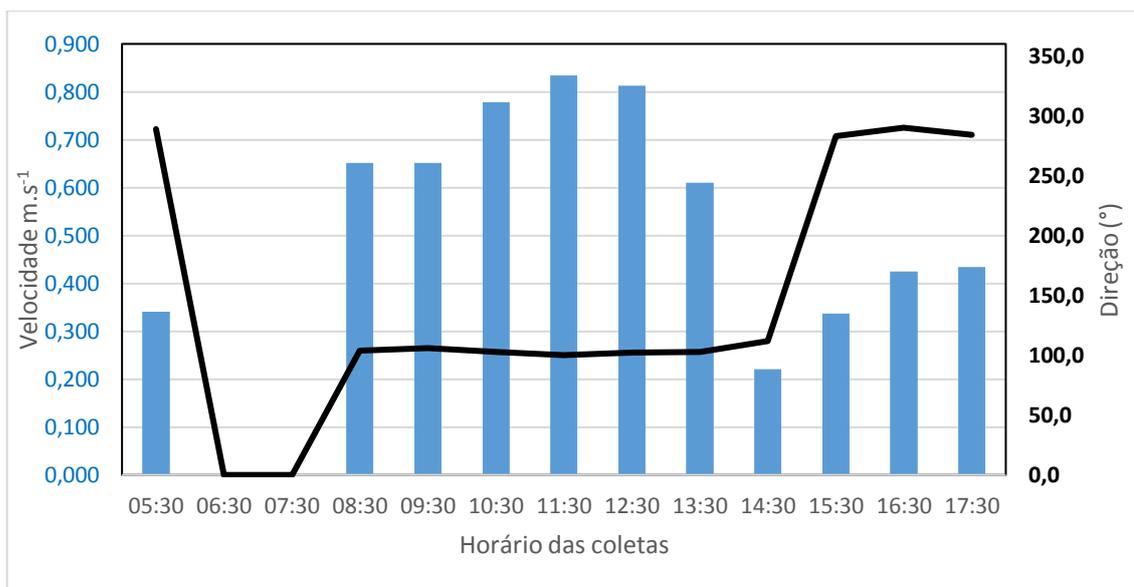


Figura 30: Dados hidrodinâmicos coletados durante a campanha fixa na bomba de captação de água da cidade de Piaçabuçu-AL (Penedinho, ESF 30), no dia 02/08/2019. As barras azuis representam a velocidade da corrente e a linha preta a direção.

As Figuras 33 a 36 representam a distribuição temporal de salinidade da água das campanhas fixas de 12 horas, realizadas nos dias 01, 02, 17 e 18 de agosto de 2019. A salinidade nas campanhas fixas de Brejo Grande e Penedinho se manteve abaixo de 0,11 PSU. Desta forma, não foi evidenciada a ocorrência de salinidades iguais ou superiores a 0,5 PSU, considerada como limite para água salobra segundo a Resolução nº. 357 do CONAMA.

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 0,9°C entre a primeira e a última medições, com valores mais elevados no final do dia, em todas as quatro campanhas realizadas.

Resultados de salinidade e temperatura

Salinidade

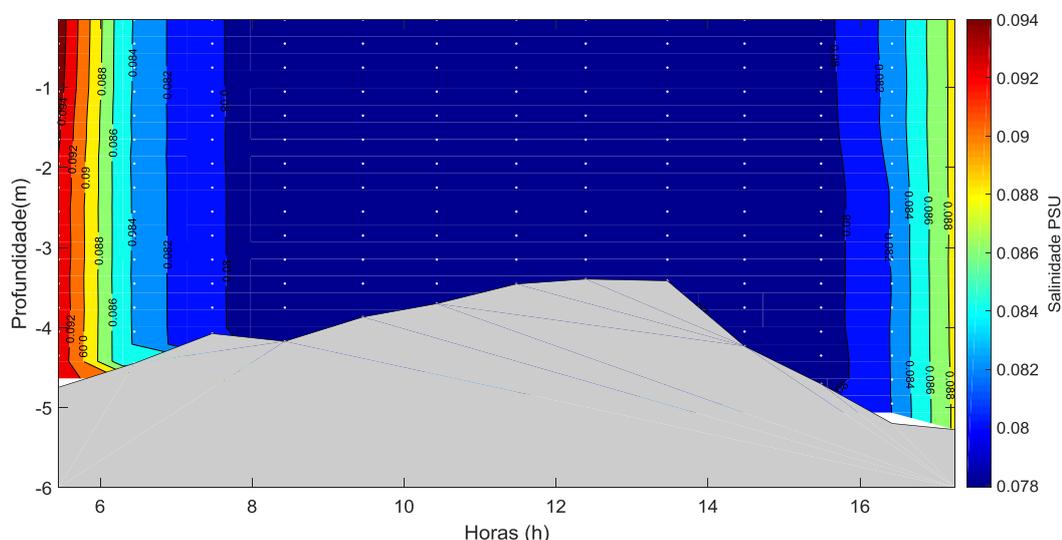


Figura 31: Distribuição temporal da salinidade da água durante o monitoramento fixo da cunha salina, realizado no dia 01 de agosto de 2019, nas proximidades da bomba de captação de água da cidade de Brejo Grande - SE (ESF 32). Os pontos brancos representam o momento do dia da campanha quando os perfis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

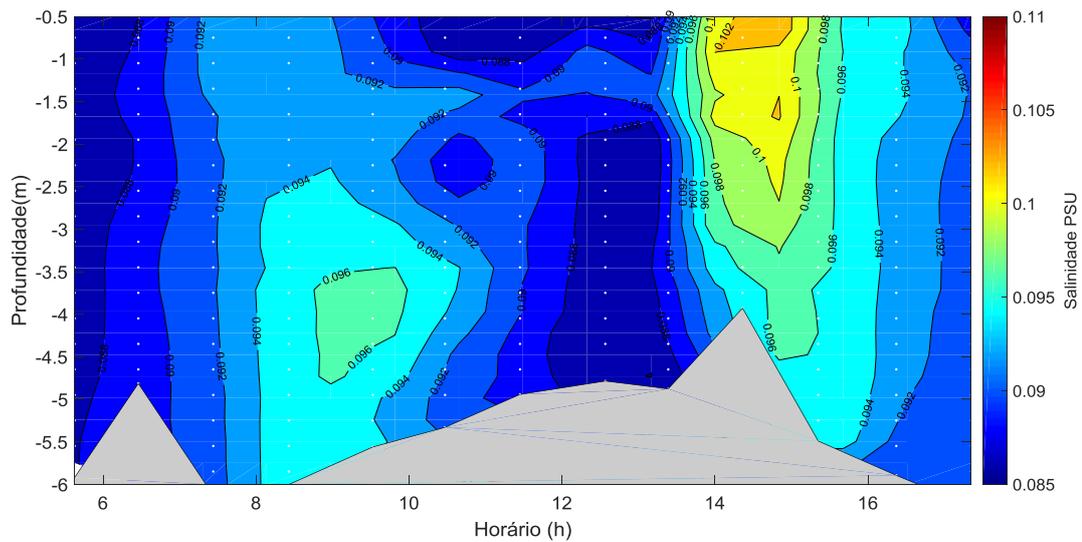


Figura 32: Distribuição temporal da salinidade da água durante o monitoramento fixo da cunha salina, realizado no dia 02 de agosto de 2019, nas proximidades da bomba de captação de água da cidade de Piaçabuçu (Penedinho, ESF 30). Os pontos brancos representam o momento do dia da campanha quando os perfis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

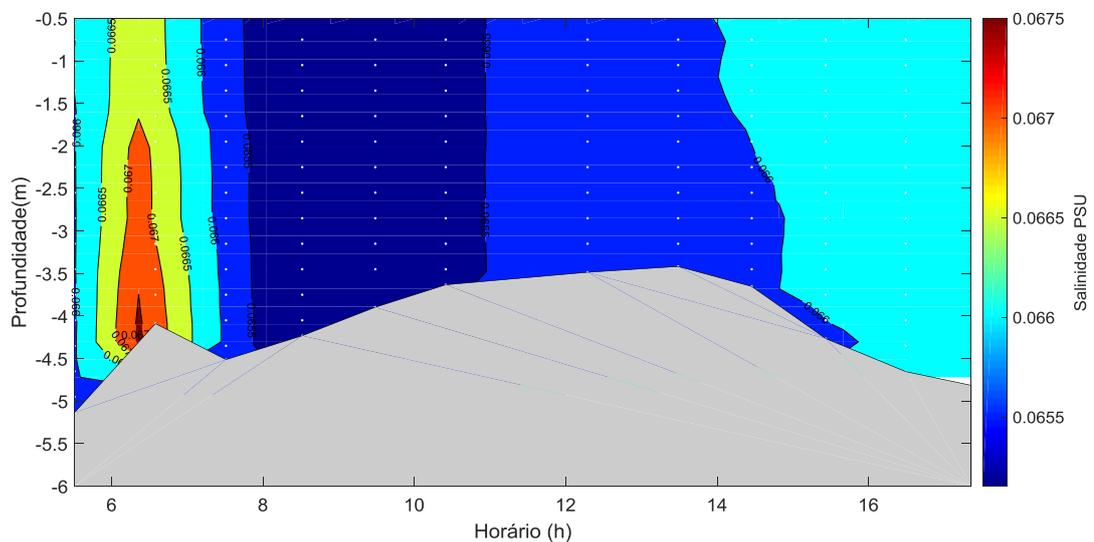


Figura 33: Distribuição temporal da salinidade da água durante o monitoramento fixo da cunha salina, realizado no dia 17 de agosto de 2019, nas proximidades da bomba de captação de água da cidade de Brejo Grande - SE (ESF 32). Os pontos brancos representam o momento do dia da campanha quando os perfis foram realizados e o formato do fundo corresponde à variação do nível da coluna d'água ou o ponto máximo de alcance do CTD.

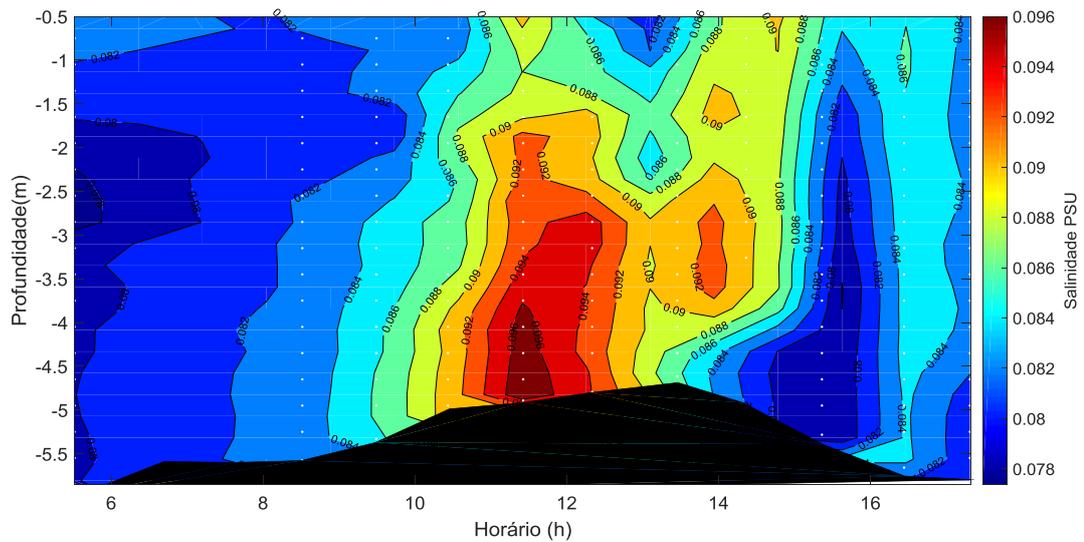


Figura 34: Distribuição temporal da salinidade da água durante o monitoramento fixo da cunha salina, realizado no dia 02 de agosto de 2019, nas proximidades da bomba de captação de água da cidade de Piaçabuçu (Penedinho, ESF 30). Os pontos brancos representam o momento do dia da campanha quando os perfis 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

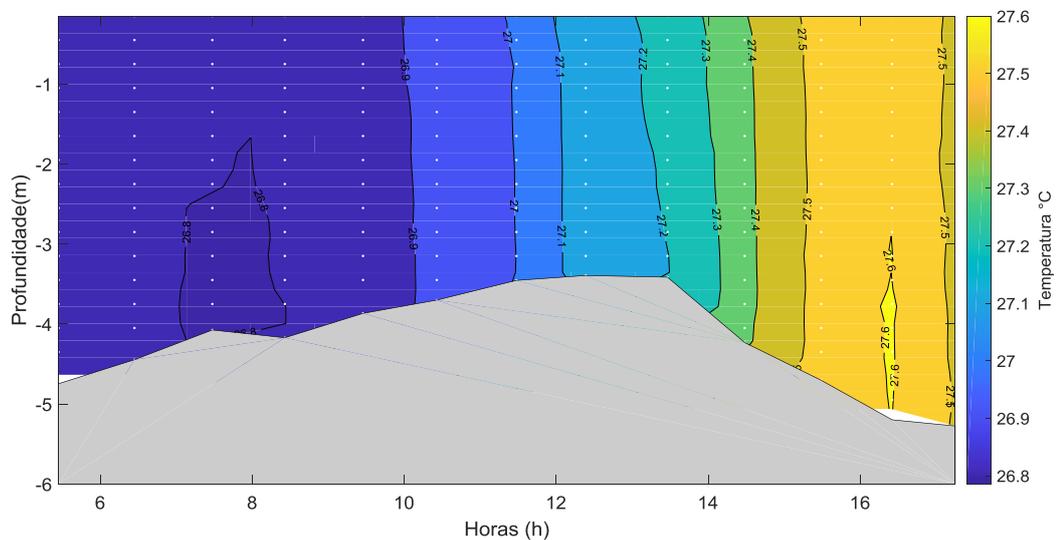


Figura 35: Distribuição temporal da temperatura da água durante o monitoramento fixo realizado no dia 01 de agosto de 2019, nas proximidades da bomba de captação de água da cidade de Brejo Grande (ESF 32). Os pontos brancos representam o momento do dia da campanha quando os perfis foram realizados e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

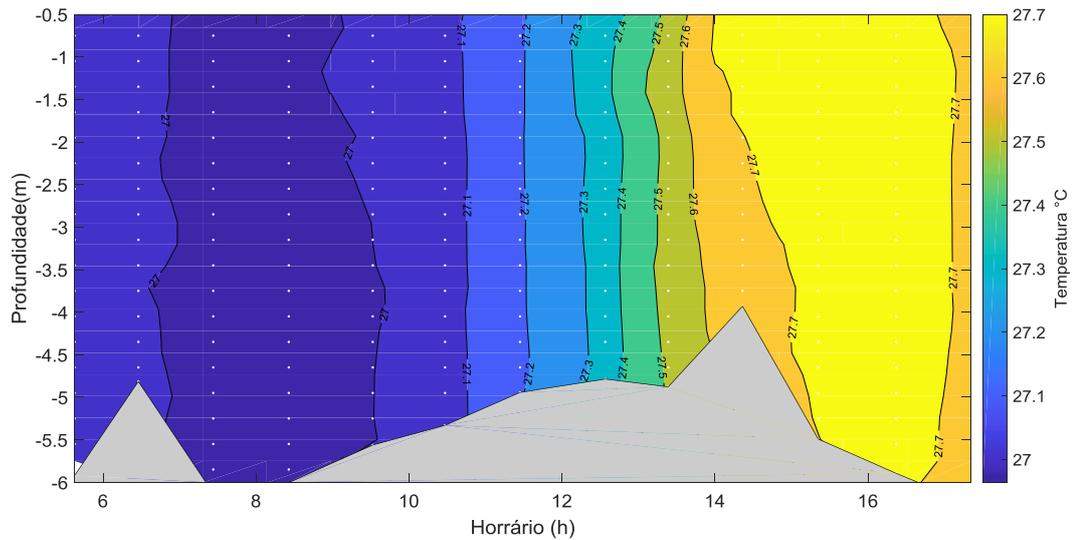


Figura 36: Distribuição temporal da temperatura para o monitoramento fixo de 12 horas da cunha salina, realizado no dia 02 de agosto de 2019 nas proximidades da bomba de captação de água da cidade de Brejo Grande (ESF 32). Os pontos brancos representam o momento do dia da campanha quando os perfis foram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

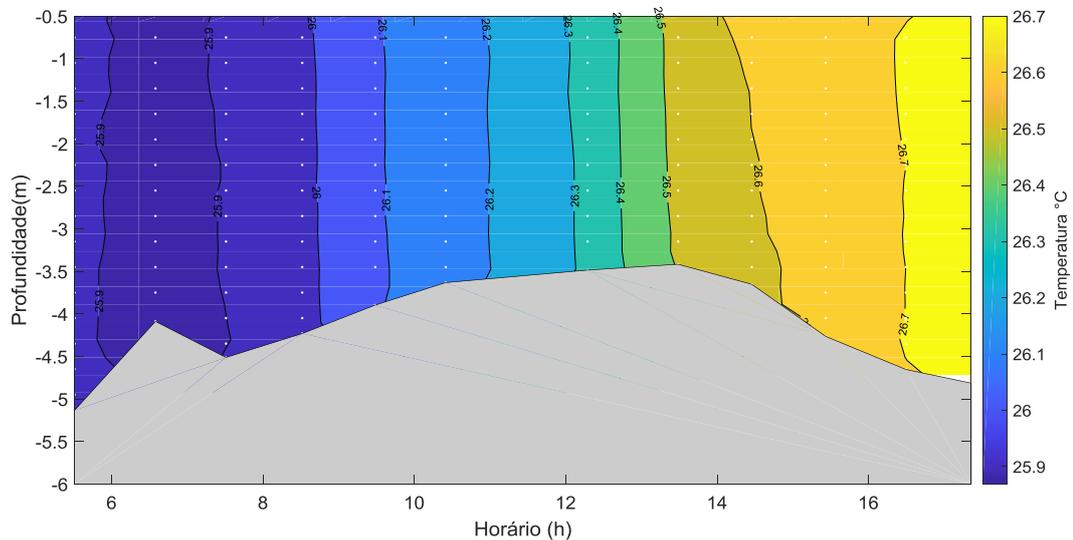


Figura 37: Distribuição temporal da temperatura para o monitoramento fixo de 12 horas da cunha salina, realizado no dia 16 de agosto de 2019 nas proximidades da bomba de captação de água da cidade de Brejo Grande (ESF 32). Os pontos brancos representam o momento do dia da campanha quando os perfis foram realizados e o formato do fundo corresponde à variação do nível da coluna d'água ou o ponto máximo de alcance do CTD.

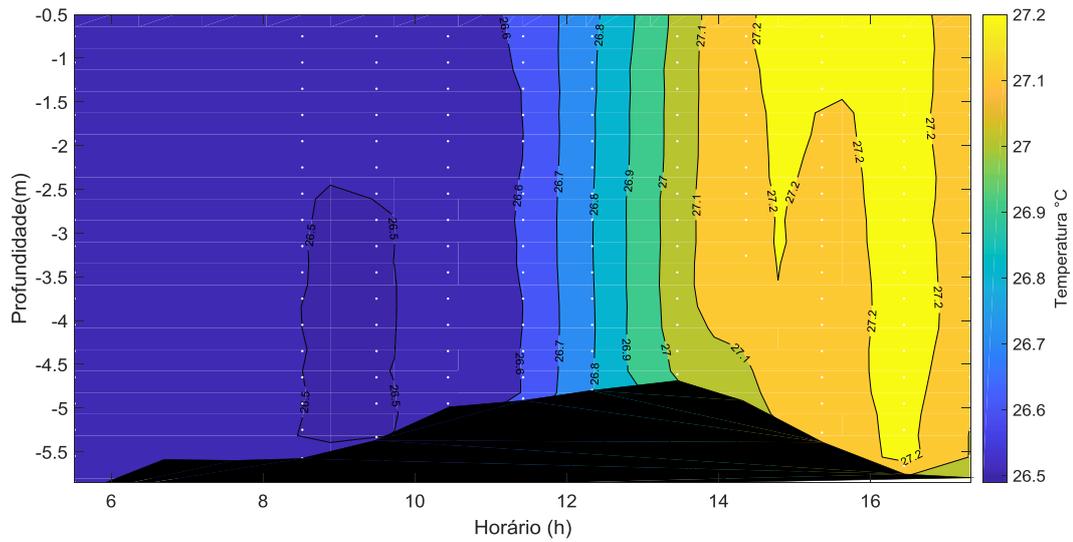


Figura 38: Distribuição temporal da temperatura para o monitoramento fixo de 12 horas da cunha salina, realizado no dia 18 de agosto de 2019 nas proximidades da bomba de captação de água da cidade de Piaçabuçu (Penedinho, ESF 30). Os pontos brancos representam o momento do dia da campanha quando os perfis 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

Neste primeiro mês de coleta, foi necessário o remanejamento de apenas duas estações amostrais (ESF 10 e ESF 23) dentre aquelas pré-estabelecidas pela CHESF, com base no Termo de Referência, tendo em vista que as mesmas estavam plotadas próximo às margens do rio. Desta forma, na campanha de agosto de 2019, elas foram reposicionadas para os canais mais próximos da margem esquerda do rio.

As marés durante as campanhas de coleta variaram entre a altura mínima de 0.1 m no dia 31 de julho e máxima de 2,3 m no dia 18 de agosto. Os ventos sopraram de forma predominantes da direção sudeste de 127,5 a 155,5°, com velocidades médias entre 3,35 e 4,73 m.s⁻¹, e a temperatura atmosférica média foi de 25,8°C para o período de lua nova e 25,22°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. A correntes mais intensas foram registradas nos momentos de vazante da maré 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 distribuição de temperatura sido aparentemente relacionada diretamente com as condições do tempo. Como exemplo, durante a campanha de baixamar e preamar do dia 16 de agosto, quando foram registradas as menores médias de temperatura (26,22 e 26,3°C), o tempo esteve nublado ou chovendo durante as duas coletas. Inversamente, na coleta de preamar e baixamar no dia 31 de julho, quando ocorreu maior incidência solar pela manhã e à tarde, foi registrada temperatura da água mais elevada ao longo de todas as estações de coleta, com média de 26,73°C na baixamar (manhã) e 27,27°C na preamar (tarde). Já durante as campanhas fixas, houve um padrão de elevação gradual de temperatura durante o dia, desde as primeiras horas da manhã até o final do dia.

E, por fim e mais importante, foi o comportamento da salinidade no Baixo São Francisco onde foi registrado nas campanhas móveis, a penetração da cunha salina durante a preamar, entre os pontos ESF 18 e 21, distantes aproximadamente 11,1 km da boca da barra do rio. A presença de água salgada na região mais próxima da foz esteve homoganeamente distribuída por toda a coluna d'água, atingindo picos de 30 PSU (preamar do dia 16 de agosto), 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 27 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 agosto/2019, tendo a salinidade sido 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 do CONAMA 357 de 2015, 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.