

Subprograma de Monitoramento da Intrusão da Cunha Salina

RELATÓRIO 03

Programa de Monitoramento do Rio São Francisco Durante o Período de Vazão Reduzida

Registros Fotográficos da Empresa Água & Terra obtidos no sítio da CHESF



CONTRATANTE:

Chesf
COMPANHIA HIDRO ELÉTRICA
DO SÃO FRANCISCO

EMPRESA CONSULTORA:



Engenharia & Meio Ambiente

OSA 2015-088

Contrato
CTNE N° 92.2015.3000.00

Agosto de 2017

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

**SUBPROGRAMA DE MONITORAMENTO DA INTRUSÃO
DA CUNHA SALINA**

RELATÓRIO 03

Preparado para:
COMPANHIA HIDRO ELÉTRICA DO SÃO FRANCISCO - CHESF
Recife - PE

Preparado por:
Agrosig Engenharia e Meio Ambiente Eireli - EPP
Porto Alegre - RS

Distribuição:
02 cópias impressas Companhia Hidro Elétrica do São Francisco - CHESF
03 cópias digitais
01 cópia Agrosig Engenharia e Meio Ambiente EIRELI - EPP





NOTA

Esta Proposta foi preparada pela Agrosig Engenharia e Meio Ambiente Eireli EPP, a partir das normas técnicas recomendadas para trabalhos desta natureza, em estreita observação aos ditames da Legislação vigente e dos termos e condições firmados com o Cliente. Considerada esta premissa, a Agrosig se isenta de quaisquer responsabilidades perante o Cliente ou terceiros pela utilização dos dados e conteúdos contidos nesta Proposta, ainda que parcialmente, fora do contexto citado no Edital de Licitação. Reitera-se, que todo o conteúdo é confidencial e destinado à utilização exclusiva do Cliente, de forma que a Agrosig não se responsabiliza pela utilização do material, ainda que parcialmente, por terceiros. Cópias do conteúdo ou a utilização dos dados para outros fins somente poderão ser efetuadas a partir da obtenção da autorização formal do Cliente ou da Agrosig.

Mês/Ano	Ordem Serviço	Contrato	Código Documento
Agosto, 2017	OSA 2015-088	CTNE- 92.2015.3000.00	OSA2015-088-CHESF-MVR-CUNHA-SALINA-01-R3.docx

Tipo de Relatório	Parcial	<input checked="" type="checkbox"/>	Nº3	Controle Versões	Documento		Data Emissão
						<input type="checkbox"/>	
						<input type="checkbox"/>	01/08/2017
						<input type="checkbox"/>	01/08/2017
						<input type="checkbox"/>	02/08/2017
	Final		<input type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	05/10/2017
						<input checked="" type="checkbox"/>	05/10/2017

Controle de Produção do Documento

	Profissional	Qualificação	Registro Profissional	Assinatura	Rubrica
Elaborado	Carlos Eduardo Simão	Engenheiro Ambiental Ms.	CREA RS 174611		
Revisado	Evandro Gottardo	Geólogo Ms. Dr.	CREA RS 83699		
Aprovado	Evandro Gottardo	Geólogo Ms. Dr.	CREA RS 83699		
Autorizado	Jorge Vidal Olivera Duarte	Eng. Agrícola, Ms. Especialista	CREA RS 44141		

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

SUBPROGRAMA DE MONITORAMENTO DA INTRUSÃO DA CUNHA SALINA

RELATÓRIO 03

ÍNDICE

1 - INTRODUÇÃO	4
2 - MATERIAIS E MÉTODOS	4
2.1 - Equipamentos Técnicos	4
2.2 - Frequência das Campanhas Amostrais	5
2.3 - Localização das Estações de Coleta de Dados	6
2.4 - Data e Horário das Coletas de Dados	7
3 - RESULTADOS	8
3.1 - Campanha 5	8
3.1.1 - Ponto Fixo 32	8
3.1.2 - Ponto Fixo 23	12
3.1.3 - Medição Longitudinal	14
3.1.3.1 - Vazante 1	15
3.1.3.2 - Enchente 1	17
3.1.3.3 - Vazante 2	19
3.1.3.4 - Enchente 2	21
3.2 - Campanha 6	23
3.2.1 - Ponto Fixo 32	24
3.2.2 - Ponto Fixo 23	27
3.2.3 - Medição Longitudinal	30
3.2.3.1 - Vazante 1	30
3.2.3.2 - Enchente 1	32
3.2.3.3 - Vazante 2	34
3.2.3.4 - Enchente 2	36
4 - CONSIDERAÇÕES FINAIS	38
5 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41
6 - EMPRESA RESPONSÁVEL PELA ELABORAÇÃO DO RELATÓRIO	41
7 - EQUIPE TÉCNICA	41

1 - INTRODUÇÃO

O objetivo deste Relatório Técnico é atender aos preceitos estipulados pelo Contrato de Prestação de Serviços CTNE-92.2013.3500.00 firmado entre a empresa Contratada Agrosig Engenharia e Meio Ambiente EIRELI - EPP (doravante denominada AGROSIG) e a Contratante COMPANHIA HIDRO ELÉTRICA DO SÃO FRANCISCO - CHESF (doravante denominada CHESF).

O instrumento contratual foi originado a partir do processo licitatório vinculado ao EDITAL PREGÃO ELETRÔNICO PG-1.92.2013.3500 e respectivos Anexos, do qual a empresa AGROSIG resultou vencedora.

O objeto contratual trata da execução de serviços de para consecução do PROGRAMA DE MONITORAMENTO DO RIO SÃO FRANCISCO DURANTE O PERÍODO DE VAZÃO REDUZIDA.

Sob este prisma, o relatório em apreço trata da execução dos serviços correlatos ao **Subprograma de Monitoramento da Introdução da Cunha Salina**, em conformidade com o estipulado na Especificação Técnica ET-DEMG-10/2015 que orienta a execução dos serviços e no Plano de Trabalho anteriormente apresentado e aprovado pela Contratante.

Assim, em continuidade são apresentados os resultados do monitoramento do campo de corrente, salinidade e temperatura no baixo estuário do Rio São Francisco referente à quinta e sexta campanhas de levantamento de dados.

2 - MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 - EQUIPAMENTOS TÉCNICOS

Em face da necessidade de levantamento muito especializado das informações requeridas por este Programa, serão utilizados equipamentos específicos, conforme descrito a seguir:

TEMPERATURA, CONDUTIVIDADE E SALINIDADE

Para as medições de temperatura, condutividade e salinidade será utilizada a uma sonda multiparâmetro da marca da marca YSI, modelo 6600V2 (Figura 1). A sonda multiparamétrica dispõe de um *log* interno que permite o armazenamento dos dados de temperatura e salinidade em alta frequência.



Figura 1 - Equipamento utilizado nas medições de temperatura, condutividade e salinidade: Sonda multiparamétrica marca YSI, modelo 6600 V2.

VELOCIDADE E DIREÇÃO DAS CORRENTES

Os componentes advectivos e difusivos do processo de mistura das águas salinas costeiras com as águas interiores são indissociáveis das velocidades e direções de correntes. Assim para a correta caracterização do comportamento das correntes serão efetuadas medições com Perfilador Acústico de Correntes por Efeito Doppler (ADCP) da marca Teledyne, modelo AQUADOPP (Figura 2). As medições serão executadas por meio de apoio logístico de uma embarcação onde o instrumento será instalado no sistema *down-looking*.



Figura 2 - Perfilador acústico de correntes.

2.2 - FREQUÊNCIA DAS CAMPANHAS AMOSTRAIS

A coleta de dados foi efetuada em duas campanhas. A quinta campanha ocorreu entre os dias 22 e 25 de julho de 2017 durante o período de maré de sizígia. Já a sexta campanha foi executada entre os dias 8 e 11 de agosto de 2017 no período de maré de sizígia.

Para cada campanha foram realizados 4 monitoramentos longitudinais, sendo 2 durante a maré enchente e 2 na maré vazante. Também foram monitorados 2 pontos fixos durante 1 ciclo de maré cada.

2.3 - LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES DE COLETA DE DADOS

A localização de cada estação de coleta de dados pode ser visualizada na Figura 3; já a codificação e as respectivas coordenadas geográficas de cada ponto estão listadas no Quadro 1.

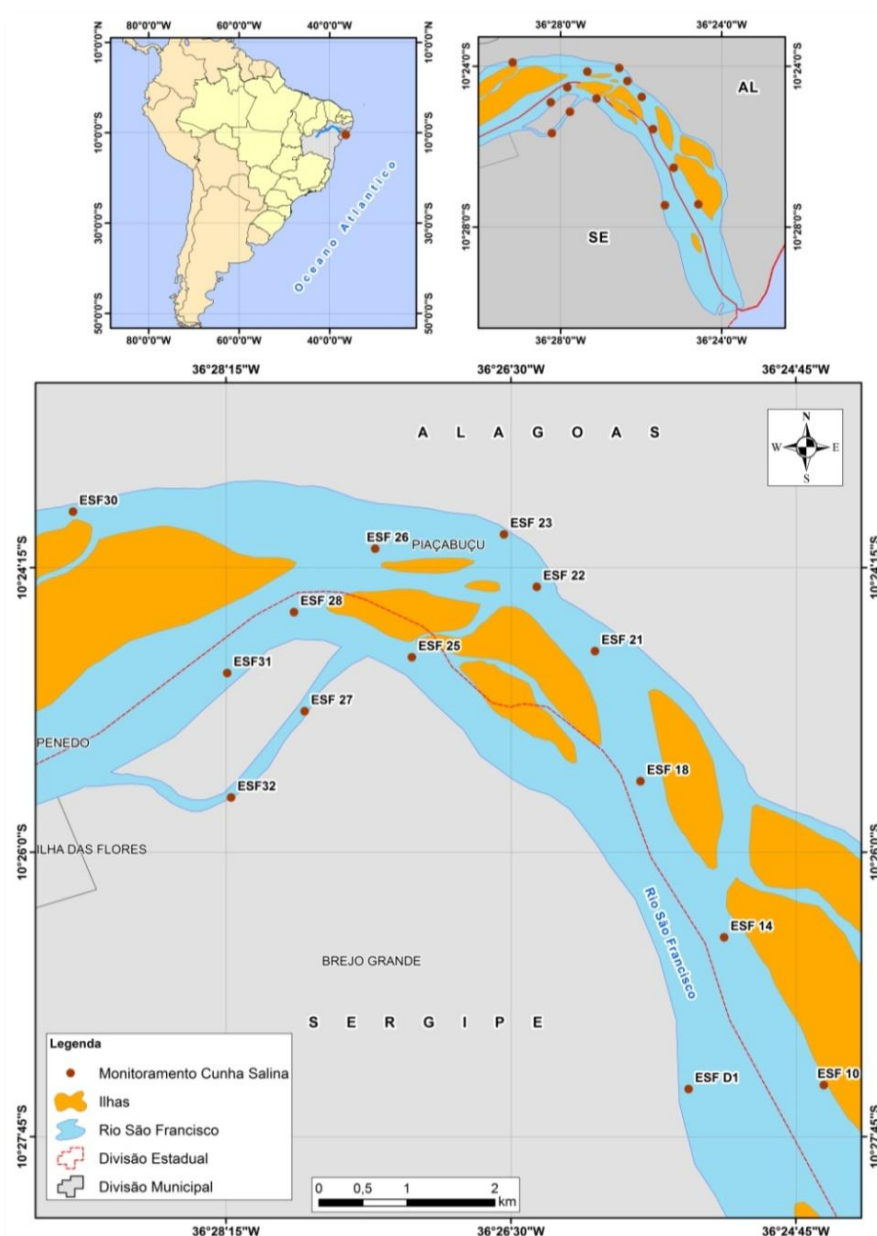


Figura 3 - Localização das estações de coleta de dados.

Quadro 1 - Coordenadas geográficas das estações de coleta de dados.

Estação	Latitude	Longitude
ESF_D1	10° 27' 27" S	036° 25' 24" W
ESF_10	10° 27' 25" S	036° 24' 34" W
ESF_14	10° 26' 31" S	036° 25' 11" W
ESF_18	10° 25' 33" S	036° 25' 42" W
ESF_21	10° 24' 45" S	036° 25' 58" W
ESF_22	10° 24' 22" S	036° 26' 20" W
ESF_23	10° 24' 02" S	036° 26' 32" W
ESF_25	10° 24' 48" S	036° 27' 06" W
ESF_26	10° 24' 08" S	036° 27' 20" W
ESF_27	10° 25' 08" S	036° 27' 46" W
ESF_28	10° 24' 31" S	036° 27' 49" W
ESF_30	10° 23' 54" S	036° 29' 11" W
ESF_31	10° 24' 53" S	036° 28' 14" W
ESF_32	10° 25' 39" S	036° 28' 13" W

2.4 - DATA E HORÁRIO DAS COLETAS DE DADOS

As datas e os horários de início e término das medições são apresentados no Quadro 2.

Quadro 2 - Data e horário de início e fim de campanha de coleta de dados.

		Início	Término
Campanha 5	Ponto fixo ESF 23	22/07/2017 04:51	22/07/2017 16:39
	Ponto fixo ESF 32	23/07/2017 04:47	23/07/2017 16:39
	Vazante 1	24/07/2017 05:40	24/07/2017 08:55
	Enchente 1	24/07/2017 11:05	24/07/2017 14:15
	Vazante 2	25/07/2017 05:57	25/07/2017 09:00
	Enchente 2	25/07/2017 12:08	25/07/2017 15:10
Campanha 6	Ponto fixo ESF 23	08/08/2017 04:32	08/08/2017 16:26
	Ponto fixo ESF 32	09/08/2017 04:28	09/08/2017 16:24
	Vazante 1	10/08/2017 06:13	10/08/2017 09:09
	Enchente 1	10/08/2017 12:37	10/08/2017 15:41
	Vazante 2	11/08/2017 07:09	11/08/2017 10:05
	Enchente 2	11/08/2017 13:05	11/08/2017 16:02

O tratamento dos dados foi realizado para remoção de dados espúrios e correção da declinação magnética.

A declinação magnética para a localização das estações e data de coleta foi obtida em <http://www.ngdc.noaa.gov/geomag-web/#declination>.

3 - RESULTADOS

Os resultados do monitoramento de corrente, temperatura e salinidade são apresentados por campanha.

Para as Estações fixas ESF 32 e ESF 23 são apresentados diagramas de vetores com direção e intensidade da corrente em 3 níveis na coluna de água, sendo: superfície, meia água e fundo; já para os perfis verticais de corrente, são apresentados por hora.

Nos monitoramentos longitudinais o diagrama de vetores apresenta a média da velocidade da corrente na coluna d'água, a projeção é efetuada sobre imagem de satélite na respectiva localização de cada estação. Os perfis verticais de corrente são apresentados por estação.

3.1 - CAMPANHA 5

3.1.1 - Ponto Fixo 32

Os pontos fixos equivalem a duas estações amostrais onde as variáveis, velocidade e direções de correntes, salinidade e temperatura são monitoradas em intervalos horários ao longo de um ciclo completo de maré e em camadas da coluna de água de no máximo 1m.

A Figura 4 e a Figura 8 apresentam os diagramas de vetores das correntes em superfície, meia água e fundo. Nestas figuras fica evidente que as maiores velocidades, para ambos os pontos, ocorrem no instante de meia maré e com velocidades máximas próximas a 1m/s. A atenuação das velocidades ao longo da coluna de água observada não é muito severa. As direções variadas nas seguintes horas representam as mudanças no campo de corrente em função dos diferentes instantes de marés.

Já as Figura 5 e Figura 8, apresentam os perfis de velocidade ao longo da coluna d'água para o intervalo horário ao longo de todo o ciclo de maré, respectivamente para o ponto ESF 32 e ESF 23. Os Perfis horários de velocidades de corrente não sugerem uma estratificação da massa de água ao longo dessa campanha. Na Figura 6, Figura 7, Figura 10 e Figura 11 constam os perfis de salinidade e temperaturas, ao longo do ciclo de maré para os dois pontos fixos. Nos dias nos quais as medições ocorreram não foram registrados incrementos na salinidade para ambos os pontos.

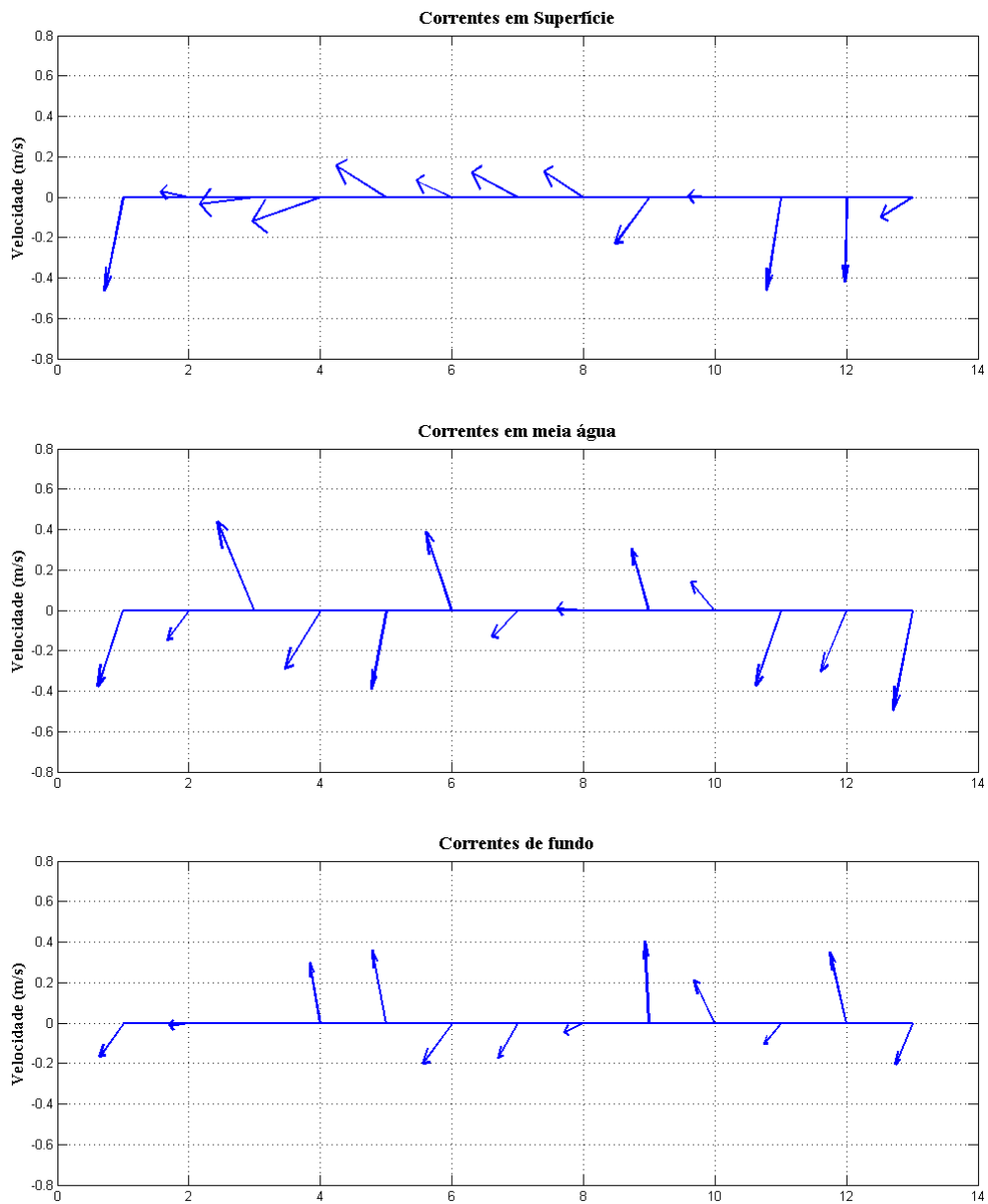


Figura 4 - Diagrama de vetores das correntes em superfície, meia água e fundo para a estação fixa ESF 32. Campanha 5 - 23/07/2017.

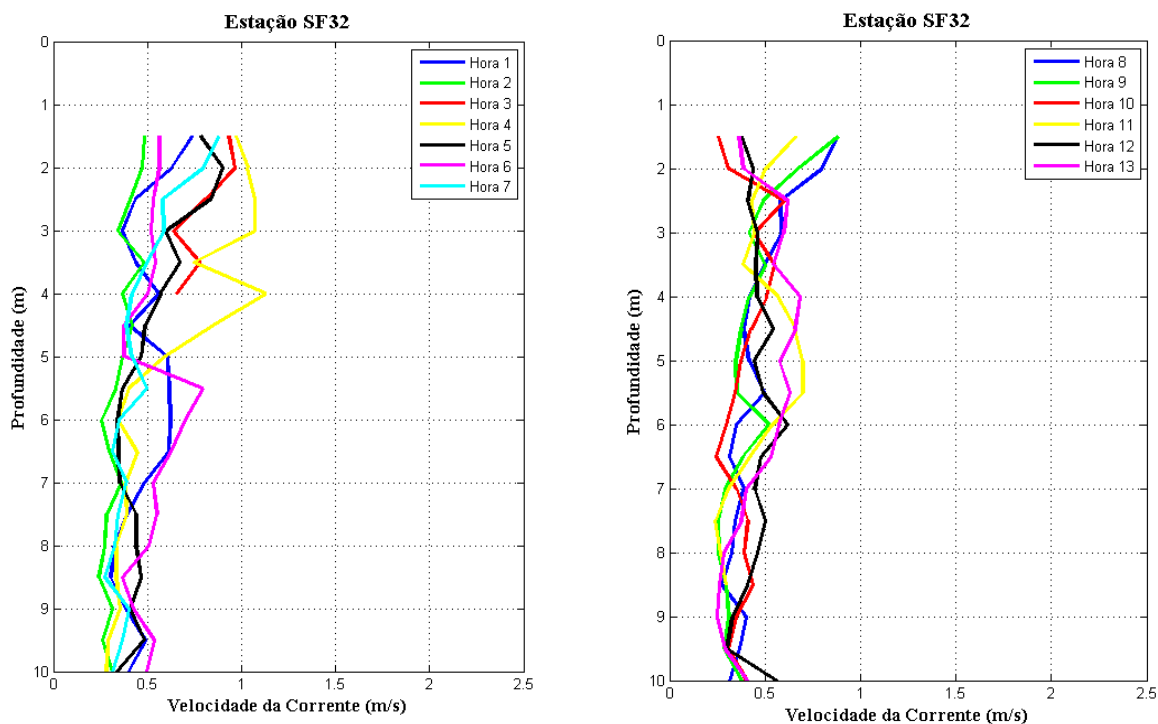


Figura 5 - Perfis verticais de velocidade de corrente na estação fixa ESF 32. Campanha 5 - 23/07/2017.

A variação da temperatura e ao longo da coluna de água, para a campanha 5, medição ponto fixo, período de 13 horas, é apresentada na Figura 6.

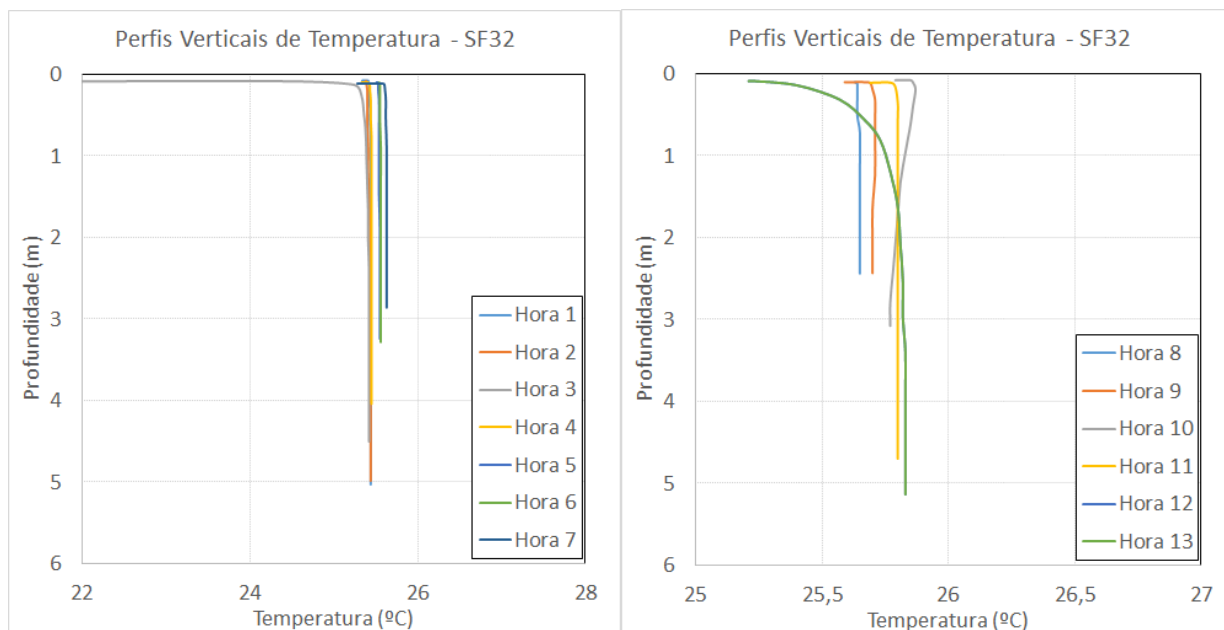


Figura 6 - Perfis verticais de temperatura para a estação amostral fixa ESF 32. Campanha 5 - Vazante 23/07/2017.

A variação da salinidade ao longo da coluna de água, para a campanha 5, medição ponto

fixo, período de 13 horas é apresentada na Figura 7.

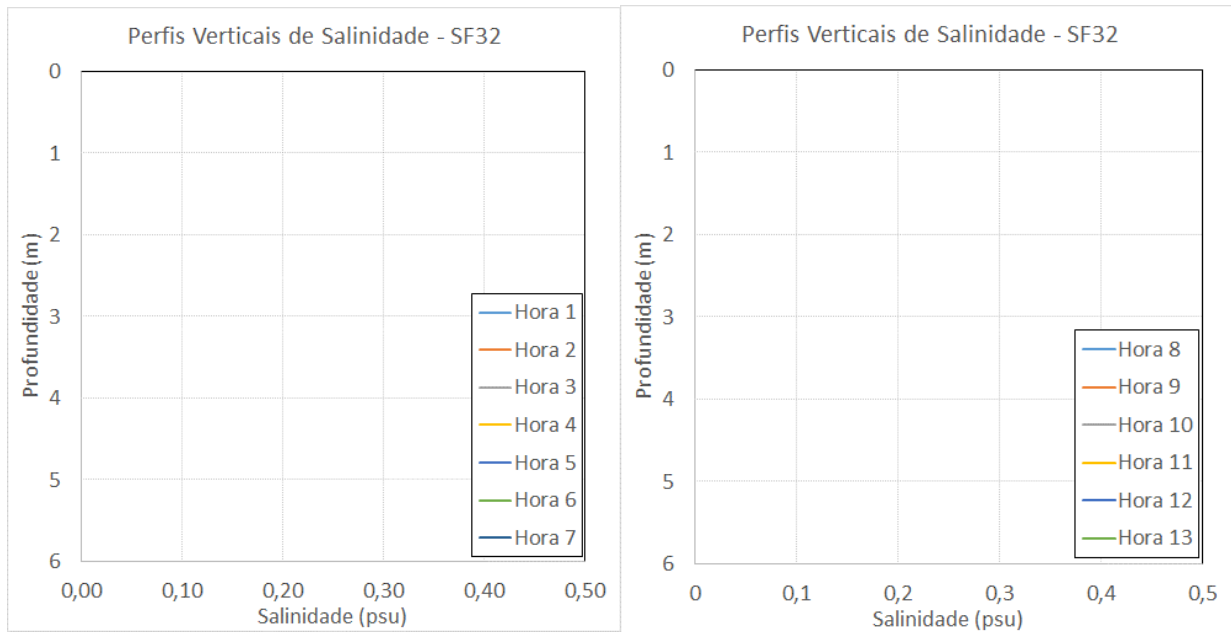


Figura 7 - Perfis verticais de salinidade para a estação amostral fixa ESF 32. Campanha 5 - 23/07/2017. Resolução CONAMA 357/2005 (I - águas doces: águas com salinidade igual ou inferior a 0,5 ‰).

3.1.2 - Ponto Fixo 23

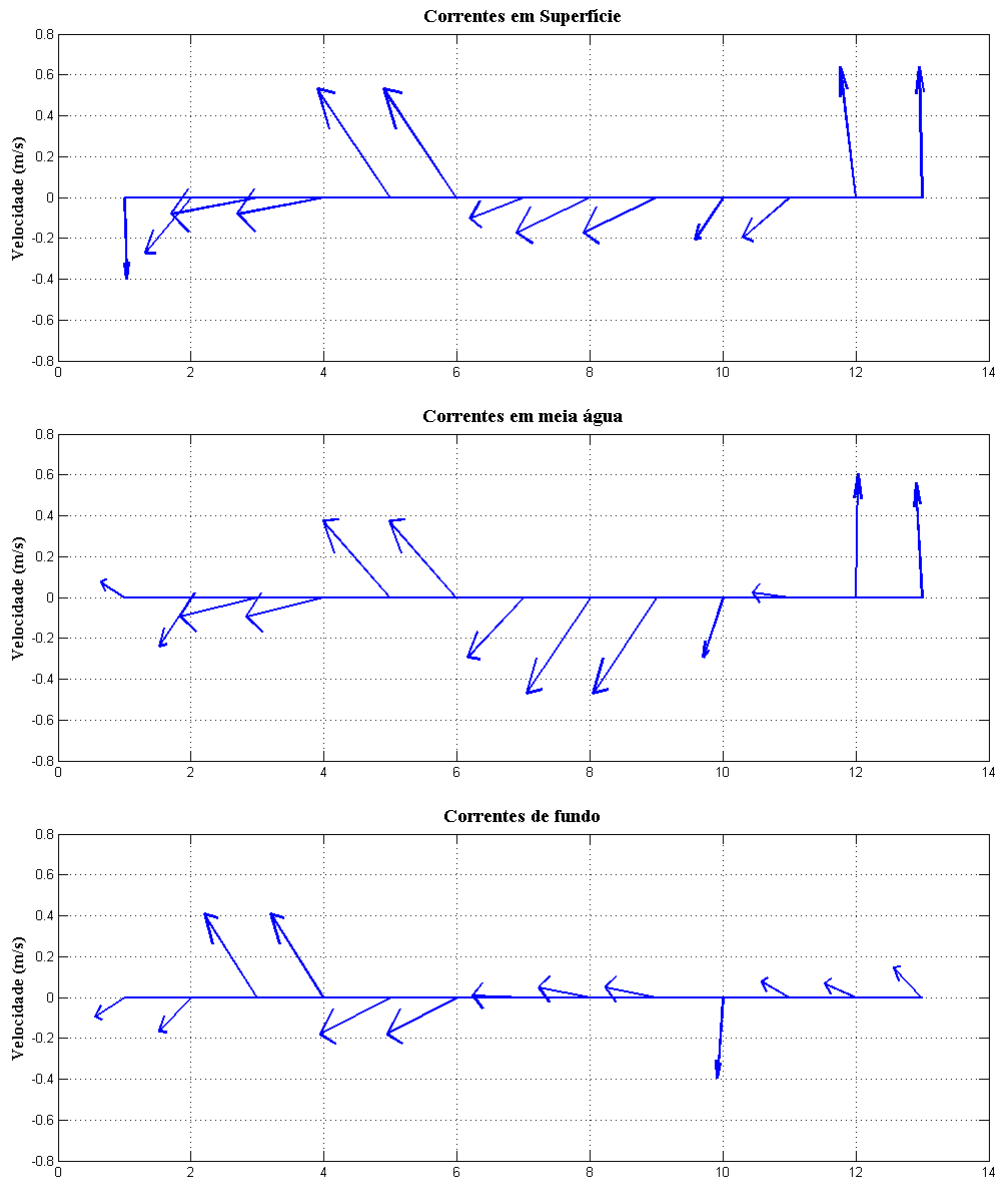


Figura 8 - Diagrama de vetores das correntes em superfície, meia água e fundo para a estação fixa ESF 23. Campanha 5 - 22/07/2017.

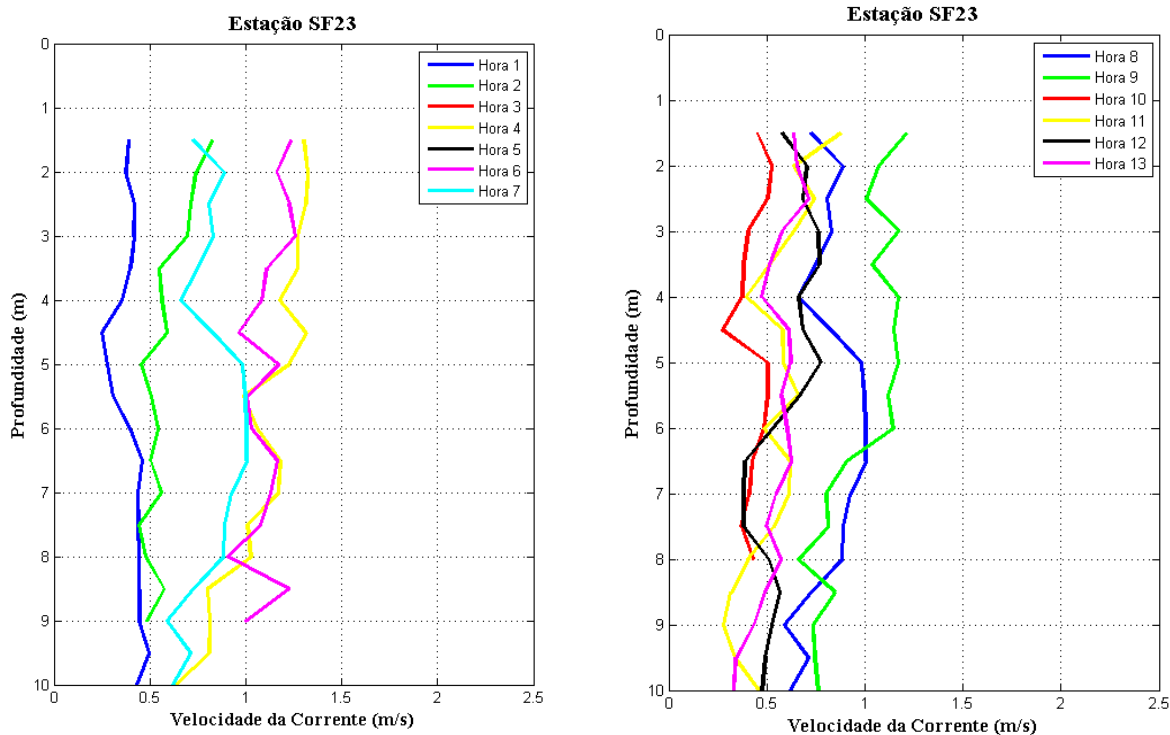


Figura 9 - Perfis verticais de velocidade de corrente na estação fixa ESF 23. Campanha 5 - 22/07/2017.

A variação da temperatura e ao longo da coluna de água, para a campanha 5, medição ponto fixo, período de 13 horas, é apresentada na Figura 10.

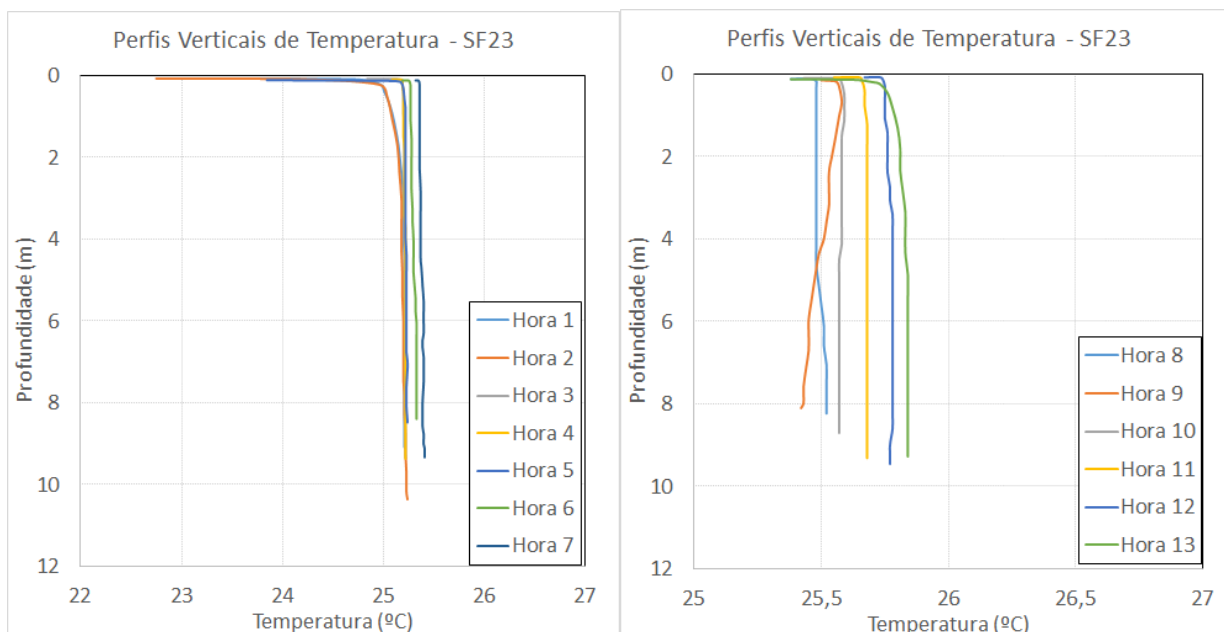


Figura 10 - Perfis verticais de temperatura para a estação amostral fixa ESF 23. Campanha 5 - 22/07/2017.

A variação da salinidade ao longo da coluna de água, para a campanha 5, medição ponto fixo, período de 13 horas, é apresentada na Figura 11.

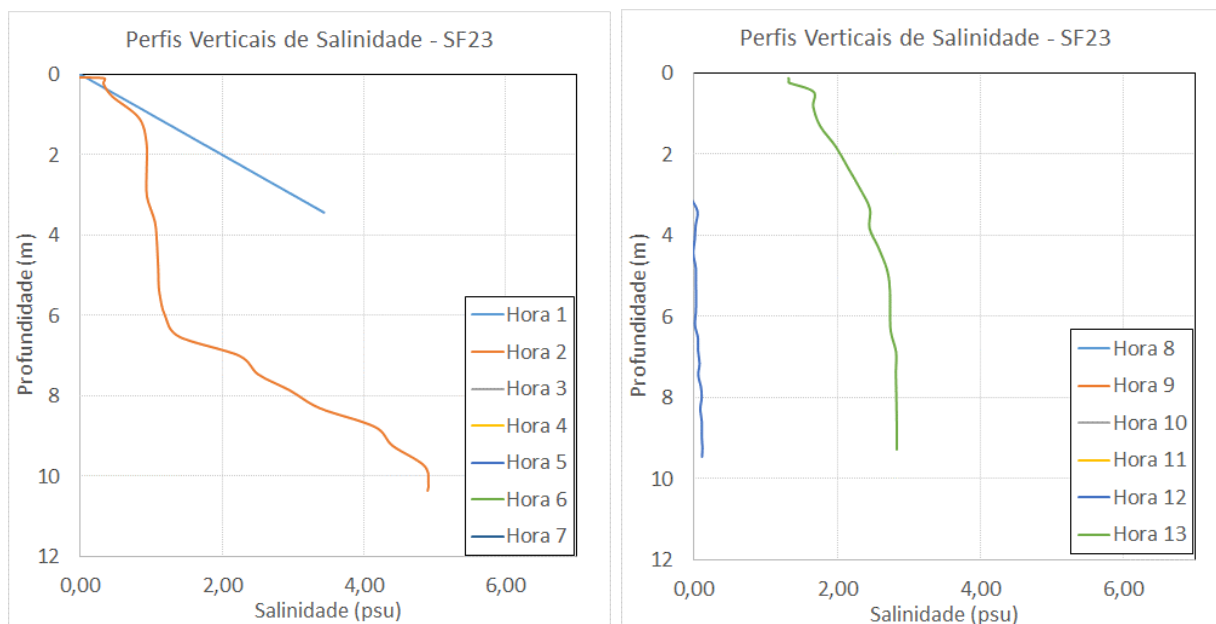


Figura 11 - Perfis verticais de salinidade para a estação amostral fixa ESF 23. Campanha 5 - 22/07/2017. Resolução CONAMA 357/2005 (I - águas doces: águas com salinidade igual ou inferior a 0,5 ‰).

3.1.3 - Medição Longitudinal

As medições longitudinais tiveram como objetivo registrar as variações espaço temporais das velocidades e direções de corrente, perfis de salinidade e temperatura. Estas medições ocorreram ao longo de dois dias, nos períodos de marés de vazante em enchente. A Figura 16 e a Figura 20 representam a média vertical para cada ponto amostral, na superfície e fundo. Nestas figuras fica evidente que as direções de correntes médias são bem variadas, no entanto o vetor resultante, na maioria dos pontos, está orientado no sentido da vazante do estuário, o que é uma marca dos efeitos das descargas fluviais atuante.

Na Figura 13, Figura 14 e Figura 15, constam os perfis de velocidade, temperatura e de salinidade durante o período de vazante, já a Figura 17, a Figura 18 e a Figura 19 apresentam os perfis de velocidade, temperatura e de salinidade durante o período de enchente. Os resultados apresentados para estas campanhas sugerem que os pontos ESFD01, ESF10, ESF14, ESF18 e ESF21 estão sujeitos a um incremento de salinidade sendo que a maior salinidade foi registrada no ESFD01 com valor de 26 psu.

Em sequência, na Figura 20 até a Figura 27, os resultados apresentados para o primeiro dia

se repetem, com destaque ao resultado de salinidade, onde o valor registrado para o ESFD01 foi de 28 psu.

3.1.3.1 - Vazante 1

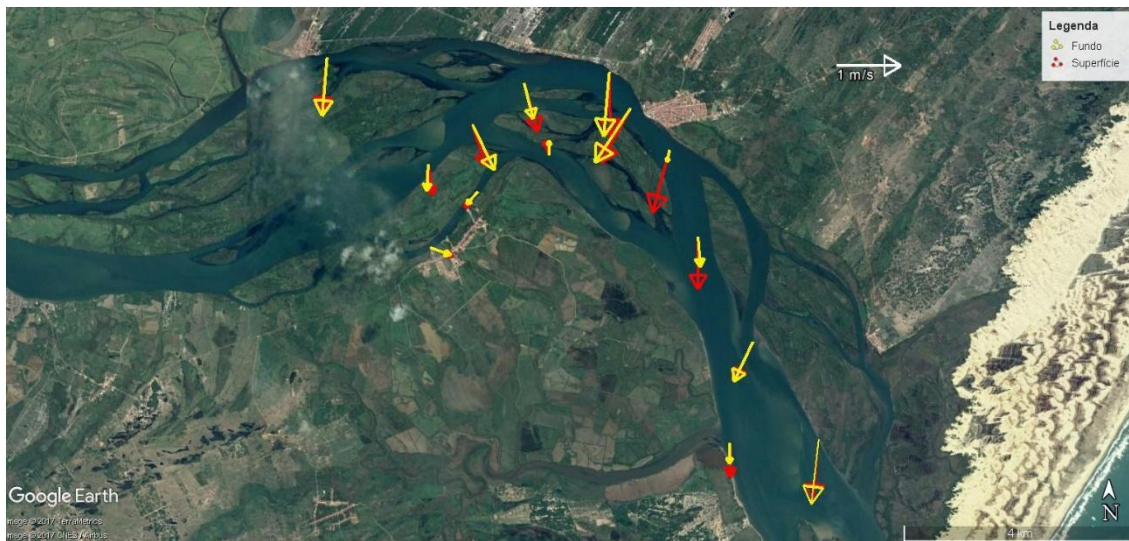


Figura 12 - Média vertical da velocidade e direção da corrente em cada estação amostral. Campanha 5 - Vazante 1 - 24/07/2017.

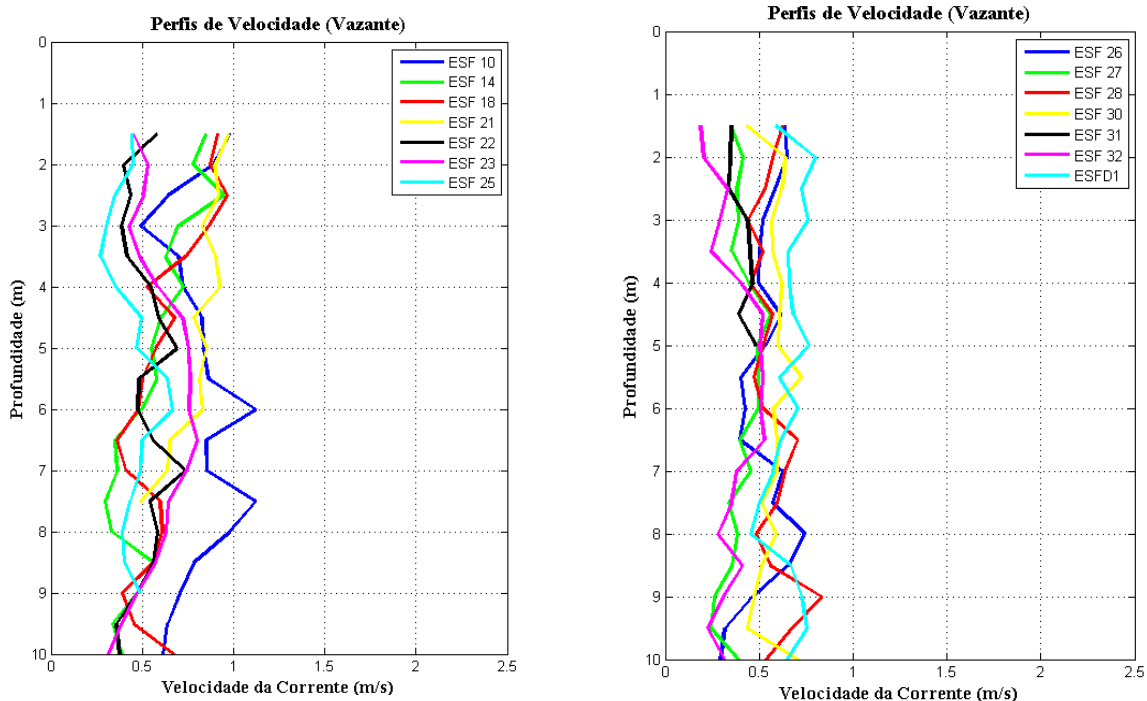


Figura 13 - Perfis verticais de velocidade de corrente para as estações amostrais em período de maré vazante. Campanha 5 - Vazante 1 - 24/07/2017.

A variação da temperatura e ao longo da coluna de água, para a campanha 5, medição longitudinal, período de vazante 1, é apresentada na Figura 14.

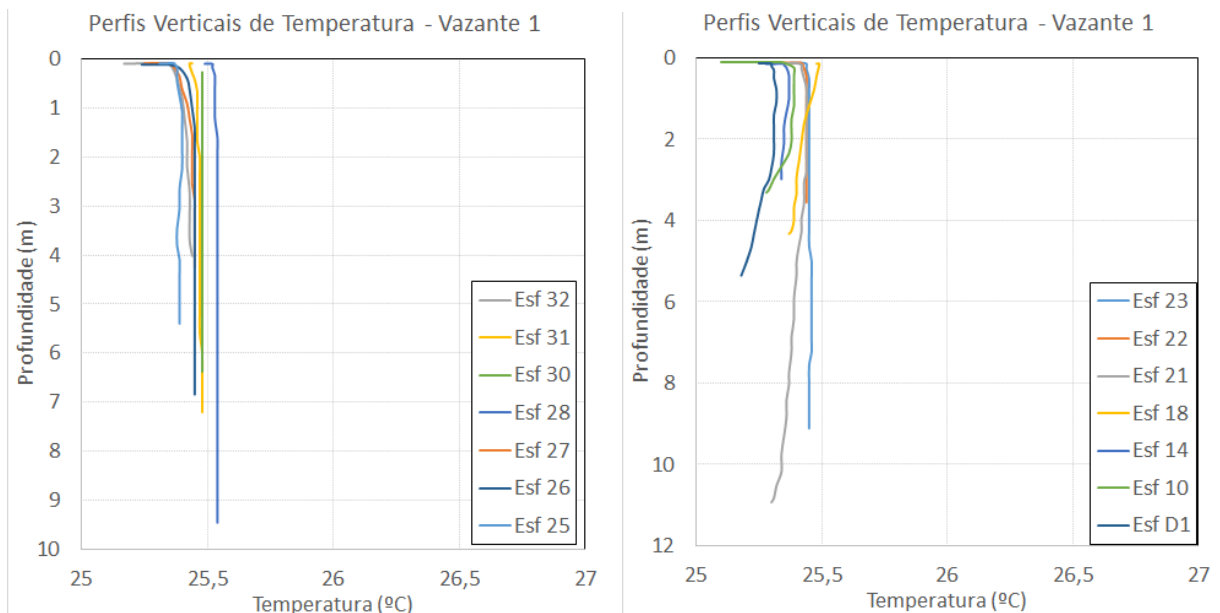


Figura 14 - Perfis verticais de temperatura para as estações amostrais. Campanha 5 - Vazante 1 - 24/07/2017.

A variação da salinidade ao longo da coluna de água, para a campanha 5, medição longitudinal, período de vazante 1, é apresentada na Figura 15.

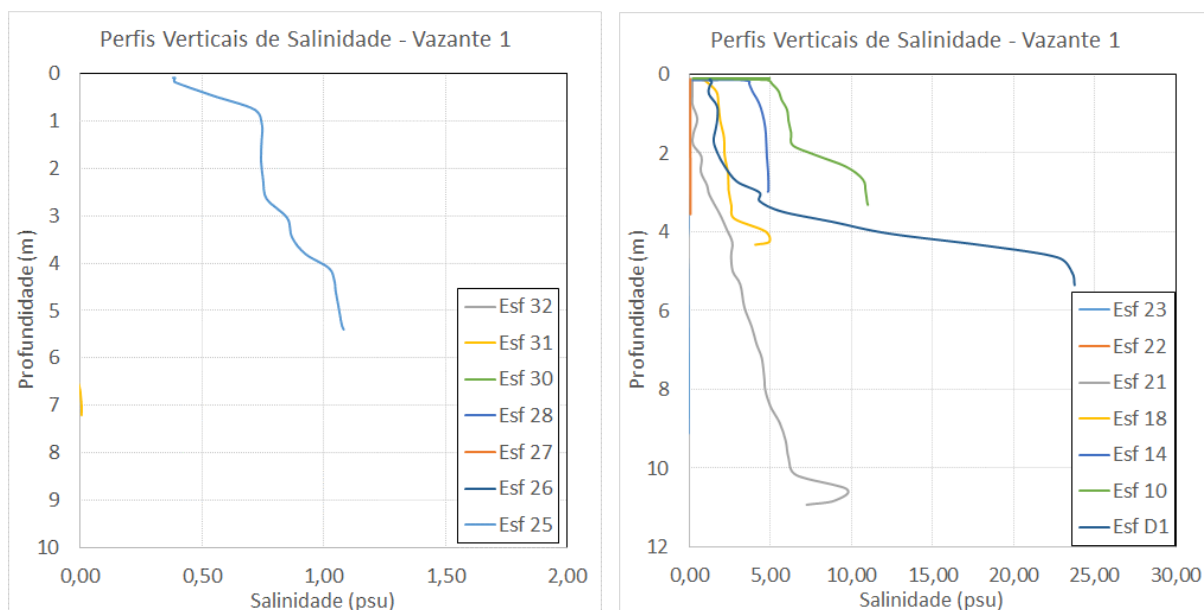


Figura 15 - Perfis verticais de salinidade para as estações amostrais. Campanha 5 - Vazante 1 - 24/07/2017. CONAMA 357/2005 (I - águas doces: águas com salinidade igual ou inferior a 0,5 ‰).

3.1.3.2 - Enchente 1

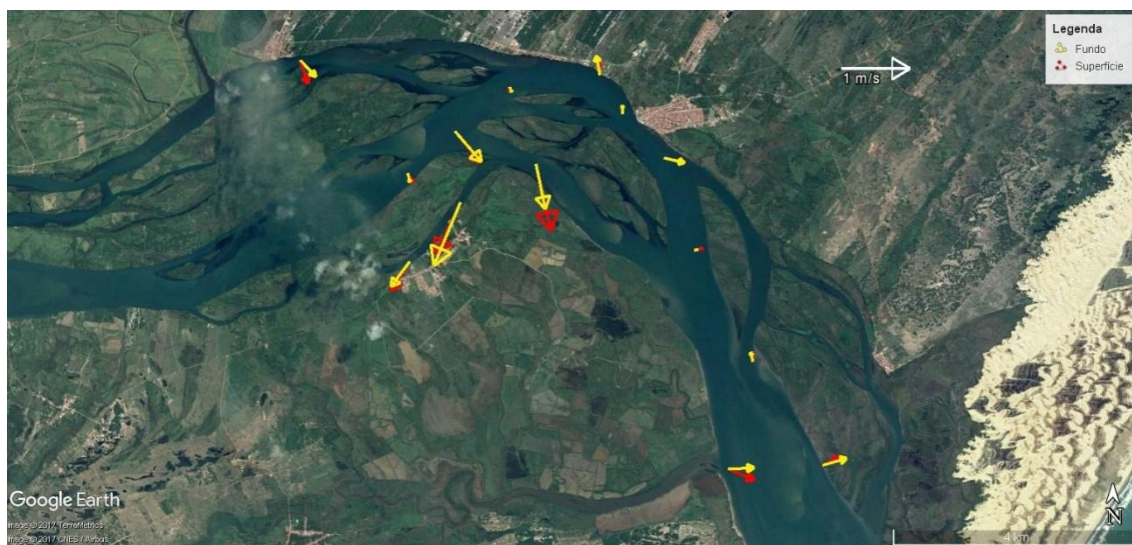


Figura 16 - Média vertical da velocidade e direção da corrente em cada estação amostral. Campanha 5 - Enchente 1 - 24/07/2017.

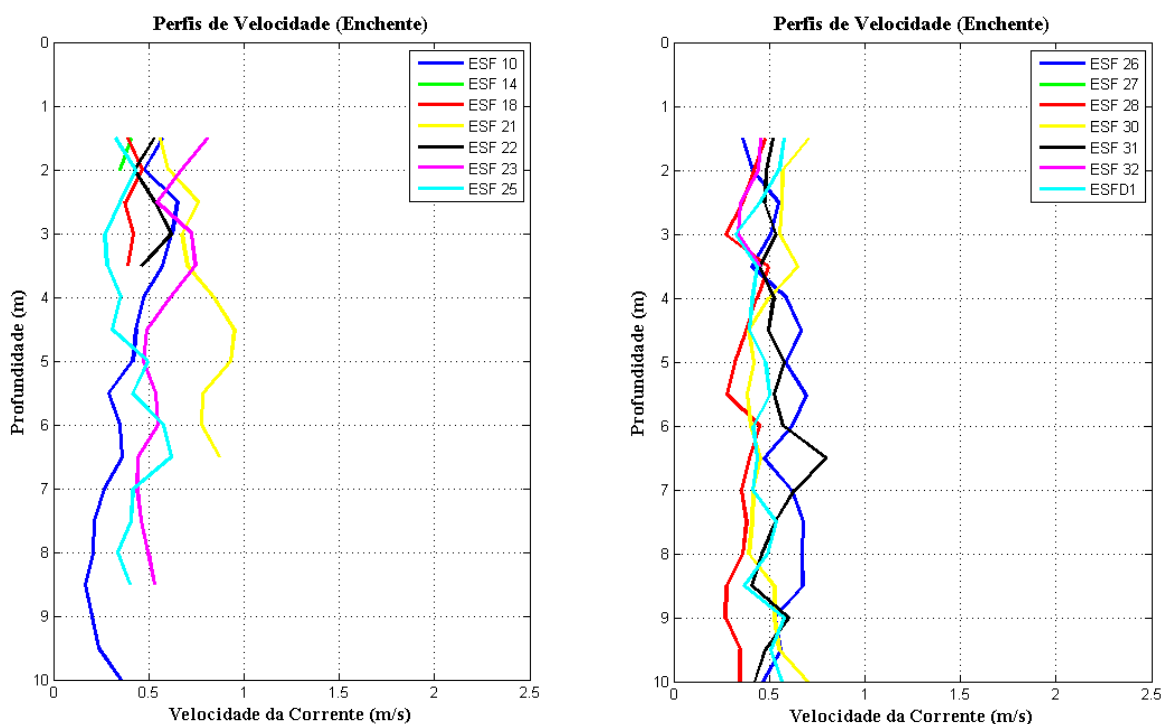


Figura 17 - Perfis verticais de velocidade de corrente para as estações amostrais em período de maré enchente. Campanha 5 - Enchente 1 - 24/07/2017.

A variação da temperatura e ao longo da coluna de água, para a campanha 5, medição

longitudinal, período de enchente 1, é apresentada na Figura 18.

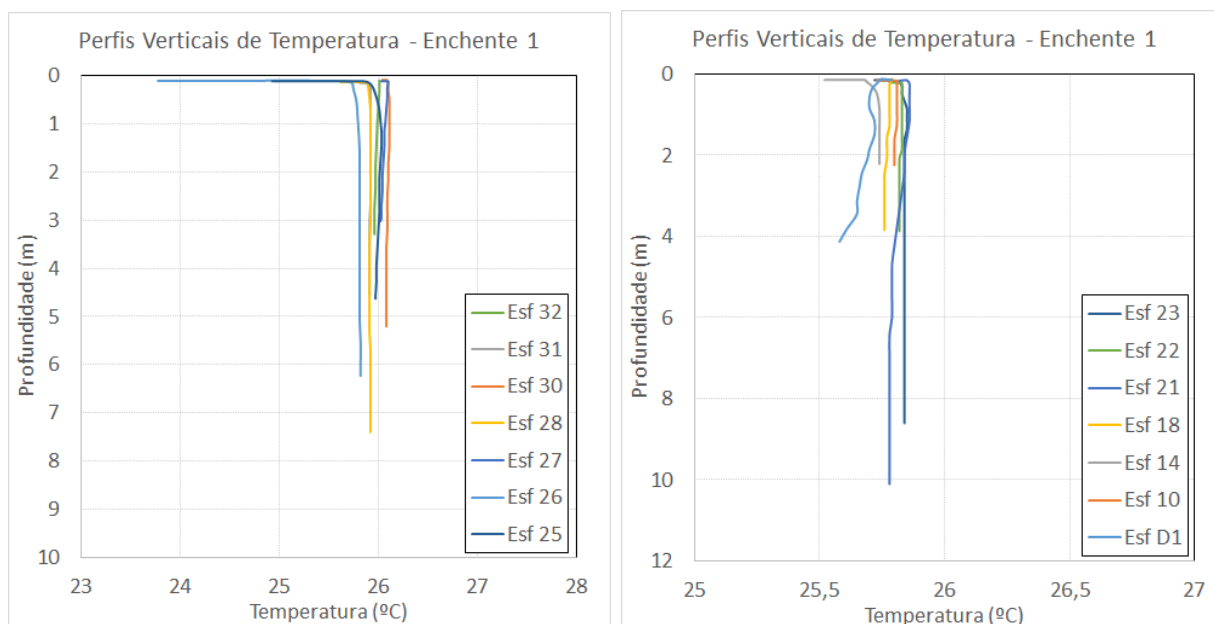


Figura 18 - Perfis verticais de temperatura para as estações amostrais. Campanha 5 - Enchente 1 - 24/07/2017.

A variação da salinidade ao longo da coluna de água, para a campanha 5, medição longitudinal, período de enchente 1, é apresentada na Figura 19.

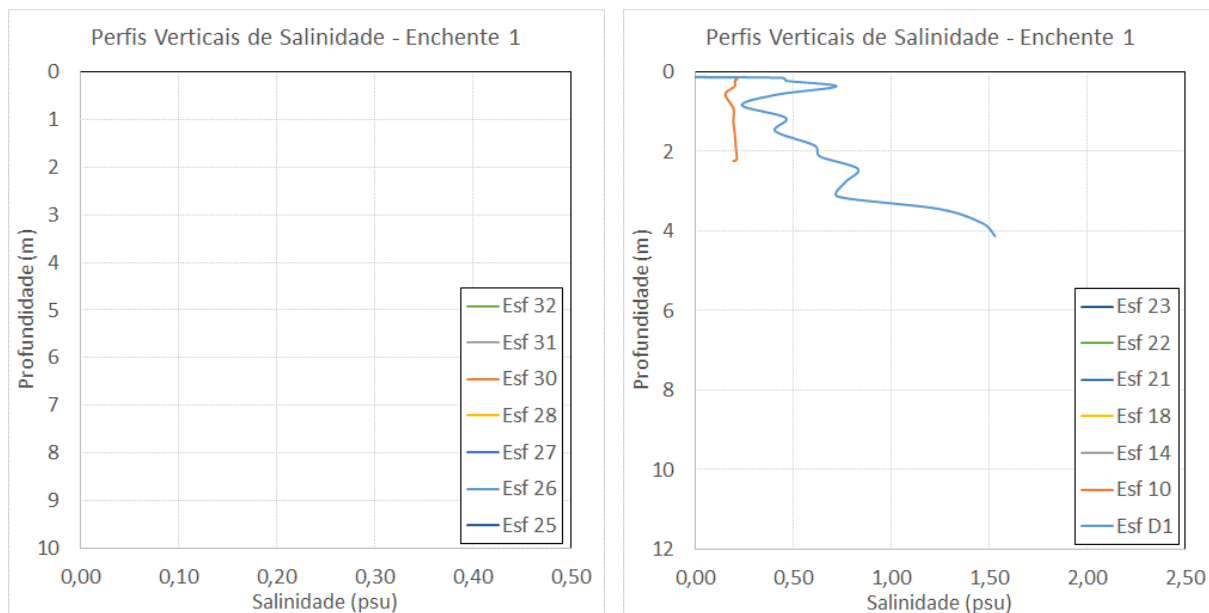


Figura 19 - Perfis verticais de salinidade para as estações amostrais. Campanha 5 - Enchente 1 - 24/07/2017. Resolução CONAMA 357/2005 (I - águas doces: águas com salinidade igual ou inferior a 0,5 ‰).

3.1.3.3 - Vazante 2

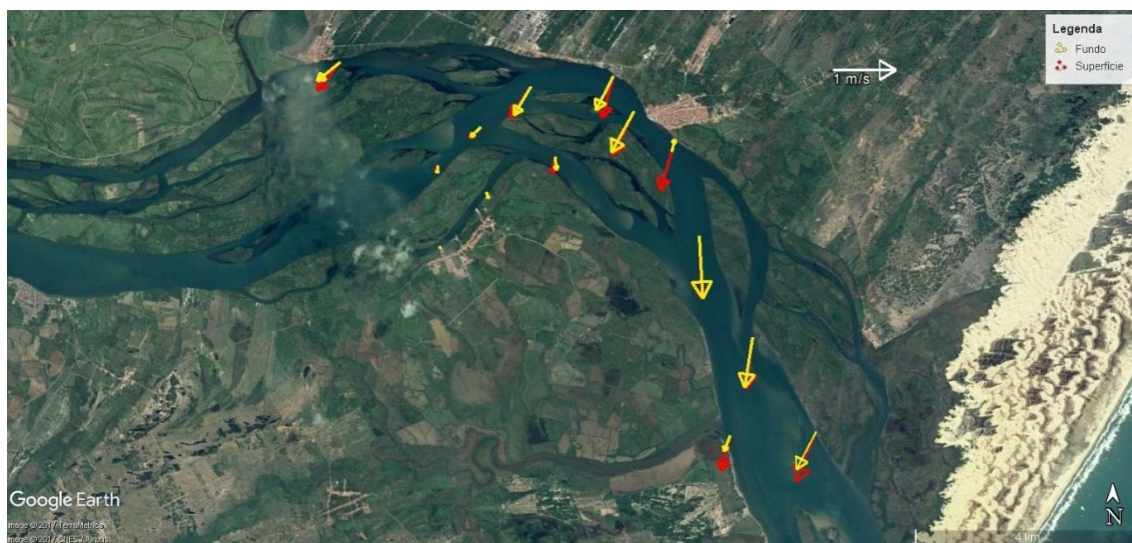


Figura 20 - Média vertical da velocidade e direção da corrente em cada estação amostral. Campanha 5 - Vazante 2 - 25/07/2017.

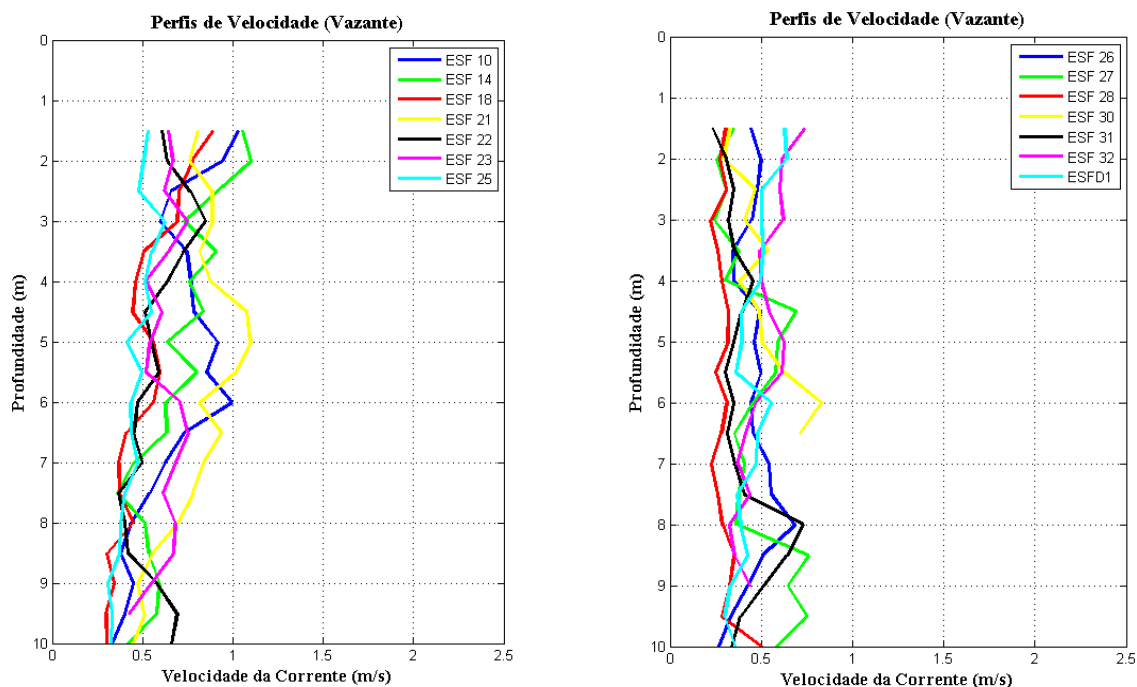


Figura 21 - Perfis verticais de velocidade de corrente para as estações amostrais em período de maré vazante. Campanha 5 - Vazante 2 - 25/07/2017.

A variação da temperatura e ao longo da coluna de água, para a campanha 5, medição longitudinal, período de vazante 2, é apresentada na Figura 22.

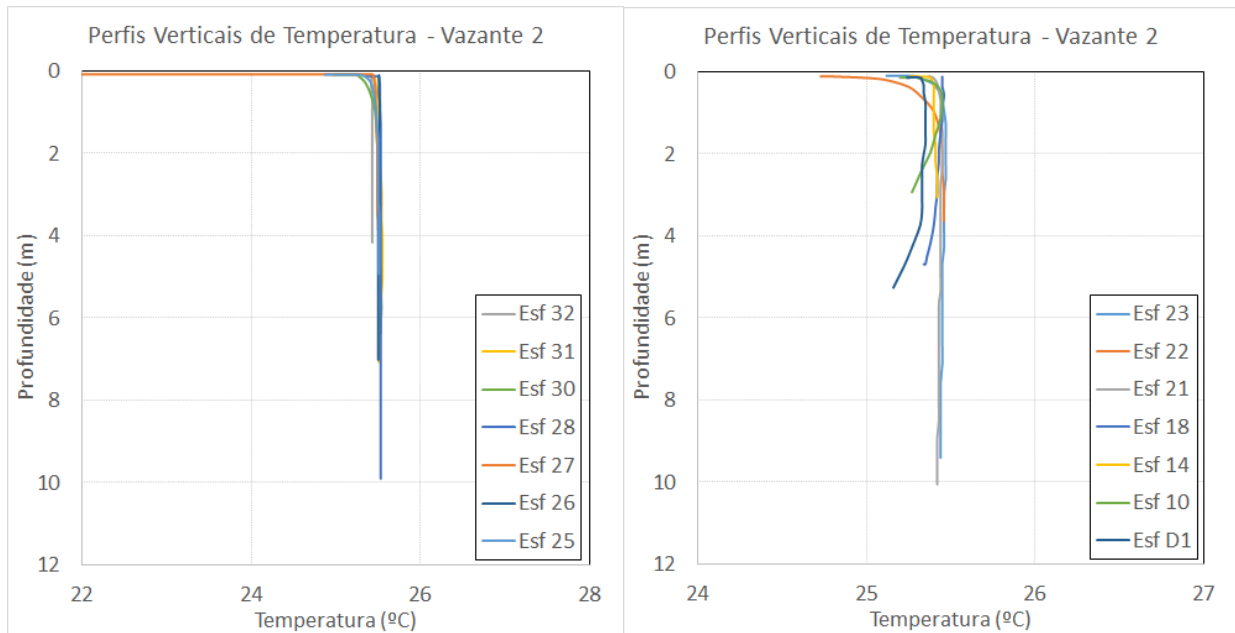


Figura 22 - Perfis verticais de temperatura para as estações amostrais. Campanha 5 - Vazante 2 - 25/07/2017.

A variação da salinidade ao longo da coluna de água, para a campanha 5, medição longitudinal, período de vazante 2, é apresentada na Figura 23.

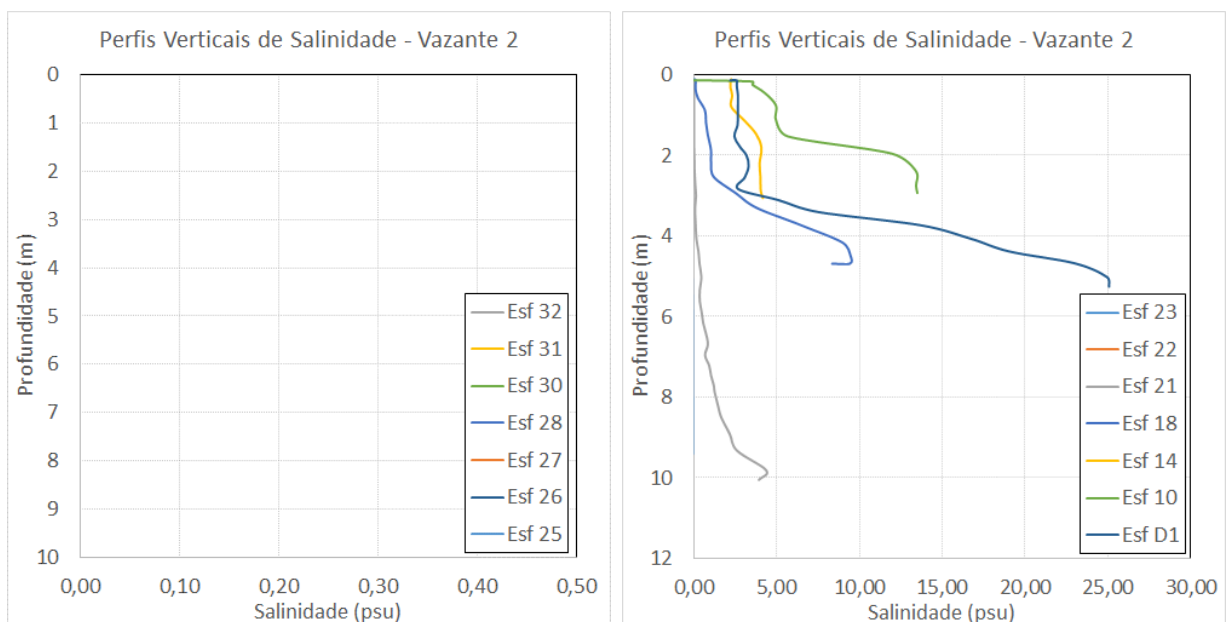


Figura 23 - Perfis verticais de salinidade para as estações amostrais. Campanha 5 - Vazante 2 - 25/07/2017. Resolução CONAMA 357/2005 (I - águas doces: águas com salinidade igual ou inferior a 0,5 ‰).

3.1.3.4 - Enchente 2

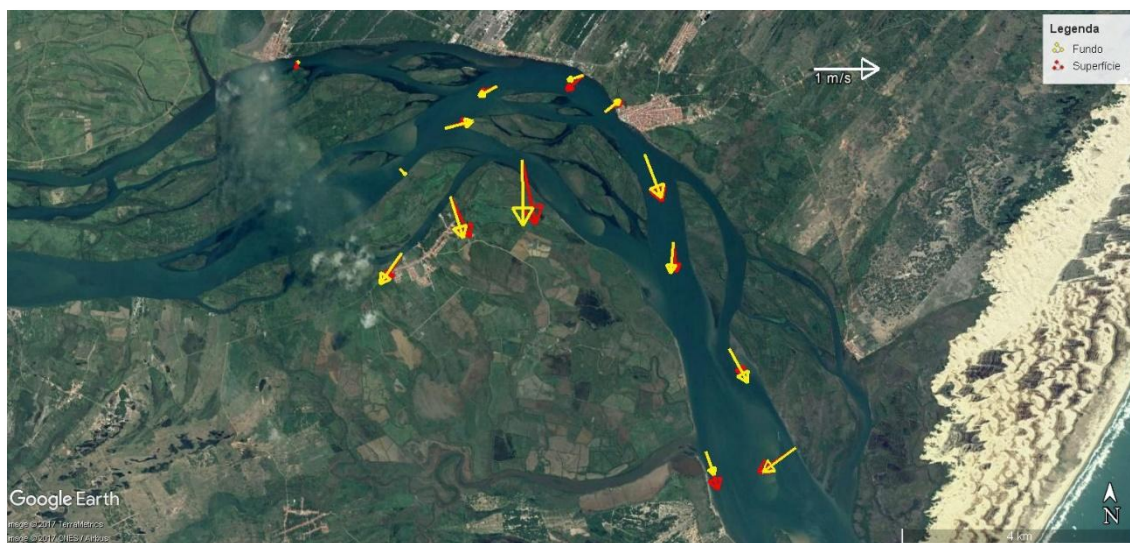


Figura 24 - Média vertical da velocidade e direção da corrente em cada estação amostral. Campanha 5 - Enchente 2 - 25/07/2017.

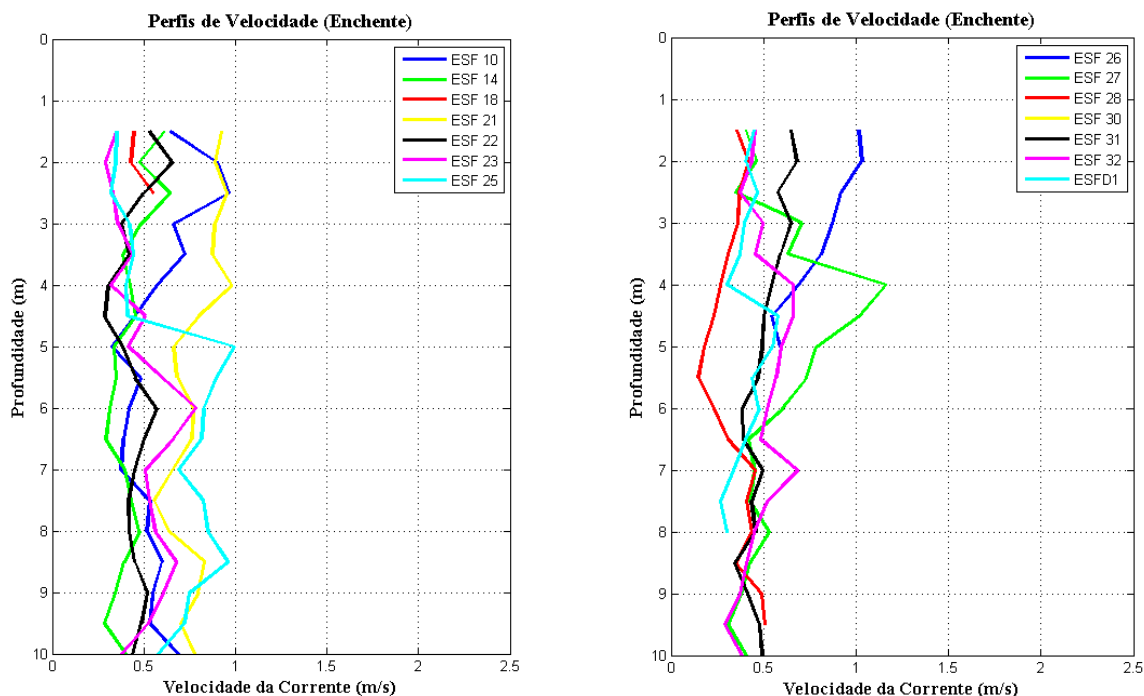


Figura 25 - Perfis verticais de velocidade de corrente para as estações amostrais em período de maré enchente. Campanha 5 - Enchente 2 - 25/07/2017.

A variação da temperatura e ao longo da coluna de água, para a campanha 5, medição longitudinal, período de enchente 2, é apresentada na Figura 26.

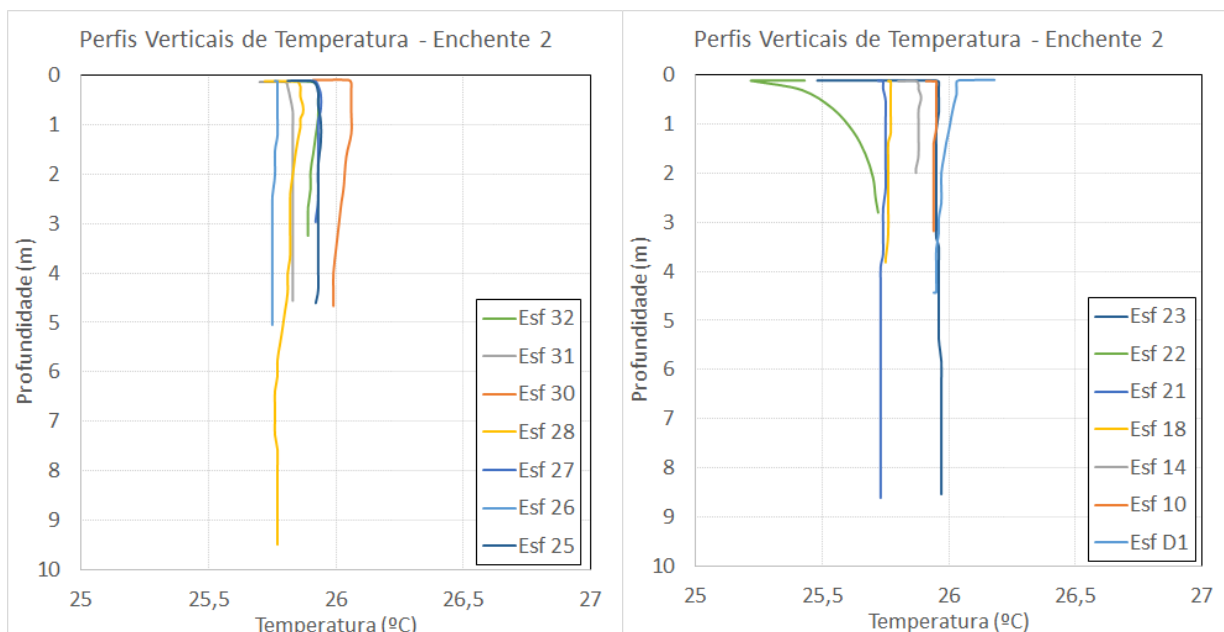


Figura 26 - Perfis verticais de temperatura para as estações amostrais. Campanha 5 - Enchente 2 - 25/07/2017.

A variação da salinidade ao longo da coluna de água, para a campanha 5, medição longitudinal, período de enchente 2, é apresentada na Figura 27.

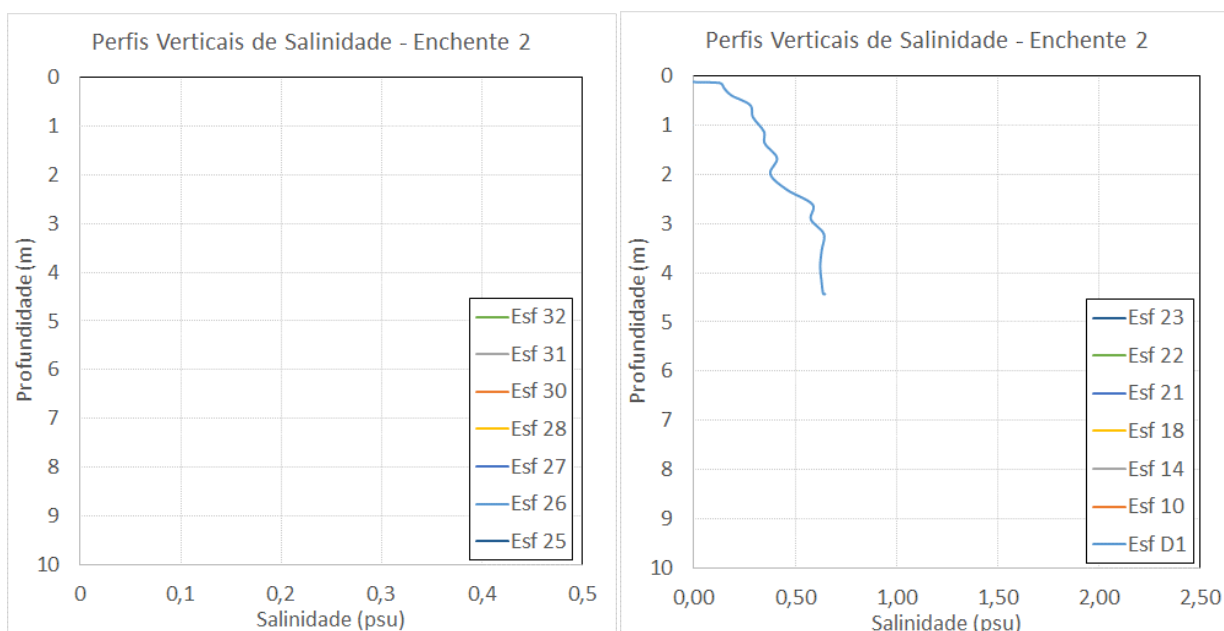


Figura 27 - Perfis verticais de salinidade para as estações amostrais. Campanha 5 - Enchente 2 - 25/07/2017. Resolução CONAMA 357/2005 (I - águas doces: águas com salinidade igual ou inferior a 0,5 ‰).

3.2 - CAMPANHA 6

A campanha 6 ocorreu com o mesmo rigor da campanha 5 e método análogo. Esta campanha também foi desenvolvida ao longo do período de maré de sizígia, com intuito de registrar as maiores amplitudes de marés.

Tal como na primeira campanha, os pontos fixos equivalem a duas estações amostrais onde as variáveis velocidade e direção de corrente, salinidade e temperatura são monitoradas em intervalos horários ao longo de um ciclo completo de maré e em camadas da coluna de água de no máximo 1m.

A Figura 28 e a Figura 32 apresentam os diagramas de vetores das correntes em superfície, meia água e fundo. Nestas, fica evidente que as maiores velocidades, para ambos os pontos, ocorrem no instante de meia maré e com velocidades máximas próximas a 1m/s, tal como na primeira campanha.

Já a Figura 29 e a Figura 33, apresentam os perfis de velocidade ao longo da coluna d'água para o intervalo horário, ao longo de todo o ciclo de maré, respectivamente para o ponto ESF 32 e ESF 23. Os Perfis horários de velocidades de corrente sugerem uma atenuação das velocidades de corrente ao longo da coluna d'água. As diferente direções entre o campo vetoriais de corrente de superfície, meio e fundo podem ter relação direta com o campo de velocidade de ventos. A Figura 30, Figura 31, Figura 34 e Figura 35 apresentam os perfis de salinidade e temperaturas, ao longo do ciclo de maré para os dois pontos fixos. Nos dias os quais as medições ocorreram não foram registrados incrementos na salinidade para ambos os pontos, o mesmo observado na primeira campanha.

3.2.1 - Ponto Fixo 32

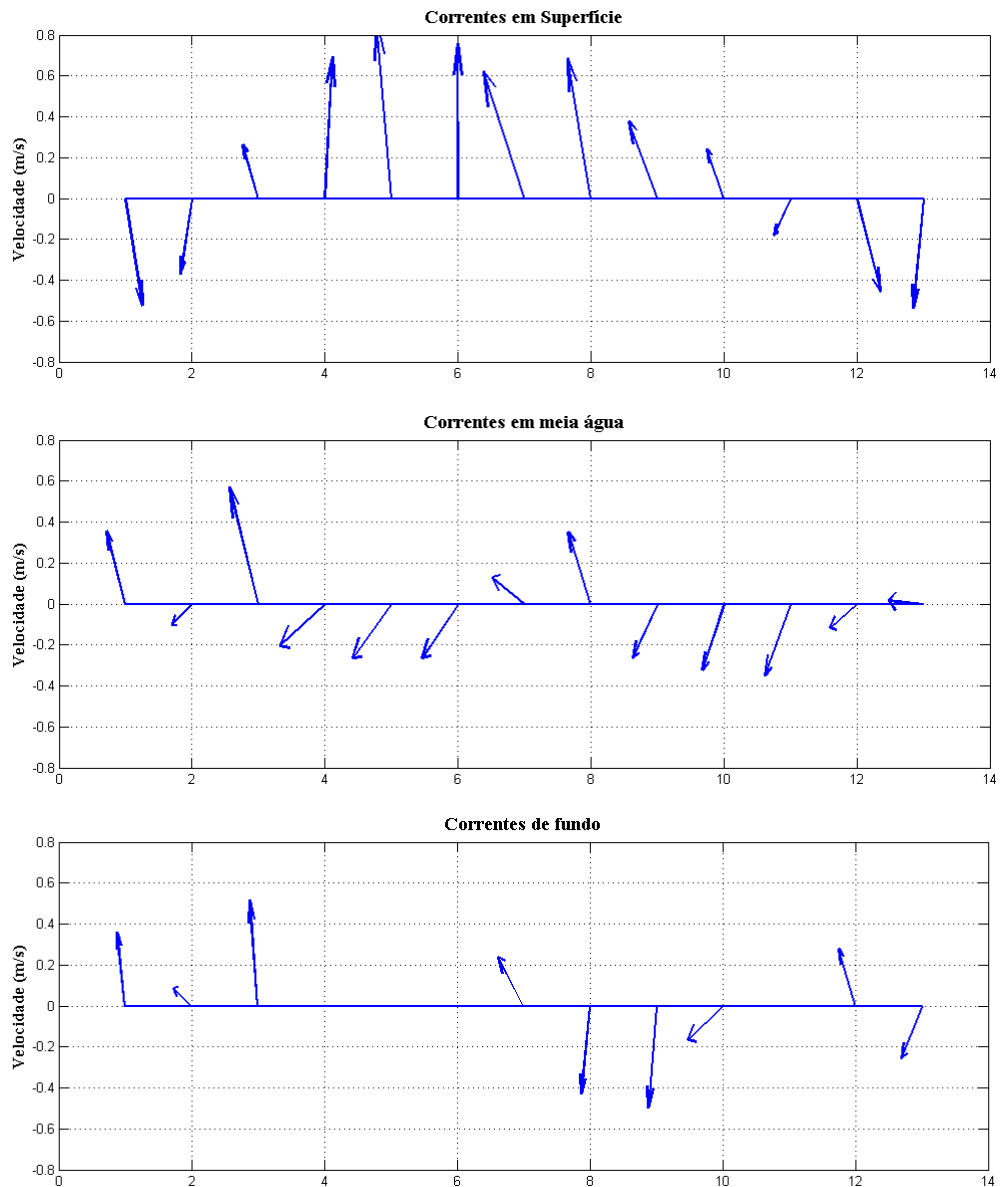


Figura 28 - Diagrama de vetores das correntes em superfície, meia água e fundo para a estação fixa ESF 32. Campanha 6 - 09/08/2017.

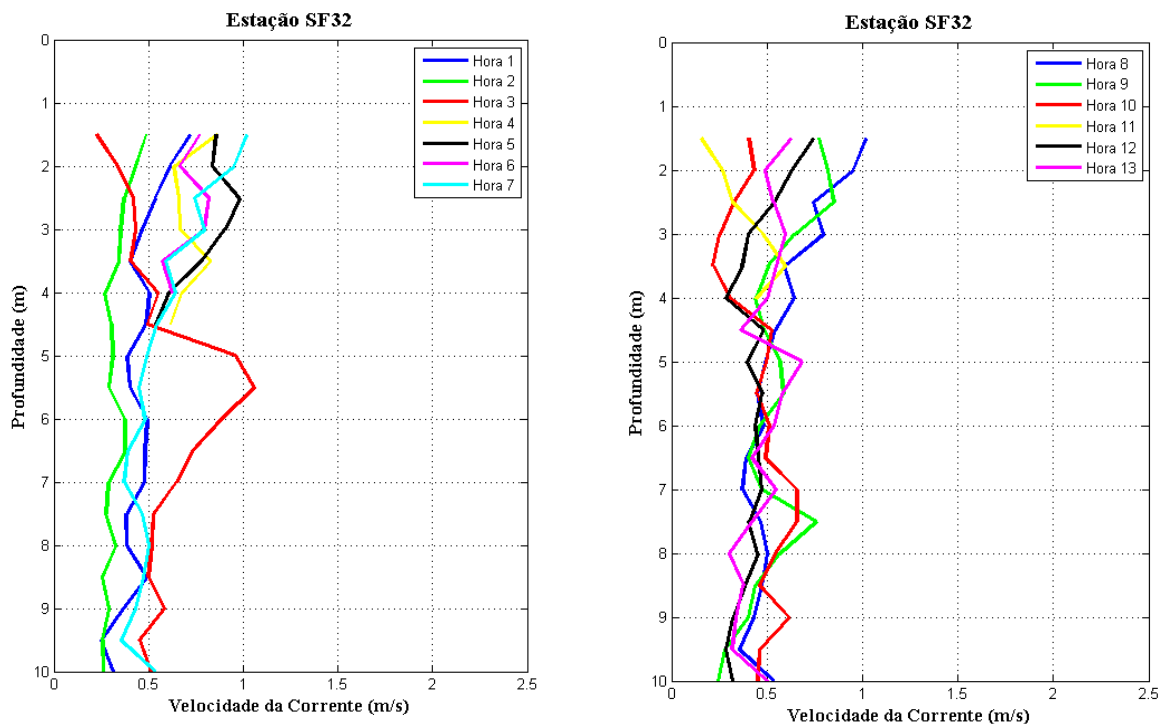


Figura 29 - Perfis verticais de velocidade de corrente na estação fixa ESF 32. Campanha 6 - 09/08/2017.

A variação horária de temperatura ao longo da coluna de água, para a campanha 6, estação fixa ESF_32, é apresentada na Figura 30.

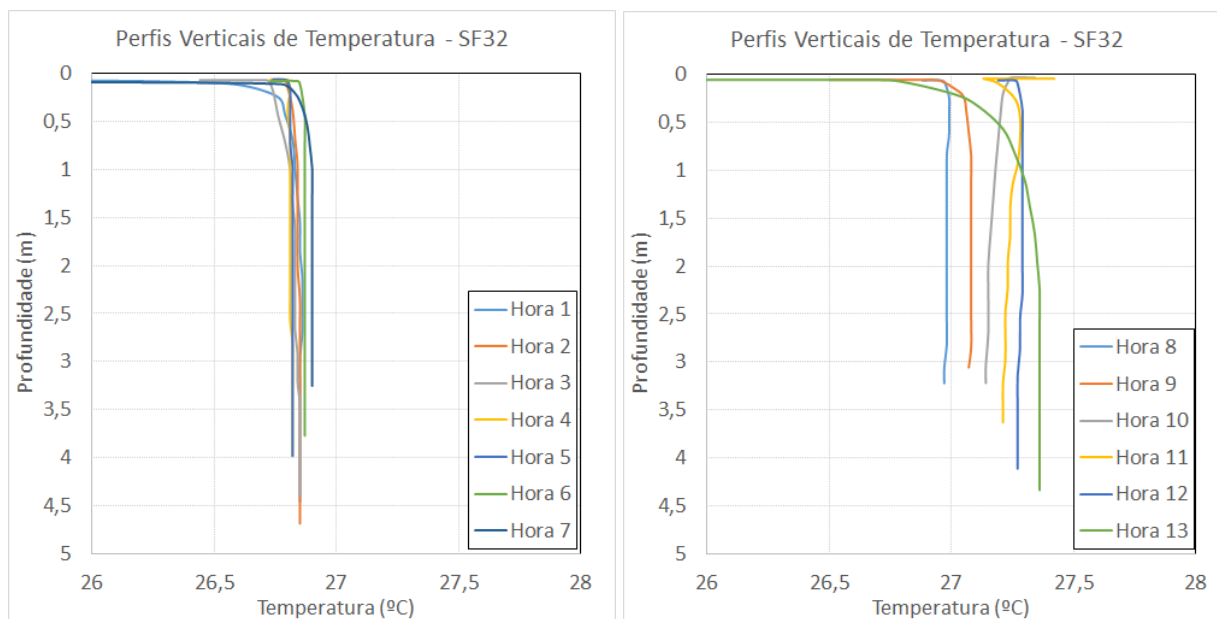


Figura 30 - Perfis verticais de temperatura para a estação fixa ESF_32. Campanha 2 - 12 horas - data: Campanha 6 - 09/08/2017.

A variação horária de salinidade ao longo da coluna de água, para a campanha 6, estação fixa ESF_32, é apresentada na Figura 31.

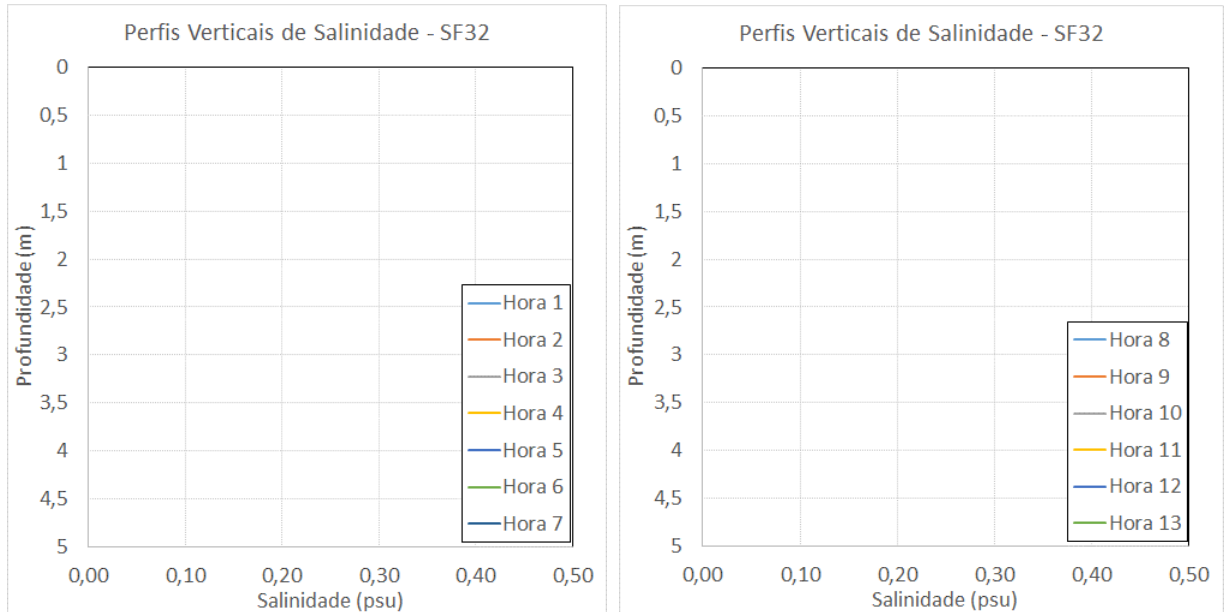


Figura 31 - Perfis verticais de salinidade na estação fixa ESF_32. Campanha 6 - 09/08/2017. Resolução CONAMA 357/2005 (I - águas doces: águas com salinidade igual ou inferior a 0,5 ‰).

3.2.2 - Ponto Fixo 23

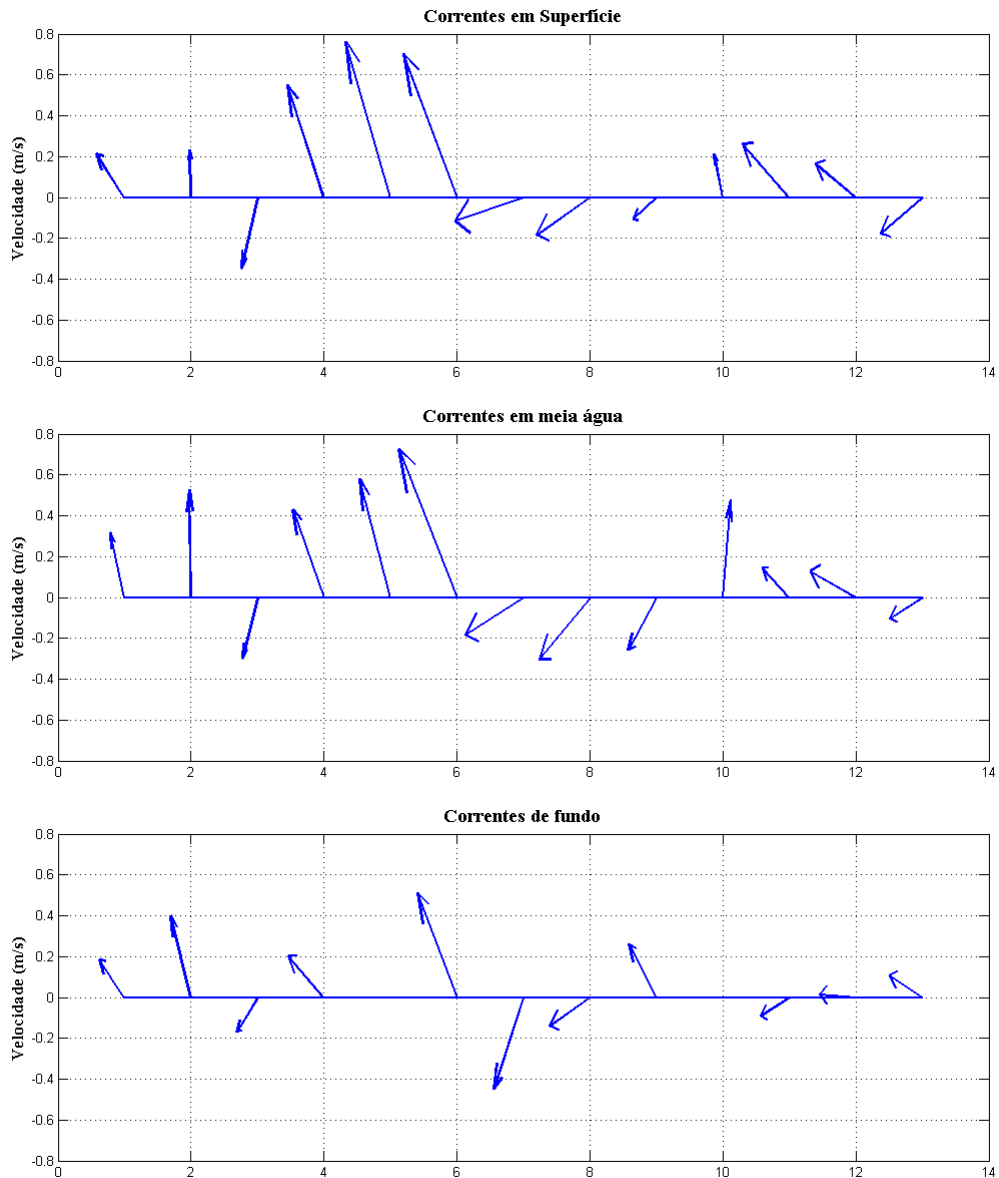


Figura 32 - Diagrama de vetores das correntes em superfície, meia água e fundo para a estação fixa ESF 23. Campanha 6 - 08/08/2017.

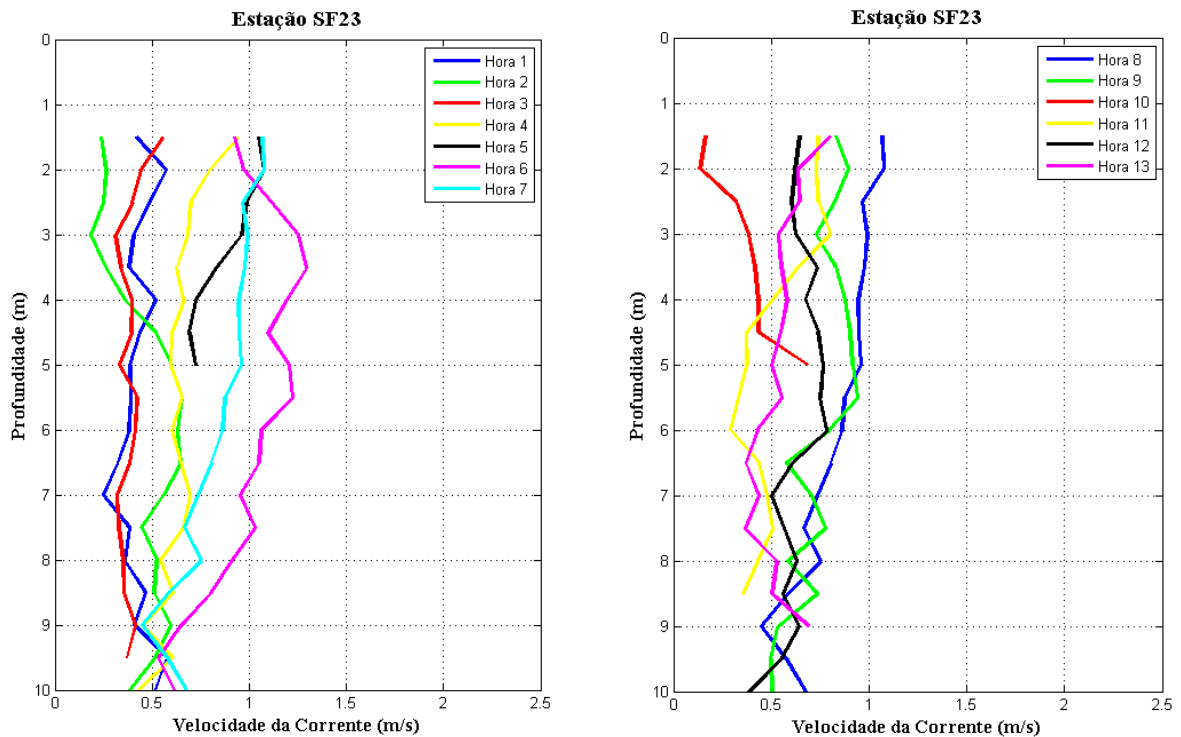


Figura 33 - Perfis verticais de velocidade de corrente na estação fixa ESF 23. Campanha 6 - 08/08/2017.

A variação horária de temperatura ao longo da coluna de água, para a campanha 6, estação fixa ESF_23, é apresentada na Figura 34.

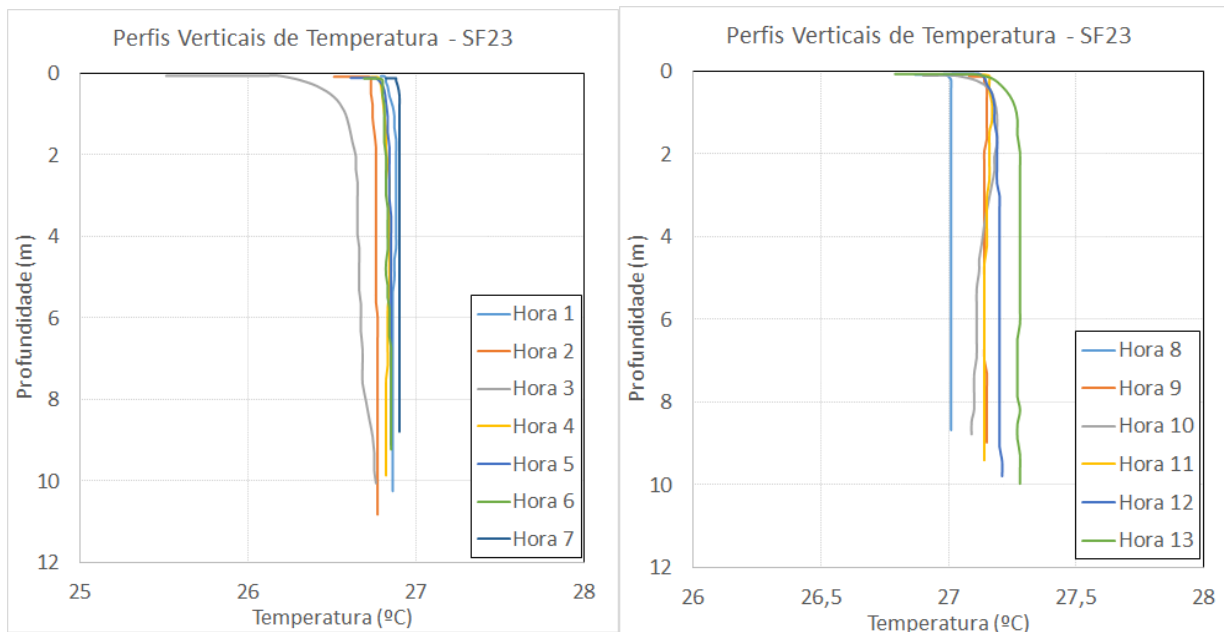


Figura 34 - Perfis verticais de temperatura para a estação fixa na estação fixa ESF 23. Campanha 6 - 08/08/2017.

A variação horária de temperatura ao longo da coluna de água, para a campanha 6, estação fixa ESF_23, é apresentada na Figura 35.

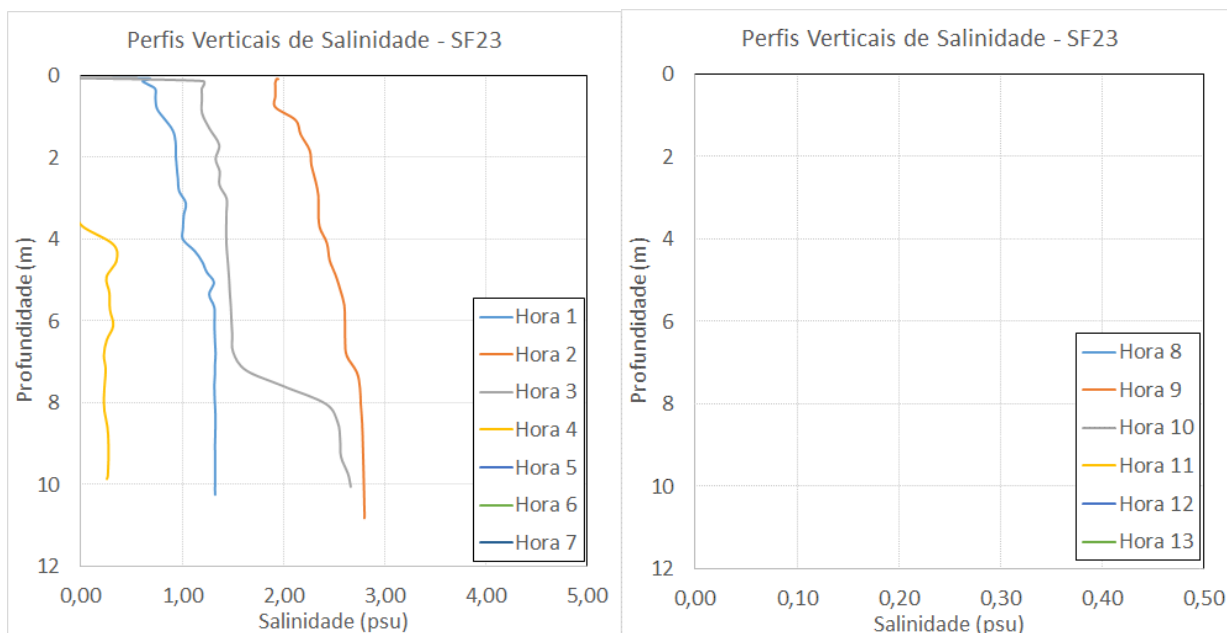


Figura 35 - Perfis verticais de salinidade na estação fixa ESF 23 Campanha 6 - 08/08/2017. Resolução CONAMA 357/2005 (I - águas doces: águas com salinidade igual ou inferior a 0,5 ‰).

3.2.3 - Medição Longitudinal

Também na sexta campanha foram executadas as medições longitudinais, com os mesmos objetivos de registrar as variações espaço temporais das velocidades e direções de corrente, perfis de salinidade e temperatura. Estas medições ocorreram ao longo de dois dias, nos períodos de marés de vazante em enchente. A Figura 36 e a Figura 40 representam a média vertical para cada ponto amostral, na superfície e fundo. Diferente da primeira campanha o vetor resultante, na maioria dos pontos, está orientado no sentido da enchente do estuário, o que pode ser um registro das altas intensidades das velocidades de corrente de enchente para este período.

Na Figura 41, Figura 42 e Figura 43 constam, respectivamente, os perfis de velocidade, temperatura e de salinidade durante o período de vazante, já na Figura 45, Figura 46 e Figura 47, estão apresentados os perfis de velocidade, temperatura e de salinidade durante o período de enchente. No primeiro dia da segunda campanha os únicos pontos que apresentaram incremento na concentração de saias foram ESFD01, ESF10 com máximo de 23 psu para o ESFD01. No conjunto composto pela Figura 44 até a Figura 51 são apresentados os mesmos registros apresentados no primeiro dia de campanha, com destaque ao perfil do ponto de monitoramento ESFD01 que registrou o valor de 29 psu.

3.2.3.1 - Vazante 1

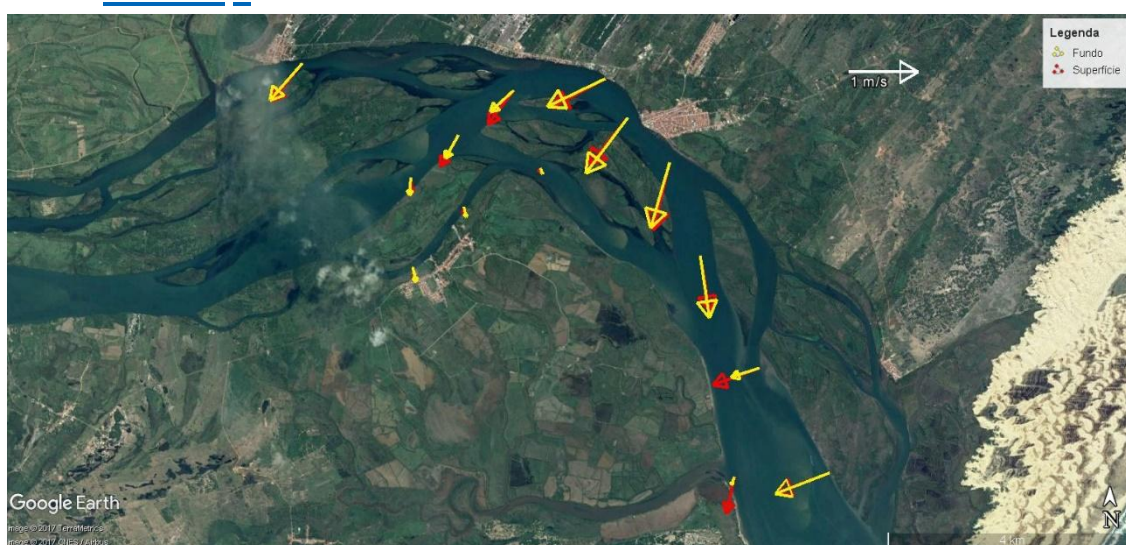


Figura 36 - Média vertical da velocidade e direção da corrente em cada estação amostral. Campanha 6 - Vazante 1 - 10/08/2017.

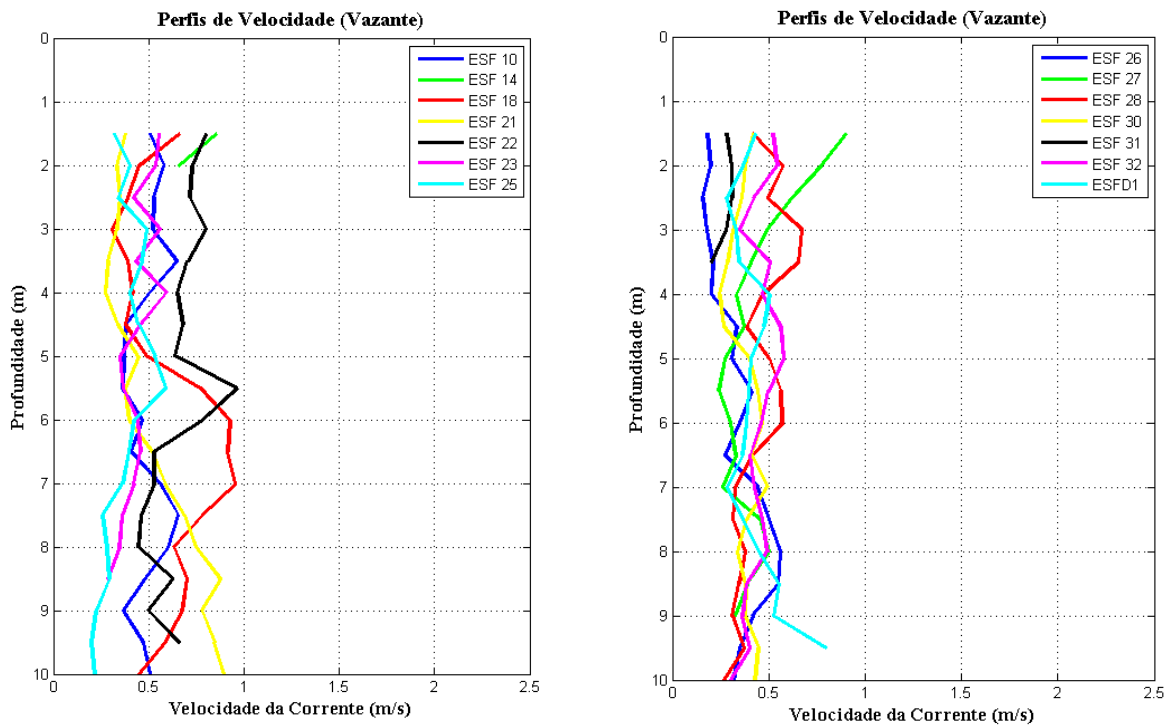


Figura 37 - Perfis verticais de velocidade de corrente para as estações amostrais em período de maré enchente. Campanha 6 - Vazante 1 - 10/08/2017.

A variação da temperatura e ao longo da coluna de água, para a campanha 6, medição longitudinal, período de vazante 1, é apresentada na Figura 38.

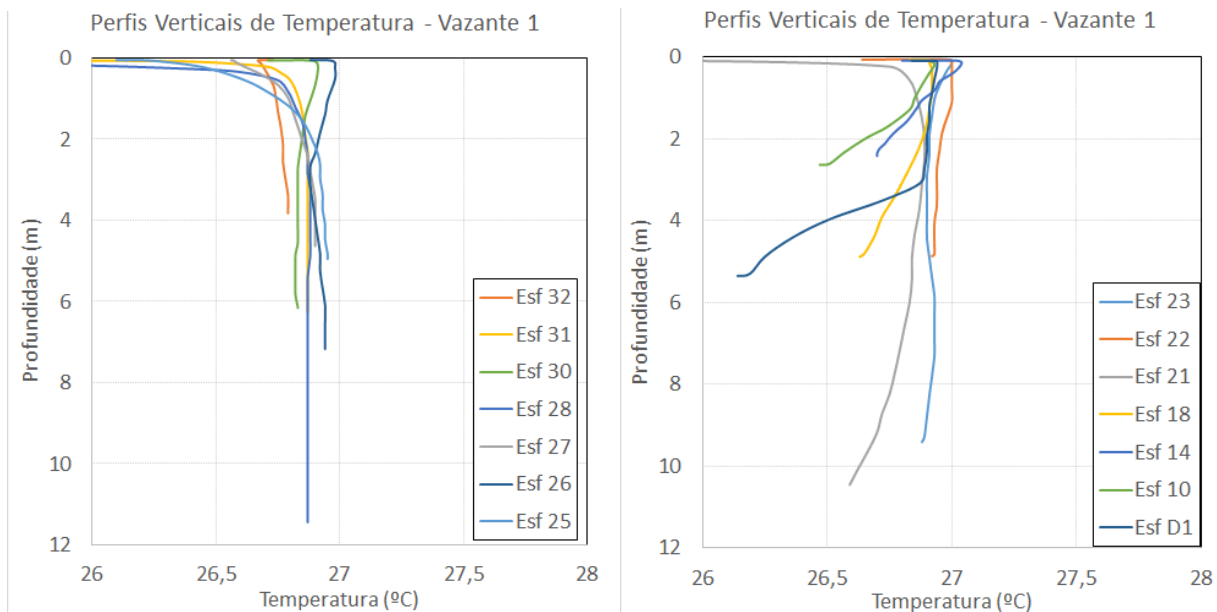


Figura 38 - Perfis verticais de temperatura para as estações amostrais. Campanha 6 - Vazante 1 - 10/08/2017.

A variação da salinidade ao longo da coluna de água, para a campanha 6, medição longitudinal, período de vazante 1, é apresentada na Figura 39.

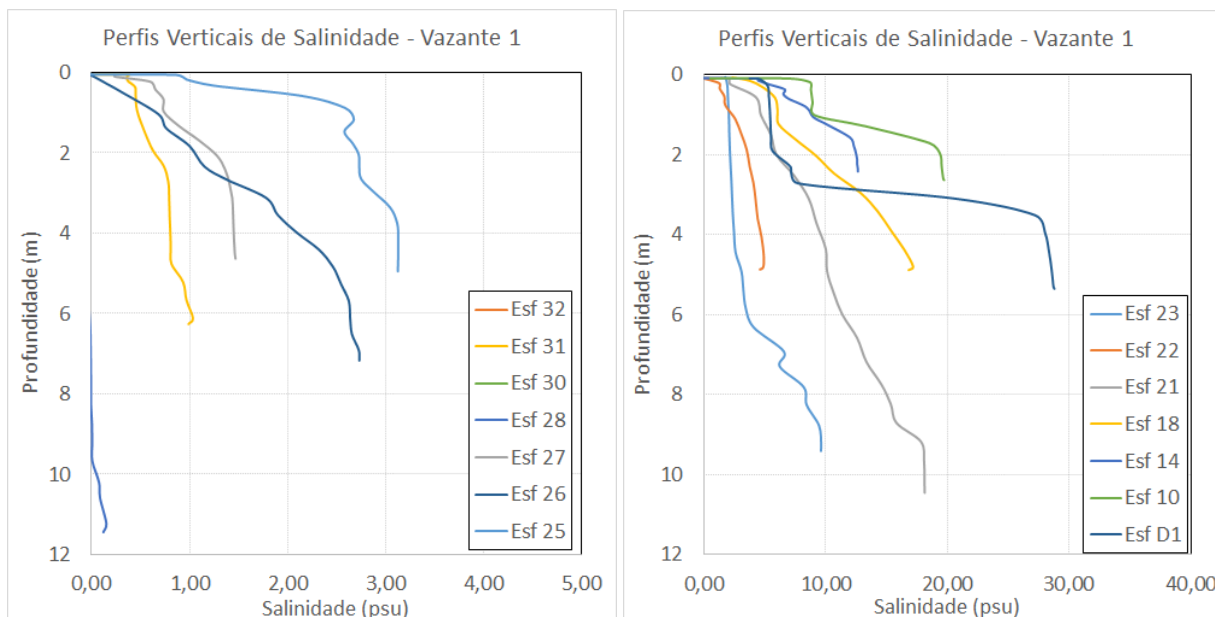


Figura 39 - Perfis verticais de salinidade para as estações amostrais. Campanha 6 - Vazante 1 - 10/08/2017.

3.2.3.2 - Enchente 1

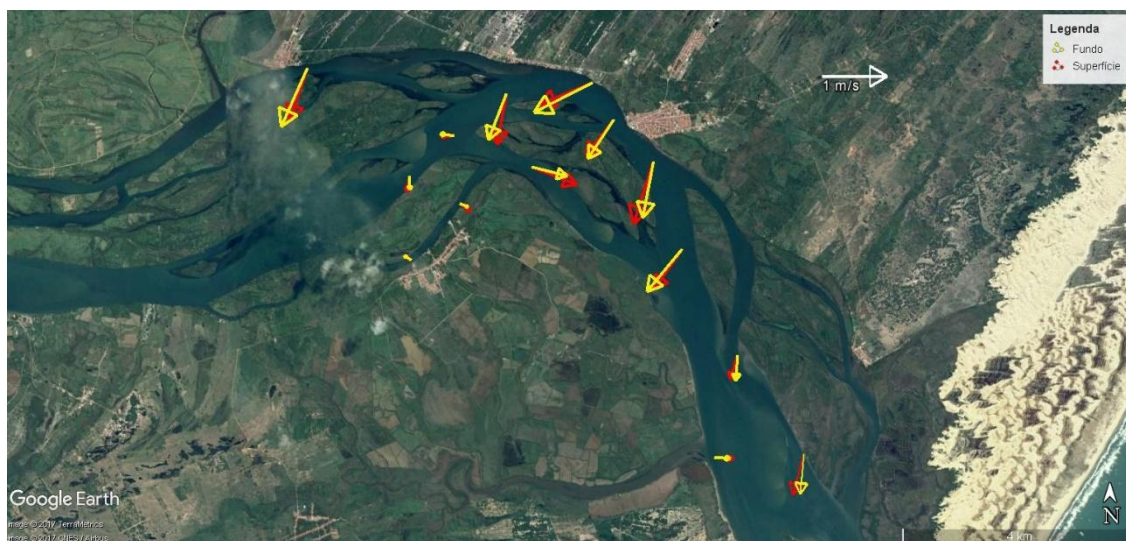


Figura 40 - Média vertical da velocidade e direção da corrente em cada estação amostral. Campanha 6 - Enchente 1 - 10/08/2017.

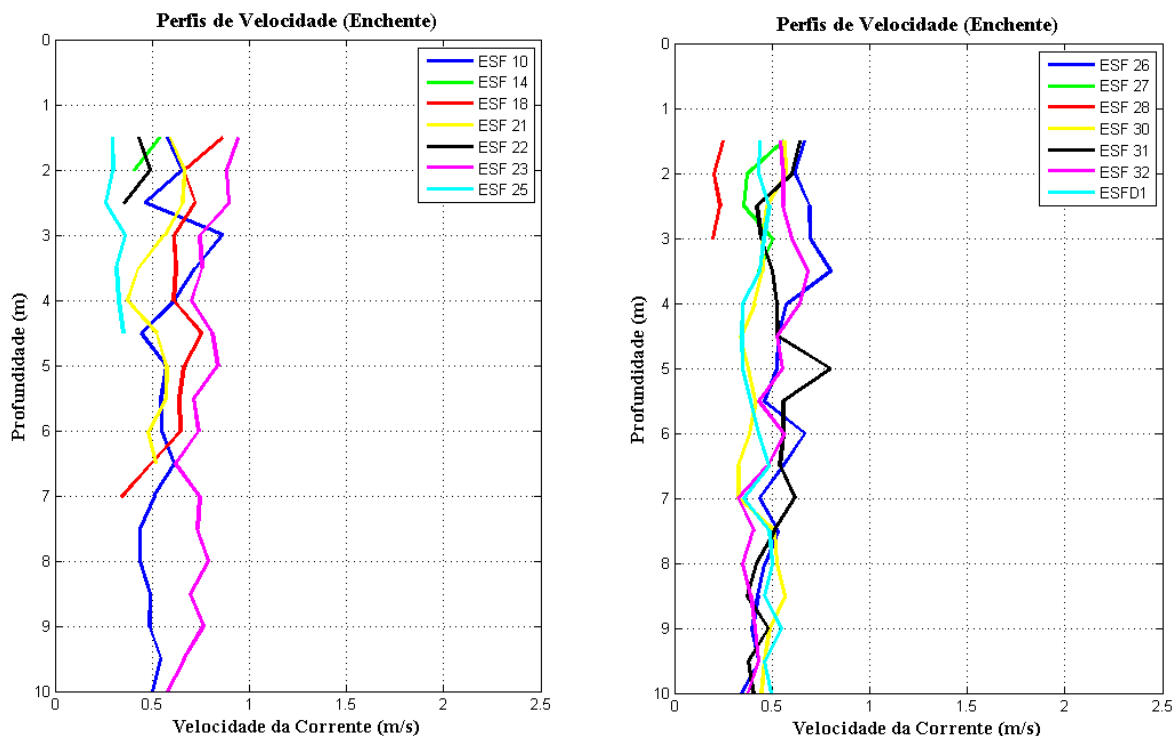


Figura 41 - Perfis verticais de velocidade de corrente para as estações amostrais em período de maré enchente. Campanha 6 - Enchente 1 - 10/08/2017.

A variação da temperatura ao longo da coluna de água, para a campanha 6, medição longitudinal, período de enchente, é apresentada na Figura 42.

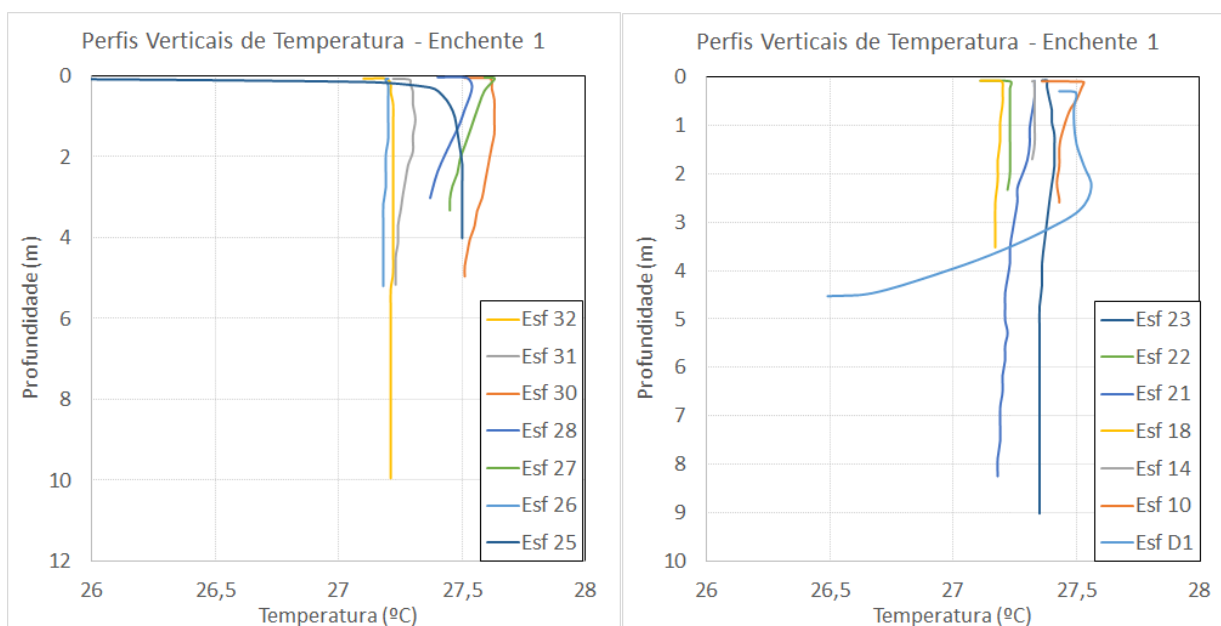


Figura 42 - Perfis verticais de temperatura para as estações amostrais. Campanha 6 - Enchente 1 - 10/08/2017.

A variação da salinidade ao longo da coluna de água, para a campanha 6, medição longitudinal, período de enchente 1, é apresentada na Figura 43.

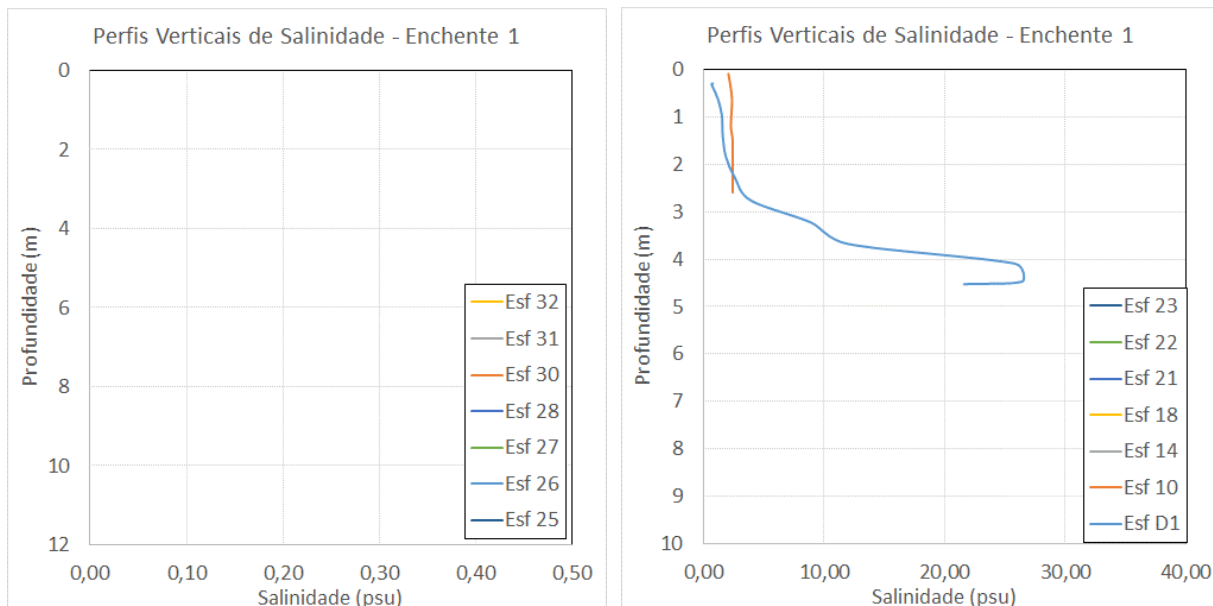


Figura 43 - Perfis verticais de salinidade para as estações amostrais. Campanha 6 - Enchente 1 - 10/08/2017.

3.2.3.3 - Vazante 2

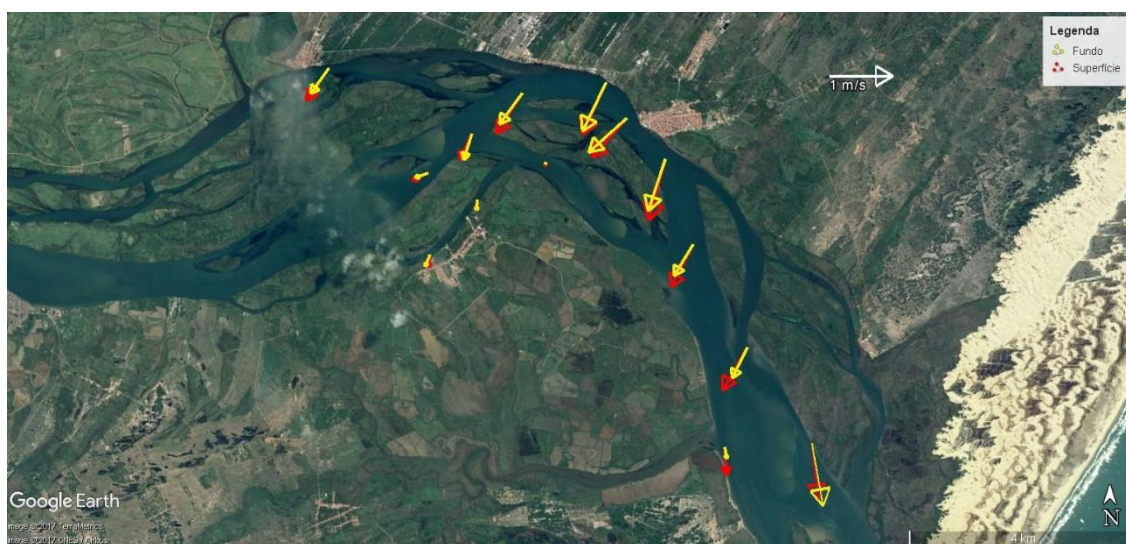


Figura 44 - Média vertical da velocidade e direção da corrente em cada estação amostral. Campanha 6 - Vazante 2 - 11/08/2017.

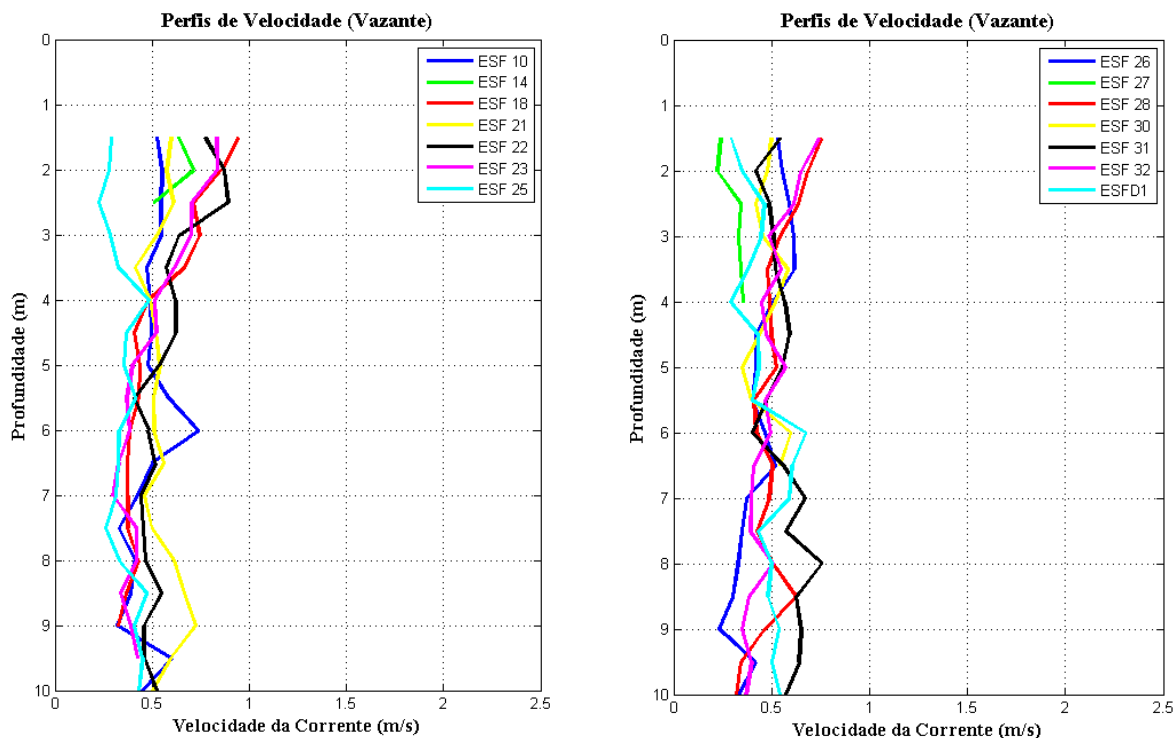


Figura 45 - Perfis verticais de velocidade de corrente para as estações amostrais em período de maré enchente. Campanha 6 - Vazante 2 - 11/08/2017.

A variação da temperatura e ao longo da coluna de água, para a campanha 6, medição longitudinal, período de vazante 2, é apresentada na Figura 46.

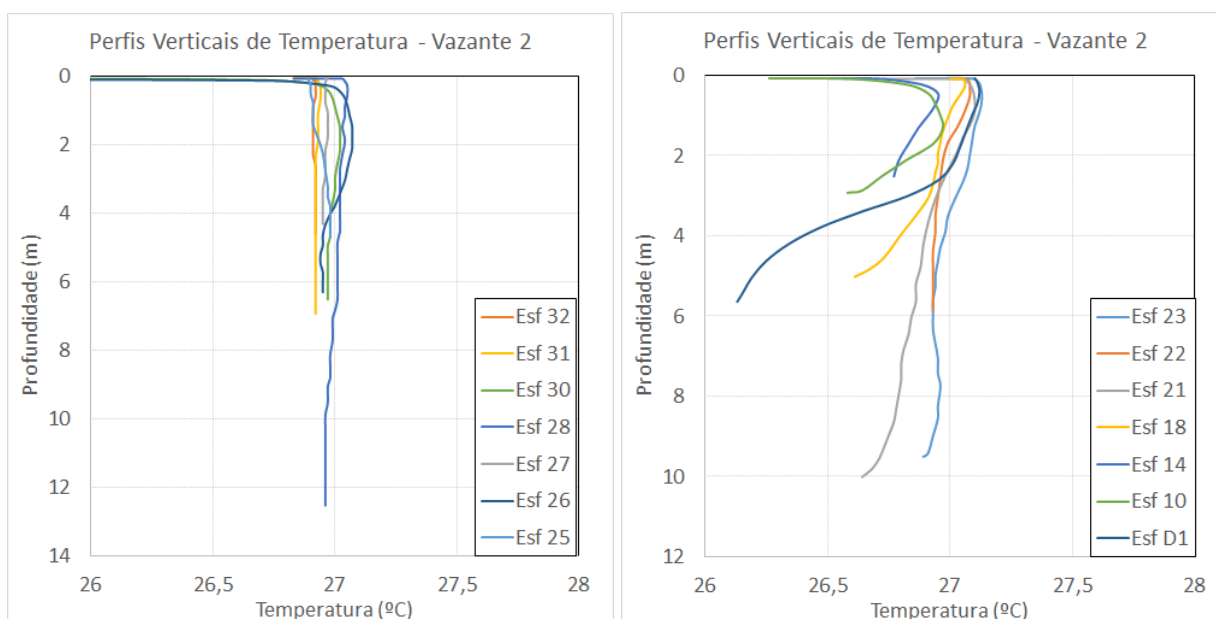


Figura 46 - Perfis verticais de temperatura para as estações amostrais. Campanha 6 - Vazante 2 - 11/08/2017.

A variação da salinidade ao longo da coluna de água, para a campanha 6, medição longitudinal, período de vazante 2, é apresentada na Figura 47.

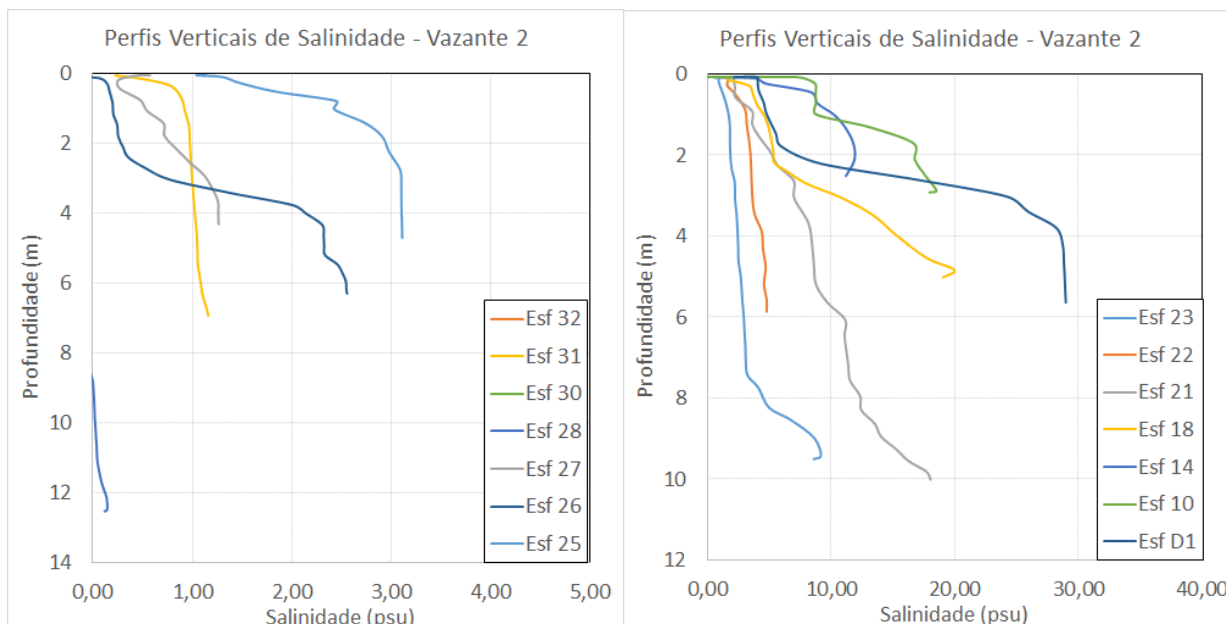


Figura 47 - Perfis verticais de salinidade para as estações amostrais. Campanha 6 - Vazante 2 - 11/08/2017.

3.2.3.4 - Enchente 2

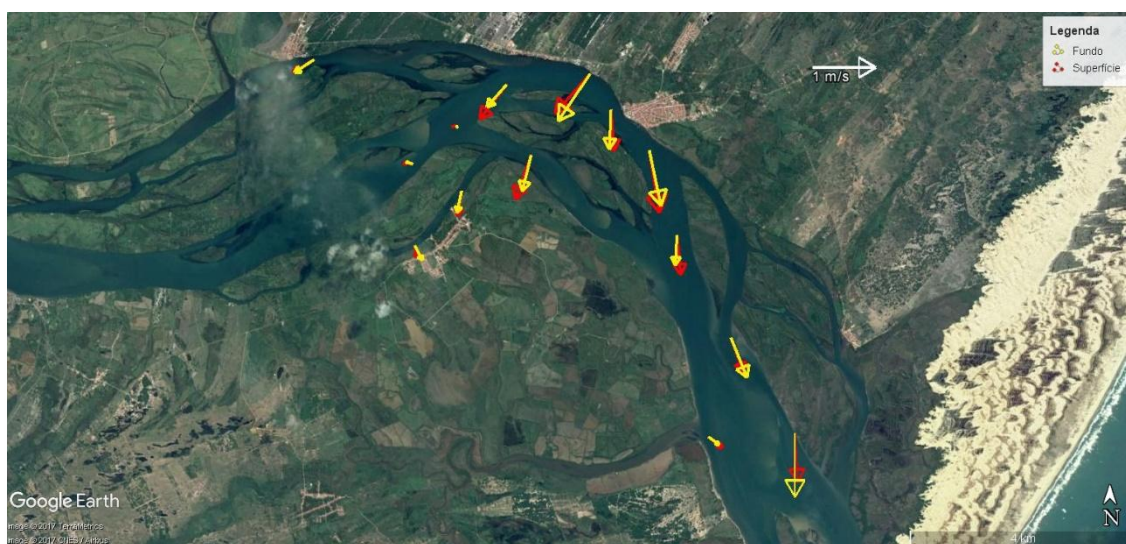


Figura 48 - Média vertical da velocidade e direção da corrente em cada estação amostral. Campanha 6 - Enchente 2 - 11/08/2017.

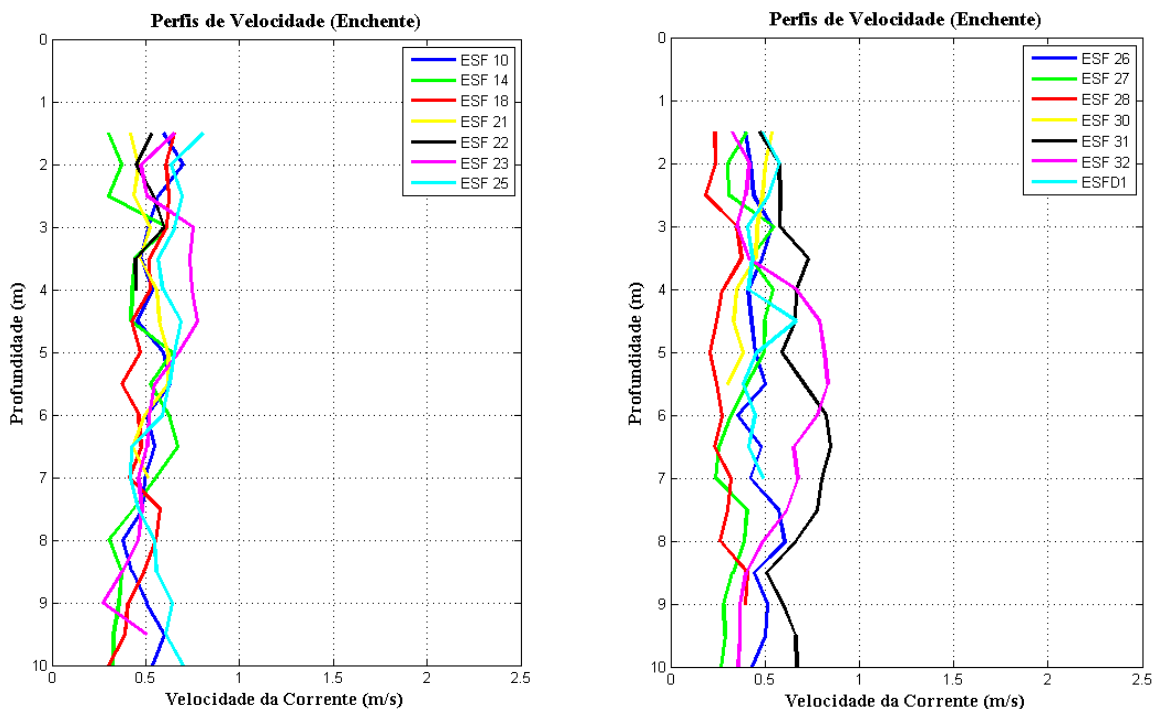


Figura 49 - Perfis verticais de velocidade de corrente para as estações amostrais em período de maré enchente. Campanha 6 - Enchente 2 - 11/08/2017.

A variação da temperatura e ao longo da coluna de água, para a campanha 6, medição longitudinal, período de enchente 2, é apresentada na Figura 50.

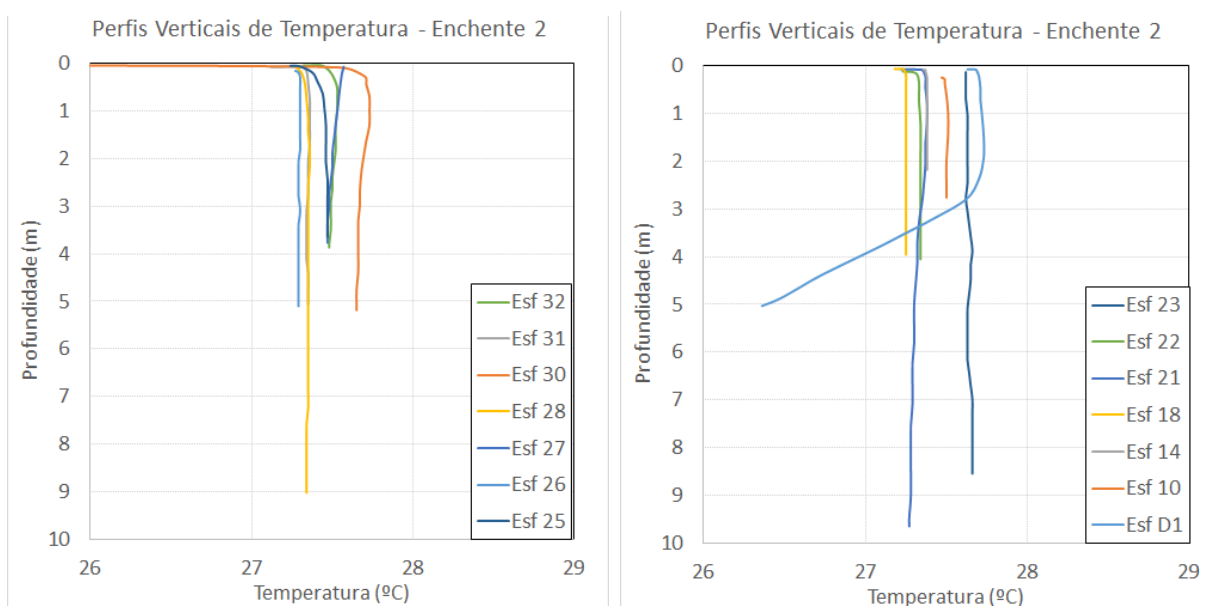


Figura 50 - Perfis verticais de temperatura para as estações amostrais. Campanha 6 - Enchente 2 - 11/08/2017.

A variação da salinidade ao longo da coluna de água, para a campanha 6, medição longitudinal, período de enchente 2, é apresentada na Figura 51.

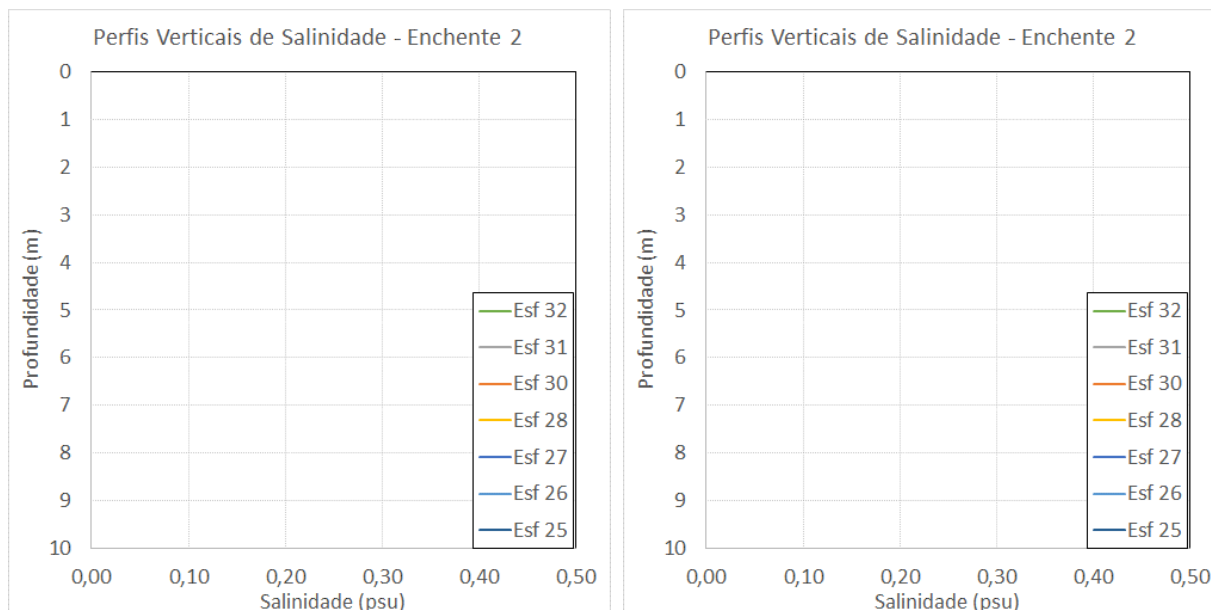


Figura 51 - Perfis verticais de salinidade para as estações amostrais. Campanha 6 - Enchente 2 - 11/08/2017.

4 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

O relatório em tela contém os resultados do terceiro mês de campanhas realizadas para o monitoramento e avaliação do comportamento espaço-temporal da cunha salina do estuário do Rio São Francisco. Os equipamentos, bem como o método empregado permanecem os mesmos do primeiro período e estão em conformidade com as melhores práticas para a avaliação de ambientes estuarinos onde ocorre a formação de cunha salina.

Durante a quinta campanha realizada entre os dias 22/07/2017 e 25/07/2017 e a sexta campanha realizada entre os dias de 08/08/2017 a 11/08/2017. A medida que se avança no monitoramento há um afastamento do período de maior pluviosidade e, conseqüentemente, das maiores vazões fluviais. Também não houve operação de redução de vazões nesse período.

Segundo dados da estação do INMET localizada em Brejo Grande a precipitação acumulada para o mês de julho foi de no máximo 50 mm. As vazões registradas para os períodos de campanhas na estação de Propriá foram variaram de 864 m³/s a 653 m³/s no ultimo dia de campanha, sugerindo tal como citado anteriormente, uma tendência a um declínio das vazões fluviais a medida que nos afastamos do período de maior pluviosidade.

O comportamento hidráulico do Rio São Francisco para o trecho estudado segue o padrão observado nas demais onde o campo de velocidade e direções de correntes são bem variados ao longo do tempo e do espaço e se adapta a conformação geométrica fluvial. Nos pontos fixos ESF23 e ESF32 não foram observados ao longo das duas campanhas uma forte estratificação vertical, mas, ao invés disso, somente um gradiente de atenuação das velocidades verticalmente, o que é constitui um perfil típico de escoamento fluvial. As direções das correntes para estes pontos seguem a orientação do canal com reversões de 180 graus nos pontos máximos de marés vazantes e enchentes, na camada inferior da coluna de água. Também foi observada uma assimetria no campo de velocidades de corrente entre marés enchentes e vazantes para estes pontos. O rio São Francisco ocupa a posição de 15º no *ranking* de vazões médias entre os maiores rios do Brasil, desta forma seu estuário abrange grandes dimensões. Ambientes com estas características fluviais, geralmente, tem uma assimetria na elevação das marés e, conseqüentemente, no campo de velocidades. Este fenômeno é decorrente do amortecimento da onda de cheia e da deformação desta onda em função da geometria do estuário, tudo isso somado às descargas fluviais no período de vazante.

Neste terceiro mês de campanha não foram observados alterações das concentrações de sais. Quando comparada as campanhas anteriores a salinidade permaneceu com um comportamento considerado aderente ao cenário esperado, com concentrações maiores próximas da foz, principalmente no ponto ESFD1. Neste mesmo ponto a concentração máxima de sais observada foi de 29 psu, em quase todas as campanhas, para a camada inferior da coluna de água, tal como observado anteriormente. No ponto ESFD1 também é evidente a estratificação das concentrações de salinidade, o que denota a ocorrência da cunha salina. No entanto, diferente da campanha anterior, o ponto ESF23 não houve relevante registro de concentrações de sais.

Quando comparado o ponto ESF23 ao monitoramento anterior, onde a vazão para o período foi de 671m³/s e a concentração abaixo de 5,5 psu, pode-se inferir que o aumento da vazão média, que passou para 726, pode ter contribuído para a diminuição das concentrações de sais.

No ponto ESF32 não foram registradas concentrações significativas de sais em nenhuma das campanhas.

Não há considerações adicionais a serem feitas, pois os resultados deste mês de

monitoramento corroboram ao afirmado no documento anterior, onde é explicitado que o ponto ESF23 está sujeito à ocorrência de sais em momentos específicos do ciclo de maré e com baixas descargas fluviais. Mesmo não havendo um evento de incremento de salinidade para o ponto ESF23 ao longo do período monitorado, o histórico de monitoramento aponta para a sua suscetibilidade ao incremento de salinidade. Resta destacar, novamente, a afirmação de que os eventos de incremento de salinidade são intermitentes e o seu monitoramento deve ser realizado em alta frequência para a correta avaliação do risco de captação de água com concentrações indesejáveis de sais. Há ferramentas disponíveis que permitem o acompanhamento das concentrações em tempo real, o que possibilitaria a correta tomada de decisão quanto a captação de água para o abastecimento público.

No Quadro 3, Quadro 4 e Quadro 5, está relacionado o resumo dos resultados do monitoramento da cunha salina com a listagem dos maiores valores observados nos pontos de monitoramento fixos ESF32 e ESF23 e o ponto ESFD1.

Quadro 3 - Vazões médias diárias e máximas salinidades medidas nas estações de monitoramento fixo ESF_32 e ESF_23, durante a campanha 5.

Campanha 5		
Estação Amostral e Data	Vazão Média Diária (m ³ /s)	Salinidade Máxima (psu)
ESF_32 (23/07/2017)	864	0,0
ESF_23 (22/07/2017)	863	0,0

Quadro 4 - Vazões médias diárias e máximas salinidades medidas nas estações de monitoramento fixo ESF_32 e ESF_23, durante a campanha 6.

Campanha 6		
Estação Amostral e Data	Vazão Média Diária (m ³ /s)	Salinidade Máxima (psu)
ESF_23 (08/08/2017)	671	0,0
ESF_32 (09/08/2017)	671	0,0

Quadro 5 - Vazões médias diárias e máximas salinidades medidas na estação ESF_D1, durante a campanha 5 e campanha 6 de monitoramento longitudinal.

ESF_D1		
Campanha	Vazão Média Diária (m ³ /s)	Salinidade Máxima (psu)
5	864	28,01
6	677	29,00

5 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

<http://www.ngdc.noaa.gov/geomag-web/#declination>. Declination is calculated using the most recent World Magnetic Model (WMM) or the International Geomagnetic Reference Field (IGRF) model.

6 - EMPRESA RESPONSÁVEL PELA ELABORAÇÃO DO RELATÓRIO

Os principais dados de identificação da empresa responsável pela elaboração do Relatório constam do Quadro 6.

Quadro 6 - Dados gerais da empresa consultora.

Dados Gerais da Empresa Consultora		
Razão Social: Agrosig Engenharia e Meio Ambiente EIRELI - EPP		
CNPJ/M.F: 05.848.147/0001-50	CREA RS: 171.356	CTF/IBAMA: 5473920
Endereço Correspondência: Rua Hilário Ribeiro, nº 294, Conjs. 201 e 202 - Bairro Moinhos de Vento, Porto Alegre - RS CEP 90510-040		
Bairro: Moinhos de Vento	CEP: 90430-181	Município: Porto Alegre/RS
Telefone: (51) 3072-6563	FAX: (51) 3072-6863	
Contato: Engenheiro Jorge Vidal Olivera Duarte		
Endereço eletrônico: agrosig@agrosigeng.com.br		

7 - EQUIPE TÉCNICA

No Quadro 7 está relacionada a equipe técnica da empresa consultora responsável pela execução dos estudos que compõem o Relatório em questão.

Quadro 7 - Equipe responsável pela elaboração do Relatório.

Profissional	Qualificação	Registro Profissional
Jorge Vidal Olivera Duarte	Eng. Agrícola, Ms. em Engenharia, Esp. Saneamento Ambiental	CREA RS 44141
Carlos Eduardo Simão	Engenheiro Ambiental Mestre em Engenharia Oceânica	CREA RS174611
Evandro Gottardo	Geólogo, Ms. Dr. em Engenharia	CREA RS 83699
Marina Habkost Schuh	Bióloga Mestre	CRBIO RS 75990/03-D
Romelito Regginato	Geógrafo, Graduando em Geologia	CREA RS 191059
Guilherme Querotti e Silva	Técnico em Hidrologia, Graduando em Engenharia Civil	CREA RS 213833
Joana Postal Pasqualini	Graduanda em Engenharia Ambiental	-----
Luiza Bennemann Schild	Graduanda em Engenharia Ambiental	-----
Artur Kunzel	Graduando em Geologia	-----