

# 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



OUTUBRO, 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**

**Outubro/2019**

### **Equipe Executora**

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

Ernesto de Carvalho Domingues

Engenheiro de Pesca, Crea: PE 044600

Mestre em Recursos pesqueiros e Aquicultura

Doutor em Oceanografia

### **Equipe de apoio**

Msc. José Cavalcante de Oliveira Filho

Oceanógrafo

Mestre em Oceanografia

Augusto Cesar Cristo de Carvalho

Engenheiro de Pesca

Ádamo Gabriel de Limeira

Biólogo

## Sumário

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| <b>1</b> | <b>Introdução .....</b>  | <b>8</b>  |
| <b>2</b> | <b>Área de trabalho.....</b>   | <b>10</b> |
| <b>3</b> | <b>Metodologia .....</b>   | <b>11</b> |
| <b>4</b> | <b>Resultados .....</b>  | <b>14</b> |
|          | <b>MONITORAMENTOS MÓVEIS (LONGITUDINAIS).....</b>                                | <b>14</b> |
|          | Dados hidrodinâmicos .....   | 19        |
|          | Campanhas móveis realizadas nos dias 28 e 28 de setembro de 2019. ....           | 20        |
|          | Campanhas móveis realizadas nos dias 13 e 14 de setembro de 2019. ....           | 22        |
|          | Resultados do CTD .....  | 26        |
|          | <b>MONITORAMENTO FIXO .....</b>  | <b>34</b> |
|          | Dados hidrodinâmicos .....   | 35        |
|          | Campanhas fixas realizadas nos dias 30 de setembro e 01 de outubro de 2019 ..... | 35        |
|          | Campanhas fixas realizadas nos dias 15 e 16 de setembro de 2019 .....            | 37        |
|          | Resultados de salinidade e temperatura pontos fixos.....                         | 40        |
| <b>5</b> | <b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>  | <b>44</b> |

## Índice de Figuras

|   |    |
|---|----|
| <b>Figura 1:</b> Série histórica de 2010 a 2019 do acúmulo de água nos reservatórios ao longo do rio São Francisco. Fonte: < <a href="http://www.ana.gov.br">www.ana.gov.br</a> >.....  | 9  |
| <b>Figura 2:</b> 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. ....   | 10 |
| <b>Figura 3:</b> Bomba de captação de água da cidade de Brejo Grande - SE. ....   | 11 |
| <b>Figura 4:</b> Instrumentos empregados na mensuração das variáveis meteorológicas e hidrológicas: CTD YSI CAsTaway (A), correntômetro Aquadopp Current Meter (B) e mini-estação Kestrel (C). ....   | 13 |
| <b>Figura 5:</b> 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 nova) do dia 28/09/2019. ....   | 20 |
| <b>Figura 6:</b> 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 29/10/2019.....   | 21 |
| <b>Figura 7:</b> 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 13/10/2019. ....   | 22 |
| <b>Figura 8:</b> 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 13/10/2019. ....  | 23 |
| <b>Figura 9:</b> 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 14/10/2019. ....   | 24 |
| <b>Figura 10:</b> 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 14/09/2019. ....   | 25 |
| <b>Figura 11:</b> 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 29 de setembro de 2019. Os pontos brancos indicam a localização longitudinal de cada perfil. ....  | 27 |
| <b>Figura 12:</b> 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 29 de setembro de 2019. Os pontos brancos indicam a localização longitudinal de cada perfil. .... | 27 |
| <b>Figura 13:</b> Distribuição longitudinal da salinidade na foz do rio São Francisco, variando da estação ESF 10 (ponto mais próximo à foz) à ESF 30 (ponto mais distante da foz), no período de baixamar do dia 13 de outubro de 2019. Os pontos brancos indicam a localização longitudinal de cada perfil. ....  | 28 |
| <b>Figura 14:</b> Distribuição longitudinal da salinidade na foz do rio São Francisco, variando da estação ESF 10 (ponto mais próximo à foz) à ESF 30 (ponto mais distante da foz), no período de preamar do dia 13 de outubro de 2019. Os pontos brancos indicam a localização longitudinal de cada perfil. ....   | 28 |
| <b>Figura 15:</b> Distribuição longitudinal da salinidade na foz do rio São Francisco, variando da estação ESF 10 (ponto mais próximo à foz) à ESF 30 (ponto mais distante da foz), no período de baixamar do dia 14 de outubro de 2019. Os pontos brancos indicam a localização longitudinal de cada perfil. ....  | 29 |
| <b>Figura 16:</b> Distribuição longitudinal da salinidade na foz do rio São Francisco, variando da estação ESF 10 (ponto mais próximo à foz) à ESF 30 (ponto mais distante da foz), no período de preamar do dia 14 de outubro de 2019. Os pontos brancos indicam a localização longitudinal de cada perfil. ....   | 29 |
| <b>Figura 17:</b> 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 28 outubro de 2019. Os pontos brancos indicam a localização longitudinal de cada perfil.....  | 30 |
| <b>Figura 18:</b> | 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 29 de outubro 2019. Os pontos brancos indicam a localização longitudinal de cada perfil.....  | 31 |
| <b>Figura 19:</b> | Distribuição longitudinal da temperatura da água na foz do rio São Francisco, variando da estação ESF 10 (ponto mais próximo à foz) à estação ESF 30 (ponto mais distante da foz,) no período de baixamar do dia 13 de outubro de 2019. Os pontos brancos indicam a localização longitudinal de cada perfil.....   | 32 |
| <b>Figura 20:</b> | Distribuição longitudinal da temperatura da água na foz do rio São Francisco, variando da estação ESF 10 (ponto mais próximo à foz) à estação ESF 30 (ponto mais distante da foz,) no período de preamar do dia 13 de outubro de 2019. Os pontos brancos indicam a localização longitudinal de cada perfil.....  | 32 |
| <b>Figura 21:</b> | Distribuição longitudinal da temperatura da água na foz do rio São Francisco, variando da estação ESF 10 (ponto mais próximo à foz) à estação ESF 30 (ponto mais distante da foz,) no período de baixamar do dia 14 de outubro de 2019. Os pontos brancos indicam a localização longitudinal de cada perfil.....   | 33 |
| <b>Figura 22:</b> | Distribuição longitudinal da temperatura da água na foz do rio São Francisco, variando da estação ESF 10 (ponto mais próximo à foz) à estação ESF 30 (ponto mais distante da foz,) no período de preamar do dia 14 de outubro de 2019. Os pontos brancos indicam a localização longitudinal de cada perfil.....  | 33 |
| <b>Figura 23:</b> | Dados hidrodinâmicos coletados durante a campanha fixa em Brejo Grande no dia 30/09/2019. As barras azuis representam a velocidade da corrente e a linha laranja a direção. ....   | 35 |
| <b>Figura 24:</b> | Dados hidrodinâmicos coletados durante a campanha fixa na bomba de captação de água da cidade de Piaçabuçu-AL (Penedinho, ESF 30), no dia 01/10/2019. As barras azuis representam a velocidade da corrente e a linha laranja a direção. ....   | 36 |
| <b>Figura 25:</b> | Dados hidrodinâmicos coletados durante a campanha fixa em Brejo Grande no dia 15/10/2019. As barras azuis representam a velocidade da corrente e a linha laranja a direção. ....   | 37 |
| <b>Figura 26:</b> | Dados hidrodinâmicos coletados durante a campanha fixa na bomba de captação de água da cidade de Piaçabuçu-AL (Penedinho, ESF 30), no dia 16/10/2019. As barras azuis representam a velocidade da corrente e a linha laranja a direção. ....   | 38 |
| <b>Figura 27:</b> | Distribuição temporal da salinidade da água durante o monitoramento fixo da cunha salina, realizado no dia 30 de setembro de 2019, nas proximidades da bomba de captação de água da cidade de Brejo Grande - SE (ESF 32). Os pontos brancos representam o momento do dia da campanha quando os perfis foram realizados e o formato do fundo corresponde à variação do nível da coluna d'água ou o ponto máximo de alcance do CTD. ....   | 40 |
| <b>Figura 28:</b> | Distribuição temporal da salinidade da água durante o monitoramento fixo da cunha salina, realizado no dia 01 de outubro 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. .... | 40 |
| <b>Figura 29:</b> | Distribuição temporal da salinidade da água durante o monitoramento fixo da cunha salina, realizado no dia 15 de outubro 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. ....    | 41 |
| <b>Figura 30:</b> | Distribuição temporal da salinidade da água durante o monitoramento fixo da cunha salina, realizado no dia 16 de outubro 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. ....  | 41 |
| <b>Figura 31:</b> | Distribuição temporal da temperatura da água durante o monitoramento fixo realizado no dia 30 de setembro de 2019, nas proximidades da bomba de captação de água da cidade de Brejo Grande (ESF 32). Os pontos brancos representam o momento do dia da campanha quando os perfis foram realizados e o formato do fundo corresponde à variação do nível da coluna d'água ou o ponto máximo de alcance do CTD. ....                         | 42 |
| <b>Figura 32:</b> | Distribuição temporal da temperatura para o monitoramento fixo de 12 horas da cunha salina, realizado no dia 01 de outubro 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. ....         | 42 |
| <b>Figura 33:</b> | Distribuição temporal da temperatura para o monitoramento fixo de 12 horas da cunha salina, realizado no dia 15 de outubro 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. ....         | 43 |
| <b>Figura 34:</b> | Distribuição temporal da temperatura para o monitoramento fixo de 12 horas da cunha salina, realizado no dia 16 de outubro 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. .... | 43 |

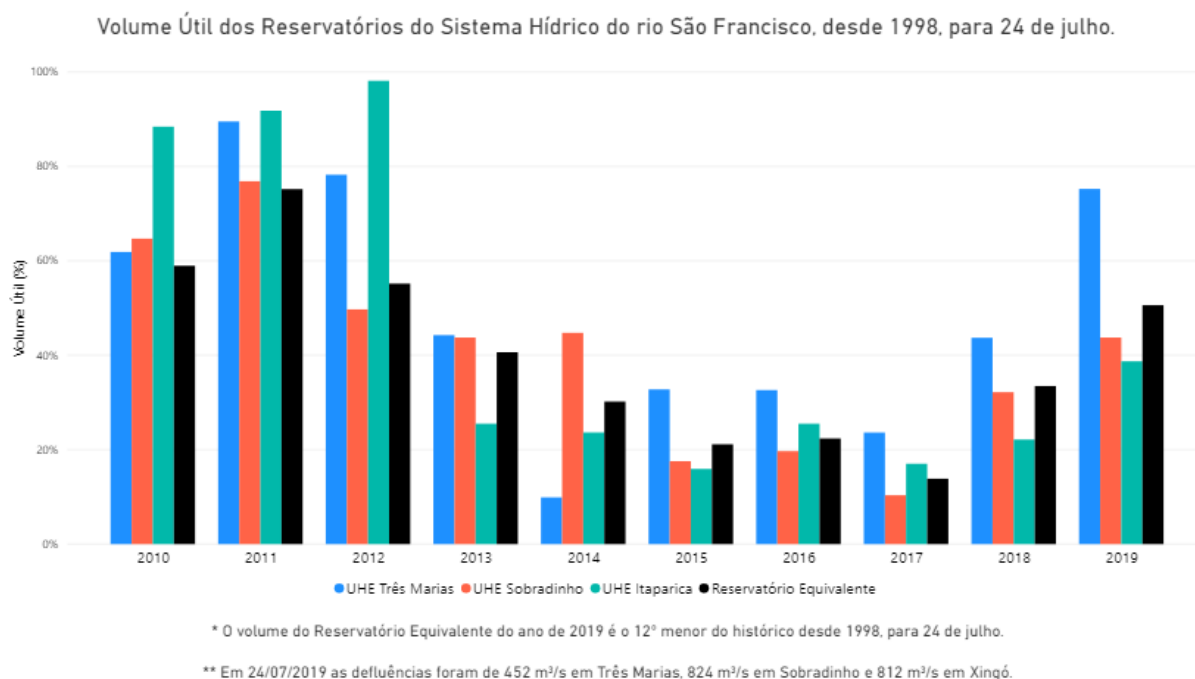
## Índice de Tabelas

|  |    |
|--|----|
| <b>Tabela 1:</b> 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.....  | 13 |
| <b>Tabela 2:</b> Dados de altura da maré durante as fases de lua nova (28 e 29/09/19) e lua cheia (13 e 14/10/19). Dados relativos ao Terminal Marítimo Inácio Barbosa - SE (DHN).....   | 14 |
| <b>Tabela 3:</b> Dados da direção, 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 28/09/2019, na foz do Rio São Francisco.....     | 15 |
| <b>Tabela 4:</b> 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 nova) do dia 29/09/2019, na foz do Rio São Francisco.....   | 15 |
| <b>Tabela 5:</b> Dados da direção e velocidade do vento e temperatura atmosférica em cada estação de amostragem da cunha salina e médias para cada parâmetro, durante a baixamar da maré de sizígia (lua cheia) do dia 13/10/2019 na foz do Rio São Francisco..... | 16 |
| <b>Tabela 8:</b> Dados da direção e velocidade do vento e temperatura atmosférica em cada estação de amostragem da cunha salina, durante a preamar da maré de sizígia (lua cheia) do dia 13/10/2019, na foz do Rio São Francisco.....                              | 16 |
| <b>Tabela 7:</b> Dados da direção e velocidade do vento e temperatura atmosférica em cada estação de amostragem da cunha salina e médias de cada parâmetro, durante a baixamar da maré de sizígia (lua cheia) do dia 14/10/2019, na foz do Rio São Francisco.....  | 17 |
| <b>Tabela 8:</b> Dados da direção e velocidade do vento e temperatura do ar em cada estação de amostragem da cunha salina e média de cada parâmetro, durante a preamar da maré de sizígia (lua cheia) do dia 14/10/2019, na foz do Rio São Francisco.....          | 17 |
| <b>Tabela 9:</b> Médias gerais dos dados de vento para as medições referentes às luas nova e cheia do mês de outubro de 2019.....  | 18 |
| <b>Tabela 10:</b> 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 28/09/2019, na foz do Rio São Francisco.....  | 20 |
| <b>Tabela 11:</b> 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 29/09/2019, na foz do Rio São Francisco.....   | 21 |
| <b>Tabela 12:</b> 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 13/10/2019, na foz do Rio São Francisco.....  | 22 |
| <b>Tabela 13:</b> 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 13/10/2019, na foz do Rio São Francisco.....  | 23 |
| <b>Tabela 14:</b> 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 14/10/2015, na foz do Rio São Francisco.....  | 24 |
| <b>Tabela 15:</b> 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 14/09/2019, na foz do Rio São Francisco.....   | 25 |
| <b>Tabela 16:</b> 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 30/09/2019.....   | 35 |
| <b>Tabela 17:</b> 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 01/10/2019.....   | 36 |
| <b>Tabela 18:</b> Dados de velocidade e direção da coluna d'água durante o monitoramento fixo na bomba de captação de água da cidade de Brejo Grande –SE, no dia 15/10/2019.....   | 37 |
| <b>Tabela 19:</b> Dados médio de velocidade e direção da coluna d'água durante o monitoramento fixo na bomba de captação de água da cidade de Piaçabuçu-AL (Penedinho, ESF30) no dia 16/10/2019.....   | 38 |

## 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 m<sup>3</sup>/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.

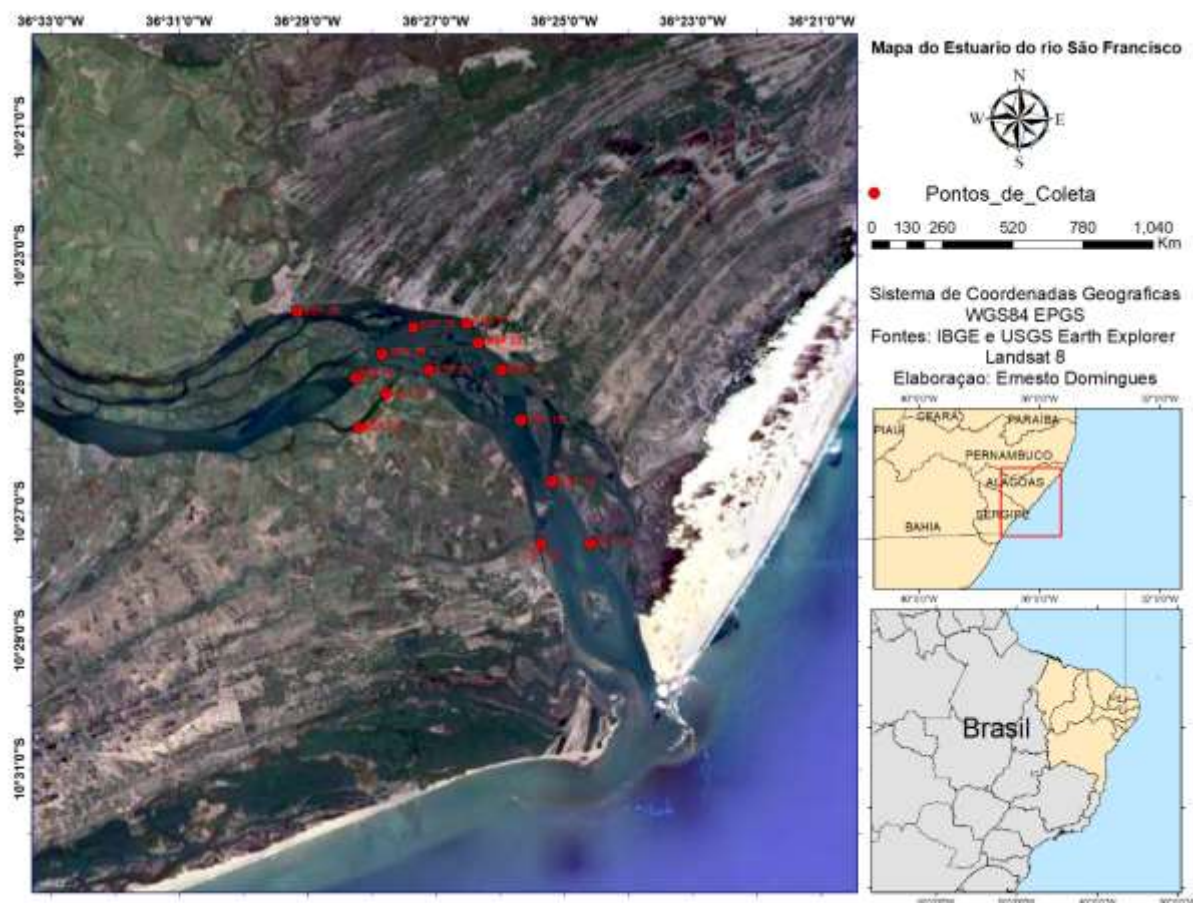


**Figura 1:** Série histórica de 2010 a 2019 do acúmulo de água nos reservatórios ao longo do rio São Francisco. Fonte: <[www.ana.gov.br](http://www.ana.gov.br)>.

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 outubro 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).

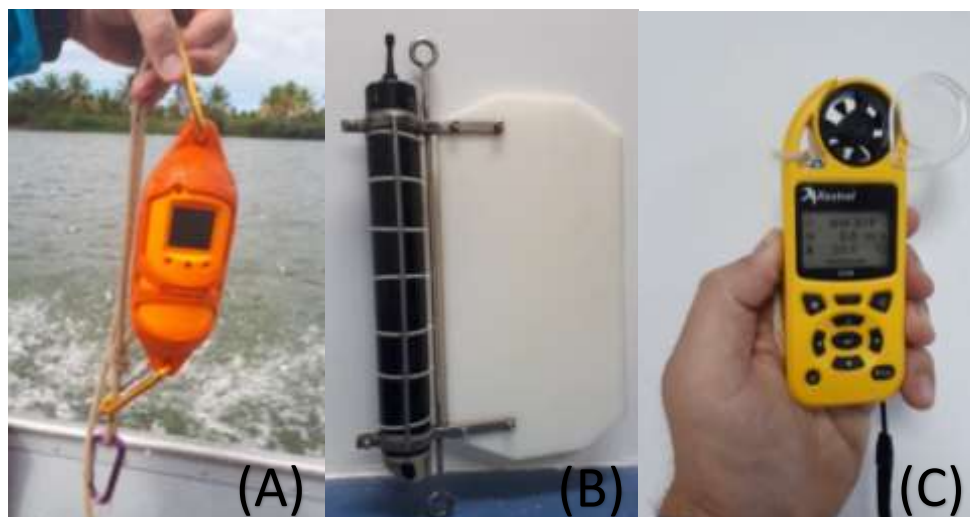


**Figura 3:** Bomba de captação de água da cidade de Brejo Grande - SE.

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 <sup>®</sup>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 <sup>®</sup>Castway-CTD v. 15 no formato “.mat”. Utilizando-se a plataforma de processamento de dados <sup>®</sup>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).

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

**Tabela 2:** Dados de altura da maré durante as fases de lua nova (28 e 29/09/19) e lua cheia (13 e 14/10/19). Dados relativos ao Terminal Marítimo Inácio Barbosa - SE (DHN).

| Campanhas móveis |            |       |                    |
|------------------|------------|-------|--------------------|
| Lua              | Datas      | Hora  | Altura da Maré (m) |
| Nova             | 28/09/2019 | 3:00  | 2.4                |
|                  |            | 9:15  | -0.1               |
|                  |            | 15:26 | 2.3                |
|                  |            | 21:34 | 0.0                |
|                  | 29/09/2019 | 3:45  | 2.5                |
|                  |            | 10:00 | -0.1               |
|                  |            | 16:08 | 2.3                |
|                  |            | 22:15 | 0.0                |
| Cheia            | 13/10/2019 | 3:06  | 2.1                |
|                  |            | 9:17  | 0.2                |
|                  |            | 15:26 | 2.1                |
|                  |            | 21:32 | 0.3                |
|                  | 14/10/2019 | 3:39  | 2.1                |
|                  |            | 9:51  | 0.2                |
|                  |            | 16:00 | 2.1                |
|                  |            | 22:04 | 0.3                |

**Tabela 3:** Dados da direção, velocidade do vento e temperatura atmosférica em cada estação de amostragem da cunha salina e médias de cada parâmetro, durante a preamar da maré de sizígia (lua nova) do dia 28/09/2019, na foz do Rio São Francisco.

| Data       | Hora  | Estação | Direção (°) | Vel. (m.s <sup>-1</sup> ) | Temp. ar (°C) |
|------------|-------|---------|-------------|---------------------------|---------------|
| 28/09/2019 | 15:27 | ESF_D1  | 110         | 6.0                       | 27.5          |
|            | 15:53 | ESF 10  | 120         | 4.0                       | 27.8          |
|            | 16:11 | ESF 14  | 129         | 6.5                       | 27.5          |
|            | 16:30 | ESF 18  | 112         | 5.0                       | 27.3          |
|            | 16:50 | ESF 21  | 111         | 3.3                       | 26.8          |
|            | 17:10 | ESF 22  | 106         | 2.8                       | 26.8          |
|            | 17:29 | ESF 23  | 105         | 1.7                       | 26.2          |
|            | 15:58 | ESF 26  | 70          | 4.2                       | 27.4          |
|            | 16:33 | ESF 30  | 72          | 2.1                       | 26.0          |
|            | 16:25 | ESF 28  | 148         | 4.8                       | 26.8          |
|            | 16:35 | ESF 31  | 145         | 2.8                       | 27            |
|            | 16:39 | ESF 32  | 145         | 2.4                       | 26.7          |
|            | 16:56 | ESF 27  | 148         | 0.4                       | 16.7          |
|            | 17:06 | ESF 25  | 150         | 3.7                       | 26.4          |
|            | Média |         |             | 116                       | 3.25          |

**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 baixamar da maré de sizígia (lua nova) do dia 29/09/2019, na foz do Rio São Francisco.

| Data       | Hora  | Estação | Direção (°) | Vel. (m.s <sup>-1</sup> ) | Temp. ar (°C) |
|------------|-------|---------|-------------|---------------------------|---------------|
| 29/09/2019 | 08:25 | ESF_D1  | 111         | 3.9                       | 26.7          |
|            | 08:50 | ESF 10  | 115         | 3.5                       | 27.7          |
|            | 09:11 | ESF 14  | 85          | 2.2                       | 27.9          |
|            | 09:31 | ESF 18  | 76          | 4.1                       | 27.8          |
|            | 09:50 | ESF 21  | 77          | 5.3                       | 27.8          |
|            | 10:08 | ESF 22  | 100         | 1.5                       | 28.8          |
|            | 10:21 | ESF 23  | 95          | 2.5                       | 29.3          |
|            | 10:41 | ESF 26  | 96          | 5.9                       | 27.9          |
|            | 11:08 | ESF 30  | 116         | 3.4                       | 28.8          |
|            | 11:30 | ESF 28  | 135         | 4.7                       | 27.8          |
|            | 11:45 | ESF 31  | 78          | 3                         | 28.9          |
|            | 12:12 | ESF 32  | 103         | 1.5                       | 30            |
|            | 12:25 | ESF 27  | 82          | 0.6                       | 31.8          |
|            | 12:40 | ESF 25  | 117         | 4.8                       | 28.2          |
|            | Média |         |             | 98                        | 3.45          |

**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 cheia) do dia 13/10/2019 na foz do Rio São Francisco.

| Data       | Hora  | Estação | Direção<br>(°) | Vel. (m.s <sup>-1</sup> ) | Temp. ar<br>(°C) |
|------------|-------|---------|----------------|---------------------------|------------------|
| 13/10/2019 | 09:21 | ESF_D1  | 120            | 4.2                       | 27.6             |
|            | 09:39 | ESF 10  | 156            | 2.9                       | 28.1             |
|            | 09:50 | ESF 14  | 161            | 4.3                       | 27.8             |
|            | 10:05 | ESF 18  | 146            | 4.6                       | 27.7             |
|            | 10:18 | ESF 21  | 186            | 5.1                       | 27.2             |
|            | 10:34 | ESF 22  | 131            | 3.4                       | 27.7             |
|            | 10:45 | ESF 23  | 168            | 4.5                       | 27.6             |
|            | 10:59 | ESF 26  | 215            | 4.5                       | 27.1             |
|            | 11:16 | ESF 30  | 205            | 4.7                       | 27.6             |
|            | 11:32 | ESF 28  | 143            | 4.3                       | 28               |
|            | 11:40 | ESF 31  | 189            | 5.1                       | 27.6             |
|            | 11:55 | ESF 32  | 150            | 0.6                       | 30.6             |
|            | 12:05 | ESF 27  | 155            | 1.5                       | 31.3             |
|            | 12:14 | ESF 25  | 168            | 5.9                       | 28.6             |
|            | Média |         |                | 159                       | 4.4              |

**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 cheia) do dia 13/10/2019, na foz do Rio São Francisco.

| Data       | Hora  | Estação | Direção<br>(°) | Vel. (m.s <sup>-1</sup> ) | Temp. ar<br>(°C) |
|------------|-------|---------|----------------|---------------------------|------------------|
| 13/10/2019 | 14:29 | ESF_D1  | 171            | 4.6                       | 27.1             |
|            | 14:49 | ESF 10  | 181            | 5                         | 26.9             |
|            | 15:05 | ESF 14  | 170            | 3.5                       | 27.3             |
|            | 15:20 | ESF 18  | 175            | 4.1                       | 27.2             |
|            | 15:37 | ESF 21  | 156            | 4.7                       | 27.7             |
|            | 15:51 | ESF 22  | 134            | 5.6                       | 27.4             |
|            | 16:04 | ESF 23  | 158            | 4.1                       | 27.3             |
|            | 16:20 | ESF 26  | 162            | 4                         | 26.8             |
|            | 16:38 | ESF 30  | 157            | 3.4                       | 26.4             |
|            | 16:54 | ESF 28  | 166            | 3.9                       | 26.6             |
|            | 17:09 | ESF 31  | 152            | 3.7                       | 26.2             |
|            | 17:28 | ESF 32  | 160            | 1.9                       | 26.3             |
|            | 17:41 | ESF 27  | 123            | 0.4                       | 25.9             |
|            | 17:57 | ESF 25  | 153            | 4.5                       | 26.4             |
|            | Média |         |                | 159                       | 4.05             |

**Tabela 6:** Dados da direção e velocidade do vento e temperatura atmosférica em cada estação de amostragem da cunha salina e médias de cada parâmetro, durante a baixamar da maré de sizígia (lua cheia) do dia 14/10/2019, na foz do Rio São Francisco.

| Data       | Hora  | Estação | Direção<br>(°) | Vel. (m.s <sup>-1</sup> ) | Temp. ar<br>(°C) |
|------------|-------|---------|----------------|---------------------------|------------------|
| 14/10/2019 | 08:29 | ESF_D1  | 114            | 4.5                       | 27.3             |
|            | 08:41 | ESF 10  | 119            | 1.4                       | 28.6             |
|            | 08:59 | ESF 14  | 103            | 3.4                       | 28.3             |
|            | 09:15 | ESF 18  | 123            | 4.8                       | 27.9             |
|            | 09:30 | ESF 21  | 128            | 4.8                       | 27.8             |
|            | 09:52 | ESF 22  | 153            | 5.8                       | 27.9             |
|            | 10:07 | ESF 23  | 70             | 3.4                       | 29.4             |
|            | 10:27 | ESF 26  | 158            | 4.1                       | 28               |
|            | 10:47 | ESF 30  | 145            | 4                         | 28.1             |
|            | 11:04 | ESF 28  | 144            | 4.5                       | 27.7             |
|            | 11:17 | ESF 31  | 140            | 4.1                       | 27.8             |
|            | 11:32 | ESF 32  | 167            | 1.9                       | 30               |
|            | 11:42 | ESF 27  | 171            | 2.3                       | 31.8             |
|            | 11:57 | ESF 25  | 156            | 5.8                       | 28.2             |
| Média      |       |         | 142            | 4.1                       | 28.05            |

**Tabela 7:** Dados da direção e velocidade do vento e temperatura do ar em cada estação de amostragem da cunha salina e média de cada parâmetro, durante a preamar da maré de sizígia (lua cheia) do dia 14/10/2019, na foz do Rio São Francisco.

| Data       | Hora  | Estação | Direção<br>(°) | Vel. (m.s <sup>-1</sup> ) | Temp. ar<br>(°C) |
|------------|-------|---------|----------------|---------------------------|------------------|
| 14/10/2019 | 14:56 | ESF_D1  | 126            | 5.3                       | 27.2             |
|            | 15:15 | ESF 10  | 127            | 2.8                       | 27.6             |
|            | 15:28 | ESF 14  | 122            | 3.4                       | 27.6             |
|            | 15:45 | ESF 18  | 124            | 4.4                       | 27.4             |
|            | 15:57 | ESF 21  | 126            | 4.9                       | 27.5             |
|            | 16:24 | ESF 22  | 133            | 5.5                       | 26.9             |
|            | 16:34 | ESF 23  | 116            | 3                         | 27.3             |
|            | 16:48 | ESF 26  | 101            | 4.3                       | 26.7             |
|            | 17:05 | ESF 30  | 108            | 2.5                       | 26.5             |
|            | 17:21 | ESF 28  | 115            | 3.9                       | 26.5             |
|            | 17:35 | ESF 31  | 112            | 1.8                       | 26               |
|            | 17:48 | ESF 32  | 83             | 0.5                       | 26               |
|            | 17:58 | ESF 27  | 125            | 0.4                       | 25.8             |
|            | 18:10 | ESF 25  | 110            | 3.4                       | 26.1             |
| Média      |       |         | 119            | 3.4                       | 26.8             |

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; 2,3 e 2,3 m na lua nova, e aqueles de lua cheia, de 0,2; 0,2; 2,1 e 2,0 m (**Tabela 2**). Para os monitoramentos que a serão realizados a partir do dia 23 de outubro de 2019 a defluência considerada a partir de Xingó será de 850 a  $1600 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  de acordo com determinação expressa pela carta circular SOO-013/2019, emitida pela CHESF.

Na fase de lua nova, a direção predominante do vento foi leste ( $109,2^\circ$ ), com velocidade média de  $3,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  e temperatura média do ar de  $27,7^\circ\text{C}$  ( $26,00$  a  $31,8^\circ\text{C}$ ) (Tabela 09). Na fase de lua cheia, o vento apresentou direção predominante sudeste ( $143,4^\circ$ ), com velocidade média de  $3,7 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  e temperatura média do ar de  $27,6^\circ\text{C}$  ( $25,8$  a  $31,80^\circ\text{C}$ ) (Tabela 09).

**Tabela 8:** Médias gerais dos dados de vento para as medições referentes às luas nova e cheia do mês de outubro de 2019.

| Médias gerais dos dados de vento |                      |       |       |   |     |     |                                  |       |       |
|----------------------------------|----------------------|-------|-------|---|-----|-----|----------------------------------|-------|-------|
|                                  | Direção ( $^\circ$ ) |       |       | Velocidade ( $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ ) |     |     | Temperatura ( $^\circ\text{C}$ ) |       |       |
|                                  | Mín                  | Méd   | Máx   | Mín   | Méd | Máx | Mín                              | Méd   | Máx   |
| Lua Nova                         | 70.0                 | 109.2 | 150.0 | 0.4   | 3.5 | 6.5 | 26.00                            | 27.73 | 31.80 |
| Lua Cheia                        | 70.0                 | 143.4 | 215.0 | 0.4   | 3.7 | 5.9 | 25.80                            | 27.57 | 31.80 |
| Média                            | 70.0                 | 126.3 | 182.5 | 0.4   | 3.6 | 6.2 | 25.9                             | 27.6  | 31.8  |

### Dados hidrodinâmicos

As Tabelas 10 a 17 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 das Figuras 5 a 12.

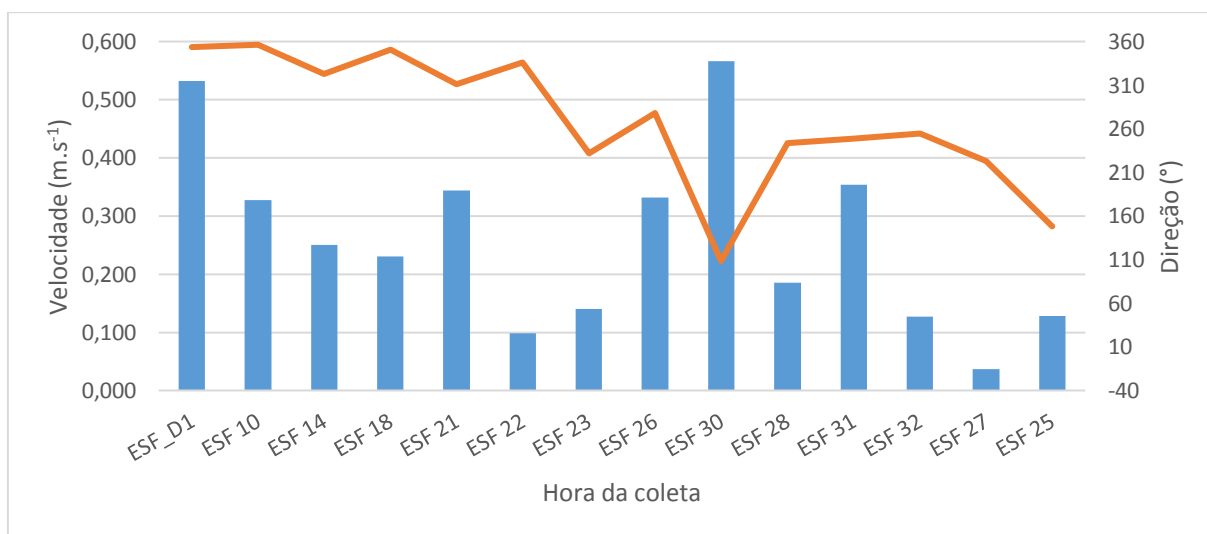
Na fase de lua nova, a velocidade média da coluna d'água apresentou média de  $0,44 \text{ m.s}^{-1}$  e na lua cheia de  $(0,51 \text{ m.s}^{-1})$ . A estação amostral que apresentou as maiores intensidade de corrente foi a ESF 22, a qual apresentou média de  $0,68 \text{ m.s}^{-1}$ , e a máxima nesse ponto foi registrada no dia 14 de outubro no períodos de baixamar. Nas duas luas, a direção da corrente na baixamar esteve predominante entre sudeste- sul ( $163 - 186^\circ$ ), 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  $0.32 \text{ m.s}^{-1}$ , já baixamar a média foi de  $0.54 \text{ m.s}^{-1}$ . Os registros realizados nas baixamares e preamares consecutivas demonstram um comportamento similar entre si, onde a intrusão salina foi percebida com maior intensidade como demonstra as figuras 13, 18 e 20.

### Campanhas móveis realizadas nos dias 28 e 28 de setembro de 2019.

**Tabela 9:** 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 28/09/2019, na foz do Rio São Francisco.

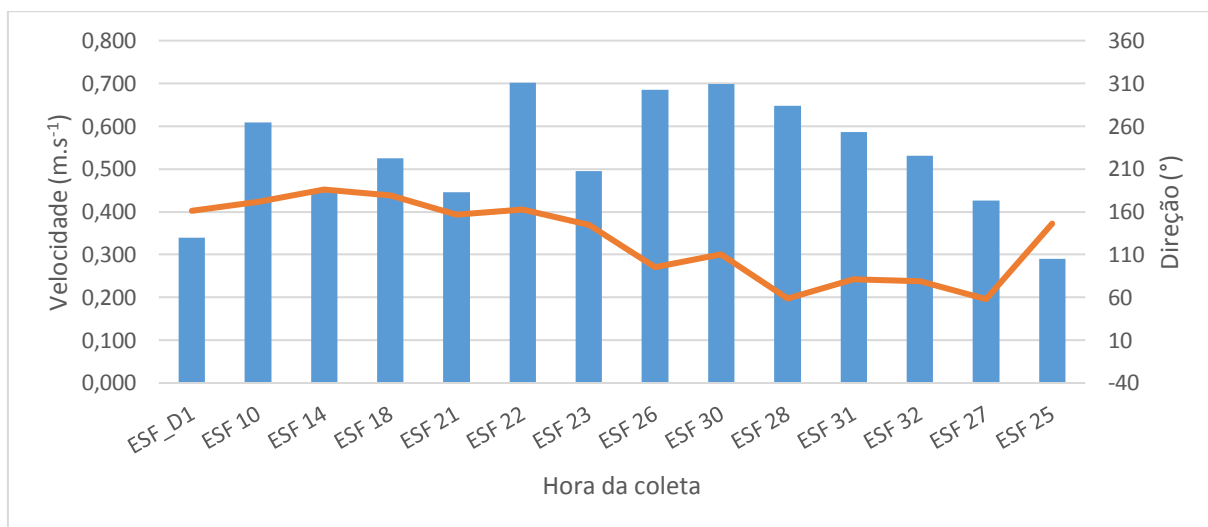
| Data       | Hora  | Estação | Vel.(m.s <sup>-1</sup> ) | Direção (°) |
|------------|-------|---------|--------------------------|-------------|
| 28/09/2019 | 15:27 | ESF_D1  | 0.532                    | 354         |
|            | 15:53 | ESF 10  | 0.328                    | 356         |
|            | 16:11 | ESF 14  | 0.251                    | 323         |
|            | 16:30 | ESF 18  | 0.231                    | 351         |
|            | 16:50 | ESF 21  | 0.344                    | 311         |
|            | 17:10 | ESF 22  | 0.098                    | 336         |
|            | 17:29 | ESF 23  | 0.140                    | 232         |
|            | 15:58 | ESF 26  | 0.332                    | 278         |
|            | 16:33 | ESF 30  | 0.567                    | 108         |
|            | 16:25 | ESF 28  | 0.185                    | 243         |
|            | 16:35 | ESF 31  | 0.354                    | 249         |
|            | 16:39 | ESF 32  | 0.127                    | 255         |
|            | 16:56 | ESF 27  | 0.037                    | 223         |
|            | 17:06 | ESF 25  | 0.128                    | 148         |



**Figura 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 preamar da maré de sizígia (lua nova) do dia 28/09/2019.

**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 29/09/2019, na foz do Rio São Francisco.

| Data       | Hora  | Estação | Vel.(m.s <sup>-1</sup> ) | Direção (°) |
|------------|-------|---------|--------------------------|-------------|
| 29/09/2019 | 08:25 | ESF_D1  | 0.340                    | 161         |
|            | 08:50 | ESF 10  | 0.609                    | 171         |
|            | 09:11 | ESF 14  | 0.446                    | 186         |
|            | 09:31 | ESF 18  | 0.525                    | 179         |
|            | 09:50 | ESF 21  | 0.445                    | 157         |
|            | 10:08 | ESF 22  | 0.701                    | 162         |
|            | 10:21 | ESF 23  | 0.495                    | 145         |
|            | 10:41 | ESF 26  | 0.686                    | 95          |
|            | 11:08 | ESF 30  | 0.698                    | 111         |
|            | 11:30 | ESF 28  | 0.648                    | 59          |
|            | 11:45 | ESF 31  | 0.586                    | 81          |
|            | 12:12 | ESF 32  | 0.530                    | 79          |
|            | 12:25 | ESF 27  | 0.426                    | 58          |
|            | 12:40 | ESF 25  | 0.291                    | 146         |

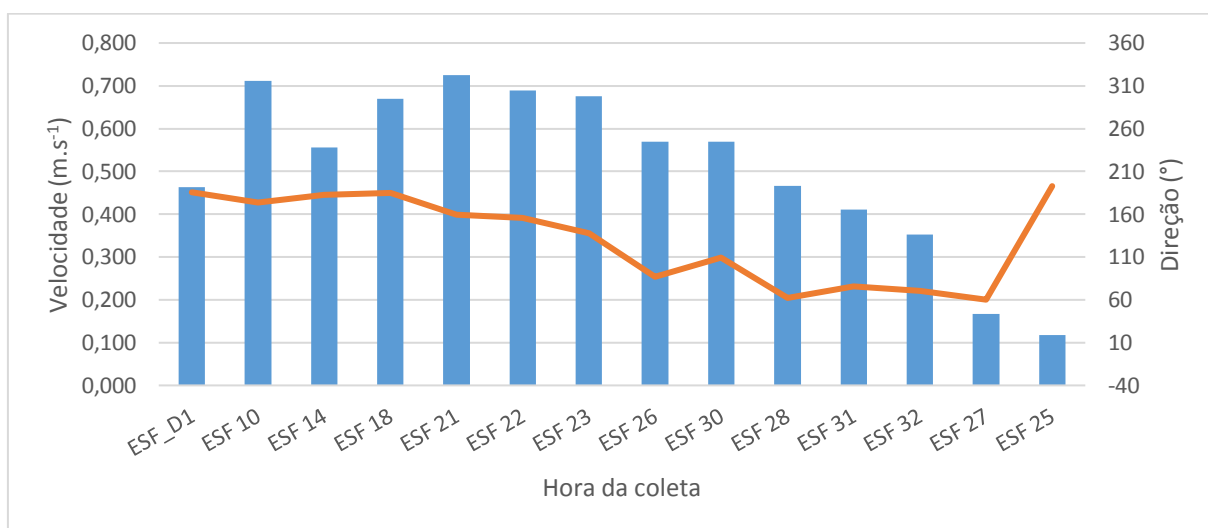


**Figura 6:** Variação média da velocidade (barras azuis) e da direção (linha laranja) das correntes na coluna entre pelas estações de amostragem da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante a baixamar da maré de sizígia (lua nova) do dia 29/10/2019.

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

**Tabela 11:** 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 13/10/2019, na foz do Rio São Francisco.

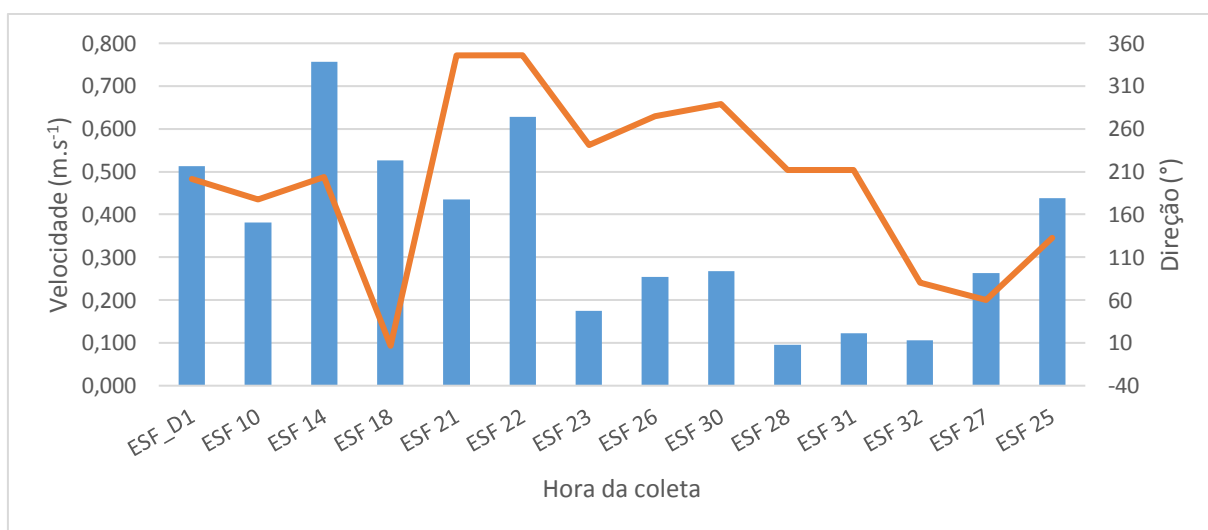
| Data       | Hora  | Estação | Vel.(m.s <sup>-1</sup> ) | Direção (°) |
|------------|-------|---------|--------------------------|-------------|
| 13/10/2019 | 09:21 | ESF_D1  | 0.464                    | 185         |
|            | 09:39 | ESF 10  | 0.711                    | 174         |
|            | 09:50 | ESF 14  | 0.556                    | 183         |
|            | 10:05 | ESF 18  | 0.670                    | 185         |
|            | 10:18 | ESF 21  | 0.725                    | 159         |
|            | 10:34 | ESF 22  | 0.689                    | 156         |
|            | 10:45 | ESF 23  | 0.676                    | 138         |
|            | 10:59 | ESF 26  | 0.569                    | 87          |
|            | 11:16 | ESF 30  | 0.569                    | 110         |
|            | 11:32 | ESF 28  | 0.466                    | 63          |
|            | 11:40 | ESF 31  | 0.411                    | 75          |
|            | 11:55 | ESF 32  | 0.353                    | 70          |
|            | 12:05 | ESF 27  | 0.168                    | 60          |
|            | 12:14 | ESF 25  | 0.117                    | 193         |



**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 a baixamar da maré de sizígia (lua cheia) do dia 13/10/2019.

**Tabela 12:** 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 13/10/2019, na foz do Rio São Francisco.

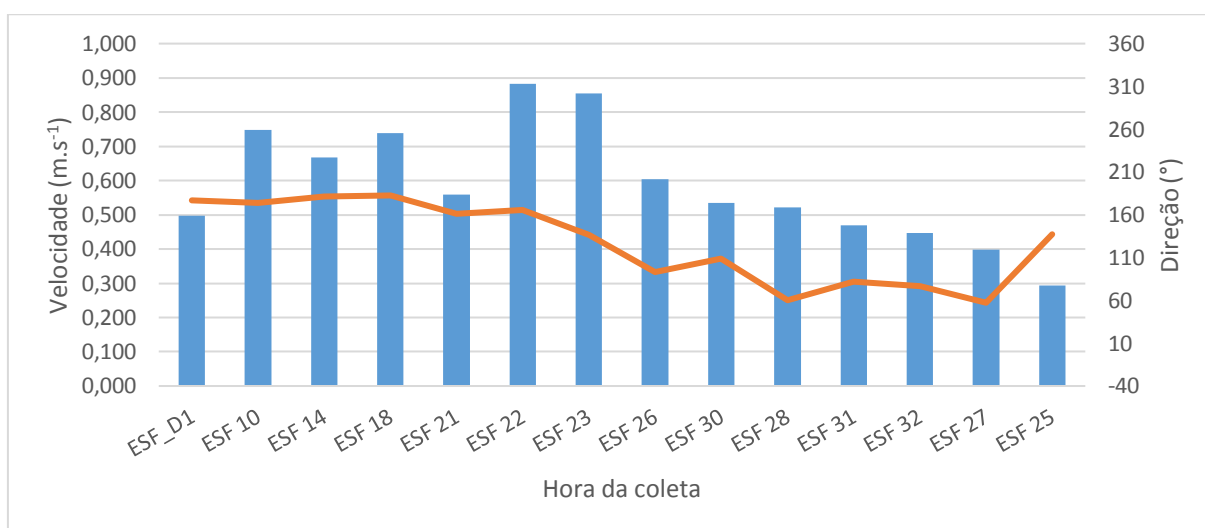
| Data       | Hora  | Estação | Vel.(m.s <sup>-1</sup> ) | Direção (°) |
|------------|-------|---------|--------------------------|-------------|
| 13/10/2019 | 14:29 | ESF_D1  | 0.512                    | 202         |
|            | 14:49 | ESF 10  | 0.381                    | 178         |
|            | 15:05 | ESF 14  | 0.756                    | 203         |
|            | 15:20 | ESF 18  | 0.526                    | 7           |
|            | 15:37 | ESF 21  | 0.436                    | 346         |
|            | 15:51 | ESF 22  | 0.628                    | 346         |
|            | 16:04 | ESF 23  | 0.174                    | 241         |
|            | 16:20 | ESF 26  | 0.254                    | 274         |
|            | 16:38 | ESF 30  | 0.267                    | 289         |
|            | 16:54 | ESF 28  | 0.096                    | 212         |
|            | 17:09 | ESF 31  | 0.123                    | 212         |
|            | 17:28 | ESF 32  | 0.105                    | 81          |
|            | 17:41 | ESF 27  | 0.263                    | 60          |
|            | 17:57 | ESF 25  | 0.438                    | 133         |



**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 13/10/2019.

**Tabela 13:** 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 14/10/2015, na foz do Rio São Francisco.

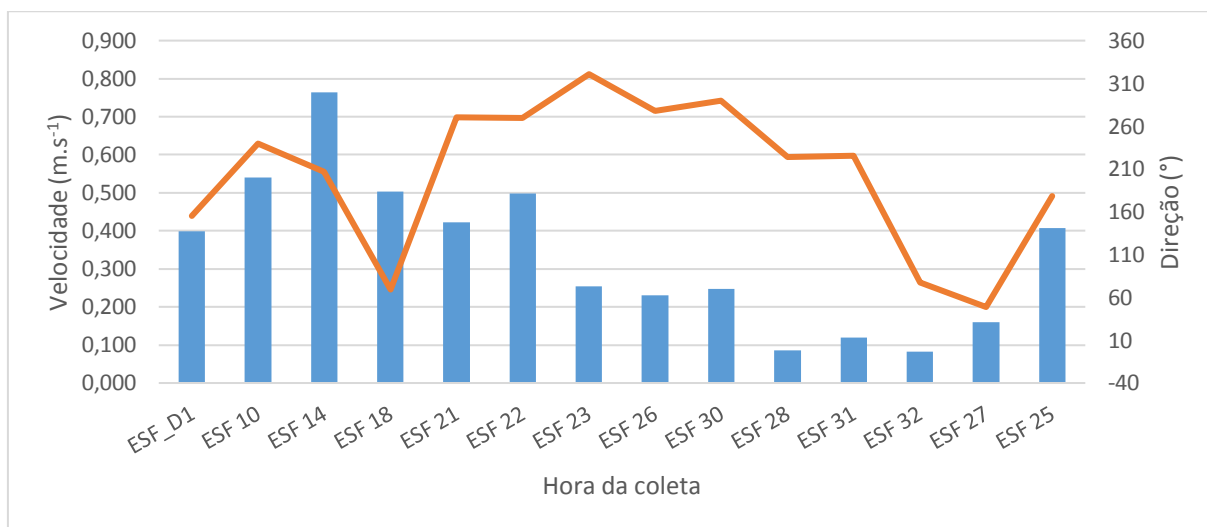
| Data       | Hora  | Estação | Vel.(m.s <sup>-1</sup> ) | Direção (°) |
|------------|-------|---------|--------------------------|-------------|
| 14/10/2019 | 08:29 | ESF_D1  | 0.498                    | 177         |
|            | 08:41 | ESF 10  | 0.748                    | 174         |
|            | 08:59 | ESF 14  | 0.668                    | 182         |
|            | 09:15 | ESF 18  | 0.738                    | 183         |
|            | 09:30 | ESF 21  | 0.559                    | 161         |
|            | 09:52 | ESF 22  | 0.882                    | 166         |
|            | 10:07 | ESF 23  | 0.855                    | 136         |
|            | 10:27 | ESF 26  | 0.604                    | 93          |
|            | 10:47 | ESF 30  | 0.535                    | 109         |
|            | 11:04 | ESF 28  | 0.521                    | 60          |
|            | 11:17 | ESF 31  | 0.469                    | 82          |
|            | 11:32 | ESF 32  | 0.447                    | 77          |
|            | 11:42 | ESF 27  | 0.399                    | 57          |
|            | 11:57 | ESF 25  | 0.294                    | 137         |



**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 14/10/2019.

**Tabela 14:** 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 14/09/2019, na foz do Rio São Francisco.

| Data       | Hora  | Estação | Vel.(m.s <sup>-1</sup> ) | Direção (°) |
|------------|-------|---------|--------------------------|-------------|
| 14/10/2019 | 14:56 | ESF_D1  | 0.399                    | 155         |
|            | 15:15 | ESF 10  | 0.540                    | 240         |
|            | 15:28 | ESF 14  | 0.763                    | 207         |
|            | 15:45 | ESF 18  | 0.504                    | 69          |
|            | 15:57 | ESF 21  | 0.423                    | 271         |
|            | 16:24 | ESF 22  | 0.497                    | 269         |
|            | 16:34 | ESF 23  | 0.253                    | 321         |
|            | 16:48 | ESF 26  | 0.230                    | 278         |
|            | 17:05 | ESF 30  | 0.248                    | 290         |
|            | 17:21 | ESF 28  | 0.085                    | 224         |
|            | 17:35 | ESF 31  | 0.120                    | 226         |
|            | 17:48 | ESF 32  | 0.082                    | 77          |
|            | 17:58 | ESF 27  | 0.159                    | 49          |
|            | 18:10 | ESF 25  | 0.408                    | 179         |



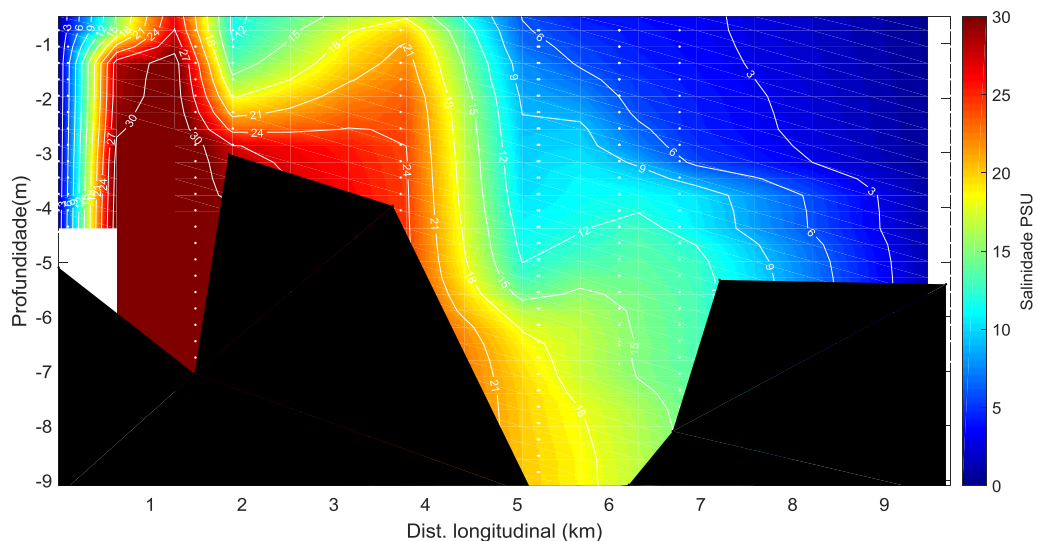
**Figura 10:** Variação média da velocidade (barras azuis) e da direção (linha laranja) das correntes na coluna entre pelas estações de amostragem da cunha salina da foz do Rio São Francisco, durante a preamar da maré de sizígia (lua cheia) do dia 14/09/2019.

## Resultados do CTD

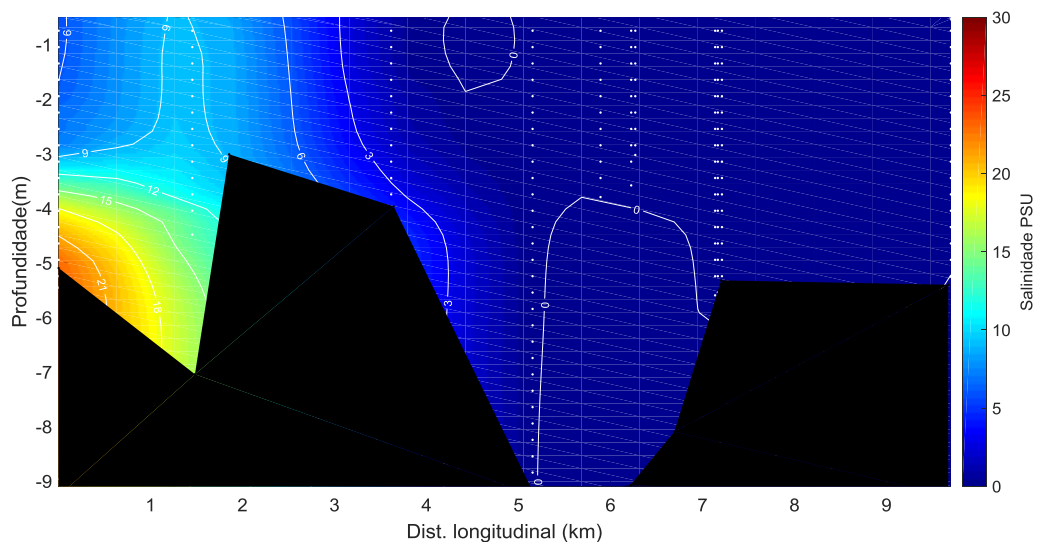
As Figuras 11 a 18 demonstram a penetração da cunha salina na baixamar e preamar dos dois períodos de sizígia analisados em outubro de 2019. As figuras representam a distribuição longitudinal da salinidade na foz do rio São Francisco, cuja análise foi baseada na distância longitudinal de cada estação de monitoramento ao ponto 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 outubro 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 23 (distante 12,8 km da foz), apresentando picos de salinidade de até 30 PSU entre as estações ESF D1 e ESF10 (6,1 e 5,54 km da foz, respectivamente), na foz o pico de salinidade acima de 30 PSU esteve distribuído por toda coluna d'água (Figura 11).

## Salinidade

Baixamar e preamar dos dias 28 e 29 de setembro de 2019.

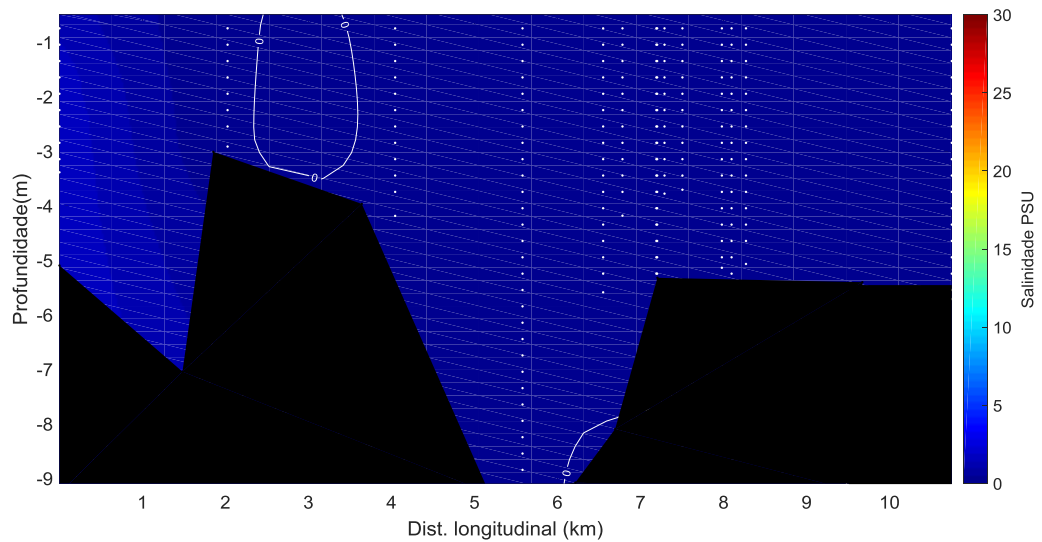


**Figura 11:** Distribuição longitudinal da salinidade na foz do rio São Francisco, variando da estação ESF 10 (ponto mais próximo à foz) à ESF 30 (ponto mais distante da foz), no período de preamar do dia 28 de setembro de 2019. Os pontos brancos indicam a localização longitudinal de cada perfil.

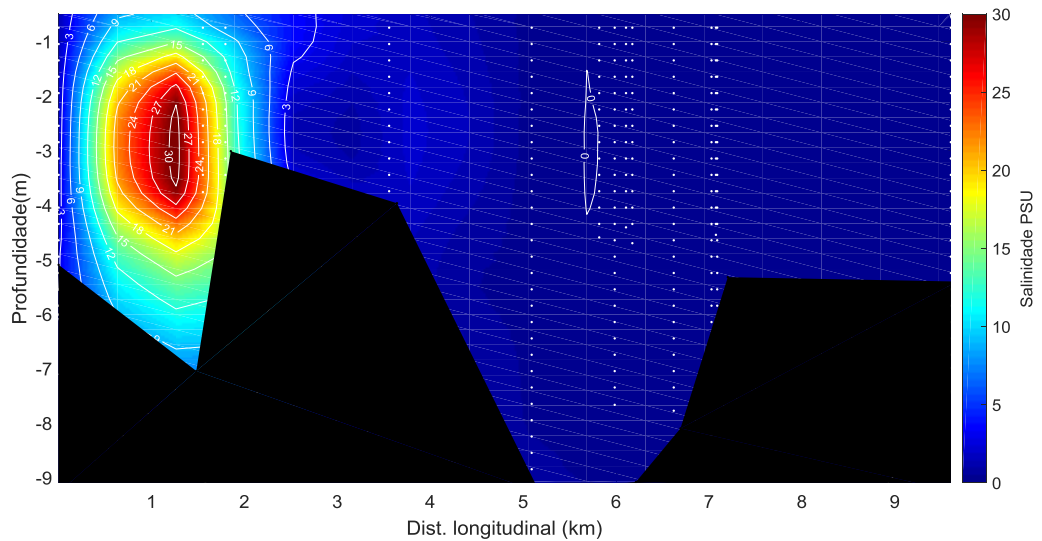


**Figura 12:** Distribuição longitudinal da salinidade na foz do rio São Francisco, variando da estação ESF 10 (ponto mais próximo à foz) à ESF 30 (ponto mais distante da foz), no período de baixamar do dia 29 de setembro de 2019. Os pontos brancos indicam a localização longitudinal de cada perfil.

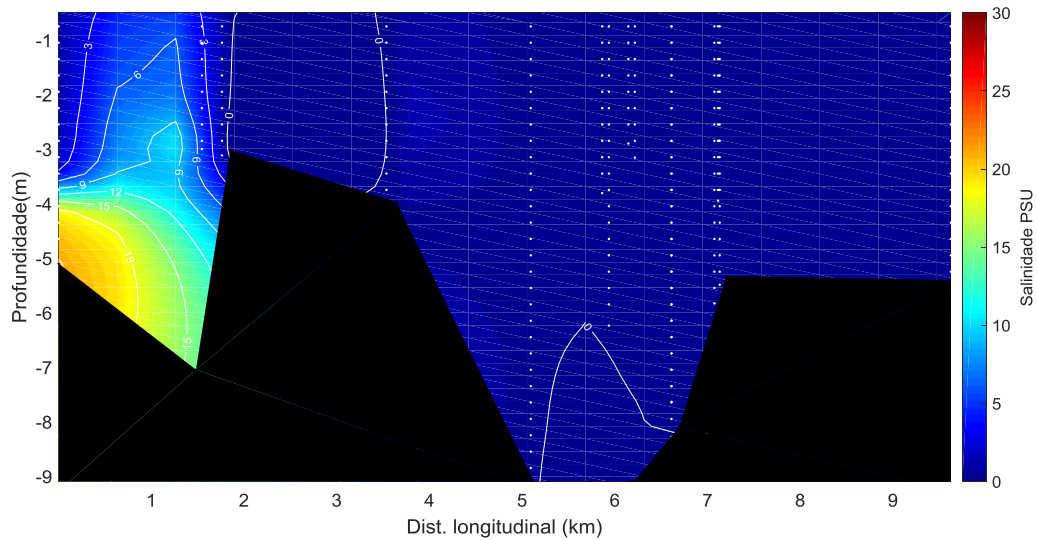
Baixamar e preamar dos dias 13 e 14 de outubro de 2019.



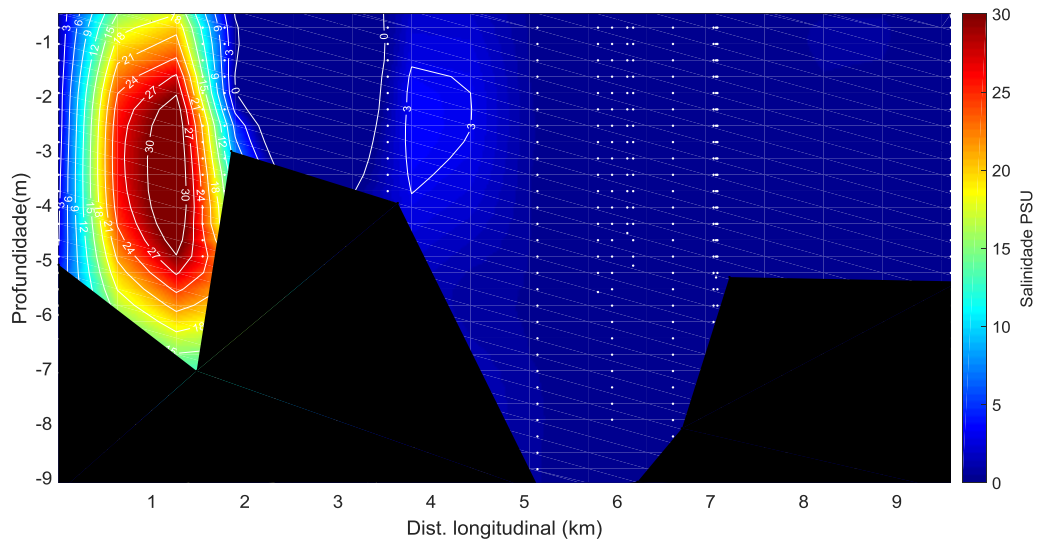
**Figura 13:** Distribuição longitudinal da salinidade na foz do rio São Francisco, variando da estação ESF 10 (ponto mais próximo à foz) à ESF 30 (ponto mais distante da foz), no período de baixamar do dia 13 de outubro de 2019. Os pontos brancos indicam a localização longitudinal de cada perfil.



**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 13 de outubro 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 14 de outubro de 2019. Os pontos brancos indicam a localização longitudinal de cada perfil.

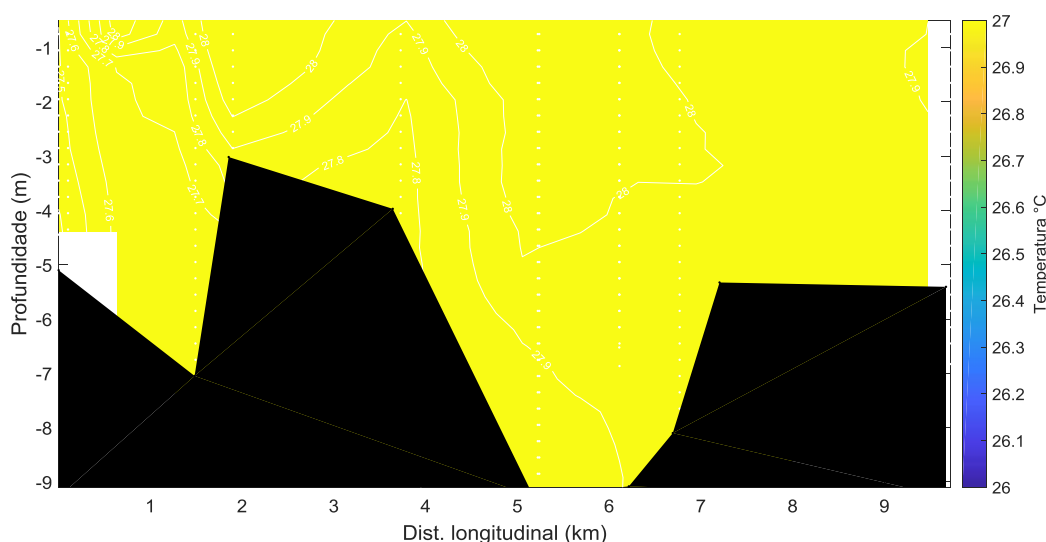


**Figura 16:** Distribuição longitudinal da salinidade na foz do rio São Francisco, variando da estação ESF 10 (ponto mais próximo à foz) à ESF 30 (ponto mais distante da foz), no período de preamar do dia 14 de outubro de 2019. Os pontos brancos indicam a localização longitudinal de cada perfil.

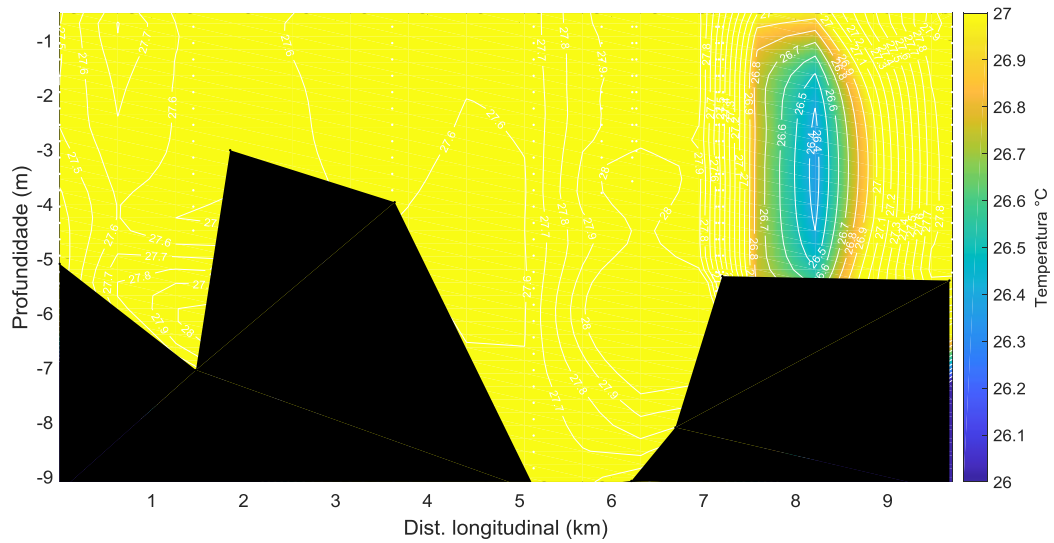
Para a análise da temperatura da água, também foi utilizada a variação longitudinal deste parâmetro no trecho monitorado. As temperaturas da água na foz do rio São Francisco, nas marés de sizígia (lua nova e lua cheia) no mês de outubro/2019, a temperatura registrada nas coletas estiveram predominantemente acima de 27 °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 acumula o calor adquirido durante todo o dia. As temperaturas mais baixas, entre 26°C, foram registradas na região próxima à igreja da cidade de Piaçabuçu nos períodos de baixamar (Figuras 22 e 27). De maneira geral a temperatura da água na foz do rio São Francisco no mês de outubro esteve homogênea em torno de 27°C, como mostram as figuras 21 a 28.

### **Temperatura**

Baixamar e preamar do dia 28 e 29 de setembro de 2019

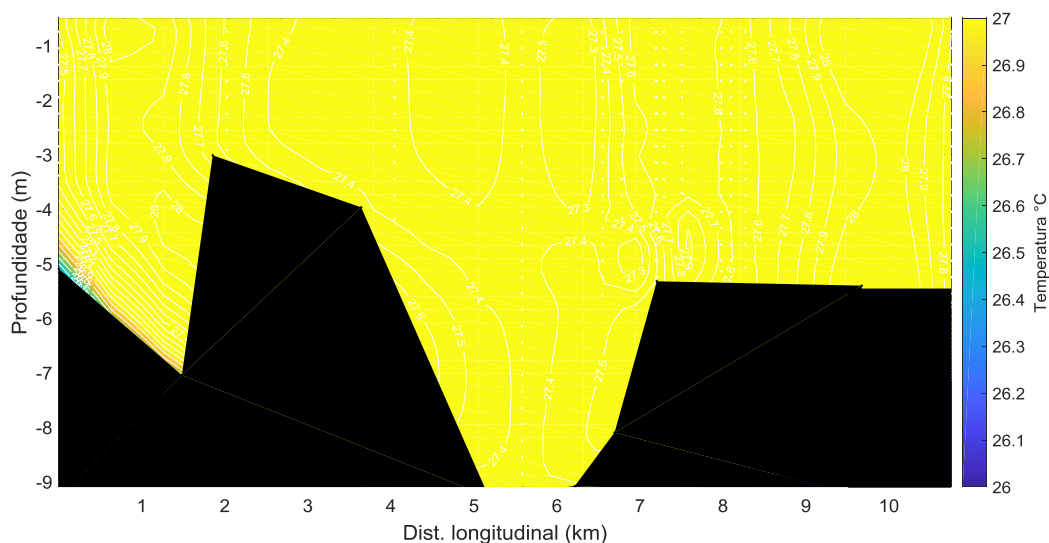


**Figura 17:** Distribuição longitudinal da temperatura da água na foz do rio São Francisco, variando da estação ESF 10 (ponto mais próximo à foz) à estação ESF 30 (ponto mais distante da foz,) no período de preamar do dia 28 outubro de 2019. Os pontos brancos indicam a localização longitudinal de cada perfil.

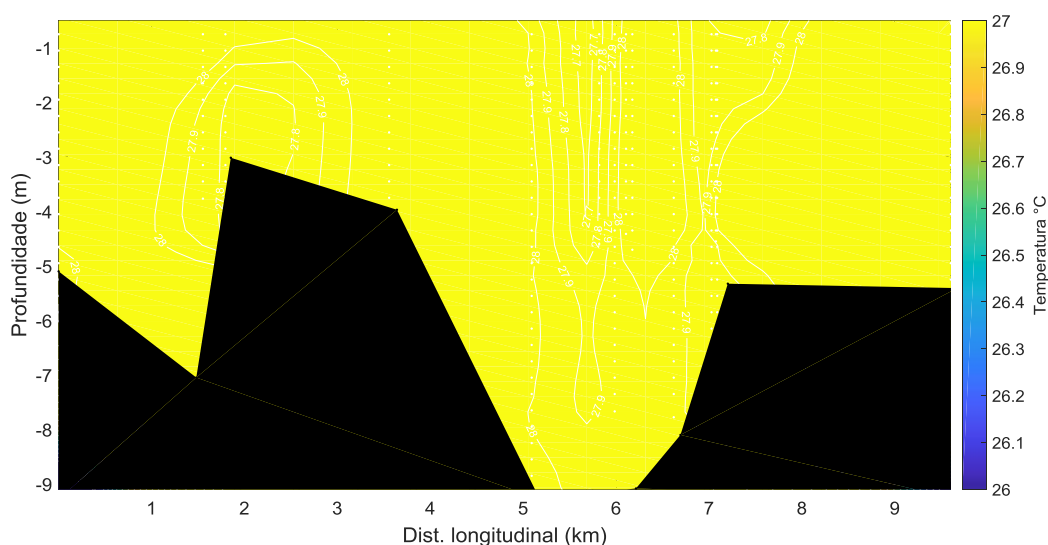


**Figura 18:** Distribuição longitudinal da temperatura da água na foz do rio São Francisco, variando da estação ESF 10 (ponto mais próximo à foz) à estação ESF 30 (ponto mais distante da foz,) no período de baixamar do dia 29 de outubro 2019. Os pontos brancos indicam a localização longitudinal de cada perfil.

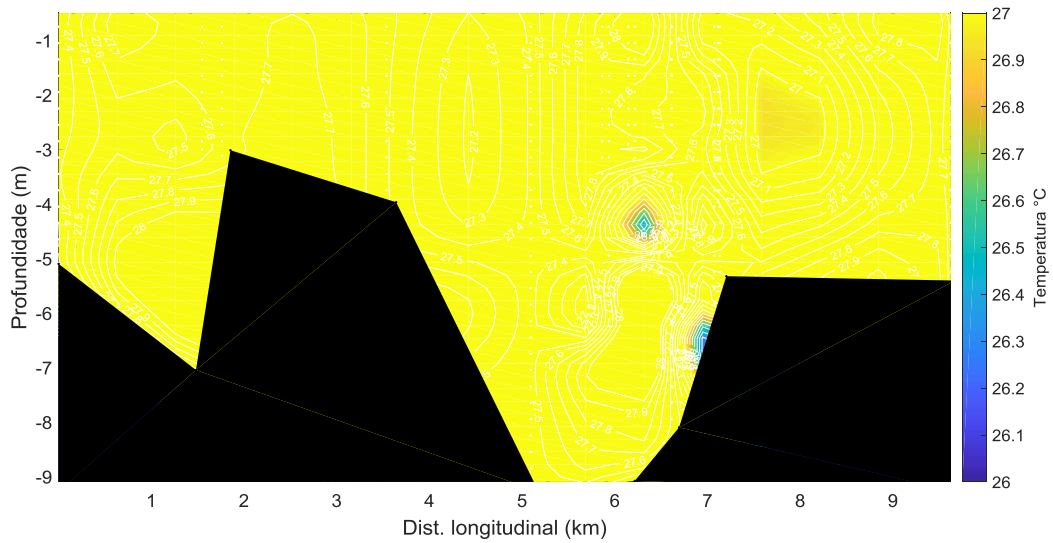
Baixamar e preamar do dia 13 e 14 de setembro de 2019.



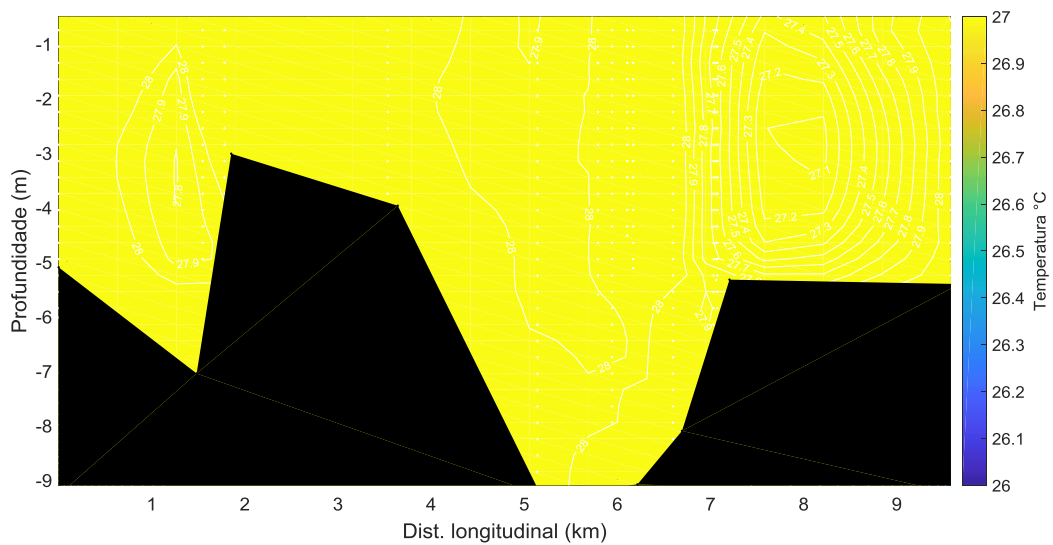
**Figura 19:** Distribuição longitudinal da temperatura da água na foz do rio São Francisco, variando da estação ESF 10 (ponto mais próximo à foz) à estação ESF 30 (ponto mais distante da foz,) no período de baixamar do dia 13 de outubro de 2019. Os pontos brancos indicam a localização longitudinal de 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 13 de outubro de 2019. Os pontos brancos indicam a localização longitudinal de cada perfil.



**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 14 de outubro 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 14 de outubro de 2019. Os pontos brancos indicam a localização longitudinal de cada perfil.

## MONITORAMENTO FIXO

As Tabelas 16 a 19 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 23 a 26.

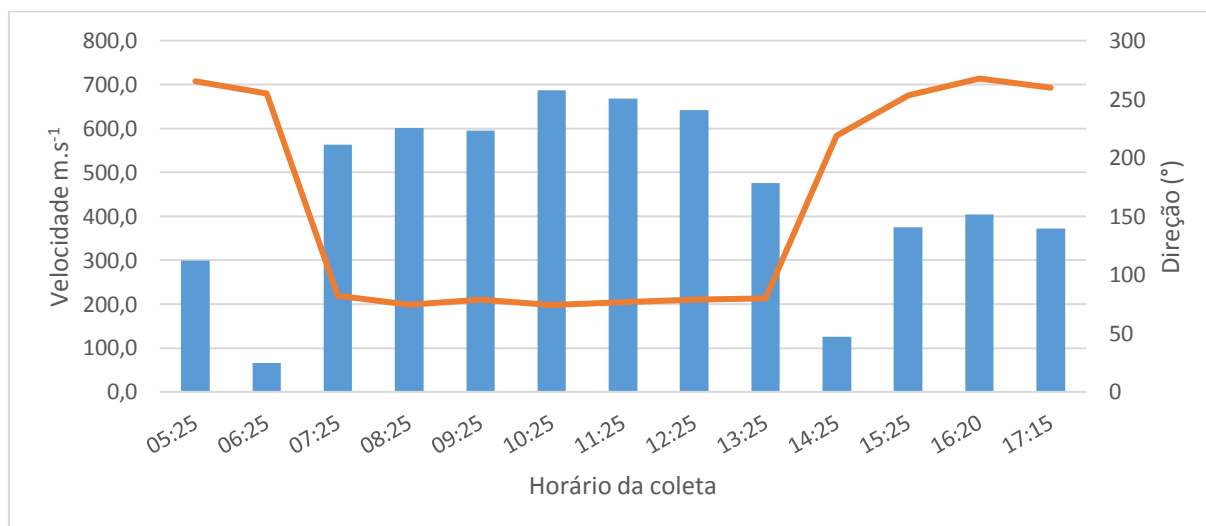
A velocidade da corrente mais intensas foram registradas no monitoramento na localidade de Penedinho-Al no dia 01 de outubro de 2019, quando atingiu  $0,868 \text{ m.s}^{-1}$ . Neste ponto, a variação bidirecional de vazante e enchente foi de  $87$  a  $293^\circ$ , respectivamente (24 e 26). Em Penedinho, esta variou entre  $59$  a  $288^\circ$  (Figura 32 e 25). Quando ocorre os picos de velocidade da corrente do rio acontece o desprendimento dos bancos de plantas aquáticas, os quais flutuam aglomerados entre si, esses eventos influenciam diretamente na vida dos ribeirinhos, tendo em vista que essas plantas derivam e até a região de pesca o 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.

## Dados hidrodinâmicos

### Campanhas fixas realizadas nos dias 30 de setembro e 01 de outubro de 2019

**Tabela 15:** 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 30/09/2019.

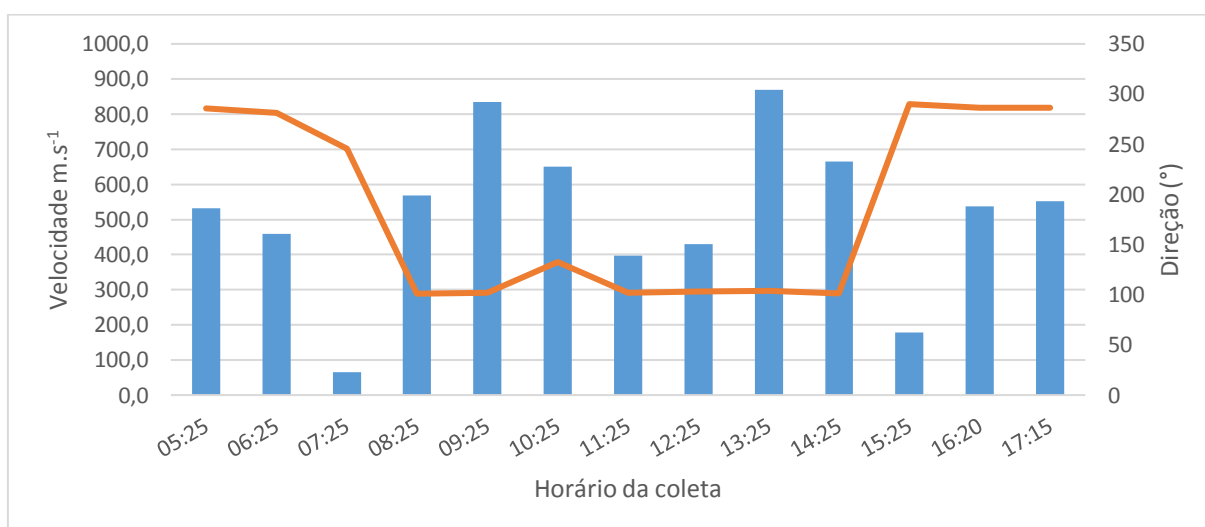
| Data       | Hora  | Vel.(m.s <sup>-1</sup> ) | Direção (°) |
|------------|-------|--------------------------|-------------|
| 30/09/2019 | 05:25 | 299.0                    | 265         |
|            | 06:25 | 65.3                     | 255         |
|            | 07:25 | 563.2                    | 82          |
|            | 08:25 | 601.4                    | 75          |
|            | 09:25 | 595.6                    | 79          |
|            | 10:25 | 687.6                    | 74          |
|            | 11:25 | 668.0                    | 77          |
|            | 12:25 | 641.8                    | 79          |
|            | 13:25 | 475.3                    | 80          |
|            | 14:25 | 125.8                    | 219         |
|            | 15:25 | 374.5                    | 254         |
|            | 16:20 | 404.0                    | 268         |
|            | 17:15 | 372.4                    | 260         |



**Figura 23:** Dados hidrodinâmicos coletados durante a campanha fixa em Brejo Grande no dia 30/09/2019. As barras azuis representam a velocidade da corrente e a linha laranja a direção.

**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 Piaçabuçu-AL (Penedinho, ESF30) no dia 01/10/2019

| Data       | Hora  | Vel.(m.s <sup>-1</sup> ) | Direção (°) |
|------------|-------|--------------------------|-------------|
| 01/10/2019 | 05:00 | 532.1                    | 286         |
|            | 06:00 | 459.9                    | 281         |
|            | 07:00 | 64.9                     | 245         |
|            | 08:00 | 568.4                    | 101         |
|            | 09:00 | 834.2                    | 102         |
|            | 10:00 | 649.7                    | 132         |
|            | 11:00 | 396.5                    | 102         |
|            | 12:00 | 430.2                    | 103         |
|            | 13:00 | 868.8                    | 104         |
|            | 14:00 | 665.8                    | 101         |
|            | 15:00 | 178.0                    | 290         |
|            | 16:00 | 537.7                    | 287         |
|            | 17:00 | 552.5                    | 287         |

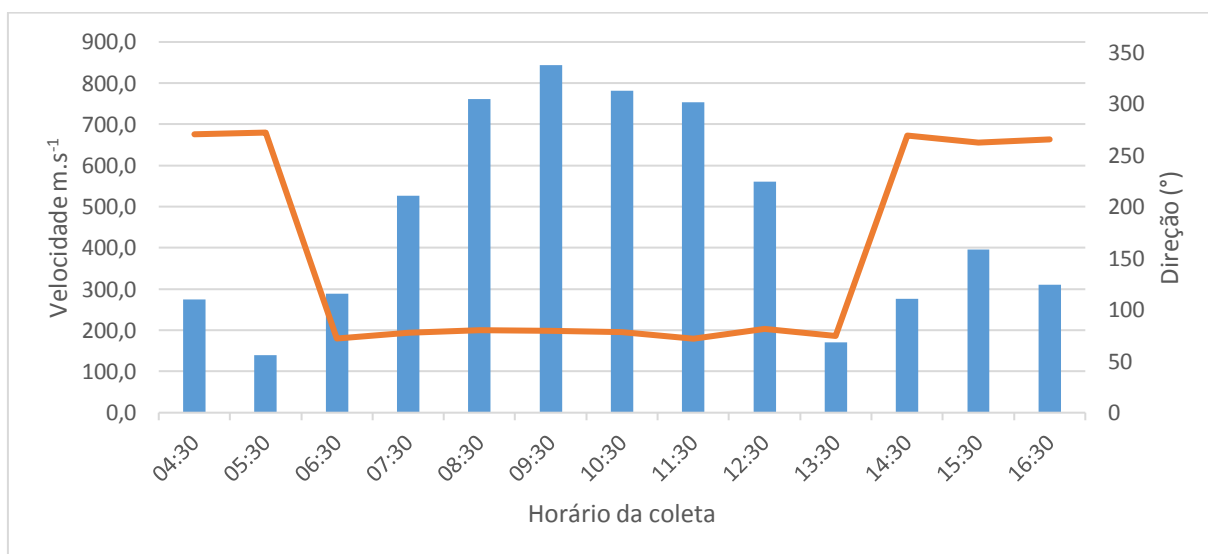


**Figura 24:** Dados hidrodinâmicos coletados durante a campanha fixa na bomba de captação de água da cidade de Piaçabuçu-AL (Penedinho, ESF 30), no dia 01/10/2019. As barras azuis representam a velocidade da corrente e a linha laranja a direção.

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

**Tabela 17:** Dados de velocidade e direção da coluna d'água durante o monitoramento fixo na bomba de captação de água da cidade de Brejo Grande –SE, no dia 15/10/2019.

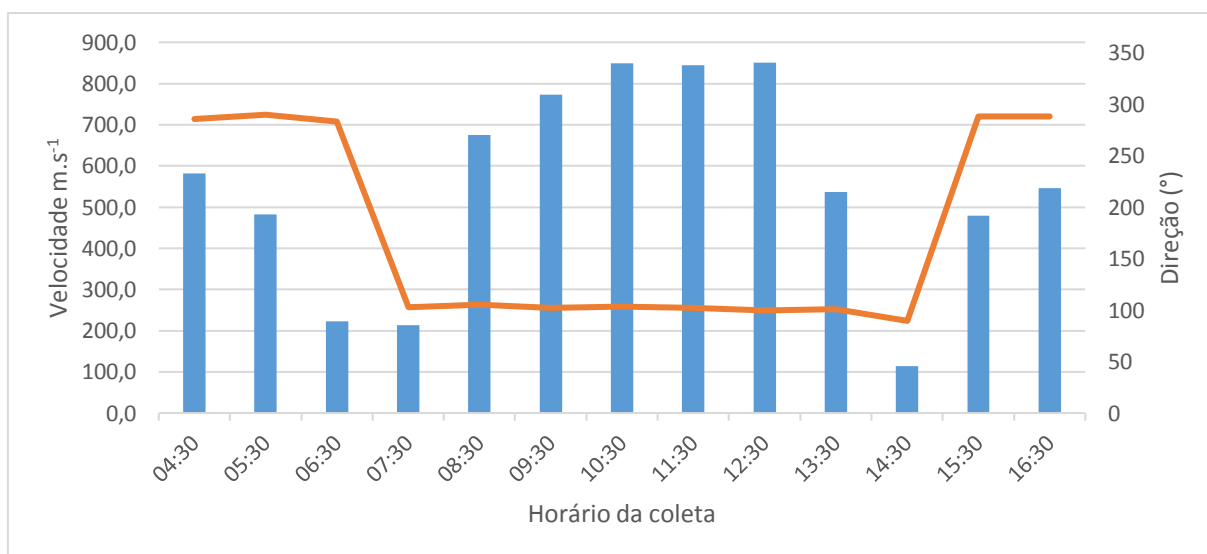
| Data       | Hora  | Vel.(m.s <sup>-1</sup> ) | Direção (°) |
|------------|-------|--------------------------|-------------|
| 15/10/2019 | 04:30 | 275.0                    | 270         |
|            | 05:30 | 140.0                    | 272         |
|            | 06:30 | 288.6                    | 72          |
|            | 07:30 | 526.0                    | 77          |
|            | 08:30 | 761.6                    | 80          |
|            | 09:30 | 843.5                    | 80          |
|            | 10:30 | 781.5                    | 79          |
|            | 11:30 | 753.2                    | 72          |
|            | 12:30 | 561.0                    | 81          |
|            | 13:30 | 170.8                    | 75          |
|            | 14:30 | 276.6                    | 269         |
|            | 15:30 | 395.8                    | 262         |
|            | 16:30 | 310.3                    | 265         |



**Figura 25:** Dados hidrodinâmicos coletados durante a campanha fixa em Brejo Grande no dia 15/10/2019. As barras azuis representam a velocidade da corrente e a linha laranja a direção.

**Tabela 18:** Dados médio de velocidade e direção da coluna d'água durante o monitoramento fixo na bomba de captação de água da cidade de Piaçabuçu-AL (Penedinho, ESF30) no dia 16/10/2019

| Data       | Hora  | Vel.(m.s <sup>-1</sup> ) | Direção (°) |
|------------|-------|--------------------------|-------------|
| 16/10/2019 | 04:00 | 582.1                    | 286         |
|            | 05:00 | 481.7                    | 290         |
|            | 06:00 | 222.0                    | 283         |
|            | 07:00 | 214.0                    | 103         |
|            | 08:00 | 674.3                    | 105         |
|            | 09:00 | 773.3                    | 102         |
|            | 10:00 | 849.3                    | 103         |
|            | 11:00 | 844.6                    | 102         |
|            | 12:00 | 851.2                    | 99          |
|            | 13:00 | 536.4                    | 101         |
|            | 14:00 | 113.3                    | 90          |
|            | 15:00 | 479.4                    | 288         |
|            | 16:00 | 545.4                    | 288         |



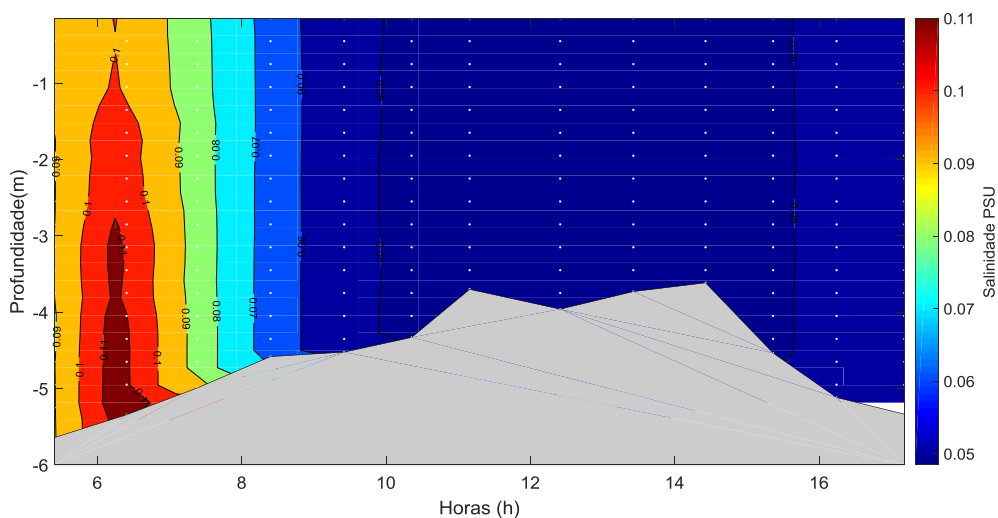
**Figura 26:** Dados hidrodinâmicos coletados durante a campanha fixa na bomba de captação de água da cidade de Piaçabuçu-AL (Penedinho, ESF 30), no dia 16/10/2019. As barras azuis representam a velocidade da corrente e a linha laranja a direção.

As Figuras 27 a 31 representam a distribuição temporal de salinidade da água das campanhas fixas de 12 horas, realizadas nos dias 30 de setembro, 01, 15 e 16 de outubro 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, em apenas 01 perfil no dia 30 de outubro em brejo Grade foi evidenciado valores de 0.1 PSU (Figura 27), desta forma os parâmetros de salinidade para todas as medições estiveram dentro dos parâmetros seguros para o uso doméstico.

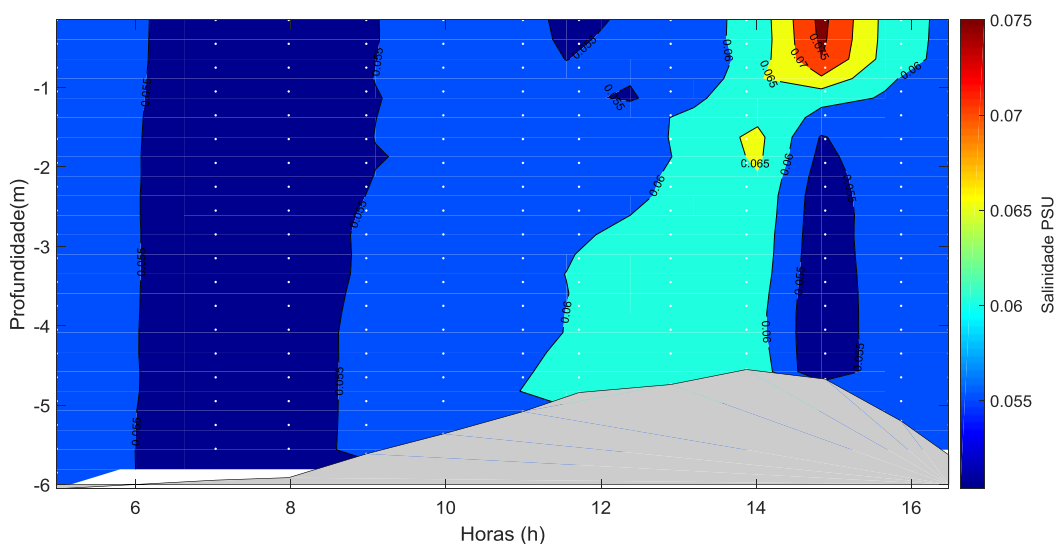
Foi observado um padrão temporal similar de variação da temperatura no ciclo diurno, evidenciando uma elevação gradual da temperatura das massas de água ao longo do dia, com uma amplitude média de 0,8°C entre a primeira e a última medição, com valores mais elevados no final do dia, em todas as quatro campanhas realizadas.

## Resultados de salinidade e temperatura pontos fixos

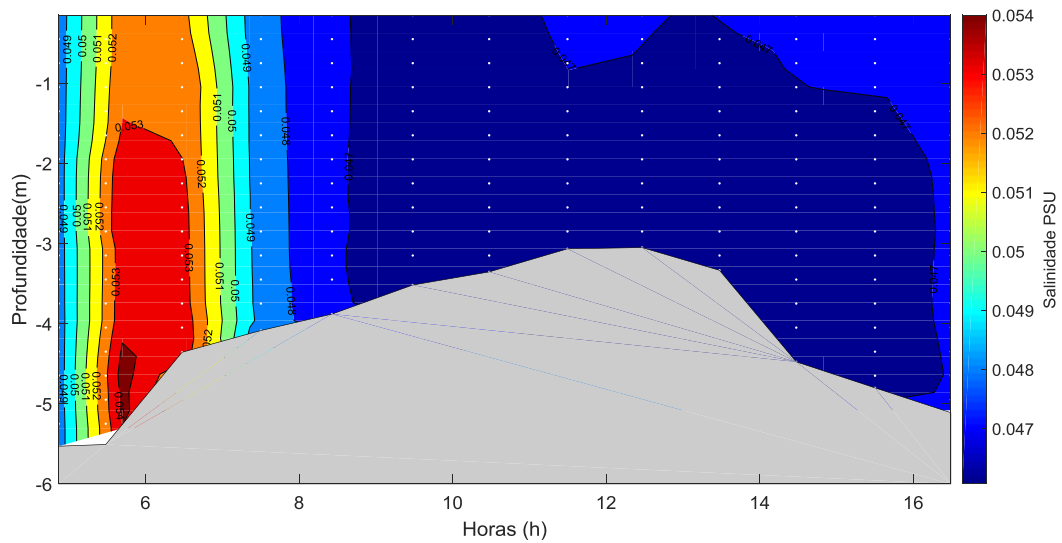
### Salinidade



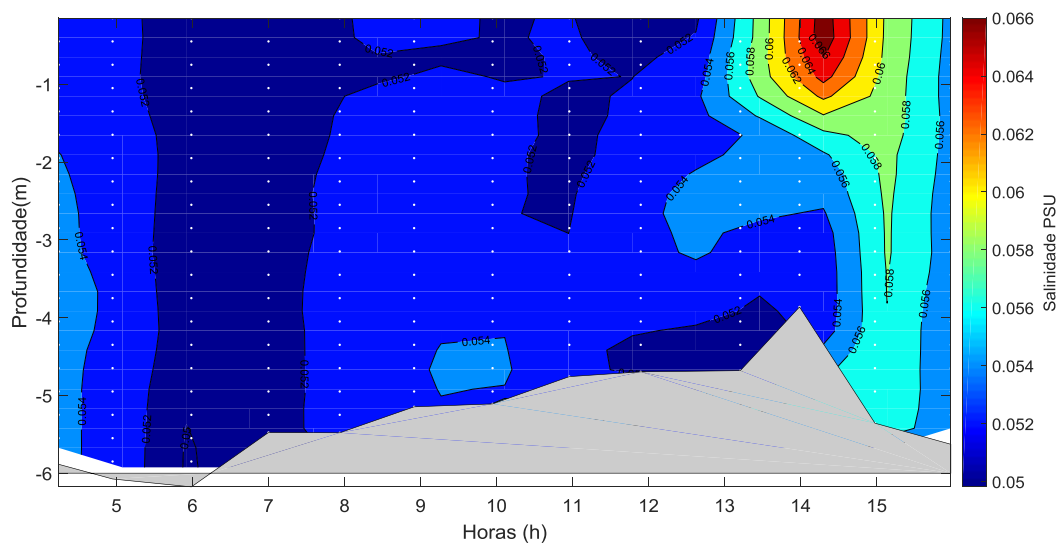
**Figura 27:** Distribuição temporal da salinidade da água durante o monitoramento fixo da cunha salina, realizado no dia 30 de setembro de 2019, nas proximidades da bomba de captação de água da cidade de Brejo Grande - SE (ESF 32). Os pontos brancos representam o momento do dia da campanha quando os perfis foram realizados e o formato do fundo corresponde à variação do nível da coluna d'água ou o ponto máximo de alcance do CTD.



**Figura 28:** Distribuição temporal da salinidade da água durante o monitoramento fixo da cunha salina, realizado no dia 01 de outubro 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.

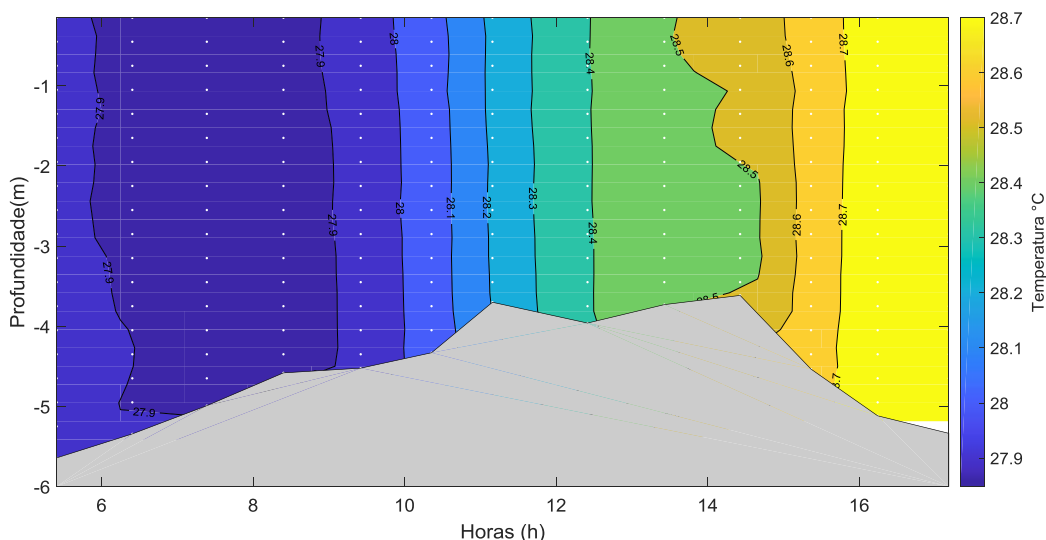


**Figura 29:** Distribuição temporal da salinidade da água durante o monitoramento fixo da cunha salina, realizado no dia 15 de outubro de 2019, nas proximidades da bomba de captação de água da cidade de Brejo Grande - SE (ESF 32). Os pontos brancos representam o momento do dia da campanha quando os 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.

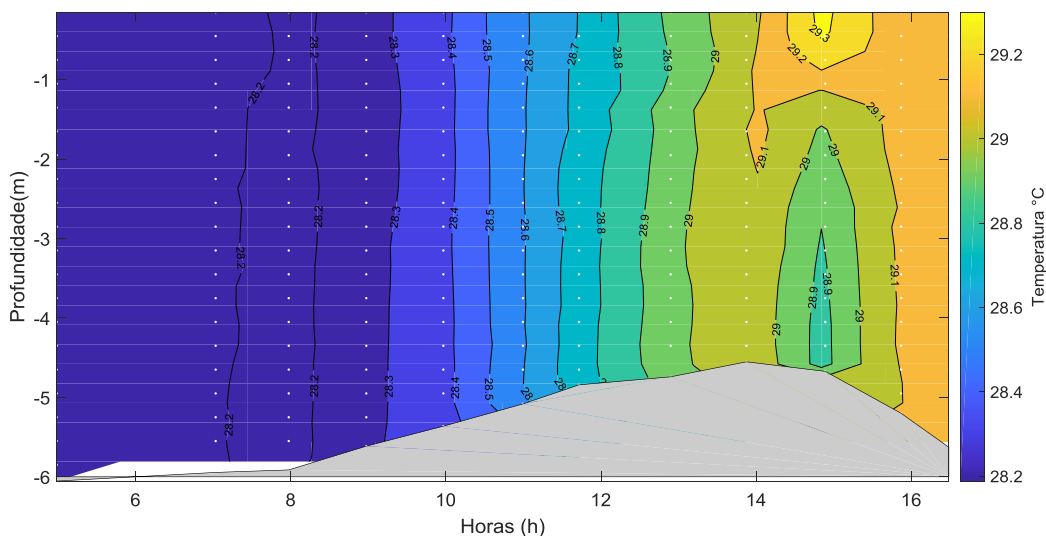


**Figura 30:** Distribuição temporal da salinidade da água durante o monitoramento fixo da cunha salina, realizado no dia 16 de outubro de 2019, nas proximidades da bomba de captação de água da cidade de Piaçabuçu (Penedinho, ESF 30). Os pontos brancos representam o momento do dia da campanha quando 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.

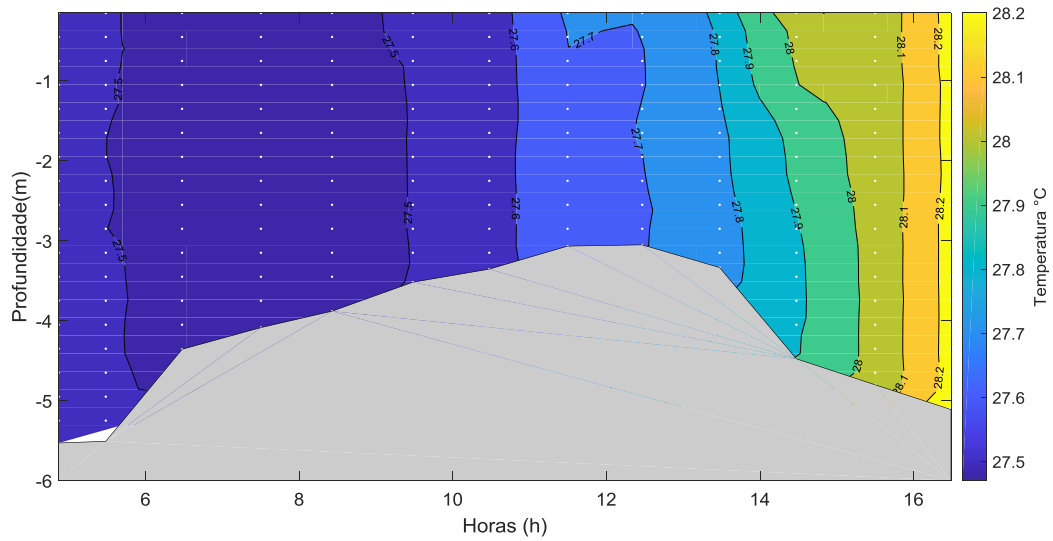
## Temperatura



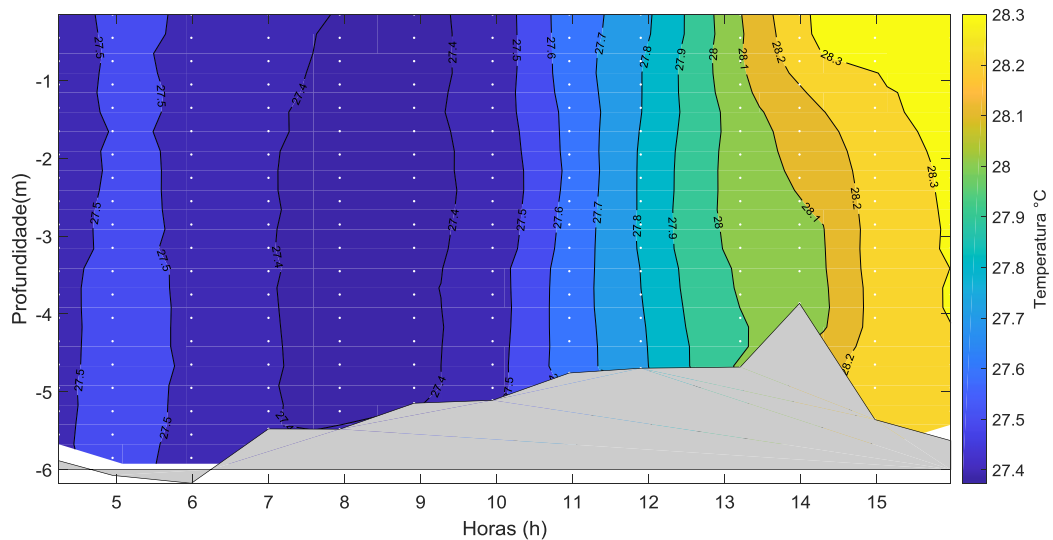
**Figura 31:** Distribuição temporal da temperatura da água durante o monitoramento fixo realizado no dia 30 de setembro de 2019, nas proximidades da bomba de captação de água da cidade de Brejo Grande (ESF 32). Os pontos brancos representam o momento do dia da campanha quando os perfis foram realizados e o formato do fundo corresponde à variação do nível da coluna d'água ou o ponto máximo de alcance do CTD.



**Figura 32:** Distribuição temporal da temperatura para o monitoramento fixo de 12 horas da cunha salina, realizado no dia 01 de outubro 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 33:** Distribuição temporal da temperatura para o monitoramento fixo de 12 horas da cunha salina, realizado no dia 15 de outubro 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 34:** Distribuição temporal da temperatura para o monitoramento fixo de 12 horas da cunha salina, realizado no dia 16 de outubro de 2019 nas proximidades da bomba de captação de água da cidade de Piaçabuçu (Penedinho, ESF 30). Os pontos brancos representam o momento do dia da campanha quando os perfis foram realizados e o formato do fundo corresponde à variação do nível da coluna d'água ou o ponto máximo de alcance do CTD.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As marés durante as campanhas de coleta variaram entre a altura mínima de -0.1 m no dia 29 de setembro e máxima de 2,5 m também no dia 29 de setembro de 2019. Os ventos sopraram de forma predominantes da direção sul  $182,5^\circ$ , com velocidade média de  $3.6 \text{ m.s}^{-1}$ , e a temperatura atmosférica média foi de  $27,6^\circ\text{C}$  para o período de lua nova e  $27,7^\circ\text{C}$  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  $120^\circ - 300^\circ$  (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  $1 \text{ m.s}^{-1}$ . 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 sido aparentemente relacionada diretamente com as condições do tempo. De forma geral apresentou uma distribuição homogênea em torno de  $27^\circ,5$ .

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 22 e 23, distantes aproximadamente 12,57 km da boca da barra do rio. A presença de água salgada na região mais próxima da foz esteve homogeneamente distribuída por toda a coluna d'água, atingindo picos de 30 PSU (preamar no dia 30 de setembro, 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 picos máximo de 15 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 outubro/2019, a não ser do fato isolado de 01 perfil que registrou valores próximos de 0,1

PSU. De maneira geral os perfis de salinidade para as campanhas nos pontos fixos estiveram 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.

#### 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.