

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



FEVEREIRO, 2020

**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, 2020

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

Relatório mensal

Fevereiro/ 2020

Equipe Executora

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

Dr. Ernesto de Carvalho Domingues

Engenheiro de Pesca, Crea: PE 044600

Equipe de apoio

Msc. José Cavalcante de Oliveira Filho

Oceanógrafo

Augusto Cesar Cristo de Carvalho

Engenheiro de Pesca

Sumário

1	Introdução	9
2	Área de trabalho.....	11
3	Metodologia	12
4	Resultados	15
	MONITORAMENTOS MÓVEIS (LONGITUDINAIS)	15
	Dados hidrodinâmicos	20
	Campanhas móveis realizadas nos dias 24 e 25 de janeiro de 2020.	21
	Campanhas móveis realizadas nos dias 11 e 12 de Fevereiro de 2020.	25
	Resultados do CTD	27
	MONITORAMENTO FIXO	35
	Dados hidrodinâmicos, campanhas fixas realizadas nos dias 26 e 27 de Janeiro de 2020	36
	Campanhas fixas realizadas nos dias 09 e 10 de Fevereiro de 2020	38
	Resultados de salinidade e temperatura pontos fixos.....	41
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	45

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 24/01/2020.....	21
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 preamar da maré de sizígia (lua nova) do dia 24/01/2020.	22
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 baixamar da maré de sizígia (lua nova) do dia 25/01/2020.....	23
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 25/01/2020.	24
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 11/02/2020. ...	25
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 baixamar da maré de sizígia (lua cheia) do dia 20/02/2020. ...	26
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 24 de Janeiro de 2020. Os pontos brancos indicam a localização longitudinal de cada perfil.	28
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 24 de Janeiro de 2020. Os pontos brancos indicam a localização longitudinal de cada perfil.	28
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 25 de Janeiro de 2020. Os pontos brancos indicam a localização longitudinal de cada perfil.	29
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 25 de Janeiro de 2020. Os pontos brancos indicam a localização longitudinal de cada perfil.	29
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 11 de Fevereiro de 2020. Os pontos brancos indicam a localização longitudinal de cada perfil.	30
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 12 de Fevereiro de 2020. Os pontos brancos indicam a localização longitudinal de cada perfil.	30
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 24 Janeiro de 2020. Os pontos brancos indicam a localização longitudinal de cada perfil. 32
- 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 24 de janeiro 2020. Os pontos brancos indicam a localização longitudinal de cada perfil. 32
- 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 25 de Janeiro de 2020. Os pontos brancos indicam a localização longitudinal de cada perfil. 33
- 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 25 de Janeiro de 2020. Os pontos brancos indicam a localização longitudinal de cada perfil. 33
- 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 11 de Fevereiro de 2020. Os pontos brancos indicam a localização longitudinal de cada perfil. 34
- 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 12 de Fevereiro de 2020. Os pontos brancos indicam a localização longitudinal de cada perfil. 34
- Figura 29:** Dados hidrodinâmicos coletados durante a campanha fixa em Brejo Grande no dia 26 de janeiro de 2020. As barras azuis representam a velocidade da corrente e a linha laranja a direção. 36
- 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 28-29/12/2019. As barras azuis representam a velocidade da corrente e a linha laranja a direção. 37
- Figura 31:** Dados hidrodinâmicos coletados durante a campanha fixa da cidade de Piaçabuçu-AL (Penedinho, ESF30) no dia 09 de fevereiro de 2020. As barras azuis representam a velocidade da corrente e a linha laranja a direção. 38
- Figura 32:** Dados hidrodinâmicos coletados durante a campanha fixa na bomba de captação de água da cidade de Brejo Grande – SE (ESF32), no dia 10 de fevereiro de 2020. As barras azuis representam a velocidade da corrente e a linha laranja a direção. 39
- Figura 33:** Distribuição temporal da salinidade da água durante o monitoramento fixo da cunha salina, realizado no dia 26 de Janeiro de 2020, 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. 41
- Figura 34:** Distribuição temporal da salinidade da água durante o monitoramento fixo da cunha salina, realizado no dia 27 de Janeiro de 2020, 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. 41
- Figura 35:** Distribuição temporal da salinidade da água durante o monitoramento fixo da cunha salina, realizado no dia 09 de Fevereiro de 2020, 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. 42
- Figura 36:** Distribuição temporal da salinidade da água durante o monitoramento fixo da cunha salina, realizado no dia 10 de Fevereiro de 2020, 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.42

Figura 37: Distribuição temporal da temperatura da água durante o monitoramento fixo realizado no dia 26 de Janeiro de 2020, 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..... 43

Figura 38: Distribuição temporal da temperatura para o monitoramento fixo de 12 horas da cunha salina, realizado no dia 27 de Janeiro de 2020 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.43

Figura 39: Distribuição temporal da temperatura para o monitoramento fixo de 12 horas da cunha salina, realizado no dia 09 de Fevereiro de 2020 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.44

Figura 40: Distribuição temporal da temperatura para o monitoramento fixo de 12 horas da cunha salina, realizado no dia 10 de Fevereiro de 2020 nas proximidades da bomba de captação de água da cidade 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.44



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 (24 e 25/01/2020) e lua cheia (11 e 12/02/2020). 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 24/01/2020, 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 24/01/2020, na foz do Rio São Francisco.....	16
Tabela 5: 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 nova) do dia 25/01/2020 na foz do Rio São Francisco.....	17
Tabela 6: 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 nova) do dia 25/01/2020, 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 de cada parâmetro, durante a baixamar da maré de sizígia (lua cheia) do dia 11/02/2020, na foz do Rio São Francisco.	18
Tabela 8: 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 12/01/2020, na foz do Rio São Francisco.....	18
Tabela 9: Médias gerais dos dados de vento para as medições referentes às luas nova e cheia do mês de Fevereiro de 2020.....	19
Tabela 10: 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 24/01/2020, na foz do Rio São Francisco.....	21
Tabela 11: 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 24/01/2020, na foz do Rio São Francisco.....	22
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 25/01/2020, na foz do Rio São Francisco.....	23
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 cheia) do dia 25/01/2020, na foz do Rio São Francisco.....	24
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 nova) do dia 11/02/2020, na foz do Rio São Francisco.....	25
Tabela 15: 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 12/02/2020, na foz do Rio São Francisco.	26
Tabela 16: 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 26 de janeiro de 2020.	36
Tabela 17: 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 26 e 27 de janeiro de 2020.....	37
Tabela 18: Dados de velocidade e direção da coluna d'água durante o monitoramento fixo na bomba de captação de água da cidade da cidade de Piaçabuçu-AL (Penedinho, ESF30), no dia 09 de fevereiro 2020.....	38

Tabela 19: 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 (ESF32) no dia 10 de fevereiro de 2020 39

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). Após um período de aproximadamente 6 anos de estiagem, os reservatórios do rio São Francisco vêm se normalizando (**Figura 1**), atualmente os níveis de volume de água dos reservatórios encontram-se na faixa operacional normal, fato expresso por meio da carta circular SOO-013/2019, emitida pela CHESF no mês de setembro, desta forma a defluências adotadas desde o dia 23 de outubro está entre 850 a 1600m³.

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.

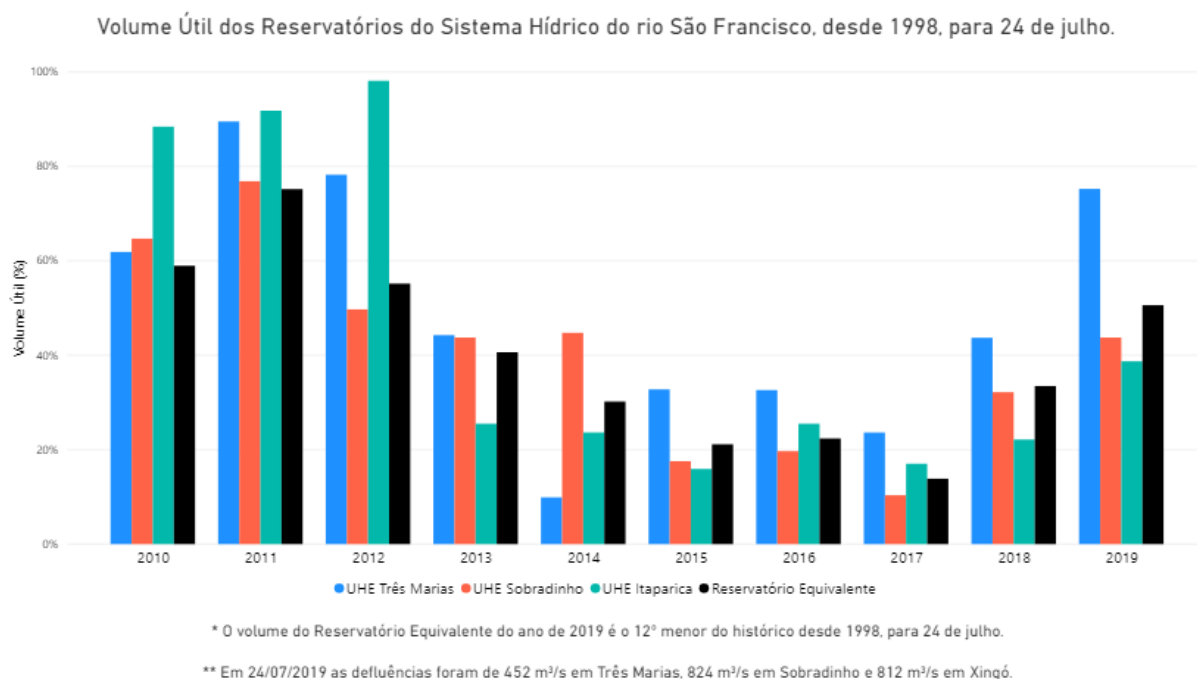


Figura 1: Série histórica de 2010 a 2019 do acúmulo de água nos reservatórios ao longo do rio São Francisco.
 Fonte: <www.ana.gov.br>.

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 nos 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).

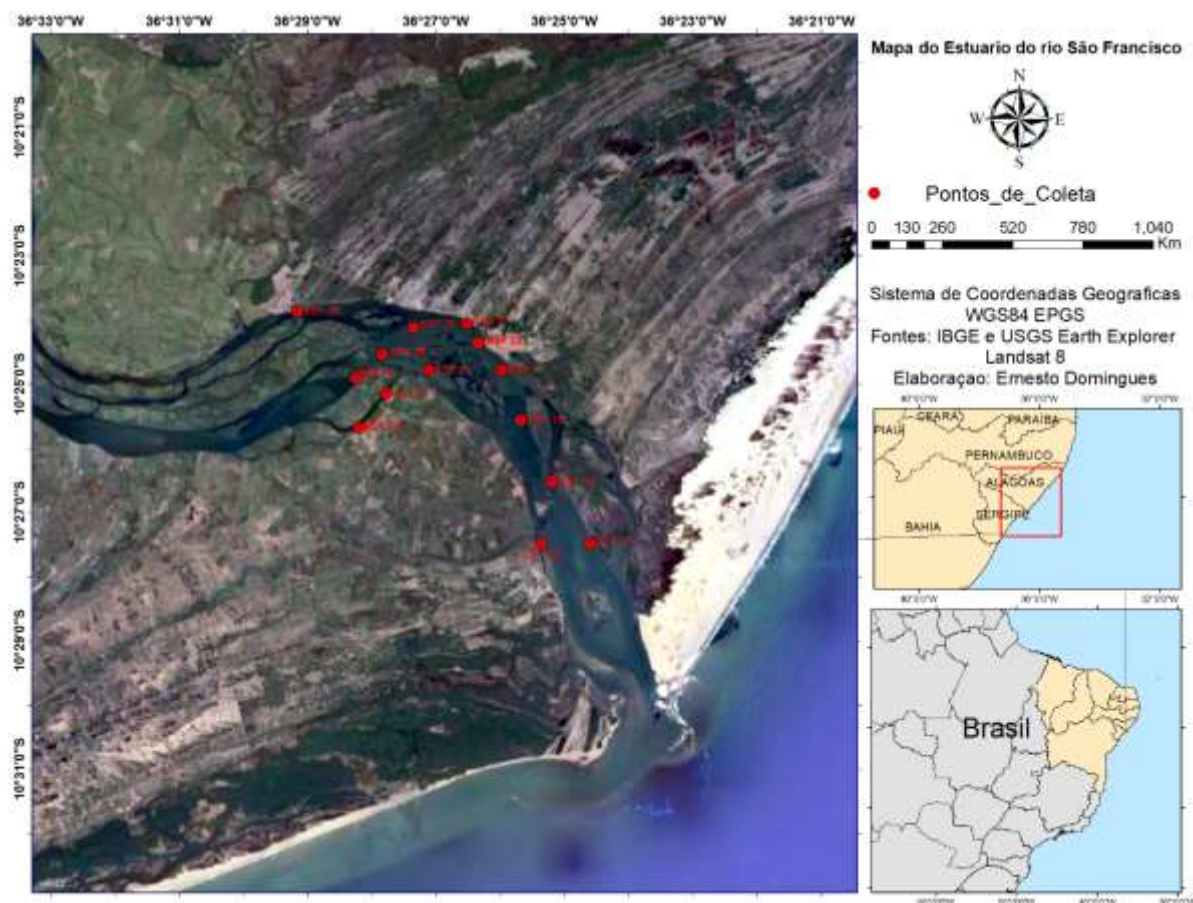


Figura 2: Localização das estações de monitoramento da introdução da cunha salina no trecho inferior do rio São Francisco. A posição das estações está marcada em vermelho.

3 Metodologia

O monitoramento da cunha salina referente ao mês de Fevereiro de 2019 foi realizado nos picos mensais de marés de sizígia (lua cheia e lua nova). Foram executadas 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.

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 horária.

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, nas quais podem ser visualizados os nomes das estações, suas latitudes e longitudes, as profundidades 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, 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.

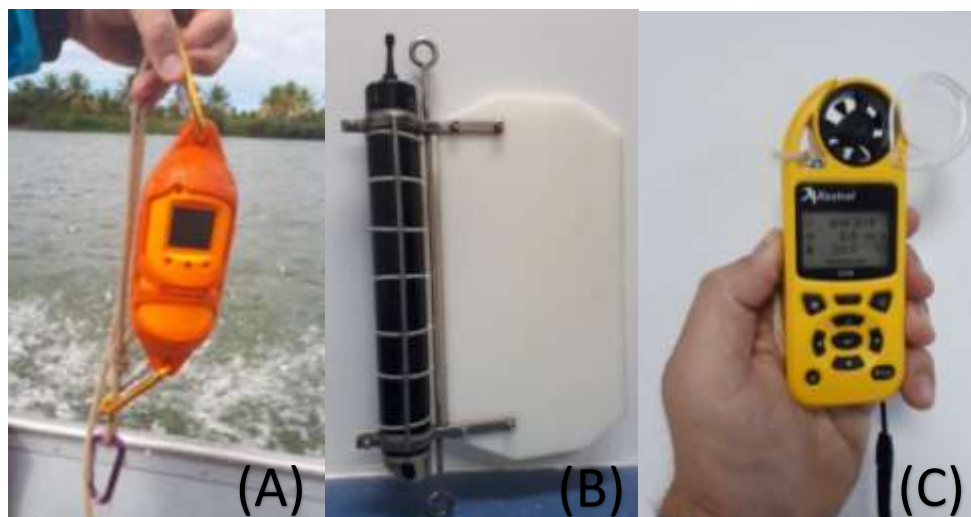


Figura 4: Instrumentos empregados na mensuração das variáveis meteorológicas e hidrológicas: CTD YSI CAsTaway (A), correntômetro Aquadopp Current Meter (B) e mini-estação Kestrel (C).

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 e 4 (lua nova) e das Tabelas 5 a 8 (lua cheia).

O período analisado no presente relatório, os ventos sopraram predominantemente da direção de 105°, com velocidade média de 4.6 m.s⁻¹. Os ventos mais intensos foram registrados no período de lua nova, apresentando médias de 8.7 m.s⁻¹, enquanto a média da temperatura atmosférica média foi de 29.6°C (tabela 11).

Tabela 2: Dados de altura da maré durante as fases de lua nova (24 e 25/01/2020) e lua cheia (11 e 12/02/2020). Dados relativos ao Terminal Marítimo Inácio Barbosa - SE (DHN).

Campanhas móveis			
Lua	Datas	Hora	Alt. da Maré (m)
Nova	24/01/2020	03:26	2
		09:26	0.4
		15:34	2.1
		21:53	0.2
	25/01/2020	04:04	2
		10:04	0.4
		16:09	2.1
		22:30	0.2
Cheia	11/02/2020	05:17	2.2
		11:21	0.1
		17:34	2.4
		23:53	0
	12/01/2020	06:02	2.2
		12:06	0.2
		18:19	2.3
		----	----

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 24/01/2020, na foz do Rio São Francisco.

Data	Hora	Estação	Direção (°)	Vel. (m.s ⁻¹)	Temp. ar (°C)
24/01/2020	08:12	ESF_D1	88	4.5	28.1
	08:25	ESF 10	24	4.7	28.1
	08:48	ESF 14	107	6.8	28.3
	08:49	ESF 18	21	4.5	28.9
	09:04	ESF 21	61	4.8	29.5
	09:14	ESF 22	90	4.5	29.7
	09:23	ESF 23	112	6.6	30.7
	09:34	ESF 26	126	6.6	29.4
	09:53	ESF 30	127	8.7	30.2
	10:10	ESF 28	116	7	29
	10:10	ESF 31	122	4.3	29.5
	10:37	ESF 32	117	6.1	29.3
	10:45	ESF 27	82	7.8	29.6
	10:54	ESF 25	151	8.6	29.4
	Média		110	6.35	29.4

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 24/01/2020, na foz do Rio São Francisco.

Data	Hora	Estação	Direção (°)	Vel. (m.s ⁻¹)	Temp. ar (°C)
24/01/2020	14:45	ESF_D1	111	8.5	28.7
	14:59	ESF 10	100	6.1	28.3
	15:11	ESF 14	127	4.5	28.6
	15:27	ESF 18	84	5.2	28.3
	15:35	ESF 21	77	7.3	28.7
	15:45	ESF 22	123	5.5	28.6
	15:53	ESF 23	124	2.4	28.8
	16:04	ESF 26	98	7	29.4
	16:18	ESF 30	85	4.7	28.3
	16:34	ESF 28	108	7.5	28.4
	16:44	ESF 31	98	3.1	28.1
	16:59	ESF 32	58	2.4	28.2
	17:08	ESF 27	21	1.6	28.2
	17:22	ESF 25	50	4.5	28.3
	Média		98	5.8	28.3

Tabela 5: 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 nova) do dia 25/01/2020 na foz do Rio São Francisco.

Data	Hora	Estação	Direção (°)	Vel. (m.s ⁻¹)	Temp. ar (°C)
25/01/2020	08:50	ESF_D1	80	4.9	29.7
	09:02	ESF 10	75	4.5	29.7
	09:15	ESF 14	8	5	30
	09:27	ESF 18	35	7.1	29.6
	09:39	ESF 21	41	7.5	30.4
	09:49	ESF 22	104	6.1	30.4
	10:00	ESF 23	54	3.1	31.6
	10:09	ESF 26	130	5.4	31.8
	10:27	ESF 30	127	6.2	29.8
	10:43	ESF 28	155	6.2	29.7
	10:52	ESF 31	85	4.1	30.2
	11:09	ESF 32	50	3.1	31.6
	11:20	ESF 27	20	1	31.8
	11:15	ESF 25	95	5	30.7
Média			78	5	30.3

Tabela 6: 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 nova) do dia 25/01/2020, na foz do Rio São Francisco.

Data	Hora	Estação	Direção (°)	Vel. (m.s ⁻¹)	Temp. ar (°C)
25/01/2020	14:59	ESF_D1	112	6.6	28.3
	15:02	ESF 10	131	7.9	28.2
	15:13	ESF 14	147	5.9	28.9
	15:23	ESF 18	77	5.9	28.8
	15:32	ESF 21	114	8	28.9
	15:42	ESF 22	141	5.4	29.1
	15:49	ESF 23	164	6.2	29
	16:00	ESF 26	18	6.7	29
	16:12	ESF 30	22	6.2	29
	16:30	ESF 28	102	5.9	28.9
	16:38	ESF 31	157	5.9	28.9
	16:51	ESF 32	107	1.8	28.2
	17:02	ESF 27	107	1	28.7
	17:18	ESF 25	75	2.2	21.6
Média			110	5.9	28.9



Tabela 7: 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 11/02/2020, na foz do Rio São Francisco.

Data	Hora	Estação	Direção (°)	Vel. (m.s ⁻¹)	Temp. ar (°C)
11/02/2020	10:11	ESF_D1	100	5.1	29
	10:40	ESF 10	98	3.6	30.1
	11:05	ESF 14	102	4.1	30
	11:21	ESF 18	10	3.5	30.4
	11:39	ESF 21	80	4.7	29.5
	11:57	ESF 22	82	4.5	31
	12:11	ESF 23	80	4.2	30.1
	12:39	ESF 26	150	3.1	30.5
	13:08	ESF 30	129	4.4	30.7
	13:32	ESF 28	140	6	30
	13:41	ESF 31	127	3	32
	14:12	ESF 32	95	1.2	32
	00:00	ESF 27	0	0	0
	00:00	ESF 25	0	0	0
Média			97	1.5	30

Tabela 8: 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 12/01/2020, na foz do Rio São Francisco.

Data	Hora	Estação	Direção (°)	Vel. (m.s ⁻¹)	Temp. ar (°C)
12/02/2020	06:54	ESF_D1	127	3.5	28.5
	07:28	ESF 10	139	3.3	28.3
	07:24	ESF 14	120	3.3	29.1
	07:41	ESF 18	100	3.5	28.8
	07:55	ESF 21	118	4.6	29.1
	08:07	ESF 22	134	4	29.1
	08:17	ESF 23	121	3.5	29.4
	08:37	ESF 26	105	3.5	29.4
	08:58	ESF 30	130	3.1	30
	09:19	ESF 28	125	6.4	29.5
	09:31	ESF 31	140	3.6	30.6
	09:55	ESF 32	181	5.6	30.2
	10:06	ESF 27	201	1.3	34.1
	10:18	ESF 25	151	5.6	29.2
Média			129	3.5	29.4

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 entre de 850 e 1600 m³.s⁻¹. A altura da baixamar e preamar foi de, respectivamente, 0,3; 0,1; 2,1 e 2,3 m na lua nova, e aqueles de lua cheia, de 0,1; 0,3; 2,1 e 2,2m (**Tabela 2**).

Na fase de lua nova, a direção predominante do vento foi leste (144°), com velocidade média de 3,51 m.s⁻¹ e temperatura média do ar de 28,58°C (26,6 a 32,8°C) (Tabela 11). Na fase de lua cheia, o vento apresentou direção predominante sudeste (145°), com velocidade média de 4,47 m.s⁻¹ e temperatura média do ar de 29,57°C (28,2a 33,6°C) (tabela 11).

Tabela 9: Médias gerais dos dados de vento para as medições referentes às luas nova e cheia do mês de Fevereiro de 2020.

	Médias gerais dos dados de vento								
	Direção (°)			Velocidade (m.s-1)			Temperatura do ar (°C)		
	Mín	Méd	Máx	Mín	Méd	Máx	Mín	Méd	Máx
Lua Nova	7.60	91.80	164.00	1.00	5.37	8.70	21.60	29.13	31.80
Lua Cheia	10.00	118.65	201.00	1.20	3.93	6.40	28.30	30.02	34.10
Média	8.80	105.23	182.50	1.10	4.65	7.55	24.95	29.58	32.95

Dados hidrodinâmicos

As Tabelas 12 a 18 contêm os valores médios de velocidade e direção da água na coluna d'água de cada estação de monitoramento da cunha salina, nas marés de baixamar e de preamar, amostradas nas luas nova e cheia. A variação espacial dos valores da velocidade média e direção média da água na coluna consta nas Figuras 5 a 12.

Na fase de lua nova, a velocidade da coluna d'água apresentou média de $0,43 \text{ m.s}^{-1}$, a estação amostral que apresentou a maior intensidades de corrente foi a estação ESF 23, no dia 11 de Fevereiro velocidade de 0.87 m.s^{-1} , foi registrada no período de baixamar. Nas duas luas, a direção da corrente na baixamar estiveram predominantes no quadrante entre sudeste- sudoeste ($147 - 202^\circ$), 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 0.34 m.s^{-1} , já na baixamar a média foi de 0.49 m.s^{-1} .

Campanhas móveis realizadas nos dias 24 e 25 de janeiro de 2020.

Tabela 10: 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 24/01/2020, na foz do Rio São Francisco.

Data	Hora	Estação	Vel.(m.s ⁻¹)	Direção (°)
24/01/2020	08:12	ESF_D1	0.600	189
	08:25	ESF 10	0.646	151
	08:48	ESF 14	0.724	182
	08:49	ESF 18	0.712	185
	09:04	ESF 21	0.521	157
	09:14	ESF 22	0.778	165
	09:23	ESF 23	0.831	138
	09:34	ESF 26	0.608	84
	09:53	ESF 30	0.658	113
	10:10	ESF 28	0.653	61
	10:10	ESF 31	0.549	77
	10:37	ESF 32	0.619	76
	10:45	ESF 27	0.476	54
	10:54	ESF 25	0.512	136

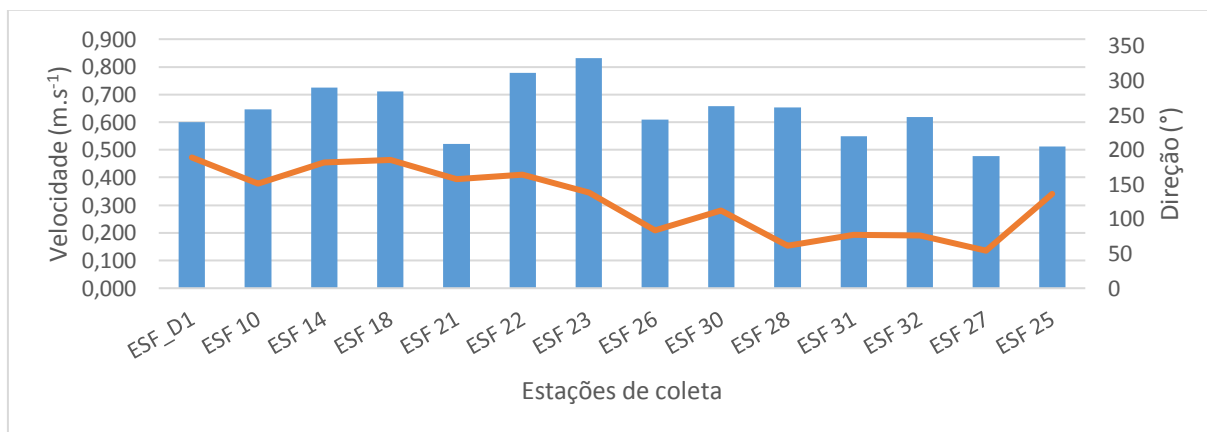


Figura 5: Variação média da velocidade (barras azuis) e da direção (linha laranja) das correntes na coluna entre pelas estações de amostragem da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante a baixamar da maré de sizígia (lua nova) do dia 24/01/2020.

Tabela 11: 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 24/01/2020, na foz do Rio São Francisco.

Data	Hora	Estação	Vel.(m.s ⁻¹)	Direção (°)
24/01/2020	14:45	ESF_D1	0.308	22
	14:59	ESF 10	0.537	161
	15:11	ESF 14	0.579	177
	15:27	ESF 18	0.425	124
	15:35	ESF 21	0.411	336
	15:45	ESF 22	0.472	244
	15:53	ESF 23	0.209	319
	16:04	ESF 26	0.279	261
	16:18	ESF 30	0.292	300
	16:34	ESF 28	0.122	245
	16:44	ESF 31	0.242	244
	16:59	ESF 32	0.063	170
	17:08	ESF 27	0.091	68
	17:22	ESF 25	0.205	143

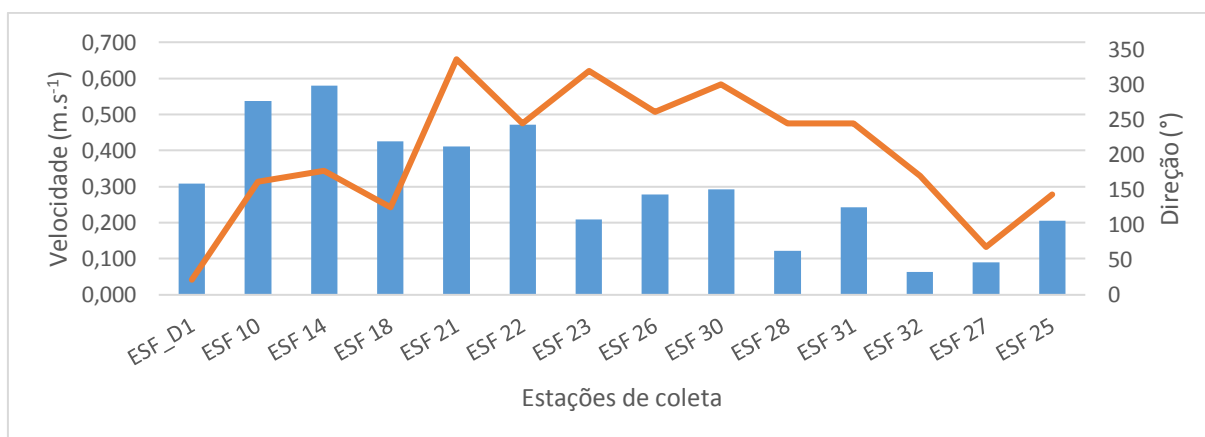


Figura 6: Variação média da velocidade (barras azuis) e da direção (linha laranja) das correntes na coluna entre pelas estações de amostragem da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante preamar da maré de sizígia (lua nova) do dia 24/01/2020.

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 25/01/2020, na foz do Rio São Francisco.

Data	Hora	Estação	Vel.(m.s ⁻¹)	Direção (°)
25/01/2020	08:50	ESF_D1	0.527	153
	09:02	ESF 10	0.531	120
	09:15	ESF 14	0.636	184
	09:27	ESF 18	0.652	183
	09:39	ESF 21	0.594	156
	09:49	ESF 22	0.453	165
	10:00	ESF 23	0.852	136
	10:09	ESF 26	0.638	91
	10:27	ESF 30	0.537	109
	10:43	ESF 28	0.476	63
	10:52	ESF 31	0.607	89
	11:09	ESF 32	0.541	75
	11:20	ESF 27	0.534	58
	11:15	ESF 25	0.364	136

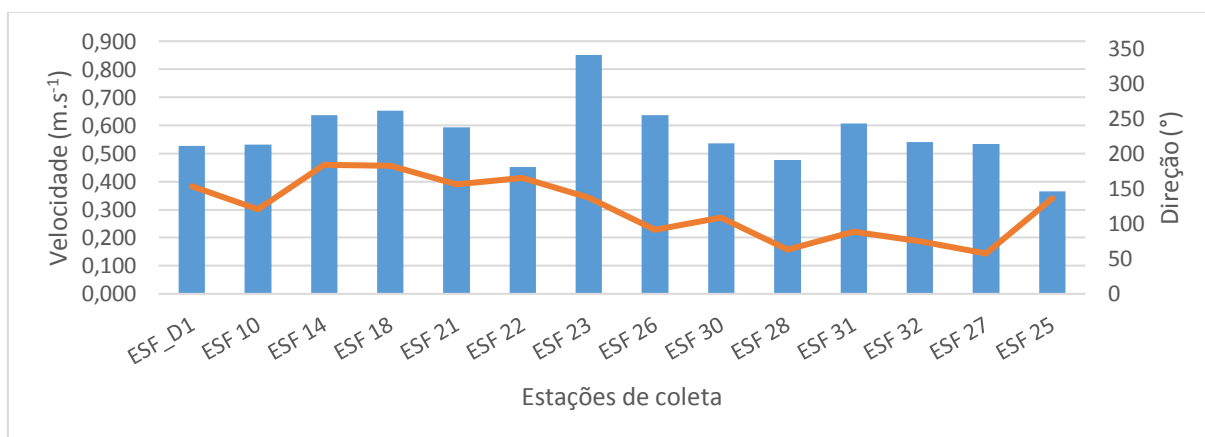


Figura 7: Variação média da velocidade (barras azuis) e da direção (linha laranja) das correntes na coluna entre pelas estações de amostragem da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante baixamar da maré de sizígia (lua nova) do dia 25/01/2020.

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 cheia) do dia 25/01/2020, na foz do Rio São Francisco.

Data	Hora	Estação	Vel.(m.s ⁻¹)	Direção (°)
25/01/2020	14:59	ESF_D1	0.381	123
	15:02	ESF 10	0.443	123
	15:13	ESF 14	0.428	212
	15:23	ESF 18	0.384	10
	15:32	ESF 21	0.440	288
	15:42	ESF 22	0.511	282
	15:49	ESF 23	0.284	292
	16:00	ESF 26	0.307	188
	16:12	ESF 30	0.203	257
	16:30	ESF 28	0.238	247
	16:38	ESF 31	0.423	198
	16:51	ESF 32	0.130	237
	17:02	ESF 27	0.184	233
	17:18	ESF 25	0.114	156

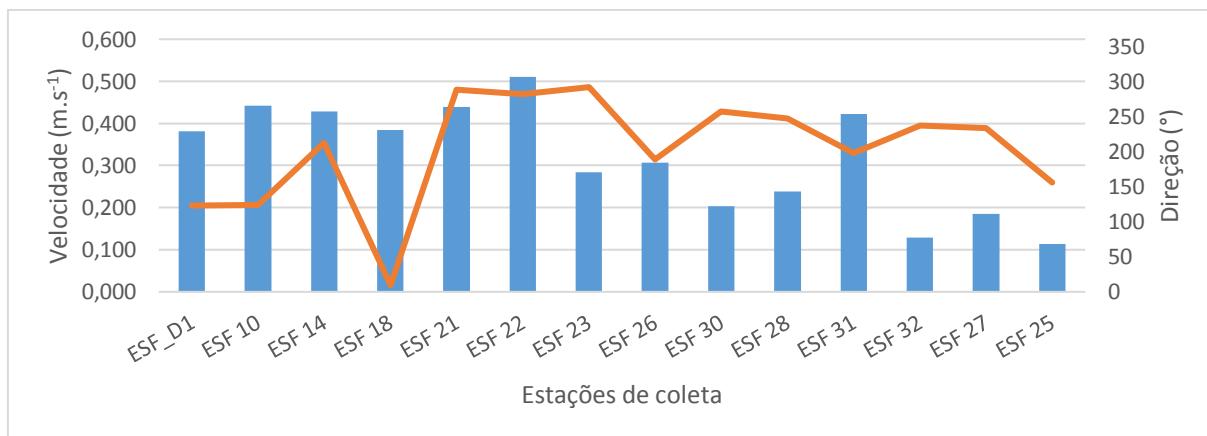


Figura 8: Variação média da velocidade (barras azuis) e da direção (linha laranja) das correntes na coluna entre pelas estações de amostragem da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante a preamar da maré de sizígia (lua cheia) do dia 25/01/2020.

Campanhas móveis realizadas nos dias 11 e 12 de Fevereiro de 2020.

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 nova) do dia 11/02/2020, na foz do Rio São Francisco.

Data	Hora	Estação	Vel.(m.s ⁻¹)	Direção (°)
11/02/2020	10:11	ESF_D1	0.510	176
	10:40	ESF 10	0.816	178
	11:05	ESF 14	0.754	185
	11:21	ESF 18	0.637	176
	11:39	ESF 21	0.629	156
	11:57	ESF 22	0.550	168
	12:11	ESF 23	0.676	140
	12:39	ESF 26	0.526	96
	13:08	ESF 30	0.558	109
	13:32	ESF 28	0.468	65
	13:41	ESF 31	0.486	72
	14:12	ESF 32	0.304	81
	00:00	ESF 27	0.534	58
	00:00	ESF 25	0.364	136

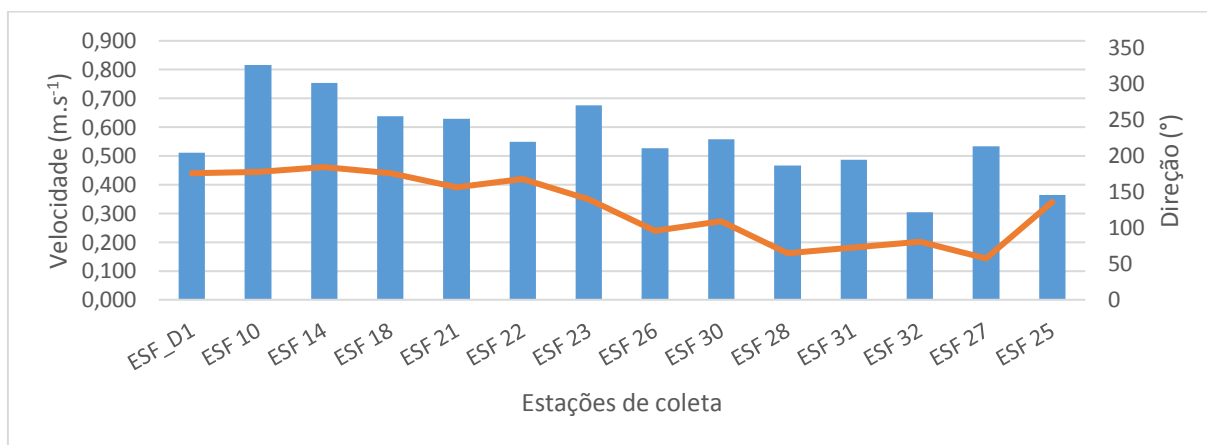


Figura 9: Variação média da velocidade (barras azuis) e da direção (linha laranja) das correntes na coluna entre pelas estações de amostragem da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante a baixamar da maré de sizígia (lua cheia) do dia 11/02/2020.

Tabela 15: 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 12/02/2020, na foz do Rio São Francisco.

Data	Hora	Estação	Vel.(m.s ⁻¹)	Direção (°)
12/02/2020	06:54	ESF_D1	0.273	175
	07:28	ESF 10	0.185	178
	07:24	ESF 14	0.095	102
	07:41	ESF 18	0.186	114
	07:55	ESF 21	0.327	176
	08:07	ESF 22	0.232	138
	08:17	ESF 23	0.285	143
	08:37	ESF 26	0.318	87
	08:58	ESF 30	0.649	113
	09:19	ESF 28	0.651	65
	09:31	ESF 31	0.687	75
	09:55	ESF 32	0.662	80
	10:06	ESF 27	0.588	58
	10:18	ESF 25	0.634	142

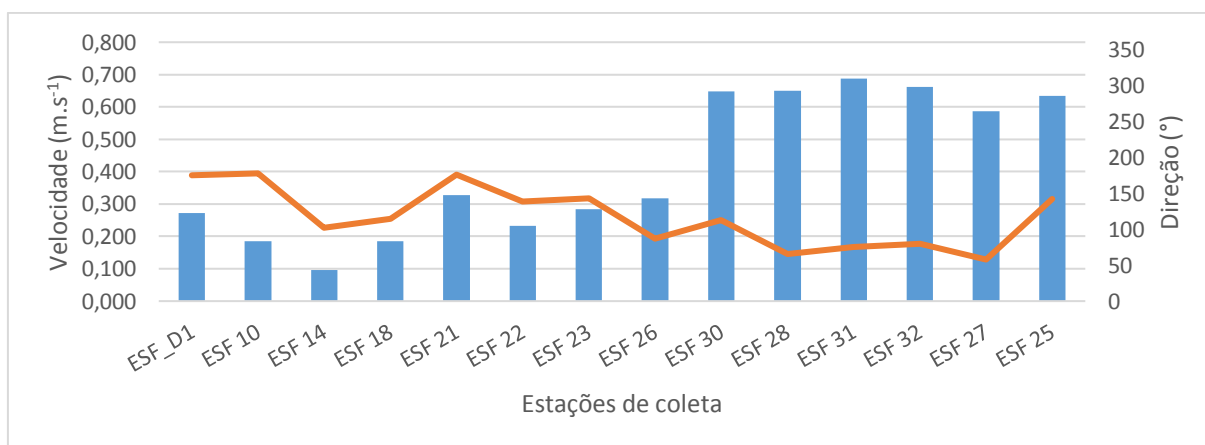


Figura 10: Variação média da velocidade (barras azuis) e da direção (linha laranja) das correntes na coluna entre pelas estações de amostragem da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante a baixamar da maré de sizígia (lua cheia) do dia 20/02/2020.

Resultados do CTD

Salinidade

As Figuras 13 a 18 demonstram a penetração da cunha salina na baixamar e preamar dos dois períodos de sizígia analisados referentes a Fevereiro de 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 de coleta mais próximo da foz (ESF 10) à estação mais distante longitudinalmente do rio, localizada na localidade de Penedinho – AL (ESF 30). Através das figuras, é possível afirmar que no mês de Fevereiro de 2019, no geral 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 14 (distante 7,57 km da foz), como pode se ver na figura 13 a qual representa a coleta realizada no dia 24 de janeiro de 2020. Foram registrados picos de salinidade superiores a 30 PSU entre as estações ESF D1 e ESF14 (6,1 e 7,54 km da foz, respectivamente) em todos os registros das campanhas móveis. Nos períodos de preamar o pico de salinidade esteve distribuído por quase toda coluna d'água nas coletas realizadas nos períodos de preamar (Figura 14, 16 e 18) nos períodos de baixamar a cunha esteve presente de forma mais espalhada e distribuída no fundo da coluna d'água (figuras 13, 15 e 17). Os registros realizados nas baixamars e preamars consecutivas demonstram um comportamento similar entre si, onde a intrusão salina foi percebida com maior intensidade nos momentos de preamar.

Baixamar e preamar dos dias 24 e 25 de Janeiro de 2020.

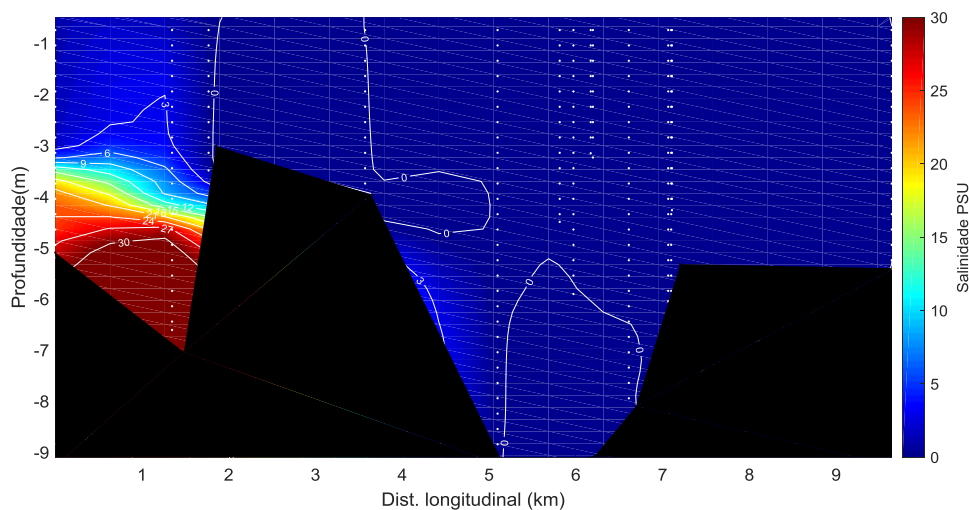


Figura 11: Distribuição longitudinal da salinidade na foz do rio São Francisco, variando da estação ESF 10 (ponto mais próximo à foz) à ESF 30 (ponto mais distante da foz), no período de baixamar do dia 24 de Janeiro de 2020. Os pontos brancos indicam a localização longitudinal de cada perfil.

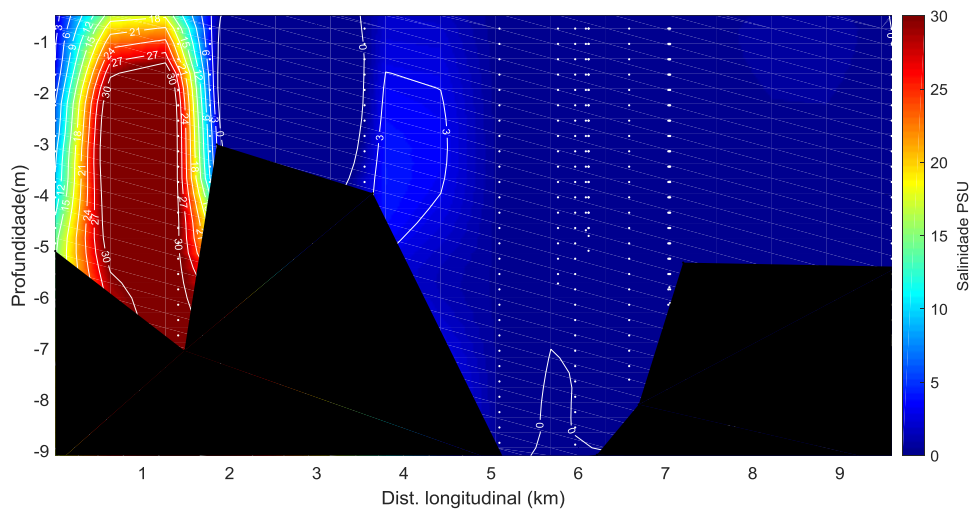


Figura 12: Distribuição longitudinal da salinidade na foz do rio São Francisco, variando da estação ESF 10 (ponto mais próximo à foz) à ESF 30 (ponto mais distante da foz), no período de preamar do dia 24 de Janeiro de 2020. Os pontos brancos indicam a localização longitudinal de cada perfil.

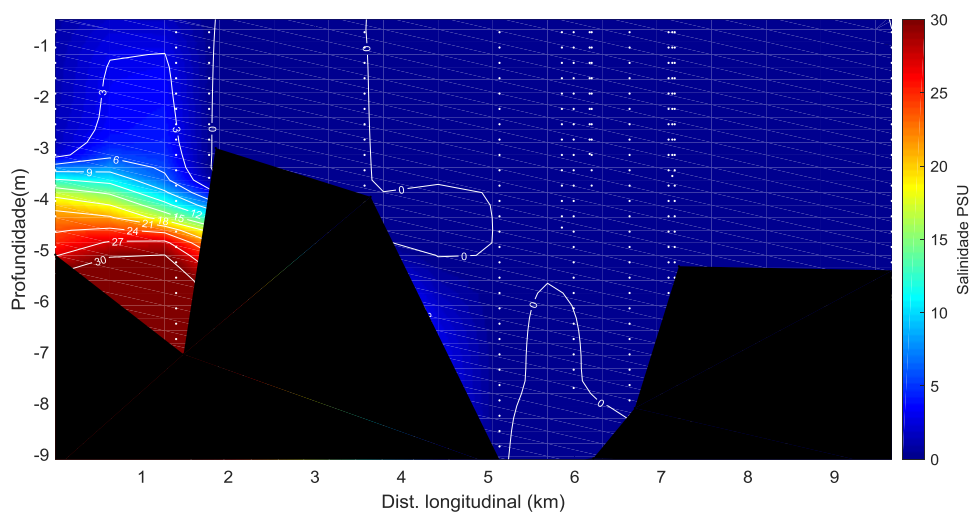


Figura 13: Distribuição longitudinal da salinidade na foz do rio São Francisco, variando da estação ESF 10 (ponto mais próximo à foz) à ESF 30 (ponto mais distante da foz), no período de baixamar do dia 25 de Janeiro de 2020. Os pontos brancos indicam a localização longitudinal de cada perfil.

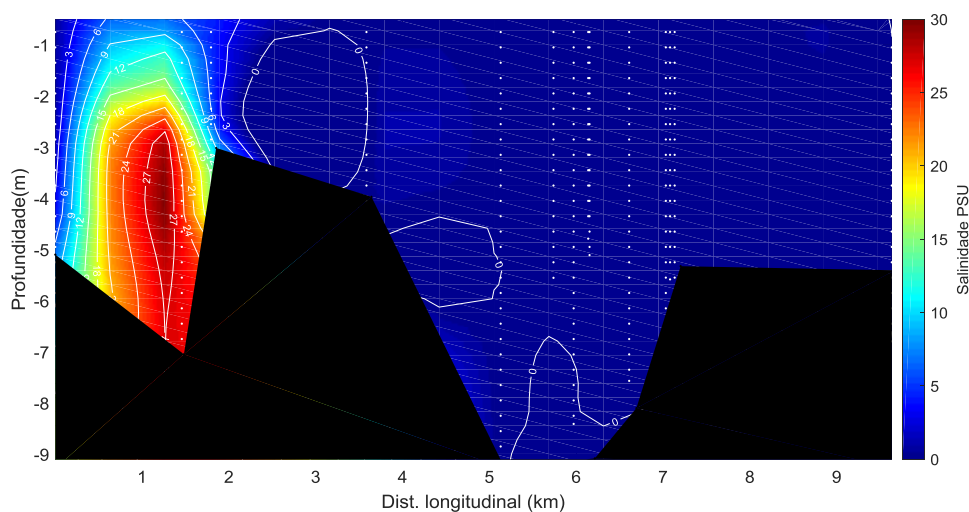


Figura 14: Distribuição longitudinal da salinidade na foz do rio São Francisco, variando da estação ESF 10 (ponto mais próximo à foz) à ESF 30 (ponto mais distante da foz), no período de preamar do dia 25 de Janeiro de 2020. Os pontos brancos indicam a localização longitudinal de cada perfil.

Baixamar e preamar dos dias 11 e 12 de Fevereiro de 2019.

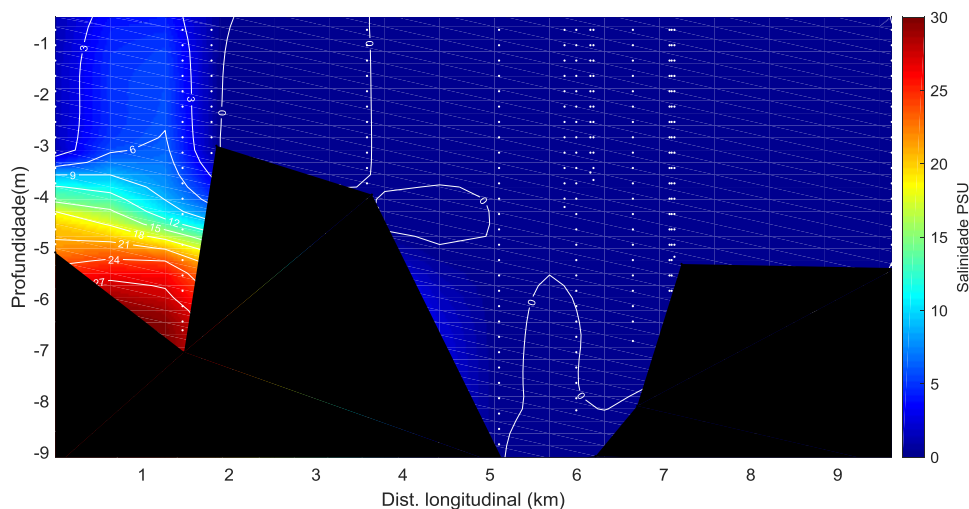


Figura 15: Distribuição longitudinal da salinidade na foz do rio São Francisco, variando da estação ESF 10 (ponto mais próximo à foz) à ESF 30 (ponto mais distante da foz), no período de baixamar do dia 11 de Fevereiro de 2020. Os pontos brancos indicam a localização longitudinal de cada perfil.

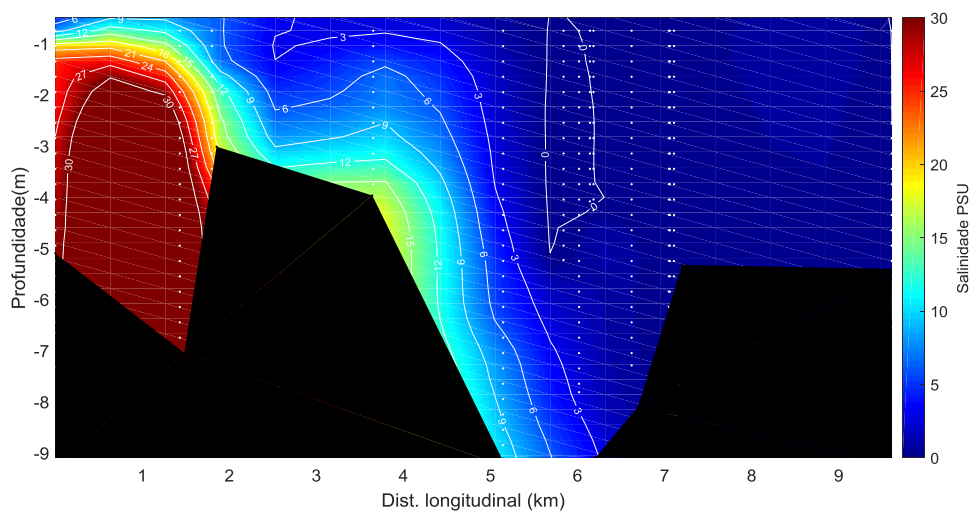


Figura 16: Distribuição longitudinal da salinidade na foz do rio São Francisco, variando da estação ESF 10 (ponto mais próximo à foz) à ESF 30 (ponto mais distante da foz), no período de preamar do dia 12 de Fevereiro de 2020. Os pontos brancos indicam a localização longitudinal de cada perfil.

Temperatura

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 fevereiro de 2020, a temperatura registrada nas coletas estiveram predominantemente em torno de 29,5 °C. Nos períodos de preamar, as temperaturas em geral foram mais altas, todas as campanhas de preamar foram coletadas no período vespertino o que está associado com o momento do dia em que as águas expostas ao sol acumulam o calor adquirido durante todo o dia além do acúmulo de água que ocorre na foz, onde vamos ter a entrada de água do continente pela vazão do rio assim como a entrada de água do mar devido à maré. As temperaturas mais baixas registradas estiveram entre 30°C, foram registradas na região próximo ao ponto ESF 26 e próximo à foz (Figuras 21). De maneira geral a temperatura da água na foz do rio São Francisco no mês de Fevereiro esteve homogênea em torno de 29.5°C, como mostram as (figuras 21 a 26).

Baixamar e preamar do dia 26 e 27 de Janeiro de 2020

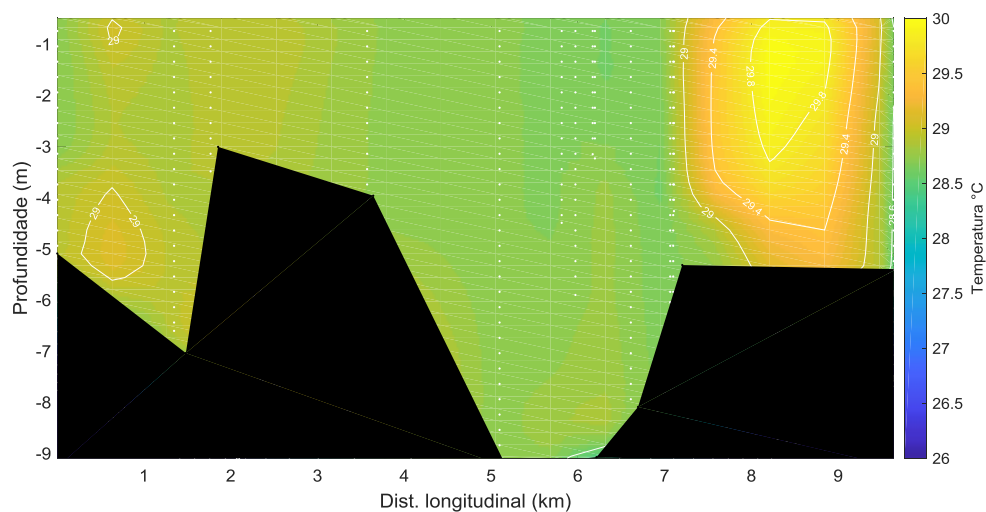


Figura 17: Distribuição longitudinal da temperatura da água na foz do rio São Francisco, variando da estação ESF 10 (ponto mais próximo à foz) à estação ESF 30 (ponto mais distante da foz,) no período de baixamar do dia 24 Janeiro de 2020. Os pontos brancos indicam a localização longitudinal de cada perfil.

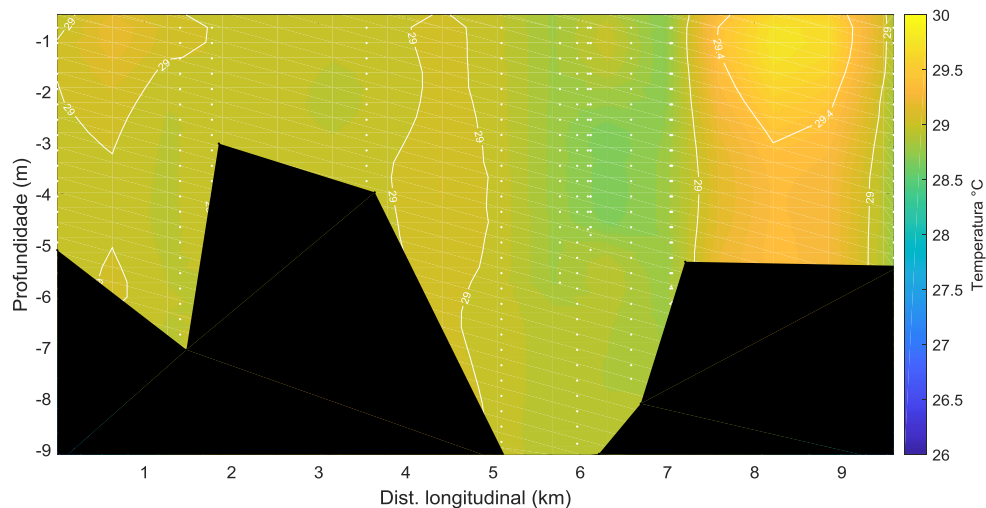


Figura 18: Distribuição longitudinal da temperatura da água na foz do rio São Francisco, variando da estação ESF 10 (ponto mais próximo à foz) à estação ESF 30 (ponto mais distante da foz,) no período de preamar do dia 24 de janeiro 2020. Os pontos brancos indicam a localização longitudinal de cada perfil.

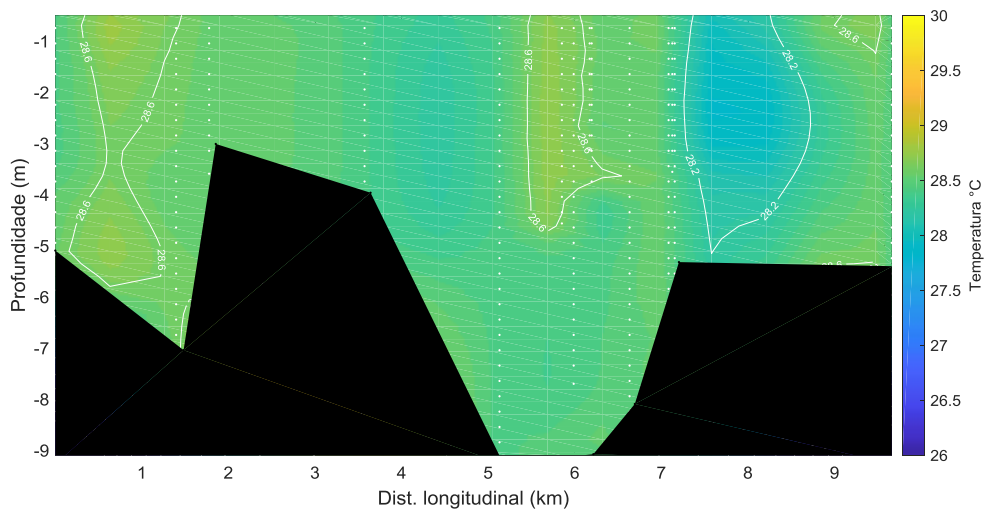


Figura 19: Distribuição longitudinal da temperatura da água na foz do rio São Francisco, variando da estação ESF 10 (ponto mais próximo à foz) à estação ESF 30 (ponto mais distante da foz,) no período de baixamar do dia 25 de Janeiro de 2020. Os pontos brancos indicam a localização longitudinal de cada perfil.

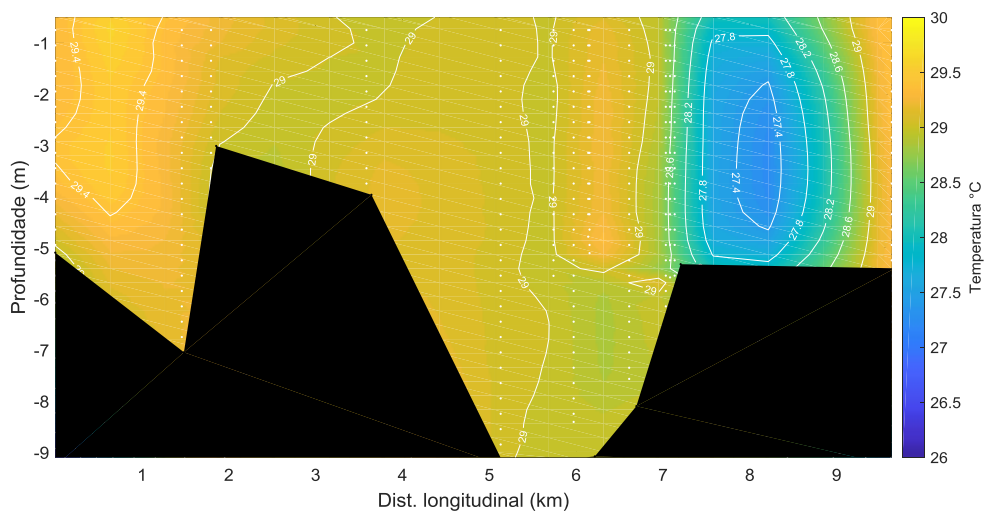


Figura 20: Distribuição longitudinal da temperatura da água na foz do rio São Francisco, variando da estação ESF 10 (ponto mais próximo à foz) à estação ESF 30 (ponto mais distante da foz,) no período de preamar do dia 25 de Janeiro de 2020. Os pontos brancos indicam a localização longitudinal de cada perfil.

Baixamar e preamar do dia 11 e 12 de Fevereiro de 2020.

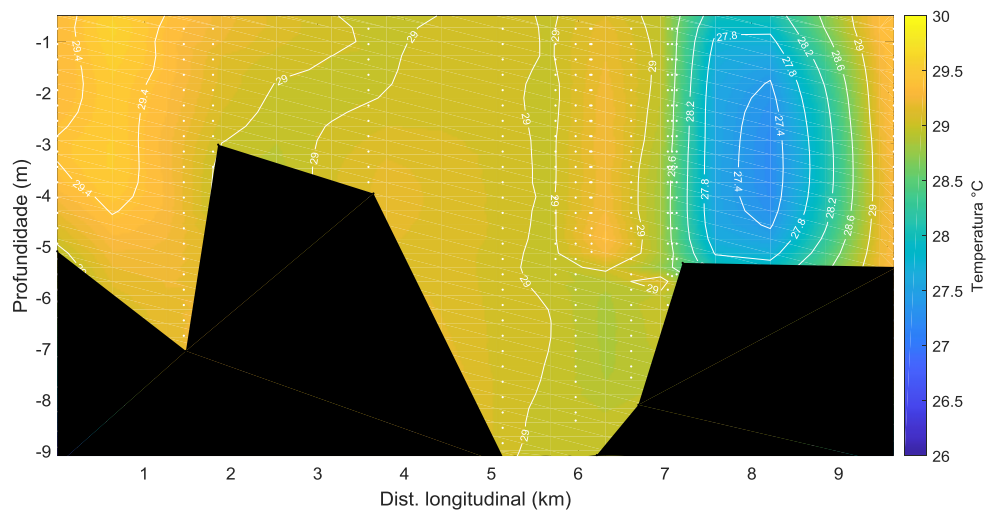


Figura 21: Distribuição longitudinal da temperatura da água na foz do rio São Francisco, variando da estação ESF 10 (ponto mais próximo à foz) à estação ESF 30 (ponto mais distante da foz,) no período de baixamar do dia 11 de Fevereiro de 2020. Os pontos brancos indicam a localização longitudinal de cada perfil.

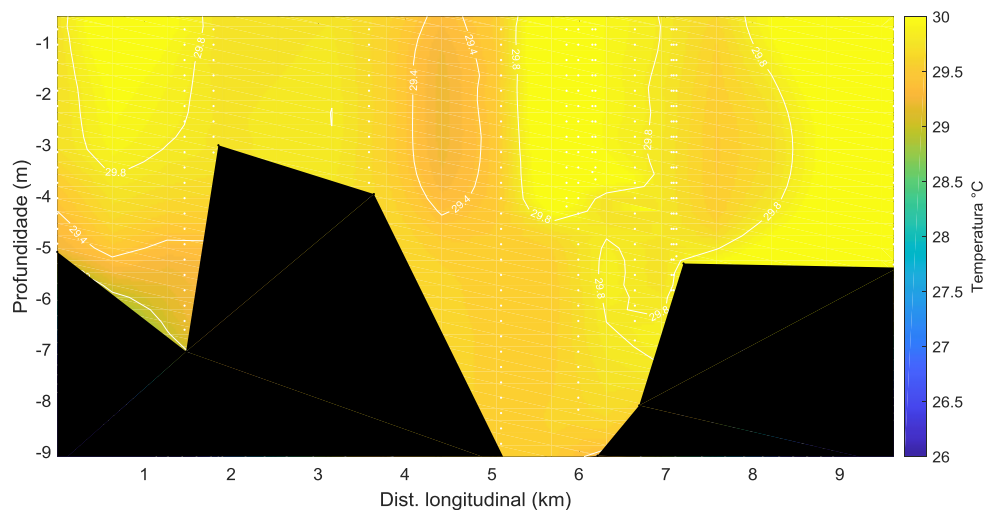


Figura 22: Distribuição longitudinal da temperatura da água na foz do rio São Francisco, variando da estação ESF 10 (ponto mais próximo à foz) à estação ESF 30 (ponto mais distante da foz,) no período de preamar do dia 12 de Fevereiro de 2020. Os pontos brancos indicam a localização longitudinal de cada 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 intensas foram registradas no monitoramento na localidade de Brejo Grande-SE no dia 19 de Fevereiro 2020, quando atingiu $0,92 \text{ m.s}^{-1}$. Neste ponto, a variação bidirecional de vazante e enchente foi de 70 a 250° , respectivamente. Em Penedinho, esta variou entre 100 a 291° . Quando ocorre os picos de velocidade da corrente acontece o desprendimento dos bancos de plantas aquáticas, fato que vêm ocorrendo com maior frequência, devido ao aumento da defluência, essas plantas flutuam aglomeradas entre si, esses eventos influenciam diretamente na vida dos ribeirinhos, tendo em vista que essas plantas derivam até a região de pesca, fato que atrapalha na atividade de pesca de rede, também grandes volumes dessas plantas se engancham nas cordas das âncoras dos barcos que estão ancorados fazendo com que suas âncoras se desprendam do fundo deixando os barcos à deriva. E também influencia de forma negativa nos procedimentos de coleta onde ao navegar pelo rio se torna comum os engalhes de plantas na hélice da embarcação de coleta assim como o desprendimento da âncora do barco para as coletas fixas.

Dados hidrodinâmicos, campanhas fixas realizadas nos dias 26 e 27 de Janeiro de 2020

Tabela 16: 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 26 de janeiro de 2020.

Data	Hora	Vel.(m.s ⁻¹)	Direção (°)
26/01/2020	11:22	0.831	101
	12:22	0.723	102
	13:22	0.277	115
	14:20	0.392	283
	15:20	0.522	288
	16:20	0.505	283
	17:20	0.365	277
	18:20	0.116	290
	19:20	0.385	103
	20:20	0.656	102
	21:20	0.861	101
	22:20	0.899	102
	23:20	0.906	102

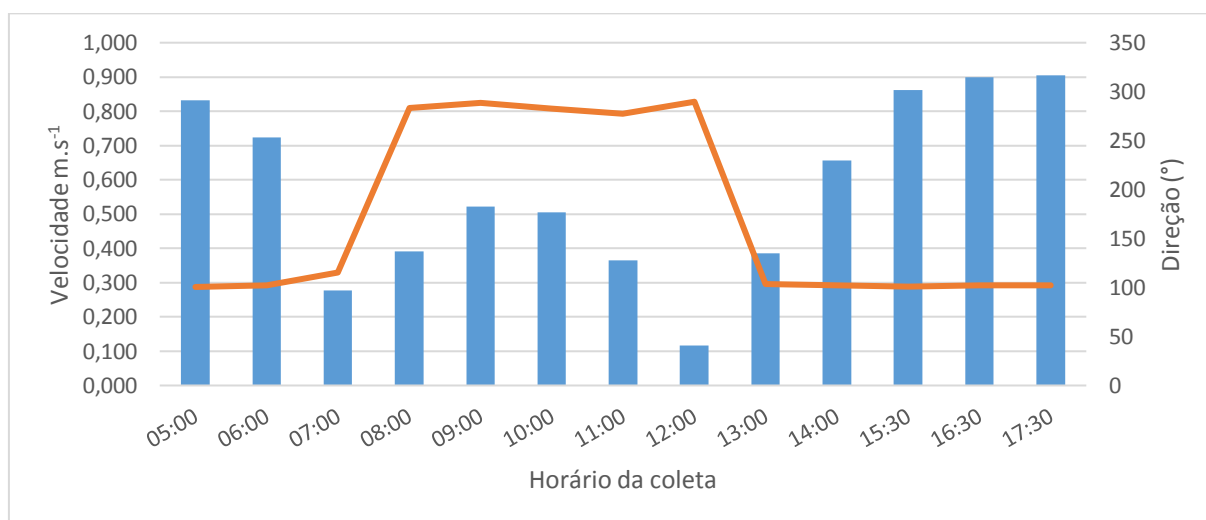


Figura 23: Dados hidrodinâmicos coletados durante a campanha fixa em Brejo Grande no dia 26 de janeiro de 2020. As barras azuis representam a velocidade da corrente e a linha laranja a direção.

Tabela 17: 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 26 e 27 de janeiro de 2020

Data	Hora	Vel.(m.s ⁻¹)	Direção (°)
26-27/01/2020	00:20	0.596	79
	01:20	0.457	77
	02:20	0.124	78
	03:20	0.207	264
	04:20	0.276	253
	05:20	0.220	257
	06:20	0.099	216
	07:20	0.300	73
	08:20	0.457	79
	09:20	0.474	75
	10:20	0.547	80
	11:20	0.548	78
	12:20	0.546	72

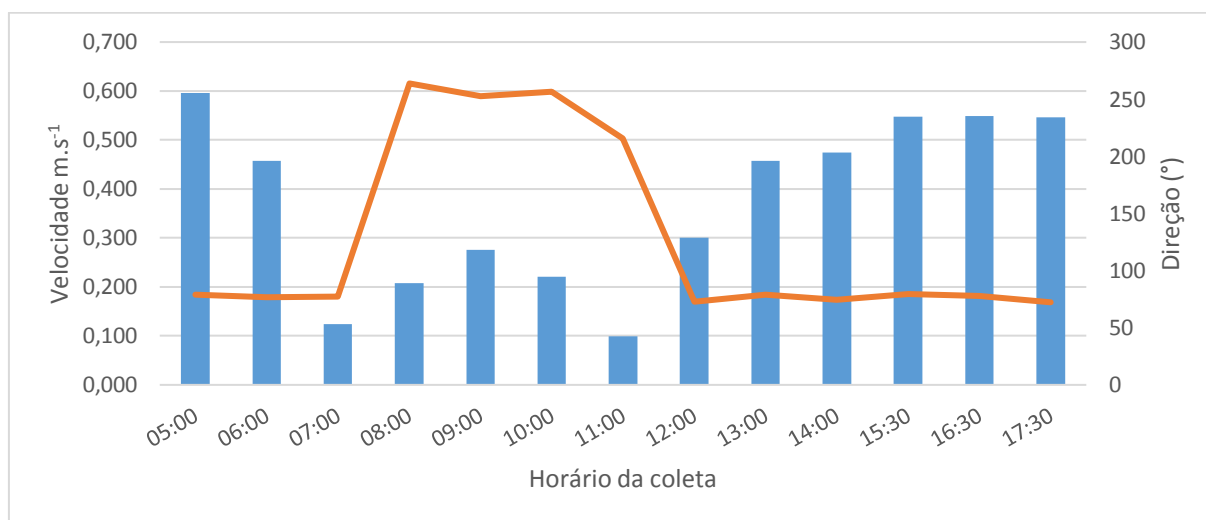


Figura 24: Dados hidrodinâmicos coletados durante a campanha fixa na bomba de captação de água da cidade de Piaçabuçu-AL (Penedinho, ESF 30), no dia 28-29/12/2019. As barras azuis representam a velocidade da corrente e a linha laranja a direção.

Campanhas fixas realizadas nos dias 09 e 10 de Fevereiro de 2020

Tabela 18: Dados 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 09 de fevereiro 2020.

Data	Hora	Vel.(m.s ⁻¹)	Direção (°)
09/02/2020	05:00	0.045	138
	06:00	0.382	114
	07:00	0.781	101
	08:00	0.886	102
	09:00	0.942	101
	10:00	0.916	101
	11:00	0.894	100
	12:00	0.737	98
	13:00	0.075	293
	14:00	0.603	285
	15:30	0.602	271
	16:30	0.438	278
	17:30	0.319	275

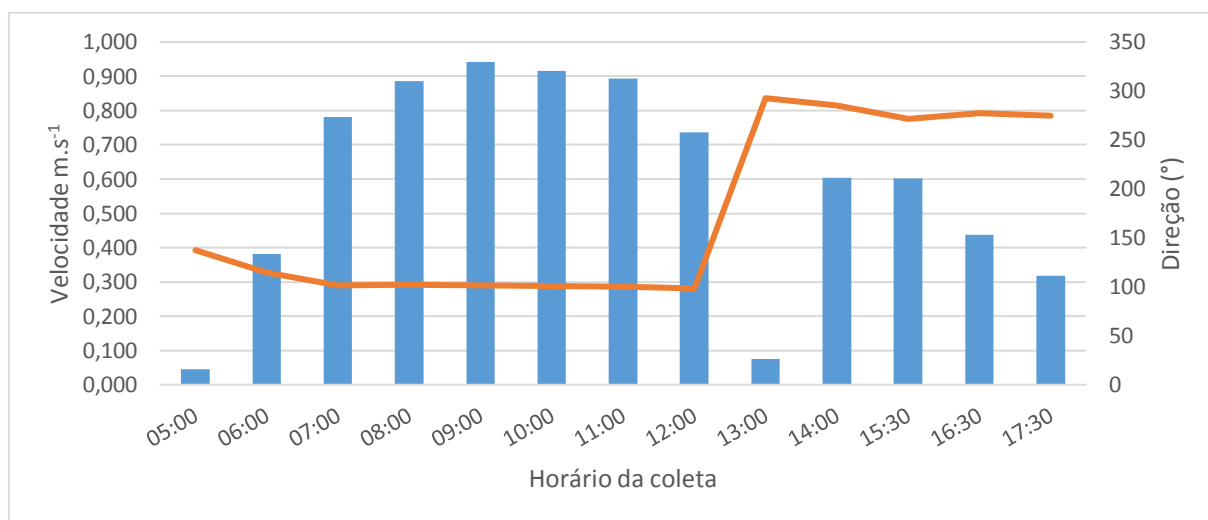


Figura 25: Dados hidrodinâmicos coletados durante a campanha fixa da cidade de Piaçabuçu-AL (Penedinho, ESF30) no dia 09 de fevereiro de 2020. As barras azuis representam a velocidade da corrente e a linha laranja a direção.

Tabela 19: 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 (ESF32) no dia 10 de fevereiro de 2020

Data	Hora	Vel.(m.s ⁻¹)	Direção (°)
10/02/2020	05:00	0.193	271
	06:00	0.084	248
	07:00	0.494	72
	08:00	0.694	74
	09:00	0.767	74
	10:00	0.741	80
	11:00	0.718	73
	12:00	0.722	83
	13:00	0.485	70
	14:00	0.095	262
	15:00	0.401	261
	16:00	0.430	258
	17:00	0.348	247

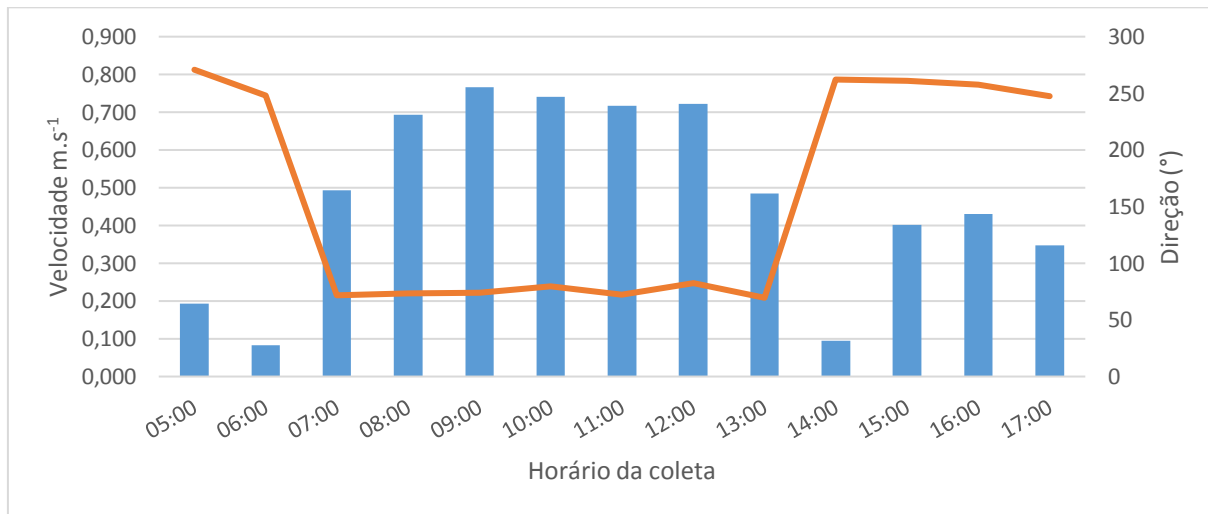


Figura 26: Dados hidrodinâmicos coletados durante a campanha fixa na bomba de captação de água da cidade de Brejo Grande – SE (ESF32), no dia 10 de fevereiro de 2020. As barras azuis representam a velocidade da corrente e a linha laranja a direção.

As Figuras 33 a 36 representam a distribuição temporal de salinidade da água das campanhas fixas de 12 horas, realizadas nos dias 26 e 27 de janeiro e 09 e 10 de fevereiro de 2019. A salinidade nas campanhas fixas de Brejo Grande e Penedinho se mantiveram abaixo de 0.5 PSU, limite para classificação de água doce segundo a Resolução nº. 357 do CONAMA, os valores mais elevados estiveram próximo de 0.05 PSU, desta forma os parâmetros de salinidade para todas as medições estiveram dentro dos parâmetros seguros para o uso doméstico.

Para temperatura foi observado um padrão temporal similar de variação da temperatura no ciclo diurno, evidenciando uma elevação gradual da temperatura das massas de água ao longo do dia, com uma amplitude média menor do que 0,7°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 pontos fixos

Salinidade

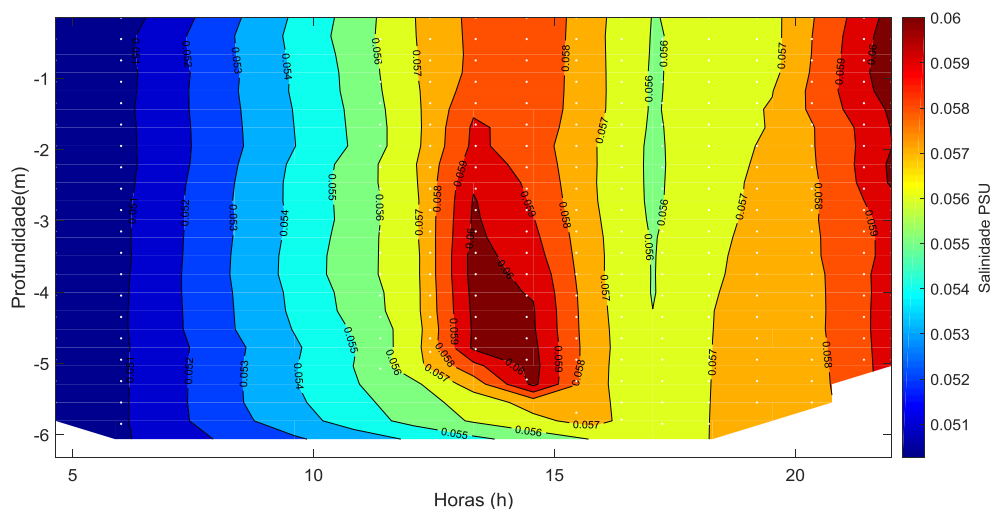


Figura 27: Distribuição temporal da salinidade da água durante o monitoramento fixo da cunha salina, realizado no dia 26 de Janeiro de 2020, nas proximidades da bomba de captação de água da cidade de Brejo Grande - SE (ESF 32). Os pontos brancos representam o momento do dia da campanha quando os perfis foram realizados e o formato do fundo corresponde à variação do nível da coluna d'água ou o ponto máximo de alcance do CTD.

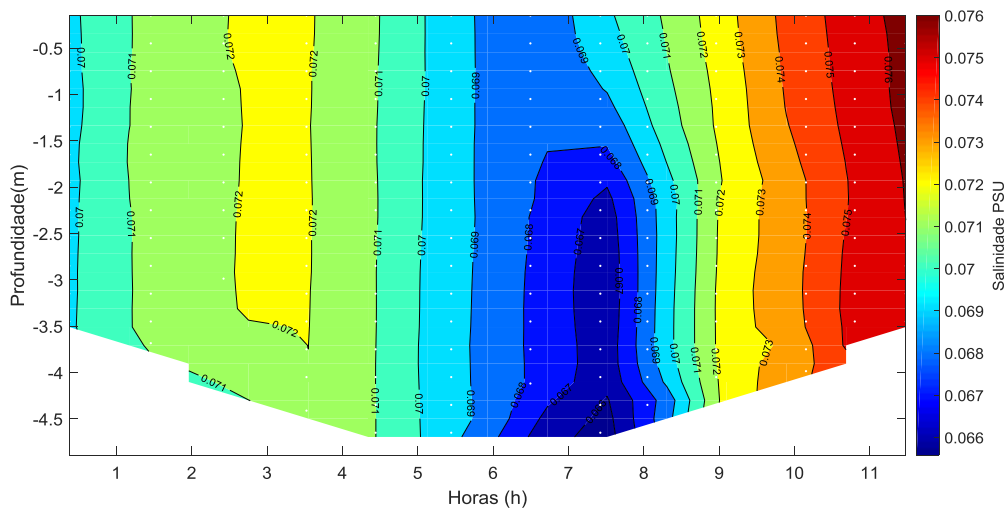


Figura 28: Distribuição temporal da salinidade da água durante o monitoramento fixo da cunha salina, realizado no dia 27 de Janeiro de 2020, nas proximidades da bomba de captação de água da cidade de Piaçabuçu (Penedinho, ESF 30). Os pontos brancos representam o momento do dia da campanha quando os perfis foram realizados e o formato do fundo corresponde à variação do nível da coluna d'água ou o ponto máximo de alcance do CTD.

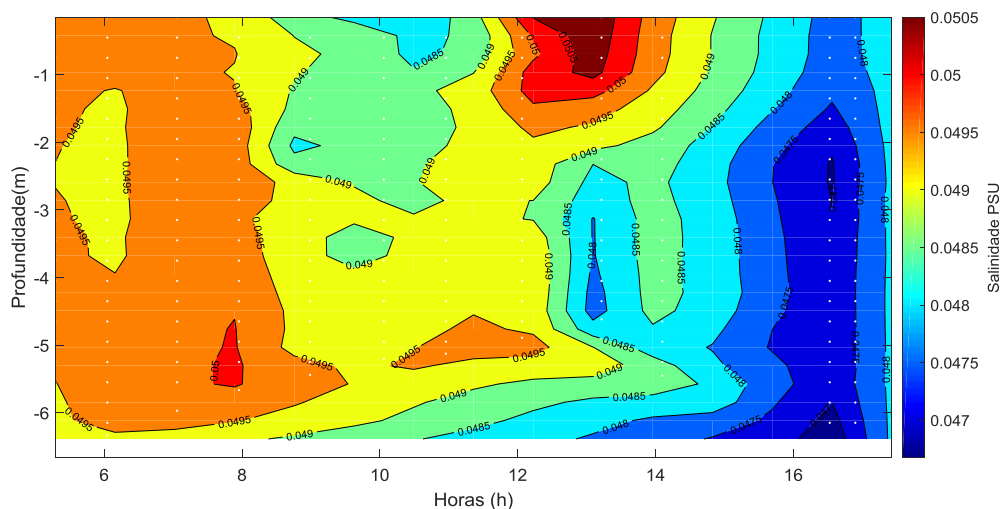


Figura 29: Distribuição temporal da salinidade da água durante o monitoramento fixo da cunha salina, realizado no dia 09 de Fevereiro de 2020, nas proximidades da bomba de captação de água da cidade de Piaçabuçu (Penedinho, ESF 30). Os pontos brancos representam o momento do dia da campanha quando os 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.

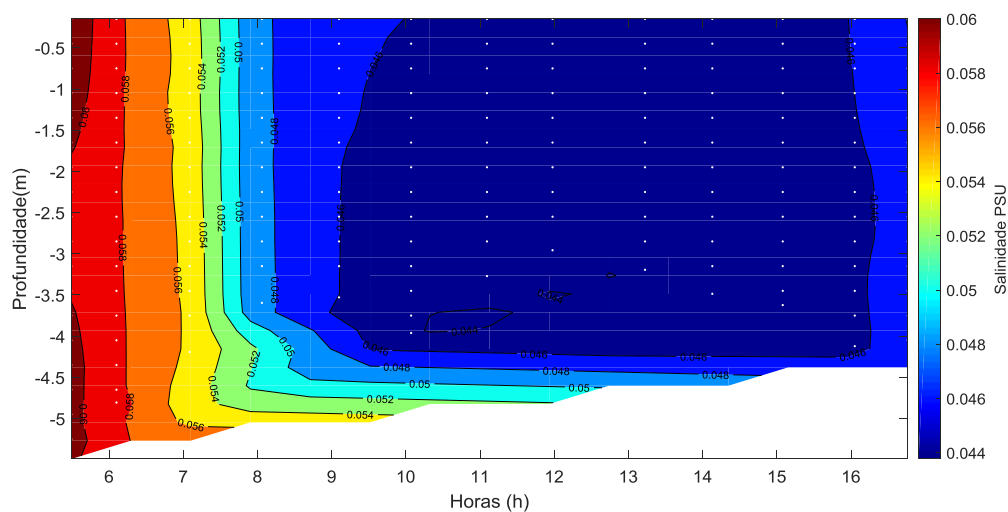


Figura 30: Distribuição temporal da salinidade da água durante o monitoramento fixo da cunha salina, realizado no dia 10 de Fevereiro de 2020, nas proximidades da bomba de captação de água da cidade de Brejo Grande - SE (ESF 32). Os pontos brancos representam o momento do dia da campanha quando os perfis foram realizados e o formato do fundo corresponde à variação do nível da coluna d'água ou o ponto máximo de alcance do CTD.



Temperatura

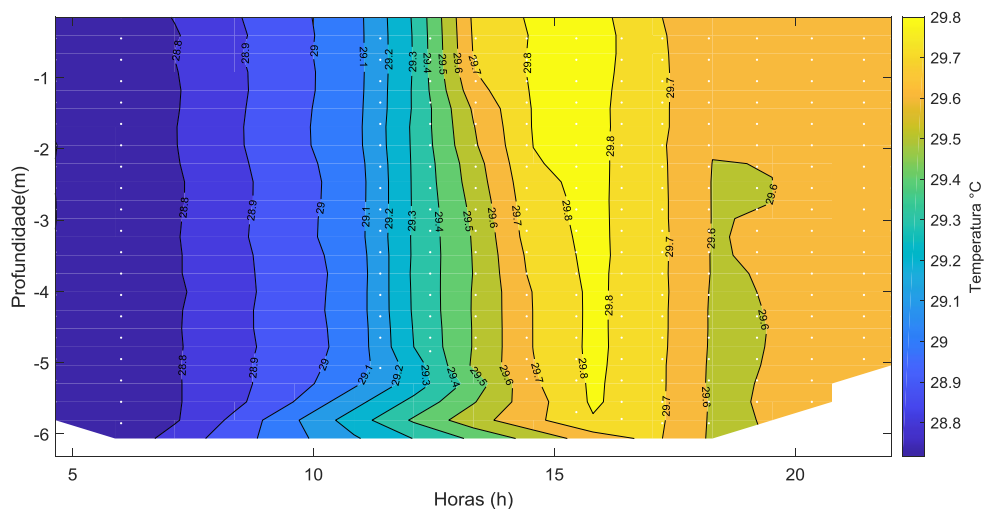


Figura 31: Distribuição temporal da temperatura da água durante o monitoramento fixo realizado no dia 26 de Janeiro de 2020, nas proximidades da bomba de captação de água da cidade de Brejo Grande (ESF 32). Os pontos brancos representam o momento do dia da campanha quando os perfis foram realizados e o formato do fundo corresponde à variação do nível da coluna d'água ou o ponto máximo de alcance do CTD.

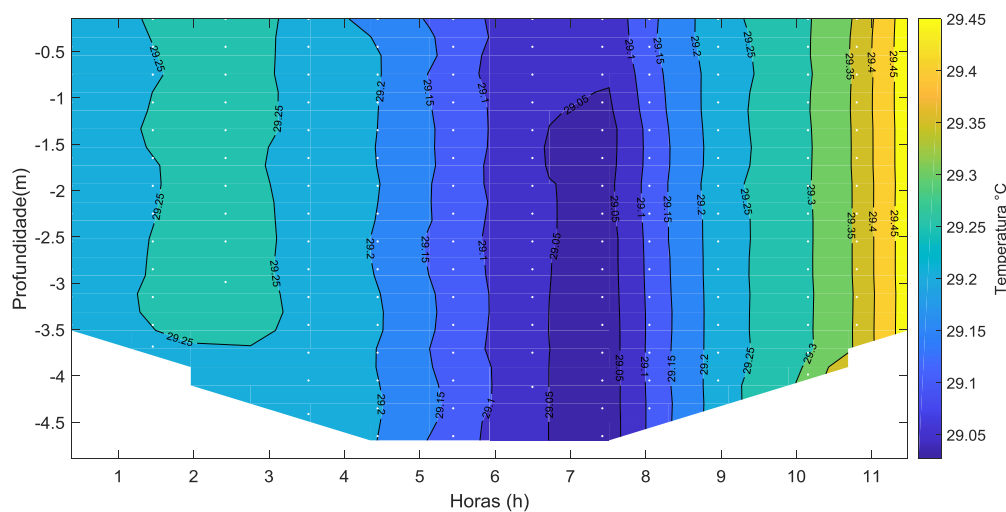


Figura 32: Distribuição temporal da temperatura para o monitoramento fixo de 12 horas da cunha salina, realizado no dia 27 de Janeiro de 2020 nas proximidades da bomba de captação de água da cidade de Brejo Grande (ESF 32). Os pontos brancos representam o momento do dia da campanha quando os perfis foram realizados e o formato do fundo corresponde à variação do nível da coluna d'água ou o ponto máximo de alcance do CTD.

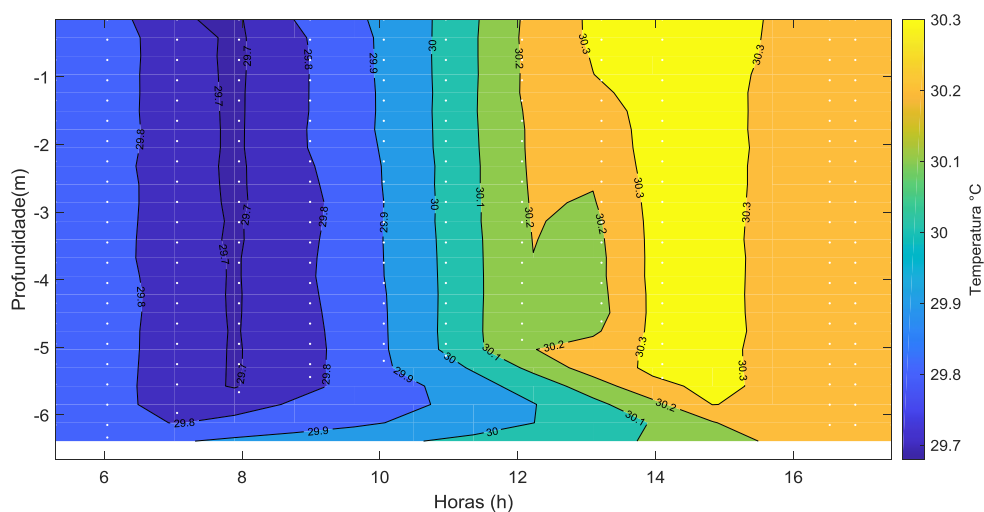


Figura 33: Distribuição temporal da temperatura para o monitoramento fixo de 12 horas da cunha salina, realizado no dia 09 de Fevereiro de 2020 nas proximidades da bomba de captação de água da cidade de Piaçabuçu (Penedinho, ESF 30). Os pontos brancos representam o momento do dia da campanha quando os 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.

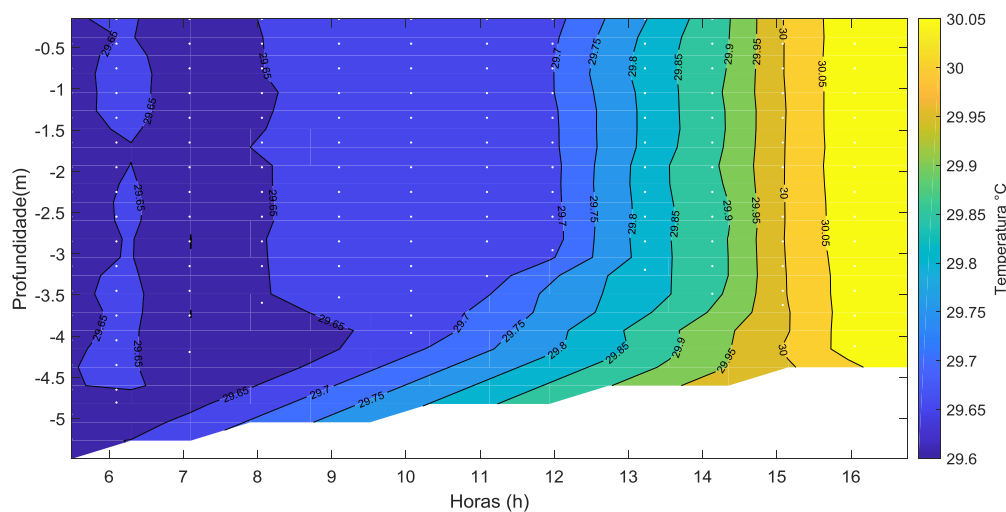


Figura 34: Distribuição temporal da temperatura para o monitoramento fixo de 12 horas da cunha salina, realizado no dia 10 de Fevereiro de 2020 nas proximidades da bomba de captação de água da cidade Brejo Grande-SE (ESF 32). Os pontos brancos representam o momento do dia da campanha quando os perfis foram realizados e o formato do fundo corresponde à variação do nível da coluna d'água ou o ponto máximo de alcance do CTD.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As marés durante as campanhas de coleta variaram entre a altura mínima de 0,1 m nos dias 11 de fevereiro de 2020. Os ventos sopraram de forma predominantes da direção sul 105°, com velocidades média de 4.6 m.s^{-1} , e a temperatura atmosférica média foi de 29,1 °C para o período de lua nova e 30°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 a velocidade média das correntes foi de $0,41 \text{ m.s}^{-1}$. 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 estando aparentemente relacionada diretamente com as condições do tempo, no caso das campanhas fixas a distribuição de temperatura está relacionada com o ciclo diurno. De forma geral apresentou uma distribuição homogênea em torno de 29,5.

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 esteve entre os pontos ESF 14, distantes aproximadamente 7,54 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 no período de preamar, atingindo picos superiores a 30 PSU, 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 atingindo pico próximo de 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 referentes ao mês de Fevereiro/2020. De maneira geral os perfis de salinidade para as

campanhas nos pontos fixos estiveram inferiores a 0.05 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.

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 Fevereiro 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.