



GOVERNO DO ESTADO DE SANTA CATARINA

AVISO LEGAL

Este documento e todas as informações nele contidas constituem propriedade do Estado de Santa Catarina, sendo seu conteúdo destinado exclusivamente à consulta e leitura por parte dos interessados.

É proibida a reprodução, distribuição, divulgação ou utilização deste material, no todo ou em parte, sem autorização prévia, expressa e por escrito do Estado.

O uso não autorizado sujeitará o infrator às sanções previstas na legislação vigente, incluindo a obrigação de ressarcir eventuais valores correspondentes às partes utilizadas, especialmente por tratar-se de material produzido no âmbito de Procedimento de Manifestação de Interesse (PMI).



Sumário

1.	INTRODUÇÃO	14
2.	DADOS DISPONÍVEIS	16
2.1	VENTO	16
2.1.1	CONSIDERAÇÕES SOBRE O REGIME DE VENTOS	17
2.2	MARÉS E CORRENTES	18
2.3	BATIMETRIA	22
3.	MODELAGEM HIDRODINÂMICA	25
3.1	DESCRIÇÃO DO MODELO DELFT3D-FLOW	25
3.2	DISCRETIZAÇÃO DO DOMÍNIO DE CÁLCULO E BATIMETRIA	27
3.3	CONDIÇÕES INICIAIS E DE FRONTEIRA	29
3.4	CALIBRAÇÃO DO MODELO HIDRODINÂMICO	29
3.5	RESULTADOS DA MODELAGEM HIDRODINÂMICA	31
3.5.1	CAMPOS DE CORRENTE	31
3.5.2	ANÁLISE PONTUAL DE CORRENTES	43
4.	MODELAGEM DE GERAÇÃO E PROPAGAÇÃO DE ONDAS	58
4.1	DESCRIÇÃO DO MODELO DELFT3D-WAVE	58
4.2	DOMÍNIO NUMÉRICO E CONFIGURAÇÕES DO MODELO	60
4.3	BATIMETRIA	64
4.4	RESULTADOS DA MODELAGEM DE GERAÇÃO E PROPAGAÇÃO DE ONDAS	65
4.4.1	CAMPOS DE ALTURA SIGNIFICATIVA E DIREÇÃO DE PICO	65
4.4.2	GERAÇÃO DE SÉRIES TEMPORAIS DE PARÂMETROS DE ONDA NOS PONTOS DE INTERESSE	75

5.	MARÉS METEOROLÓGICAS	88
6.	REFERENCIAIS ALTIMÉTRICOS	90
7.	CONCLUSÕES	95
8.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	97

PROIBIDA A REPRODUÇÃO

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1: Rosa dos ventos para o período compreendido entre 1° de janeiro de 2011 e 1° de junho de 2022 (convenção meteorológica – de onde vem). 17
- Figura 2: Ocorrência conjunta de velocidade e direção dos ventos para o período compreendido entre 1° de janeiro de 2011 e 1° de junho de 2022 (convenção meteorológica). 17
- Figura 3: Vista geral com a localização dos marégrafos instalados na Baía Sul (Marégrafo 01) e Baía Norte (Marégrafo 02), assim como do ADCP instalado ao sul do estreitamento existente entre a Ilha de Santa Catarina e o continente. 19
- Figura 4: Componente E-O e N-S da corrente medida, promediada na vertical. 20
- Figura 5: Velocidade e direção da corrente medida, promediada na vertical. 20
- Figura 6: Histograma polar de ocorrência da corrente medida, promediada na vertical. 21
- Figura 7: Séries temporais das marés medidas na Baía Sul (painel superior - Marégrafo 01) e Baía Norte (painel inferior - Marégrafo 02). 22
- Figura 8: Detalhe da Carta Náutica 1903 da DHN – Canal Norte de Santa Catarina, na região da ROTA 3, entre Terminal Barreiros e Terminal Mira Mar. 23
- Figura 9: Detalhe da Carta Náutica 1904 da DHN – Canal Sul de Santa Catarina, na região da ROTA 4, entre Terminal Beira Mar e Terminal Mira Mar. 23
- Figura 10: Detalhe da Carta Náutica 1904 da DHN – Canal Sul de Santa Catarina, na região da ROTA 5, entre Terminal Pontal e Terminal Tapera. 24
- Figura 11: Domínio de cálculo do modelo hidrodinâmico implementado nas baías Norte e Sul da Ilha de Santa Catarina. 28
- Figura 12: Domínio de cálculo do modelo hidrodinâmico na região adjacente ao estreitamento existente entre a Ilha de Santa Catarina e o continente. 28
- Figura 13: Série temporal de intensidade e direção do vento utilizada na simulação hidrodinâmica, para o período de calibração. 29

Figura 14: Séries temporais das componentes E-O e N-S da corrente e da maré medida e modelada no ponto ADCP 2 - campanha 1. 30

Figura 15: Velocidade e direção das correntes na região da ROTA 3, em instante de preamar e vento proveniente de NE. 32

Figura 16: Velocidade e direção das correntes na região da ROTA 3, em instante de maré vazante, 2 h após a preamar e vento proveniente de E. 32

Figura 17: Velocidade e direção das correntes na região da ROTA 3, em instante de maré vazante, 4 h após a preamar e vento proveniente de ESE. 33

Figura 18: Velocidade e direção das correntes na região da ROTA 3, em instante de baixa-mar e vento proveniente de SE. 33

Figura 19: Velocidade e direção das correntes na região da ROTA 3, em instante de maré enchente, 2 h após a baixamar e vento proveniente de SSE. 34

Figura 20: Velocidade e direção das correntes na região da ROTA 3, em instante de maré enchente, 4 h após a baixamar e vento proveniente de S. 34

Figura 21: Velocidade e direção das correntes na região da ROTA 3, em instante de preamar e vento proveniente de SW. 35

Figura 22: Velocidade e direção das correntes na região da ROTA 4, em instante de preamar e vento proveniente de NE. 35

Figura 23: Velocidade e direção das correntes na região da ROTA 4, em instante de maré vazante, 2 h após a preamar e vento proveniente de E. 36

Figura 24: Velocidade e direção das correntes na região da ROTA 4, em instante de maré vazante, 4 h após a preamar e vento proveniente de ESE. 36

Figura 25: Velocidade e direção das correntes na região da ROTA 4, em instante de baixa-mar e vento proveniente de SE. 37

Figura 26: Velocidade e direção das correntes na região da ROTA 4, em instante de maré enchente, 2 h após a baixamar e vento proveniente de SSE. 37

Figura 27: Velocidade e direção das correntes na região da ROTA 4, em instante de maré enchente, 4 h após a baixamar e vento proveniente de S.	38
Figura 28: Velocidade e direção das correntes na região da ROTA 4, em instante de preamar e vento proveniente de SW.	39
Figura 29: Velocidade e direção das correntes na região da ROTA 5, em instante de preamar e vento proveniente de NE.	39
Figura 30: Velocidade e direção das correntes na região da ROTA 5, em instante de maré vazante, 2 h após a preamar e vento proveniente de E.	39
Figura 31: Velocidade e direção das correntes na região da ROTA 5, em instante de maré vazante, 4 h após a preamar e vento proveniente de ESE.	40
Figura 32: Velocidade e direção das correntes na região da ROTA 5, em instante de baixa-mar e vento proveniente de SE.	40
Figura 33: Velocidade e direção das correntes na região da ROTA 5, em instante de maré enchente, 2 h após a baixamar e vento proveniente de SSE.	41
Figura 34: Velocidade e direção das correntes na região da ROTA 5, em instante de maré enchente, 4 h após a baixamar e vento proveniente de S.	41
Figura 35: Velocidade e direção das correntes na região da ROTA 5, em instante de preamar e vento proveniente de SW.	42
Figura 36: Vista geral dos pontos de controle para os quais foram realizadas análises estatísticas das correntes para dimensionamento das vias navegáveis.	43
Figura 37: Pontos de controle P001 ao P008, para os quais foram realizadas análises estatísticas das correntes para dimensionamento da via navegável ROTA 5, entre Terminal Pontal e Terminal Tapera.	44
Figura 38: Pontos de controle P009 ao P013, para os quais foram realizadas análises estatísticas das correntes para dimensionamento da via navegável ROTA 4, entre Terminal Beira Mar e Terminal Mira Mar.	44

Figura 39: Pontos de controle P014 ao P018, para os quais foram realizadas análises estatísticas das correntes para dimensionamento da via navegável ROTA 4 (P014 ao P016) e ROTA 3, entre Terminal Barreiros e Terminal Mira Mar (P017 e P018).	44
Figura 40: Pontos de controle P019 ao P022, para os quais foram realizadas análises estatísticas das correntes para dimensionamento da via navegável ROTA 3, entre Terminal Barreiros e Terminal Mira Mar (P017 e P018).	45
Figura 41: Histograma polar de ocorrência das correntes no P001 (painel esquerdo) e P002 (painel direito). Convenção oceanográfica – para onde vai.	46
Figura 42: Ocorrência conjunta de velocidade (em m/s) e direção das correntes no P001.	46
Figura 43: Ocorrência conjunta de velocidade (em m/s) e direção das correntes no P002.	46
Figura 44: Histograma polar de ocorrência das correntes no P003 (painel esquerdo) e P004 (painel direito). Convenção oceanográfica – para onde vai.	47
Figura 45: Ocorrência conjunta de velocidade (em m/s) e direção das correntes no P003.	47
Figura 46: Ocorrência conjunta de velocidade (em m/s) e direção das correntes no P004.	47
Figura 47: Histograma polar de ocorrência das correntes no P005 (painel esquerdo) e P006 (painel direito). Convenção oceanográfica – para onde vai.	48
Figura 48: Ocorrência conjunta de velocidade (em m/s) e direção das correntes no P005.	48
Figura 49: Ocorrência conjunta de velocidade e (em m/s) direção das correntes no P006.	48
Figura 50: Histograma polar de ocorrência das correntes no P007 (painel esquerdo) e P008 (painel direito). Convenção oceanográfica – para onde vai.	49
Figura 51: Ocorrência conjunta de velocidade (em m/s) e direção das correntes no P007.	49
Figura 52: Ocorrência conjunta de velocidade (em m/s) e direção das correntes no P008.	49
Figura 53: Histograma polar de ocorrência das correntes no P009 (painel esquerdo) e P010 (painel direito). Convenção oceanográfica – para onde vai.	50
Figura 54: Ocorrência conjunta de velocidade (em m/s) e direção das correntes no P009.	50
Figura 55: Ocorrência conjunta de velocidade (em m/s) e direção das correntes no P010.	50

Figura 56: Histograma polar de ocorrência das correntes no P011 (painel esquerdo) e P012 (painel direito). Convenção oceanográfica – para onde vai.	51
Figura 57: Ocorrência conjunta de velocidade (em m/s) e direção das correntes no P011.	51
Figura 58: Ocorrência conjunta de velocidade (em m/s) e direção das correntes no P012.	51
Figura 59: Histograma polar de ocorrência das correntes no P013 (painel esquerdo) e P014 (painel direito). Convenção oceanográfica – para onde vai.	52
Figura 60: Ocorrência conjunta de velocidade (em m/s) e direção das correntes no P013.	52
Figura 61: Ocorrência conjunta de velocidade (em m/s) e direção das correntes no P014.	52
Figura 62: Histograma polar de ocorrência das correntes no P015 (painel esquerdo) e P016 (painel direito). Convenção oceanográfica – para onde vai.	53
Figura 63: Ocorrência conjunta de velocidade (em m/s) e direção das correntes no P015.	53
Figura 64: Ocorrência conjunta de velocidade (em m/s) e direção das correntes no P016.	53
Figura 65: Histograma polar de ocorrência das correntes no P017 (painel esquerdo) e P018 (painel direito). Convenção oceanográfica – para onde vai.	54
Figura 66: Ocorrência conjunta de velocidade (em m/s) e direção das correntes no P017.	54
Figura 67: Ocorrência conjunta de velocidade (em m/s) e direção das correntes no P018.	54
Figura 68: Histograma polar de ocorrência das correntes no P019 (painel esquerdo) e P020 (painel direito). Convenção oceanográfica – para onde vai.	56
Figura 69: Ocorrência conjunta de velocidade (em m/s) e direção das correntes no P019.	56
Figura 70: Ocorrência conjunta de velocidade (em m/s) e direção das correntes no P020.	56
Figura 71: Histograma polar de ocorrência das correntes no P021 (painel esquerdo) e P022 (painel direito). Convenção oceanográfica – para onde vai.	57
Figura 72: Ocorrência conjunta de velocidade (em m/s) e direção das correntes no P021.	57
Figura 73: Ocorrência conjunta de velocidade (em m/s) e direção das correntes no P022.	57
Figura 74: Domínio de cálculo geral utilizado para resolver os processos de geração e propagação de ondas no interior da Baía Sul e Baía Norte da Ilha de Santa Catarina.	61

Figura 75: Domínio de cálculo de detalhe, na região do Terminal Barreiros, aninhado ao domínio geral.

62

Figura 76: Domínio de cálculo de detalhe, na região do Terminal Mira Mar, aninhado ao domínio geral.

62

Figura 77: Domínio de cálculo de detalhe, na região do Terminal Beira Mar, aninhado ao domínio geral.

63

Figura 78: Domínio de cálculo de detalhe, na região do Terminal Pontal, aninhado ao domínio geral. 64

Figura 79: Domínio de cálculo de detalhe, na região do Terminal Tapera, aninhado ao domínio geral. 64

Figura 80: Campo de altura significativa e direção de propagação de ondas geradas a partir de um caso de vento com 6 m/s, proveniente de N. 66

Figura 81: Campo de altura significativa e direção de propagação de ondas geradas a partir de um caso de vento com 12 m/s, proveniente de N. 66

Figura 82: Campo de altura significativa e direção de propagação de ondas geradas a partir de um caso de vento com 6 m/s, proveniente de NE. 67

Figura 83: Campo de altura significativa e direção de propagação de ondas geradas a partir de um caso de vento com 12 m/s, proveniente de NE. 67

Figura 84: Campo de altura significativa e direção de propagação de ondas geradas a partir de um caso de vento com 6 m/s, proveniente de E. 68

Figura 85: Campo de altura significativa e direção de propagação de ondas geradas a partir de um caso de vento com 12 m/s, proveniente de E. 68

Figura 86: Campo de altura significativa e direção de propagação de ondas geradas a partir de um caso de vento com 6 m/s, proveniente de SE. 69

Figura 87: Campo de altura significativa e direção de propagação de ondas geradas a partir de um caso de vento com 12 m/s, proveniente de SE. 69

Figura 88: Campo de altura significativa e direção de propagação de ondas geradas a partir de um caso de vento com 6 m/s, proveniente de S. 70

Figura 89: Campo de altura significativa e direção de propagação de ondas geradas a partir de um caso de vento com 12 m/s, proveniente de S.	70
Figura 90: Campo de altura significativa e direção de propagação de ondas geradas a partir de um caso de vento com 6 m/s, proveniente de SW.	71
Figura 91: Campo de altura significativa e direção de propagação de ondas geradas a partir de um caso de vento com 12 m/s, proveniente de SW.	71
Figura 92: Campo de altura significativa e direção de propagação de ondas geradas a partir de um caso de vento com 6 m/s, proveniente de W.	72
Figura 93: Campo de altura significativa e direção de propagação de ondas geradas a partir de um caso de vento com 12 m/s, proveniente de W.	72
Figura 94: Campo de altura significativa e direção de propagação de ondas geradas a partir de um caso de vento com 6 m/s, proveniente de NO.	73
Figura 95: Campo de altura significativa e direção de propagação de ondas geradas a partir de um caso de vento com 12 m/s, proveniente de NO.	73
Figura 96: Velocidade e direção do vento da série completa de dados de reanálise (pontos negros) e 661 casos selecionados para alimentar o modelo Delft3D-WAVE (pontos vermelhos).	76
Figura 97: Rosa de altura significativa no P001 e P002.	77
Figura 98: Ocorrência conjunta de altura significativa (em metros) e direção de pico no P001.	77
Figura 99: Ocorrência conjunta de altura significativa (em metros) e direção de pico no P002.	77
Figura 100: Rosa de altura significativa no P003 e P004.	78
Figura 101: Ocorrência conjunta de altura significativa (em metros) e direção de pico no P003.	78
Figura 102: Ocorrência conjunta de altura significativa (em metros) e direção de pico no P004.	78
Figura 103: Rosa de altura significativa no P005 e P006.	79
Figura 104: Ocorrência conjunta de altura significativa (em metros) e direção de pico no P005.	79
Figura 105: Ocorrência conjunta de altura significativa (em metros) e direção de pico no P006.	79
Figura 106: Rosa de altura significativa no P007 e P008.	80

Figura 107: Ocorrência conjunta de altura significativa (em metros) e direção de pico no P007.	80
Figura 108: Ocorrência conjunta de altura significativa (em metros) e direção de pico no P008.	80
Figura 109: Rosa de altura significativa no P009 e P010.	81
Figura 110: Ocorrência conjunta de altura significativa (em metros) e direção de pico no P009.	81
Figura 111: Ocorrência conjunta de altura significativa (em metros) e direção de pico no P010.	81
Figura 112: Rosa de altura significativa no P011 e P012.	82
Figura 113: Ocorrência conjunta de altura significativa (em metros) e direção de pico no P011.	82
Figura 114: Ocorrência conjunta de altura significativa (em metros) e direção de pico no P012.	82
Figura 115: Rosa de altura significativa no P013 e P014.	83
Figura 116: Ocorrência conjunta de altura significativa (em metros) e direção de pico no P013.	83
Figura 117: Ocorrência conjunta de altura significativa (em metros) e direção de pico no P014.	83
Figura 118: Rosa de altura significativa no P015 e P016.	84
Figura 119: Ocorrência conjunta de altura significativa (em metros) e direção de pico no P015.	84
Figura 120: Ocorrência conjunta de altura significativa (em metros) e direção de pico no P016.	84
Figura 121: Rosa de altura significativa no P017 e P018.	85
Figura 122: Ocorrência conjunta de altura significativa (em metros) e direção de pico no P017.	85
Figura 123: Ocorrência conjunta de altura significativa (em metros) e direção de pico no P018.	85
Figura 124: Rosa de altura significativa no P019 e P020.	86
Figura 125: Ocorrência conjunta de altura significativa (em metros) e direção de pico no P019.	86
Figura 126: Ocorrência conjunta de altura significativa (em metros) e direção de pico no P020.	86
Figura 127: Rosa de altura significativa no P021 e P022.	87
Figura 128: Ocorrência conjunta de altura significativa (em metros) e direção de pico no P021.	87
Figura 129: Ocorrência conjunta de altura significativa (em metros) e direção de pico no P022.	87

Figura 130: Período de retorno da variável maré meteorológica na região de Florianópolis. Ajuste da Distribuição Generalizada de Valores Extremos (GEV) aos máximos anuais - 60 anos de dados. 89

Figura 131: Ficha da Estação Maregráfica F-41 60245 - Porto de Florianópolis, emitida pela Diretoria de Hidrografia e Navegação da Marinha do Brasil. 91

Figura 132: Detalhes da Referência de Nível RN1-Portobrás utilizada como ponto de chegada para o nivelamento geométrico. 92

Figura 133: Planos horizontais maregráficos e constantes harmônicas da maré obtidos para a Estação Florianópolis (Porto). Fonte: FEMAR. 93

Figura 134: Altitude ortométrica (em metros) dos principais planos de maré locais (diagrama à esquerda) e diferença de cota entre os referenciais altimétricos da DHN e do IBGE (diagrama à direita). 94

PROIBIDA A REPRODUÇÃO

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Marés meteorológicas associadas aos períodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50, 100 e 200 anos.

89

PROIBIDA A REPRODUÇÃO

1. INTRODUÇÃO

Neste documento são apresentados os resultados do estudo de modelagem computacional e da análise de dados meteorológicos e oceanográficos, realizados para dar subsídio ao dimensionamento das vias navegáveis do Sistema de Transporte Aquaviário da Região Metropolitana de Florianópolis: ROTA 3 (Terminal Barreiros – Terminal Mira Mar), ROTA 4 (Terminal Beira Mar - Terminal Mira Mar) e ROTA 5 (Terminal Pontal – Terminal Tapera).

Os objetivos do estudo foram:

- a) com o uso de modelagem numérica, executar simulações hidrodinâmicas para a região da Baía Norte e Baía Sul da Ilha de Santa Catarina, calibrando e validando o modelo com dados de maré e correntes medidos em campo. Com o modelo validado, executar uma simulação de 1 ano e fornecer séries temporais de velocidade e direção das correntes em diferentes pontos localizados ao longo dos canais de navegação, bacias de manobra e áreas de atracação dos terminais aquaviários propostos;
- b) com o uso de modelagem numérica, executar simulações de geração e propagação de ondas no interior da Baía Norte e Baía Sul da Ilha de Santa Catarina para uma matriz de casos de vento. A partir de técnicas de interpolação em duas dimensões, reconstruir séries temporais de 44 anos dos parâmetros de onda: altura significativa (H_s), período de pico (T_p) e direção de pico (Dir_p), em diferentes pontos ao longo dos canais de navegação, bacias de manobra e áreas de atracação dos terminais aquaviários propostos.
- c) realizar análise estatística de velocidade e direção dos ventos locais, a partir de 44 anos de dados obtidos de modelos de reanálise;
- d) com o uso dados de modelos numéricos, caracterizar o regime de valores extremos da variável maré meteorológica na região;
- e) a partir de procedimentos de campo e informações provenientes da ficha da estação maregráfica do Porto de Florianópolis, fornecida pela Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN), gerar os diagramas de equivalência entre os principais referenciais altimétricos utilizados no dimensionamento de obras

marítimas no Brasil (Nível de Referência da DHN e referencial altimétrico do Sistema Geoésico Brasileiro, estabelecido pelo IBGE).

PROIBIDA A REPRODUÇÃO

2. DADOS DISPONÍVEIS

Nesta fase do estudo são apresentados os resultados do processo de compilação, processamento, análise e interpretação dos dados meteorológicos e oceanográficos disponíveis para a região, os quais foram utilizados para caracterização do ambiente e entendimento dos principais processos atuantes, geração das condições de contorno e calibração dos modelos hidrodinâmico e de propagação de ondas implementados.

2.1. VENTO

Para caracterização do regime de ventos da região, foram utilizadas séries temporais de reanálise das componentes u e v do vento local, provenientes dos programas CFSR e CFSv2, disponibilizadas pelo *National Centers for Environmental Prediction* (NCEP), do *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA). Os programas utilizam um conjunto de métodos e ferramentas considerados estado-da-arte em análise e previsão, incorporando procedimentos de assimilação de dados para o período compreendido entre 1º janeiro de 1979 e 1º de janeiro de 2011 (CFSR), e de 1º de janeiro de 2011 até o presente (CFSv2).

Os dados foram extraídos a 10 m de altitude, com resolução temporal de 1 h, entre janeiro de 1979 e junho de 2022, num ponto localizado nas seguintes coordenadas geográficas: 27,7° S e 48,10° O (datum WGS 84).

A rosa dos ventos é apresentada na Figura 1 e o diagrama de ocorrência conjunta de direção e velocidade dos ventos é apresentada na Figura 2.

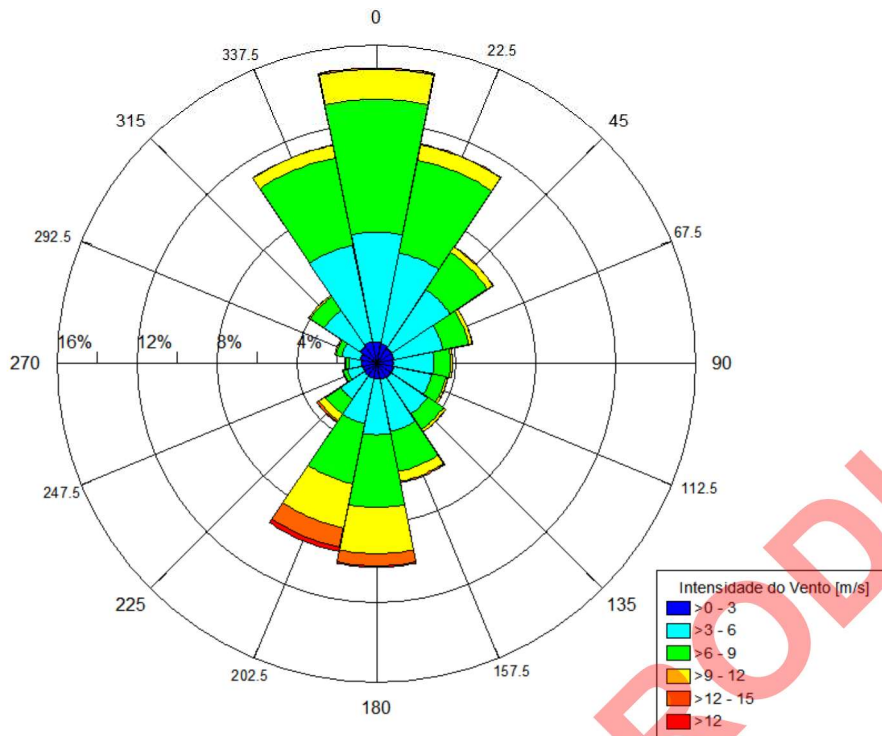


Figura 1: Rosa dos ventos para o período compreendido entre 1° de janeiro de 2011 e 1° de junho de 2022 (convenção meteorológica – de onde vem).

O diagrama de ocorrência conjunta de intensidade e direção dos ventos é apresentado na Figura 2.

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Total	Porc.
0.0-2.0	1581	1579	1343	1404	1422	1441	1465	1302	1265	1286	1273	1282	1360	1439	1521	1564	22527	5.919
2.0-4.0	6908	6143	5652	4813	4283	4325	4503	4739	4513	4037	3451	2747	2537	3373	5063	7002	74089	19.468
4.0-6.0	16476	13715	9895	6725	5239	4969	5718	7272	7871	6396	3514	1635	1314	1916	5456	14362	112473	29.554
6.0-8.0	19414	14155	7024	4157	2650	2327	2992	6076	9520	7979	2584	643	552	850	2689	13677	97289	25.564
8.0-10.0	9807	5869	2243	1261	739	631	927	2843	8107	7121	1504	257	271	377	650	5035	47642	12.519
10.0-12.0	2113	1071	512	277	142	180	238	833	5077	5270	799	38	64	142	144	744	17644	4.636
12.0-14.0	250	126	89	42	34	34	57	198	2001	2967	313	10	13	29	13	54	6230	1.637
14.0-16.0	38	33	11	9	6	8	17	48	520	1315	142	2			5	6	2160	0.568
16.0-18.0	5	8	2	4	3		2	7	95	273	26	1			6	2	434	0.114
18.0-20.0				2	2		1	2	10	41	8	1					67	0.018
20.0-22.0									2	6	4						12	0.003
22.0-24.0										1							1	0
Total	56592	42699	26773	18694	14518	13915	15920	23320	38981	36692	13618	6616	6111	8126	15547	42446	380568	
Porc.	14.87	11.22	7.04	4.91	3.81	3.66	4.18	6.13	10.24	9.64	3.58	1.74	1.61	2.14	4.09	11.15		

Figura 2: Ocorrência conjunta de velocidade e direção dos ventos para o período compreendido entre 1° de janeiro de 2011 e 1° de junho de 2022 (convenção meteorológica).

Conforme pode ser observado, os ventos mais frequentes são provenientes do quadrante N e os ventos de maior intensidade são provenientes do quadrante S.

2.1.1. CONSIDERAÇÕES SOBRE O REGIME DE VENTOS

O regime de ventos e as condições do tempo na área de estudo são influenciados por processos atmosféricos de escalas temporais e espaciais diferentes. Durante o ano, predominam os ventos úmidos provenientes do quadrante norte, principalmente o nordeste, originados na borda oeste do sistema semifixo de alta pressão atmosférica, denominado de Anticiclone do Atlântico Sul (AAS), que cobre boa parte do Oceano Atlântico Sul na região subtropical. Estes ventos amenos são característicos para a região durante todo o ano devido à grande escala espacial deste sistema, o qual atua em toda a costa leste e sul do Brasil. Este sistema é perturbado quase semanalmente pela passagem de sistemas frontais originados pelo encontro da massa de ar fria do Anticiclone Móvel Polar (AMP), que migra sobre a região de sudoeste para nordeste a partir de altas latitudes, e da massa de ar quente do AAS. A entrada quase que periódica das frentes frias e quentes que compõem o sistema frontal modifica significativamente a circulação atmosférica em Santa Catarina em função da proximidade da zona de geração dos ciclones extratropicais.

Durante a passagem de uma frente fria sobre a região, ocorrem alterações nas condições predominantes do tempo, passando de quente e úmido com o transporte da massa de ar tropical pelos ventos amenos de nordeste, para frio e seco com o transporte da massa de ar polar pelos ventos de sul, mais fortes. No período que antecede a entrada da frente fria, a direção predominante do vento começa a girar no sentido anti-horário a partir do vento de nordeste, chegando aos ventos de oeste, com aumento nas suas intensidades. São observadas rajadas de ventos nesse período, com significativa variação nas suas direções. Durante o domínio da frente fria, são observados ventos do quadrante sul (principalmente de sudoeste) de forte intensidade, e aumento nos índices de precipitações, com chuvas caracteristicamente do tipo convectivas. O retorno do vento ao quadrante norte ocorre em média 1 dia após a passagem do sistema pela região. A velocidade média de propagação do sistema frontal é de 500 km/dia, tendo uma duração média de 2 a 3 dias e um tempo consecutivo médio entre frentes de 6 a 11 dias.

2.2. MARÉS E CORRENTES

Dados de marés e correntes coletados em campo foram utilizados como base para caracterização do padrão de circulação local, para forçamento e calibração do modelo

hidrodinâmico implementado.

Foram processados os dados de dois sensores de nível d'água e de um perfilador acústico de corrente por efeito Doppler (ADCPs), instalados nos pontos indicados na Figura 3.



Figura 3: Vista geral com a localização dos marégrafos instalados na Baía Sul (Marégrafo 01) e Baía Norte (Marégrafo 02), assim como do ADCP instalado ao sul do estreitamento existente entre a Ilha de Santa Catarina e o continente.

Na Figura 4, Figura 5 e Figura 6 são apresentadas, respectivamente, as séries temporais das componente E-O e N-S, velocidade e direção, e histograma polar de ocorrência das correntes promediadas na vertical, para os dados coletados com o ADCP.

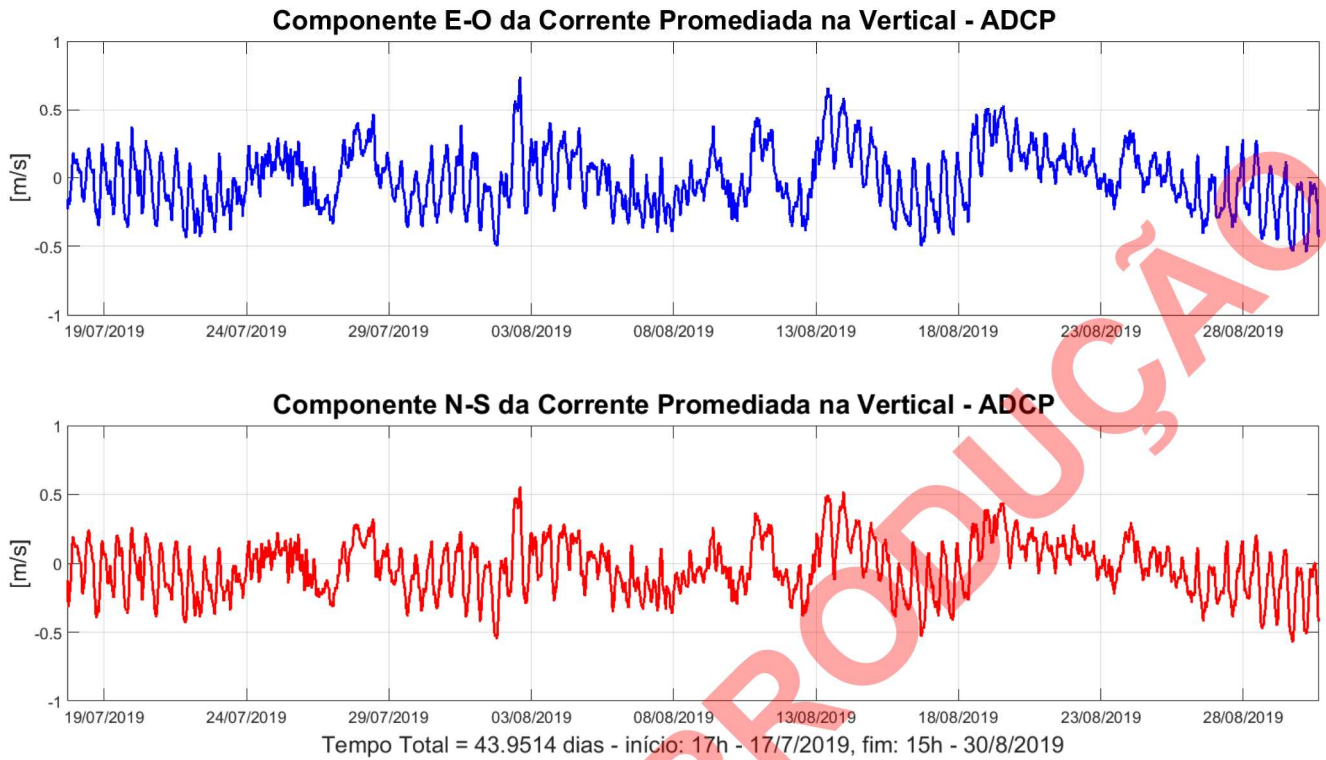


Figura 4: Componente E-O e N-S da corrente medida, promediada na vertical.

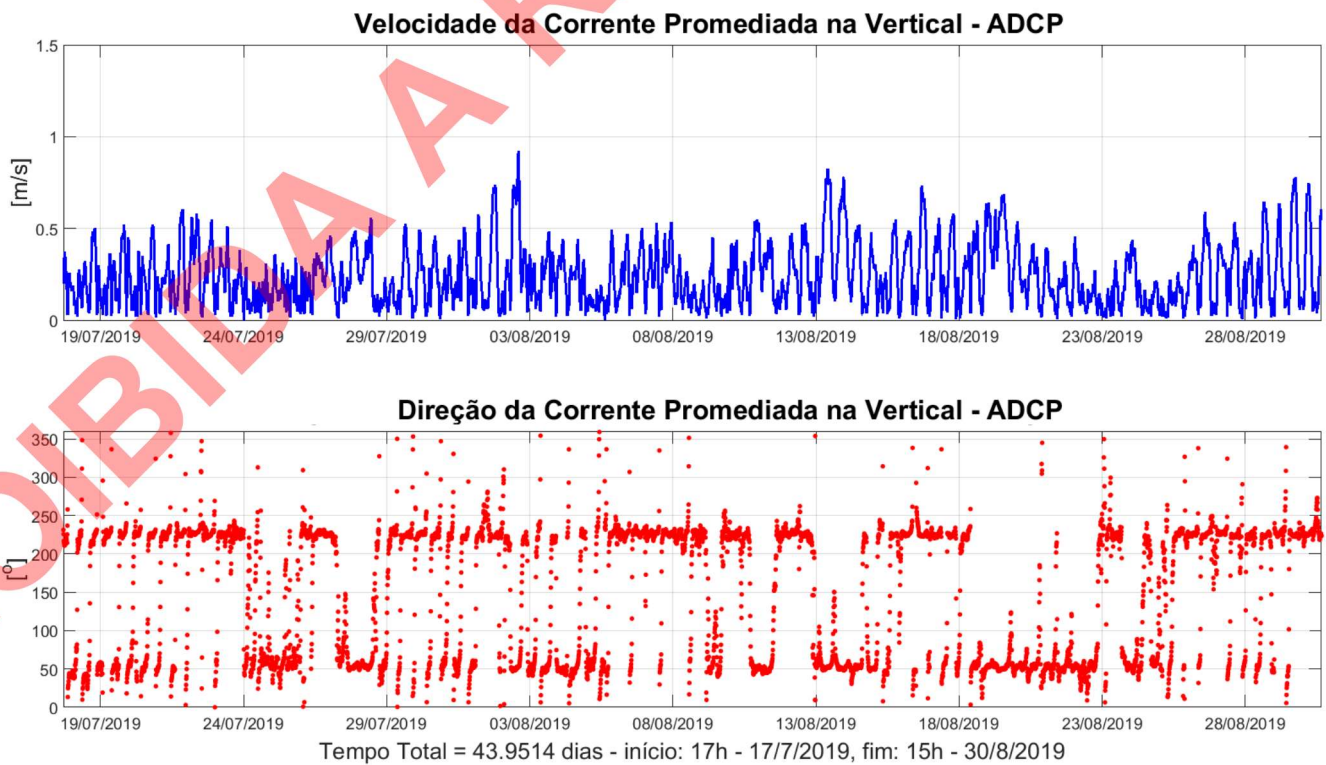


Figura 5: Velocidade e direção da corrente medida, promediada na vertical.

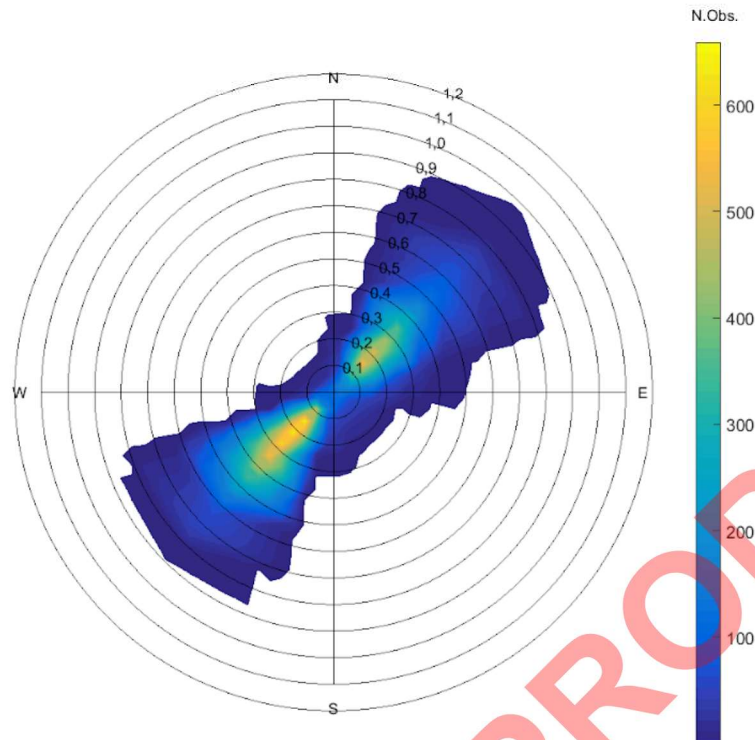


Figura 6: Histograma polar de ocorrência da corrente medida, promediada na vertical.

As correntes medidas na Baía Sul apresentam padrão bidirecional e são fortemente influenciadas pela ação das marés enchente e vazante. Durante períodos de maré enchente, as correntes fluem para sudoeste. Durante períodos de maré vazante, as correntes fluem para nordeste. As velocidades dessas correntes são fortemente influenciadas pela contribuição do vento atuante na superfície, podendo ser aumentadas quando o vento sopra na mesma direção das correntes de maré, ou diminuídas quando o vento sopra na direção contrária à das correntes de maré. As máximas velocidades foram obtidas para momentos de correntes para nordeste (maré vazante concomitante a ventos do quadrante sul).

Na Figura 7, são apresentadas as séries temporais das marés medidas no Marégrafo 01 (Baía Sul) e Marégrafo 02 (Baía Norte).

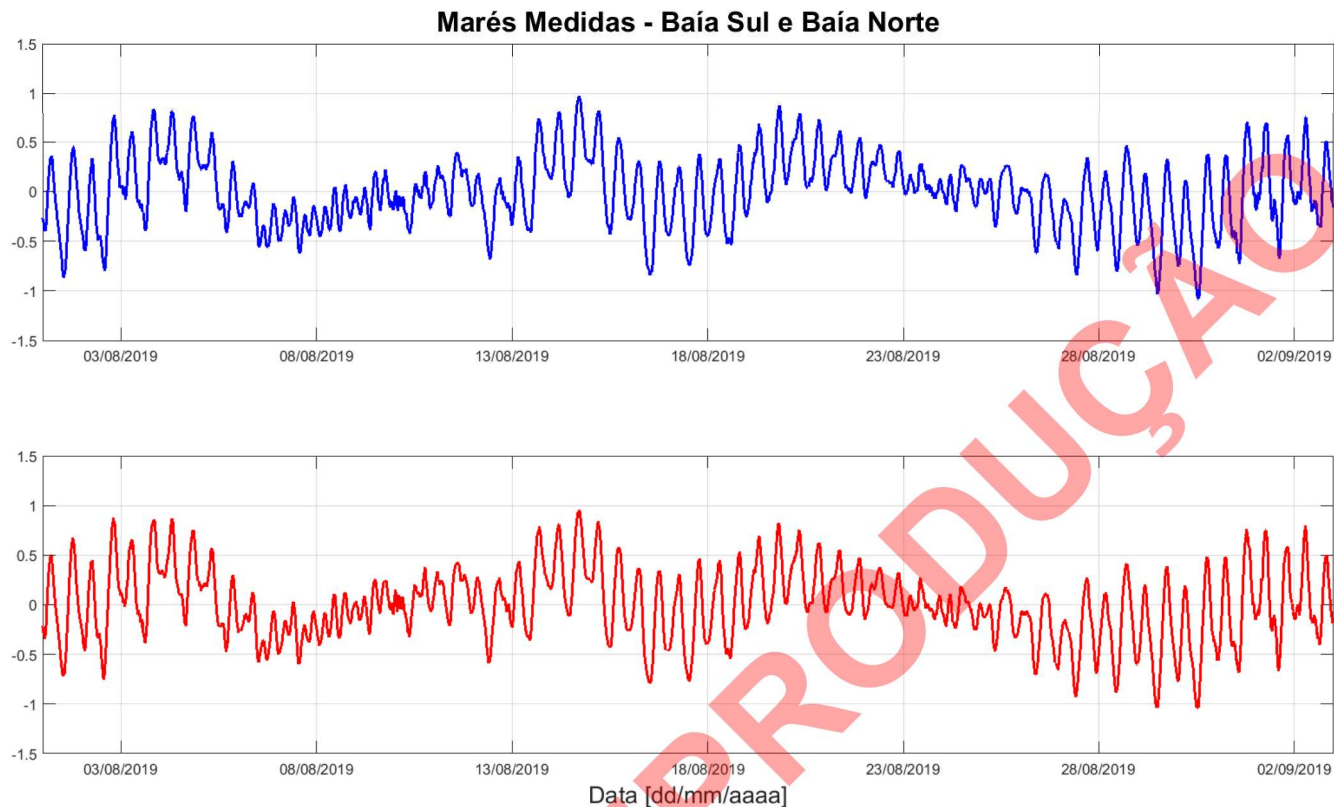


Figura 7: Séries temporais das marés medidas na Baía Sul (painel superior - Marégrafo 01) e Baía Norte (painel inferior - Marégrafo 02).

As marés medidas na Baía Sul e Baía Norte apresentam amplitudes semelhantes e pequena diferença de fase. A maior parte da energia das marés medidas está contida na banda de frequência de 2 ciclos por dia (maré semi-diurna), seguida, em ordem de magnitude, pelo pico de 1 cpd (maré diurna). A energia de frequência sub-mareal (1 ciclo a cada 8 ou 9 dias) aparece de forma marcante nas séries temporais e estão associadas, principalmente, aos efeitos meteorológicos.

2.3. BATIMETRIA

Os dados de profundidade do interior da Baía Norte e Baía Sul da Ilha de Santa Catarina foram obtidos a partir da digitalização das cartas náuticas 1903, 1904 e 1905, fornecidas pela Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN) e informações provenientes de campanhas hidrográficas de detalhe realizadas no âmbito deste projeto.

Detalhes das cartas náuticas 1903 e 1904 nas imediações da ROTA 3, ROTA 4 e ROTA 5, na Baía Norte e Baía Sul da Ilha de Santa Catarina, são apresentados na Figura 8, Figura 9 e Figura 10.

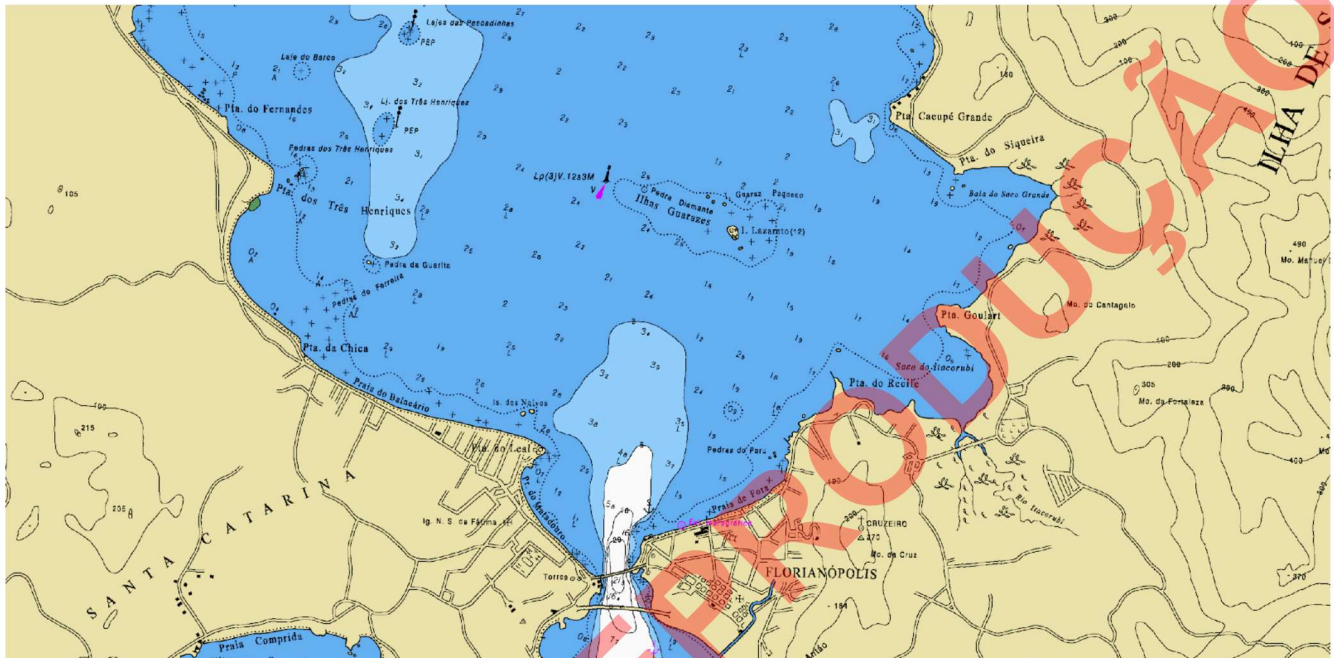


Figura 8: Detalhe da Carta Náutica 1903 da DNH – Canal Norte de Santa Catarina, na região da ROTA 3, entre Terminal Barreiros e Terminal Mira Mar.

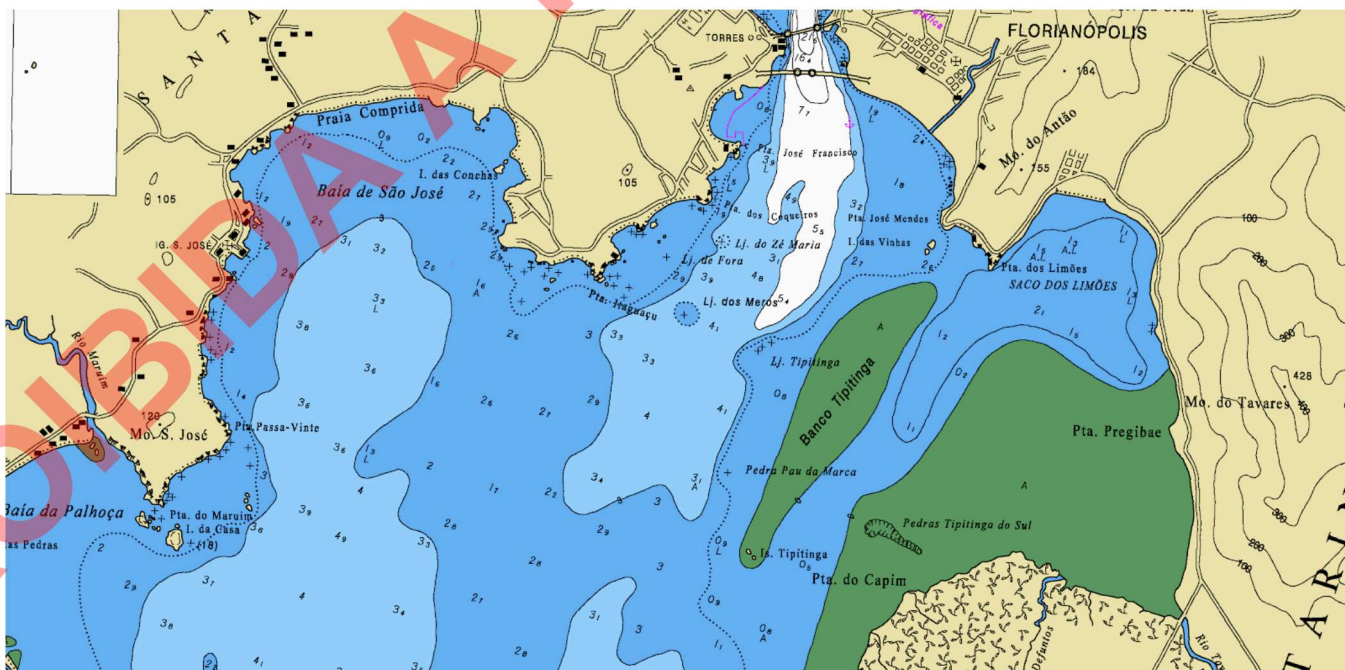


Figura 9: Detalhe da Carta Náutica 1904 da DNH – Canal Sul de Santa Catarina, na região da ROTA 4, entre Terminal Beira Mar e Terminal Mira Mar.

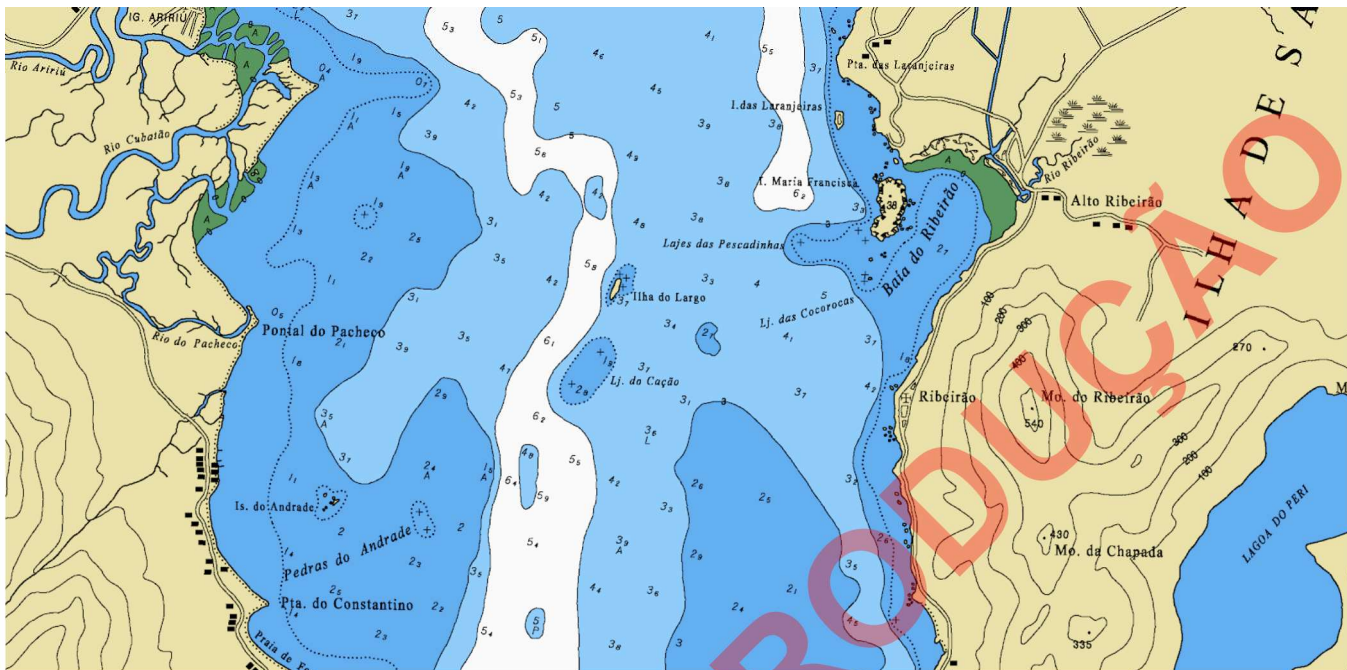


Figura 10: Detalhe da Carta Náutica 1904 da DNH – Canal Sul de Santa Catarina, na região da ROTA 5, entre Terminal Pontal e Terminal Tapera.

3. MODELAGEM HIDRODINÂMICA

Para resolver o problema da dinâmica das baías norte e sul da Ilha de Santa Catarina em escala espacial e temporal adequada para as aplicações finais (análise de frequência de ocorrência das diferentes classes de velocidade e direção das correntes ao longo das vias navegáveis), foi utilizado o modelo hidrodinâmico Delft3D-FLOW.

O Delft3D-FLOW, pertencente ao pacote de modelos Delft3D, foi desenvolvido pela Deltares, na Holanda, e é considerado uma das ferramentas computacionais mais avançadas na atualidade para simulação de ambientes costeiros, estuarinos e fluviais, sendo intensivamente validado através de diversos estudos de campo e laboratório ao redor do mundo. O Delft3D é um software de código aberto e em constante desenvolvimento, que apresenta uma interface de pré e pós-processamento amigável, que possibilita uma fácil interação entre os módulos.

3.1. DESCRIÇÃO DO MODELO DELFT3D-FLOW

O modelo Delft3D-FLOW é um programa de simulação multidimensional (2D e 3D) dos processos hidrodinâmicos (e de transporte), que calcula o fluxo não-estacionário e os fenômenos de transporte resultantes de forçantes oceânicas, meteorológicas ou fluviais, em grades numéricas retilíneas ou curvilíneas, ajustadas ao contorno.

A equação vertical de movimento é reduzida à relação de pressão hidrostática e as acelerações verticais são assumidas como sendo pequenas em relação à aceleração da gravidade. Isso faz com que o Delft3D-FLOW seja adequado para a predição de fluxos em mares rasos, áreas costeiras, estuários, lagos, rios e lagoas.

As equações tridimensionais do movimento são dadas por:

$$\frac{\partial u}{\partial t} + \frac{\partial u^2}{\partial x} + \frac{\partial uv}{\partial y} + \frac{\partial uw}{\partial z} - fv = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} + A_H \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right) + A_V \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} - Ru \quad (1)$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + \frac{\partial vu}{\partial x} + \frac{\partial v^2}{\partial y} + \frac{\partial uv}{\partial z} + fu = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y} + A_H \left(\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} \right) + A_V \frac{\partial^2 v}{\partial z^2} - Rv \quad (2)$$

$$\frac{\partial p}{\partial z} = \rho g \quad (3)$$

onde:

t = tempo;

x, y, z = o sistema de coordenadas (x para leste, y para norte e z para baixo);

f = parâmetro de Coriolis;

u, v, w = componentes da corrente (segundo x, y, z) (m/s);

g = aceleração da gravidade (m/s²);

ρ = massa específica da água do mar;

p = pressão;

A_H e A_V = coeficientes de difusão horizontal e vertical de momento;

R = coeficiente de fricção no fundo.

A equação da continuidade é dada por:

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0 \quad (4)$$

As equações de conservação de calor e sal são dadas por:

$$\frac{\partial T}{\partial t} + \frac{\partial uT}{\partial x} + \frac{\partial vT}{\partial y} + \frac{\partial wT}{\partial z} = D_H \left(\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} \right) + D_V \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} + F_T \quad (5)$$

$$\frac{\partial S}{\partial t} + \frac{\partial uS}{\partial x} + \frac{\partial vS}{\partial y} + \frac{\partial wS}{\partial z} = D_H \left(\frac{\partial^2 S}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 S}{\partial y^2} \right) + D_V \frac{\partial^2 S}{\partial z^2} + F_S \quad (6)$$

onde:

T = temperatura;

S = salinidade;

D_H e D_V = coeficientes de difusão horizontal e vertical de calor e sal;

F_T e F_S = fontes e sorvedouros de calor e sal.

A equação de estado da água do mar é dada por:

$$\rho = \rho(S, T, p) \quad (7)$$

No Delft3D-FLOW, o conjunto de equações diferenciais parciais, em combinação com um conjunto apropriado de condições iniciais e de fronteira para níveis d'água e velocidades horizontais, é resolvido através do método de diferenças finitas.

3.2. DISCRETIZAÇÃO DO DOMÍNIO DE CÁLCULO E BATIMETRIA

O domínio de cálculo abrange as baías Norte e Sul da Ilha de Santa Catarina, com seus limites situados nos pontos de medição de nível d'água Marégrafo 01 e Marégrafo 02. A grade de cálculo do modelo hidrodinâmico possui 309 x 577 elementos de cálculo e resolução horizontal de 20 m (Figura 11 e Figura 12).

O número de elementos e dimensões do domínio de cálculo representou um compromisso entre os objetivos do projeto, a manutenção da capacidade computacional em níveis aceitáveis e a descrição adequada dos processos hidrodinâmicos relevantes para a região de interesse (gerados pela ação combinada das marés e ventos atuantes em superfície).

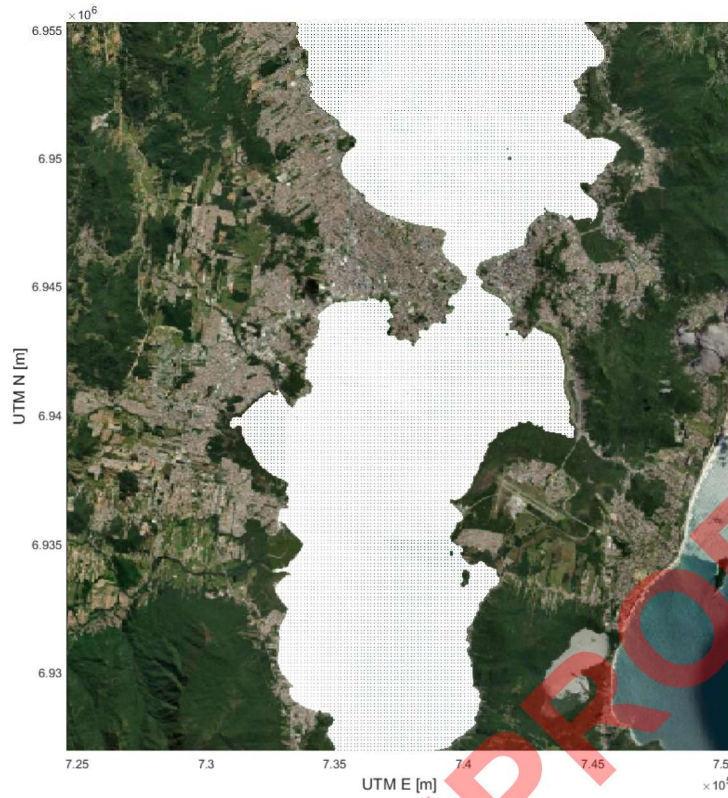


Figura 11: Domínio de cálculo do modelo hidrodinâmico implementado nas baías Norte e Sul da Ilha de Santa Catarina.

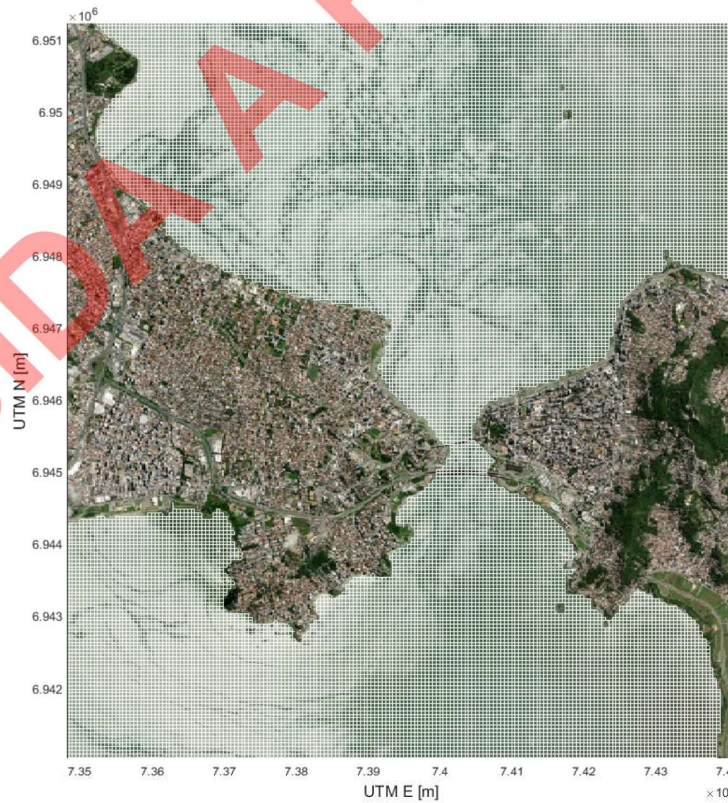


Figura 12: Domínio de cálculo do modelo hidrodinâmico na região adjacente ao estreitamento existente entre a Ilha de Santa Catarina e o continente.

3.3. CONDIÇÕES INICIAIS E DE FRONTEIRA

Para a fase de calibração, o modelo hidrodinâmico foi alimentado, nas fronteiras abertas sul e norte, com as séries temporais de elevação do nível d'água medidas no Marégrafo 01 e Marégrafo 02 (Figura 7).

A série temporal de intensidade e direção do vento utilizada para o período de simulação de calibração do modelo hidrodinâmico é apresentada na Figura 13.

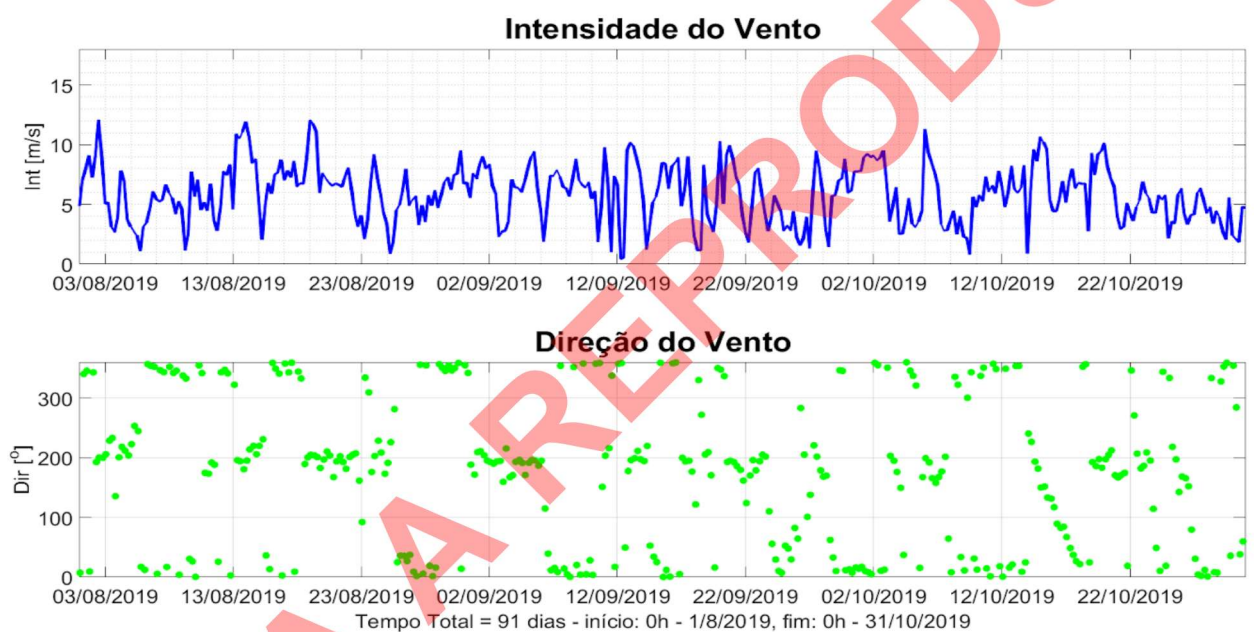


Figura 13: Série temporal de intensidade e direção do vento utilizada na simulação hidrodinâmica, para o período de calibração.

O modelo foi inicializado “a frio” (*cold start*), com valores de velocidade e nível iguais a zero. O tempo de estabilização foi de aproximadamente 48 h.

3.4. CALIBRAÇÃO DO MODELO HIDRODINÂMICO

O processo de calibração consistiu no ajuste sistemático dos principais parâmetros físicos do modelo (principalmente fricção com o fundo e arraste pelo vento), objetivando a melhor representação da hidrodinâmica das baías Norte e Sul da Ilha de Santa Catarina.

A calibração foi realizada a partir da comparação dos resultados das simulações com os dados de marés e correntes medidos em campo (apresentados no item 2.2 deste relatório).

O resultado satisfatório alcançado nesta etapa de calibração do modelo hidrodinâmico, se deu com a utilização dos seguintes valores para os coeficientes de rugosidade do fundo e arraste pelo vento:

- coeficiente de Chèzy nas áreas de inundação vegetadas: $5 \text{ m}^{0,5}/\text{s}$;
- coeficiente de Chèzy nos corpos de água das baías: $95 \text{ m}^{0,5}/\text{s}$;
- coeficiente de arraste pelo vento: 0,002 (adimensional);

As séries temporais da componente E-O e N-S da corrente e maré medida (azul) e calculada pelo modelo (vermelho) no ponto de fundeio do ADCP são apresentadas na Figura 14.

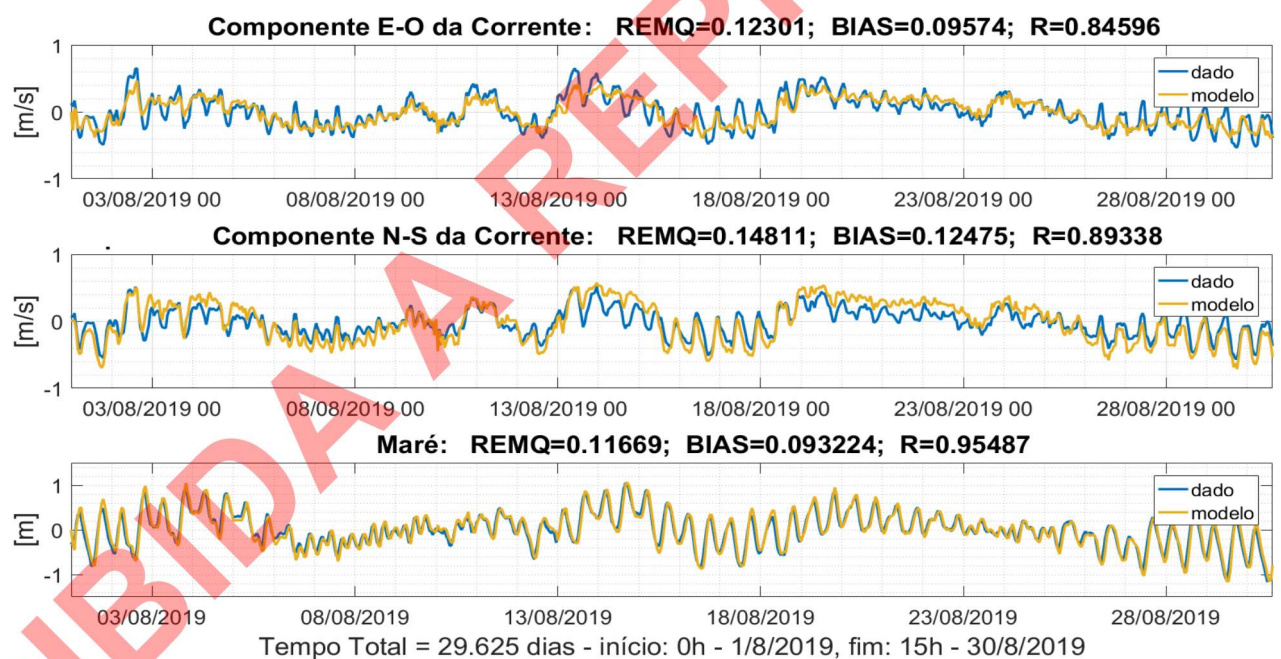


Figura 14: Séries temporais das componentes E-O e N-S da corrente e da maré medida e modelada no ponto ADCP 2 - campanha 1.

Conforme pode ser observado, o modelo foi capaz de representar satisfatoriamente o comportamento das correntes na região da Baía Sul (caracterizado pelas medições no ADCP), cujo padrão se mostra influenciado pelos efeitos conjuntos das marés e do vento atuante em superfície.

PROIBIDA A REPRODUÇÃO

3.5. RESULTADOS DA MODELAGEM HIDRODINÂMICA

3.5.1. CAMPOS DE CORRENTE

Da Figura 15 até a Figura 35 são apresentados exemplos dos campos instantâneos de corrente extraídos do modelo hidrodinâmico, após a fase de calibração, em momentos característicos de maré vazante e maré enchente e diferentes condições de vento, nas regiões da ROTA 3, ROTA 4 e ROTA 5.

PROIBIDA A REPRODUÇÃO

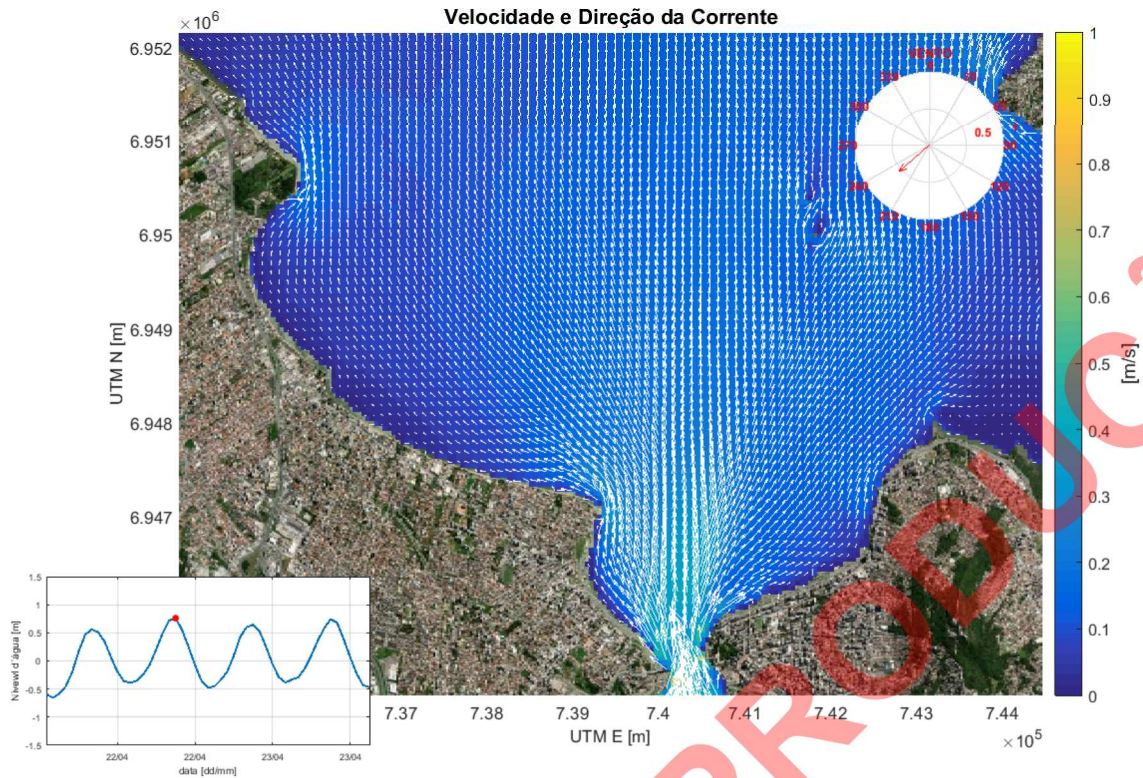


Figura 15: Velocidade e direção das correntes na região da ROTA 3, em instante de preamar e vento proveniente de NE.

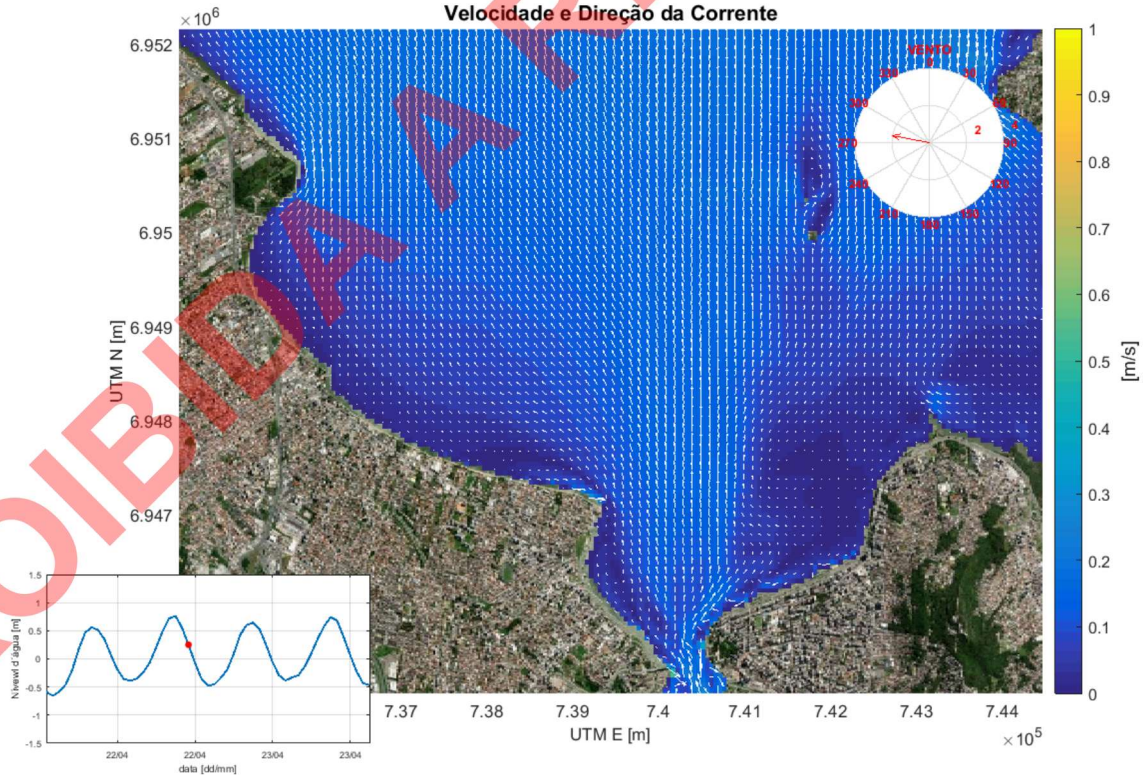


Figura 16: Velocidade e direção das correntes na região da ROTA 3, em instante de maré vazante, 2 h após a preamar e vento proveniente de E.

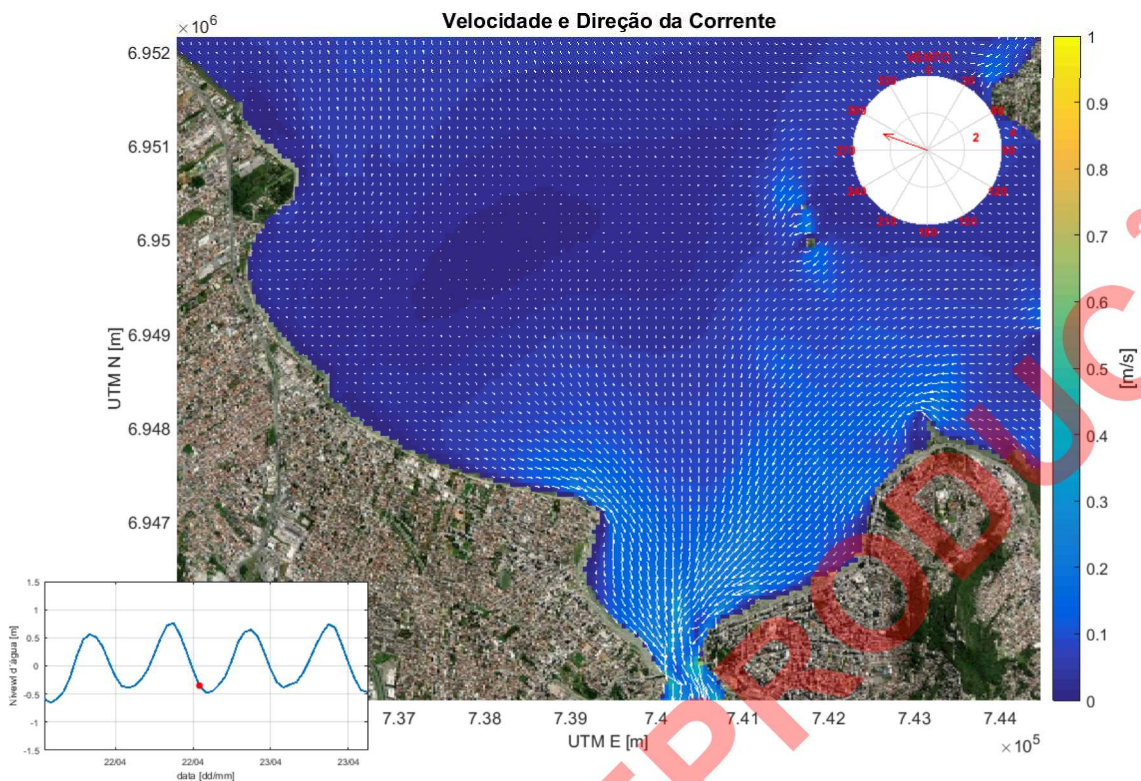


Figura 17: Velocidade e direção das correntes na região da ROTA 3, em instante de maré vazante, 4 h após a preamar e vento proveniente de ESE.

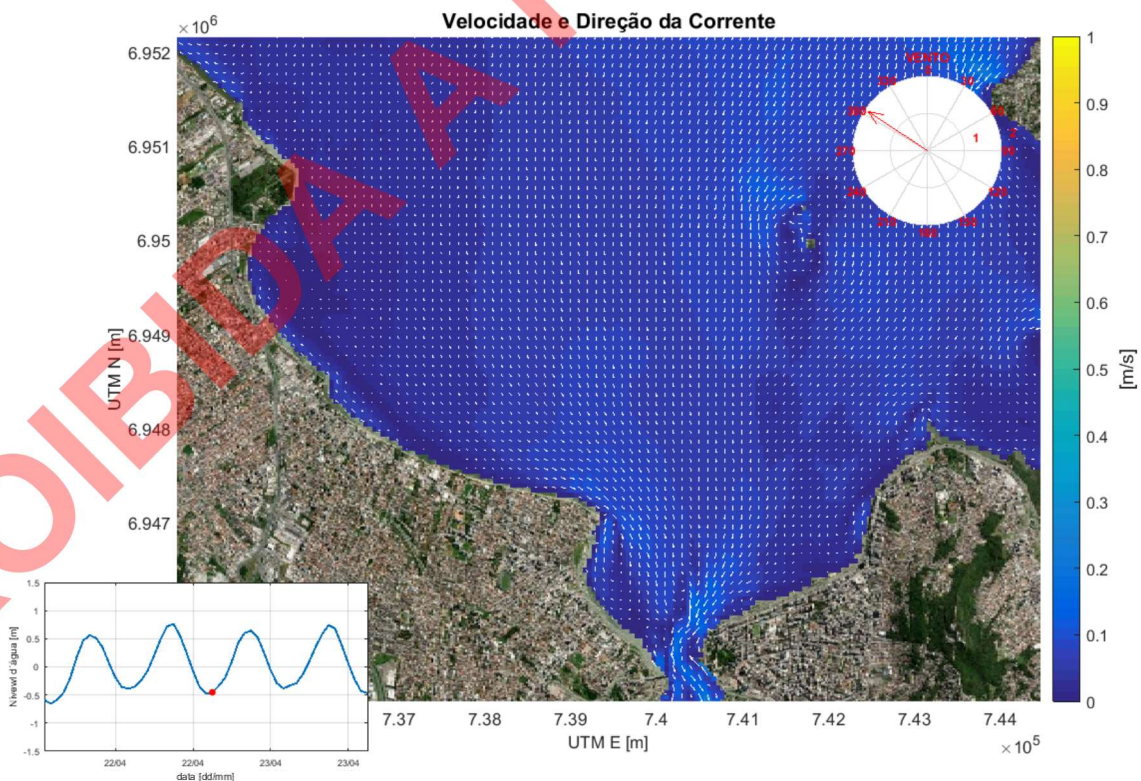


Figura 18: Velocidade e direção das correntes na região da ROTA 3, em instante de baixa-mar e vento proveniente de SE.

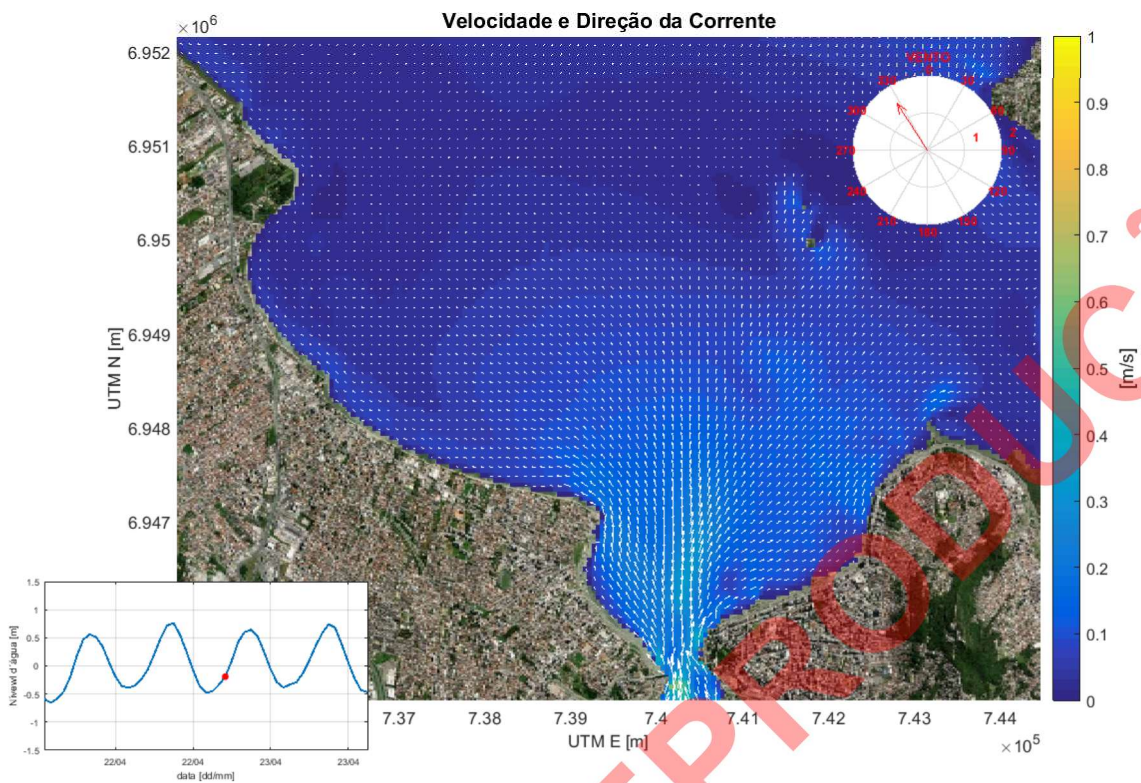


Figura 19: Velocidade e direção das correntes na região da ROTA 3, em instante de maré enchente, 2 h após a baixamar e vento proveniente de SSE.

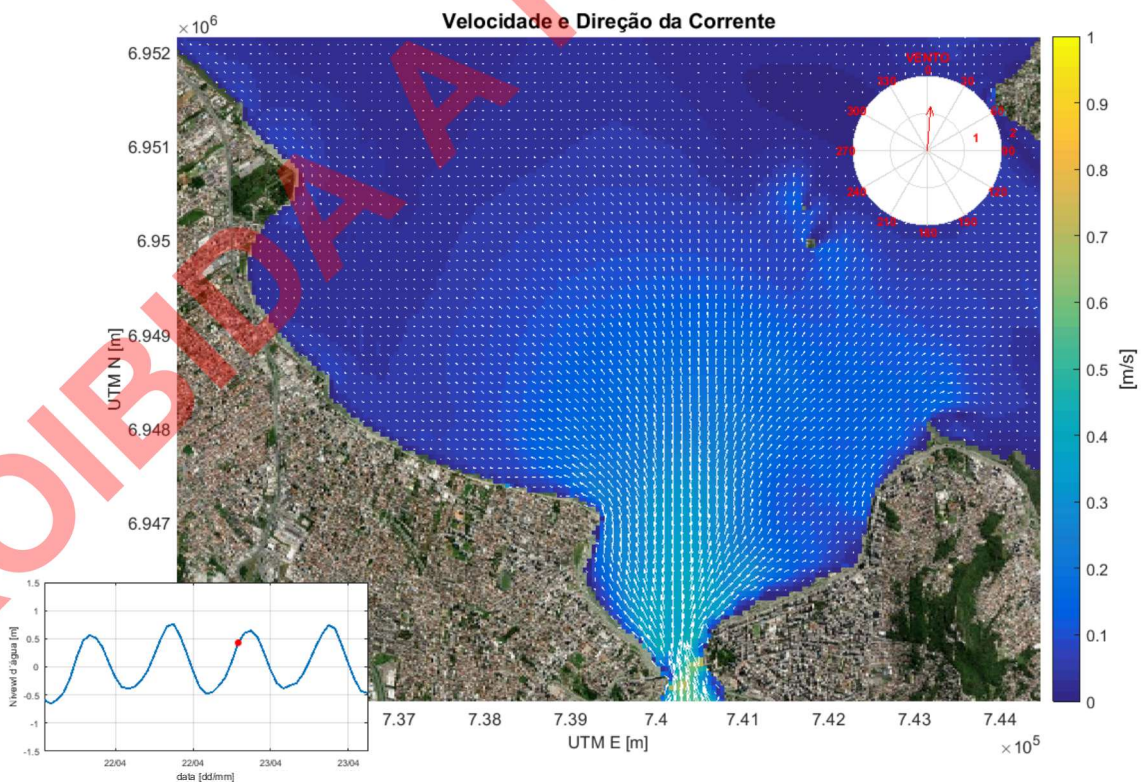


Figura 20: Velocidade e direção das correntes na região da ROTA 3, em instante de maré enchente, 4 h após a baixamar e vento proveniente de S.

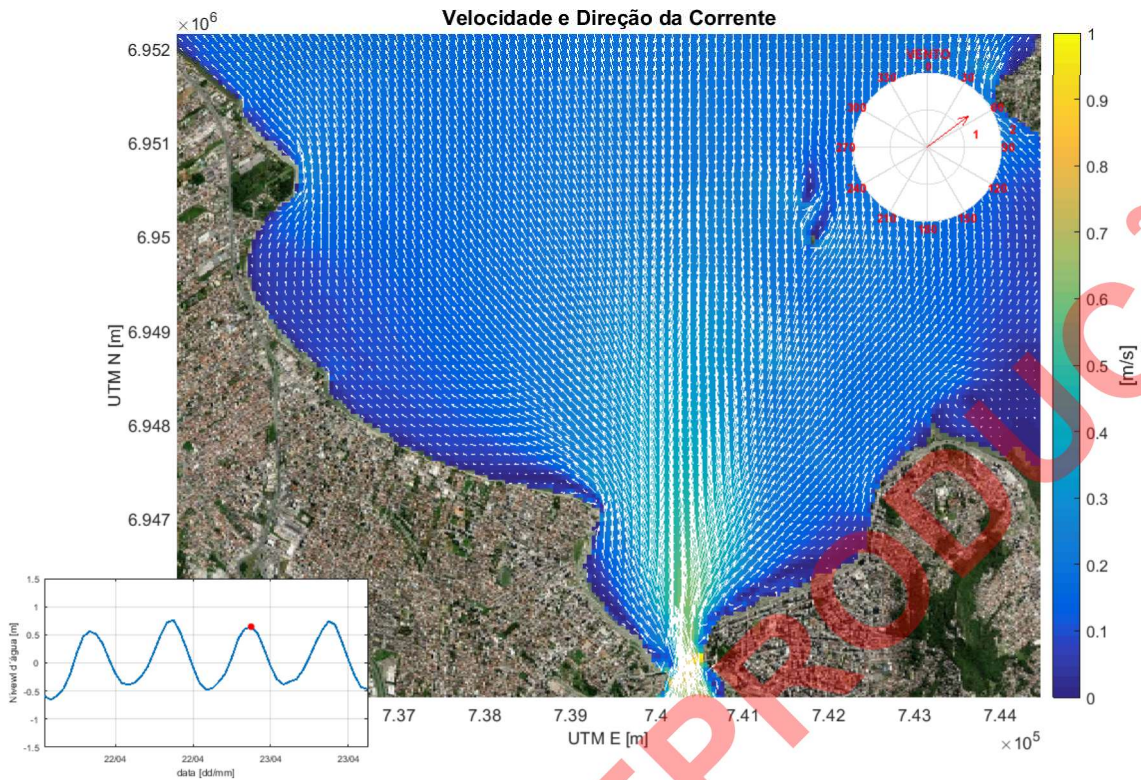


Figura 21: Velocidade e direção das correntes na região da ROTA 3, em instante de preamar e vento proveniente de SW.

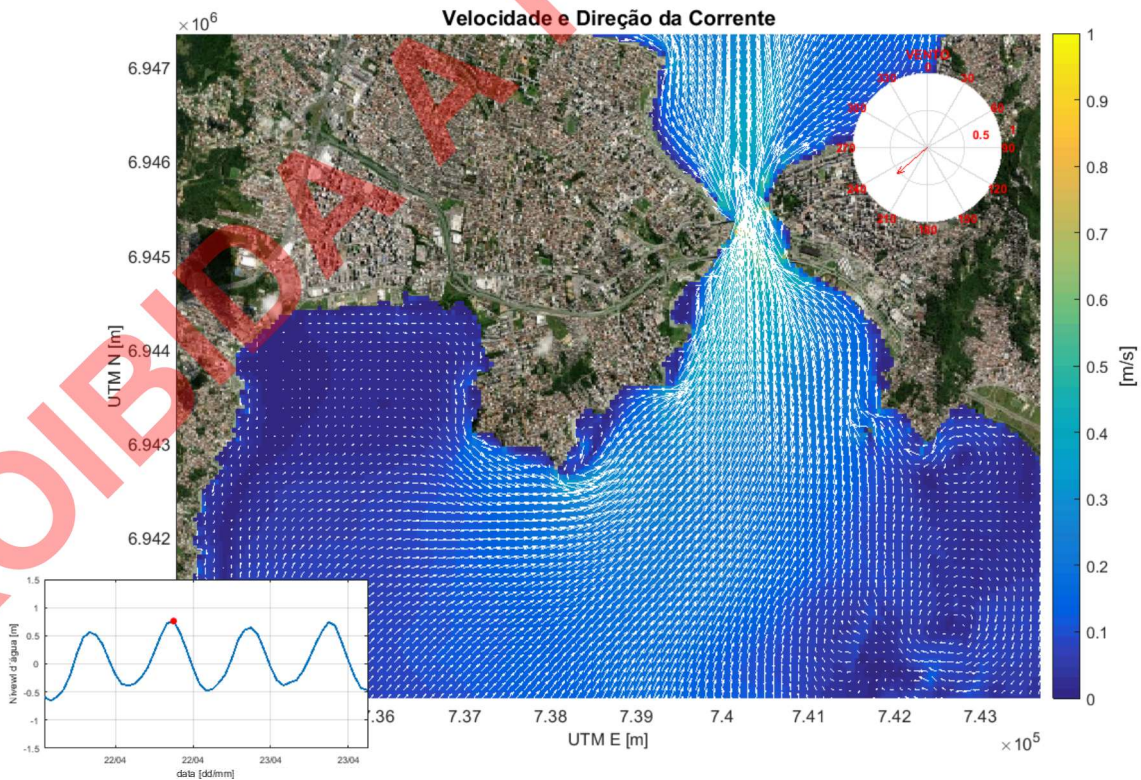


Figura 22: Velocidade e direção das correntes na região da ROTA 4, em instante de preamar e vento proveniente de NE.

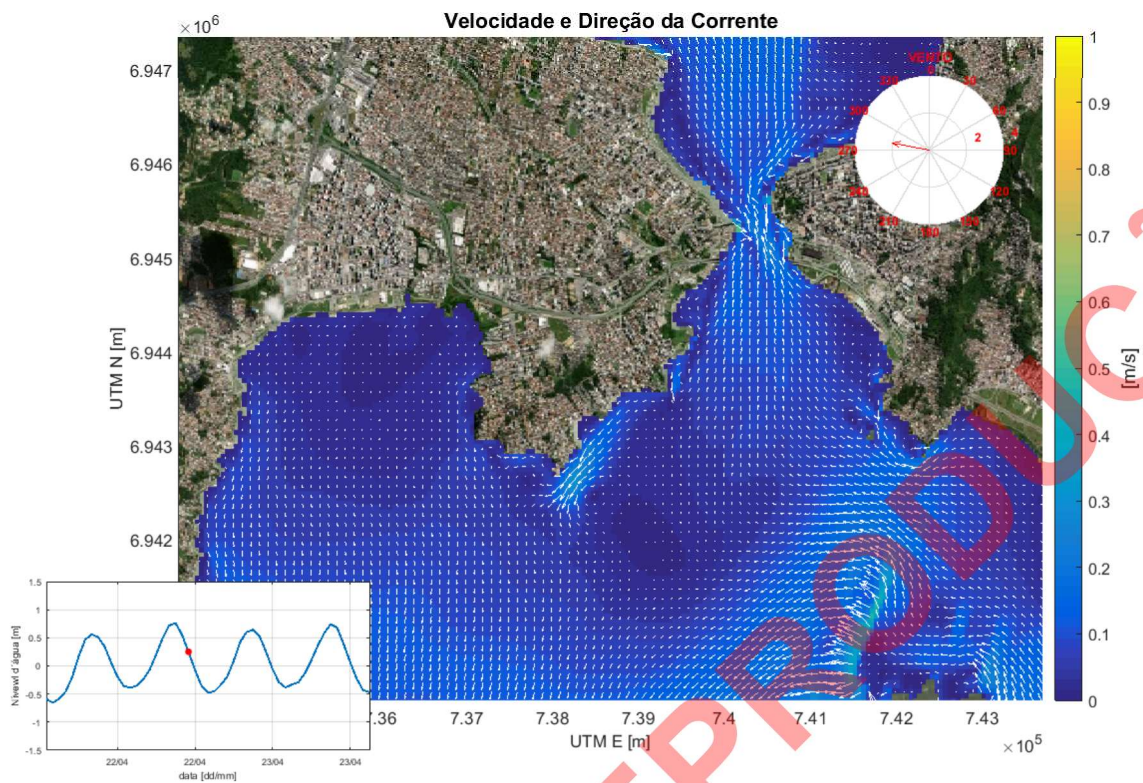


Figura 23: Velocidade e direção das correntes na região da ROTA 4, em instante de maré vazante, 2 h após a preamar e vento proveniente de E.

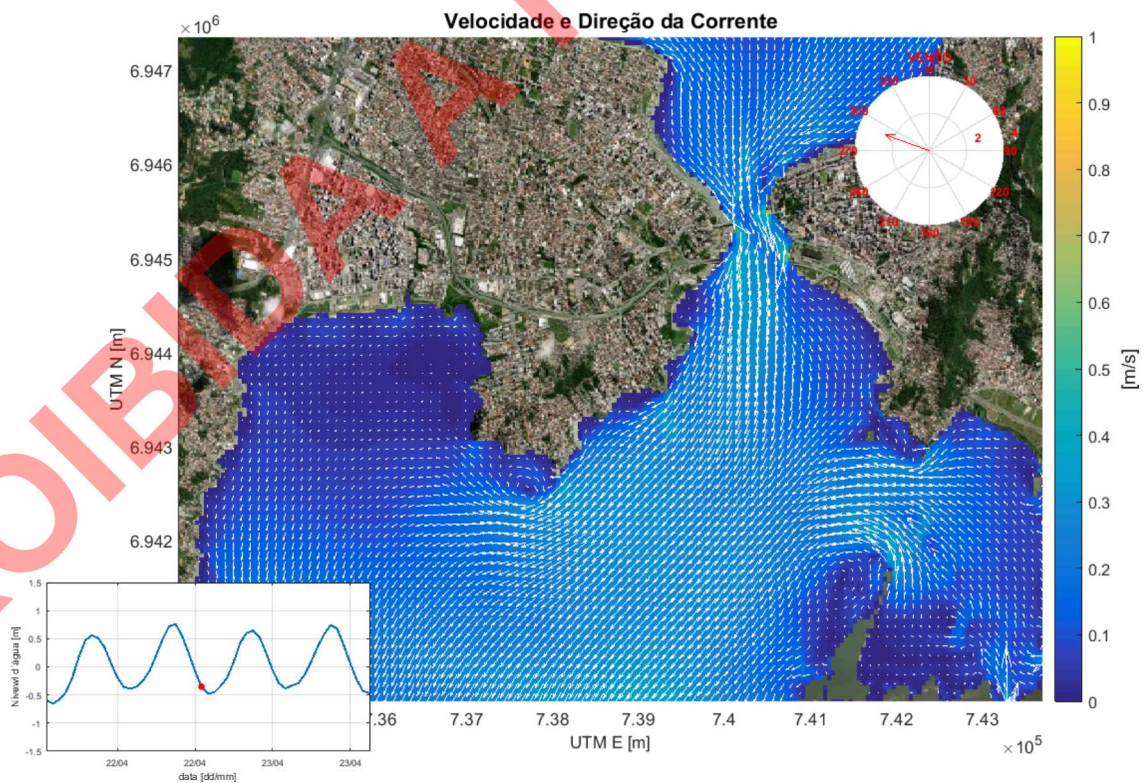


Figura 24: Velocidade e direção das correntes na região da ROTA 4, em instante de maré vazante, 4 h após a preamar e vento proveniente de ESE.

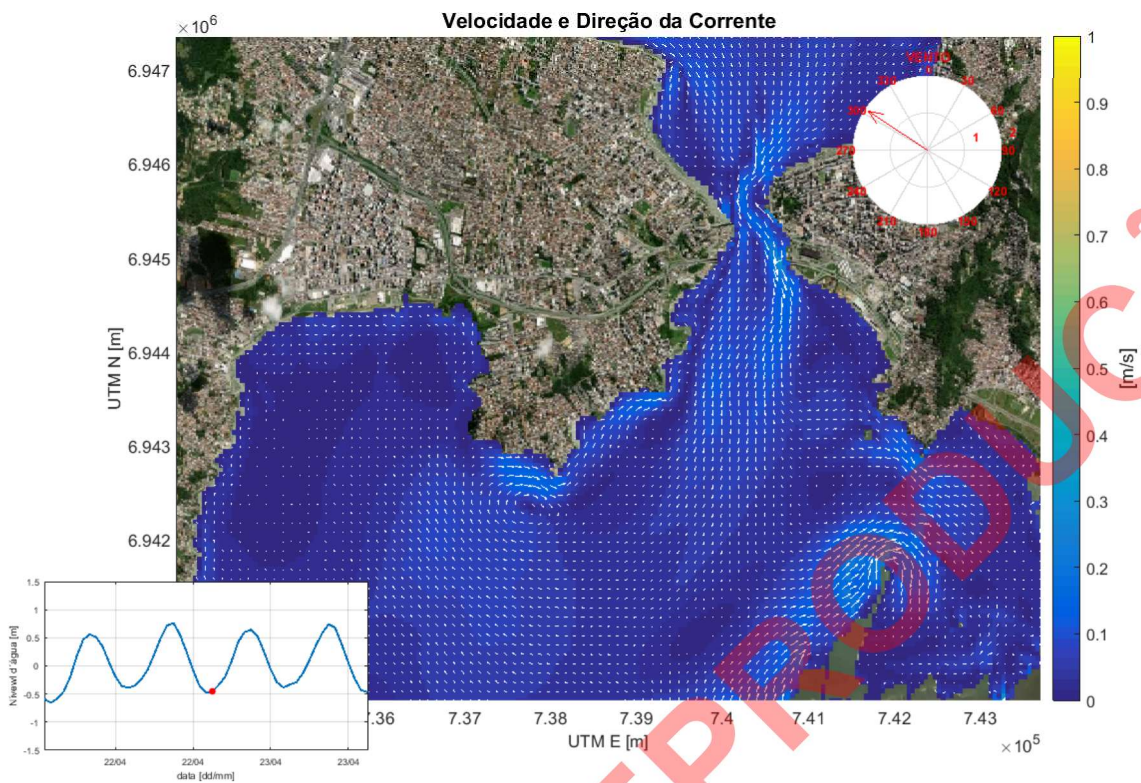


Figura 25: Velocidade e direção das correntes na região da ROTA 4, em instante de baixa-mar e vento proveniente de SE.

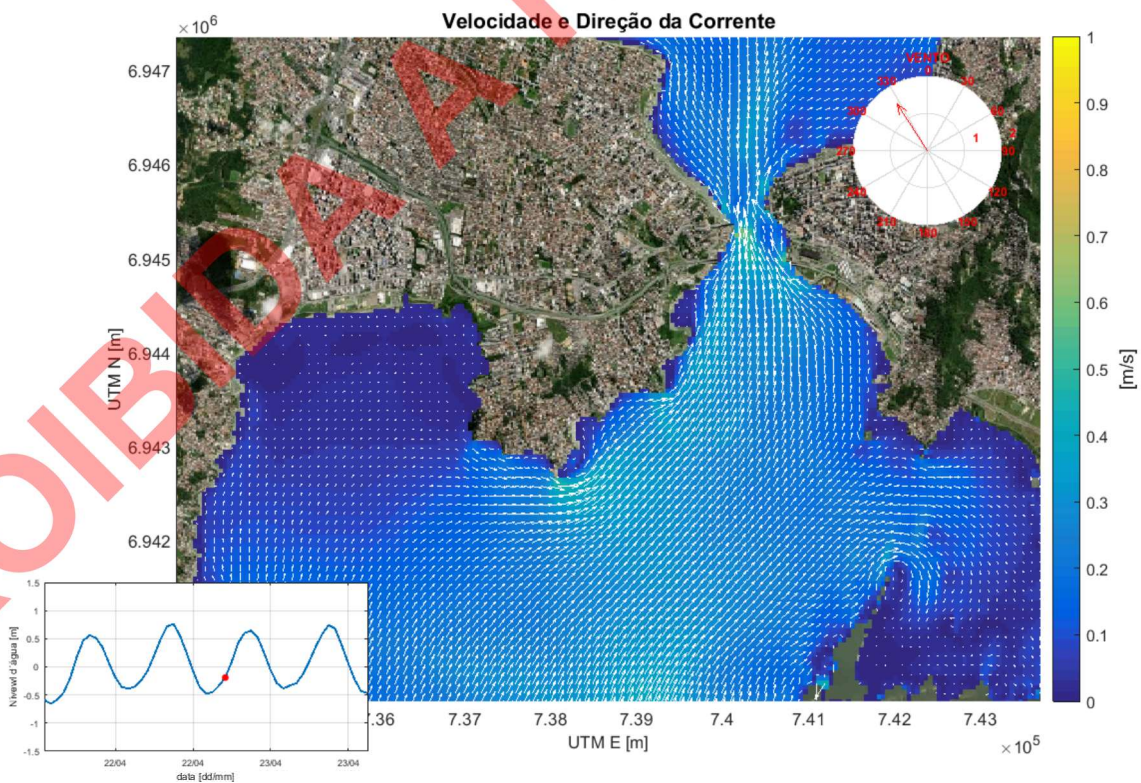


Figura 26: Velocidade e direção das correntes na região da ROTA 4, em instante de maré enchente, 2 h após a baixamar e vento proveniente de SSE.

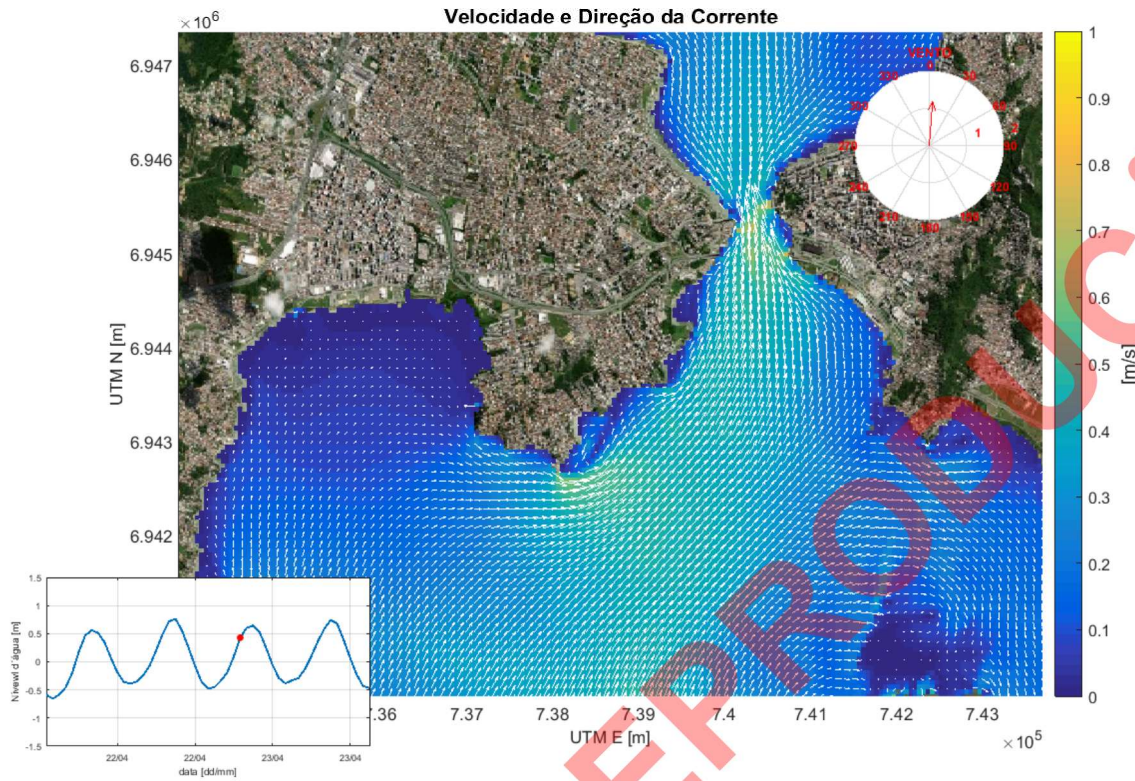


Figura 27: Velocidade e direção das correntes na região da ROTA 4, em instante de maré enchente, 4 h após a baixamar e vento proveniente de S.

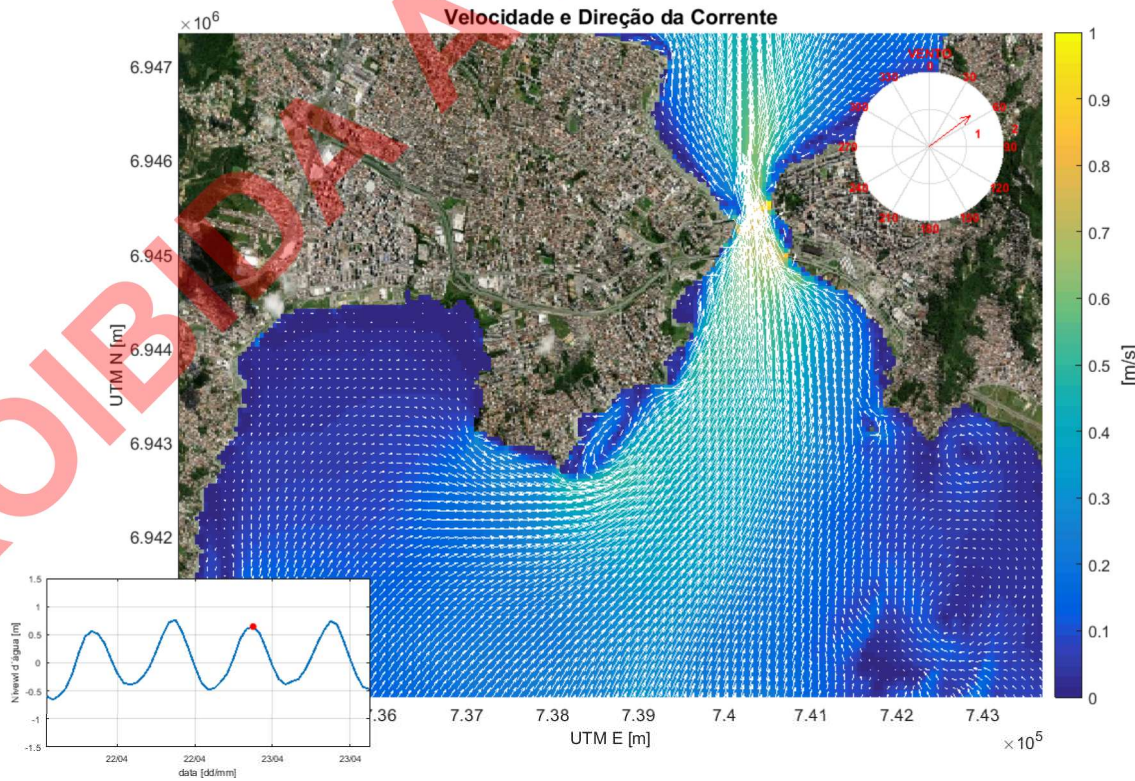


Figura 28: Velocidade e direção das correntes na região da ROTA 4, em instante de preamar e vento proveniente de SW.

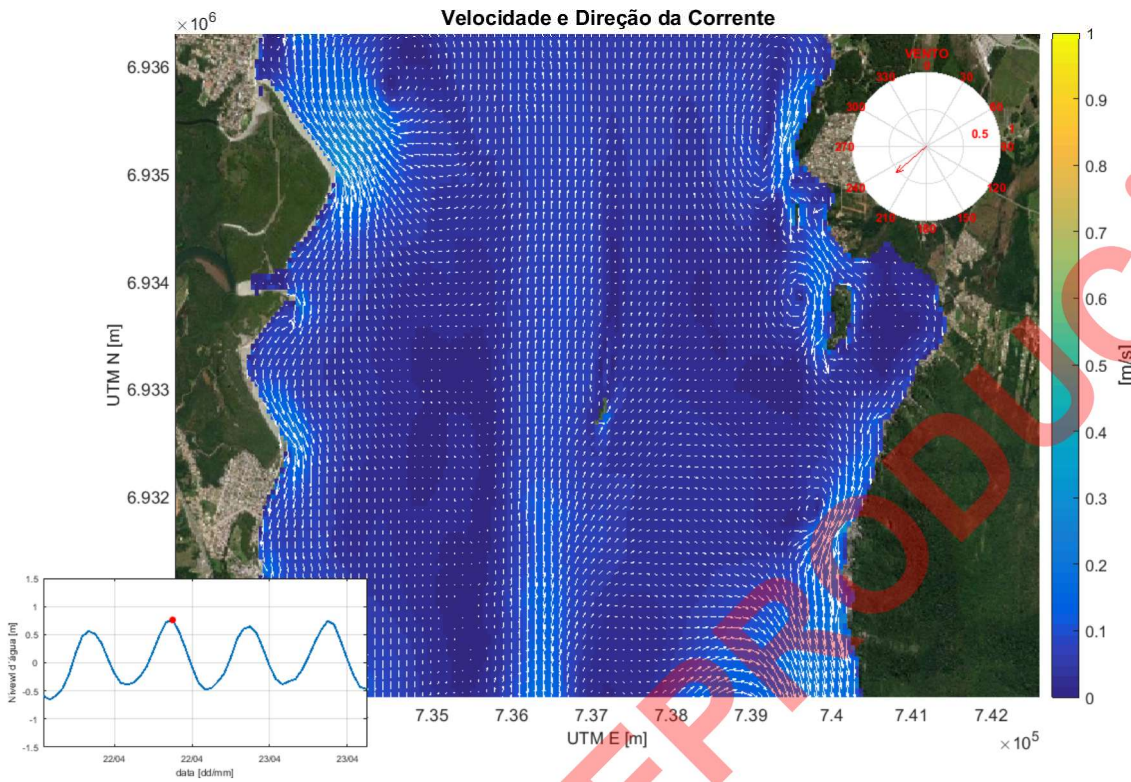


Figura 29: Velocidade e direção das correntes na região da ROTA 5, em instante de preamar e vento proveniente de NE.

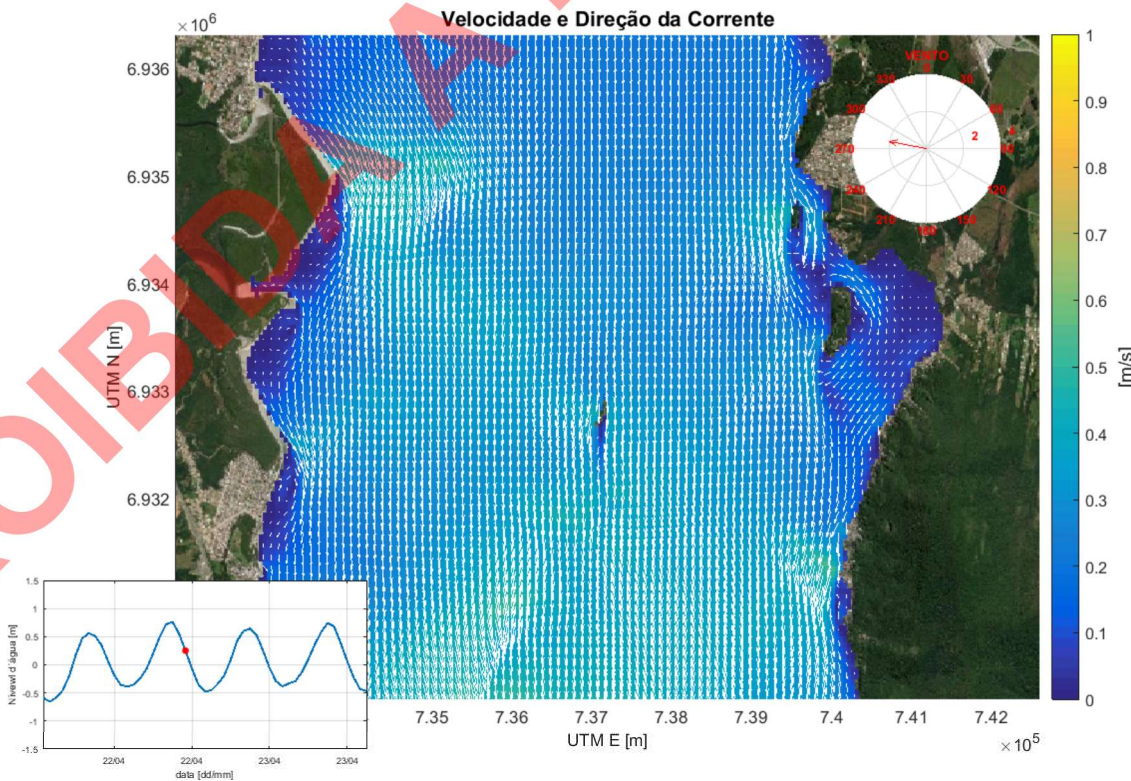


Figura 30: Velocidade e direção das correntes na região da ROTA 5, em instante de maré vazante, 2 h após a preamar e vento proveniente de E.

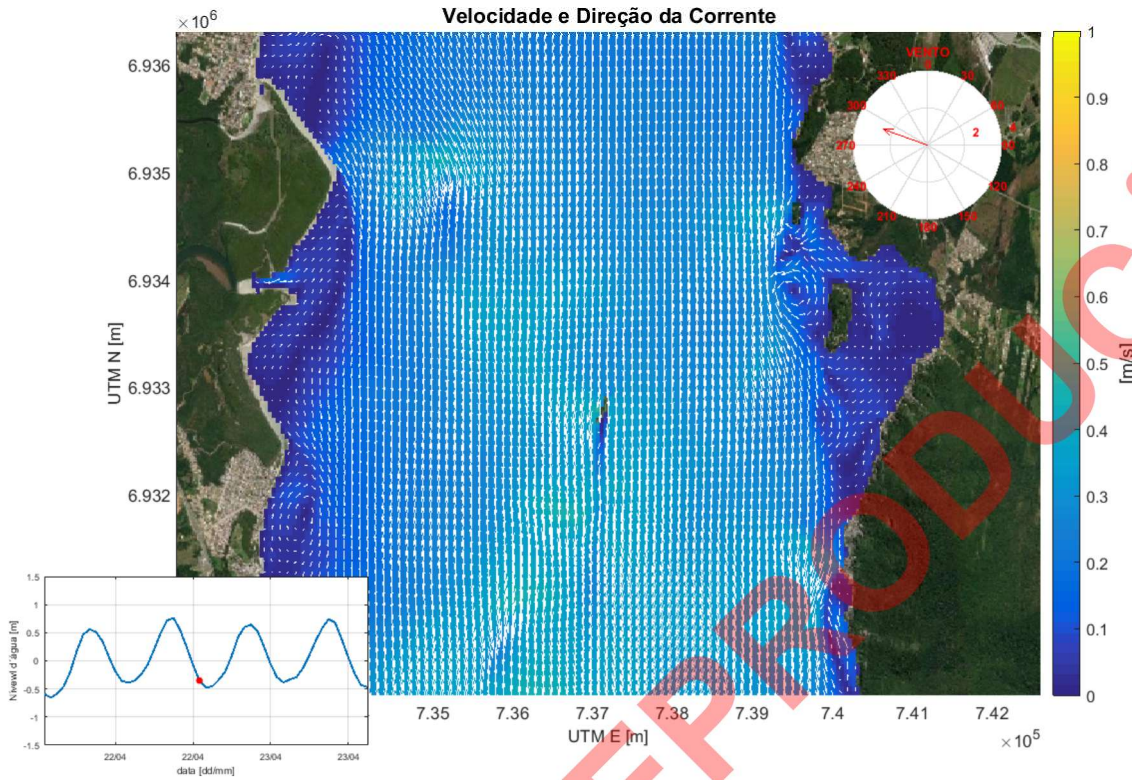


Figura 31: Velocidade e direção das correntes na região da ROTA 5, em instante de maré vazante, 4 h após a preamar e vento proveniente de ESE.

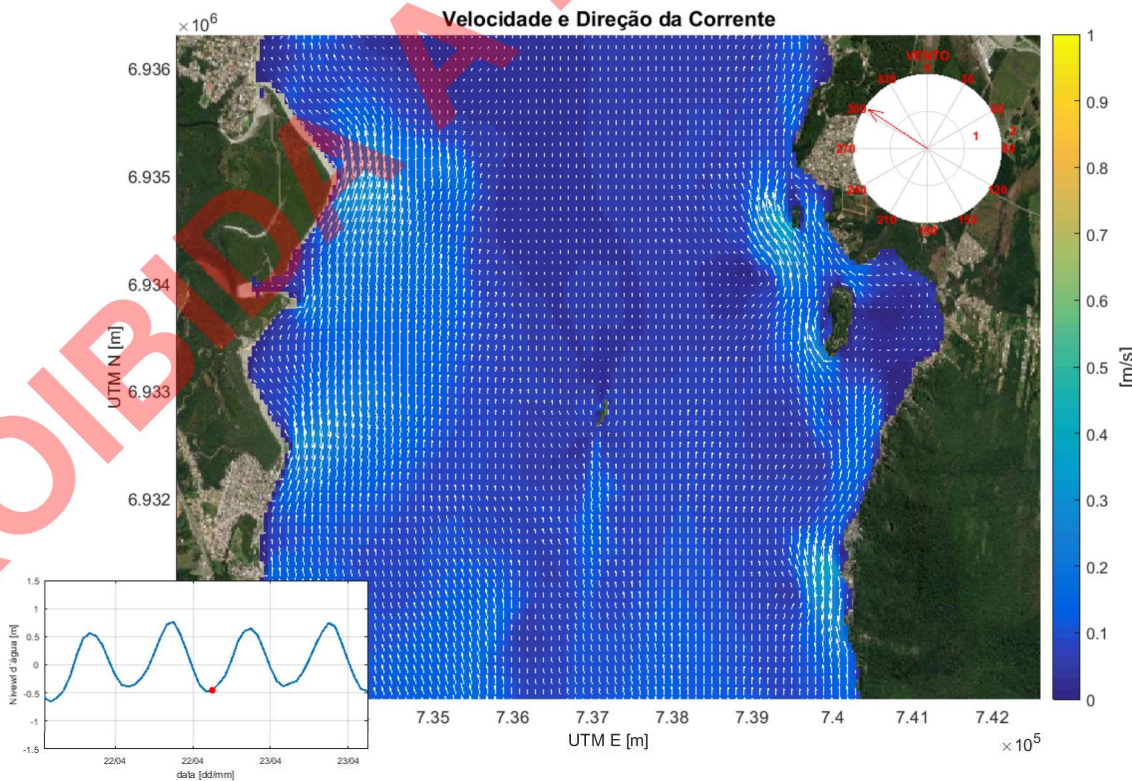


Figura 32: Velocidade e direção das correntes na região da ROTA 5, em instante de baixa-mar e vento proveniente de SE.

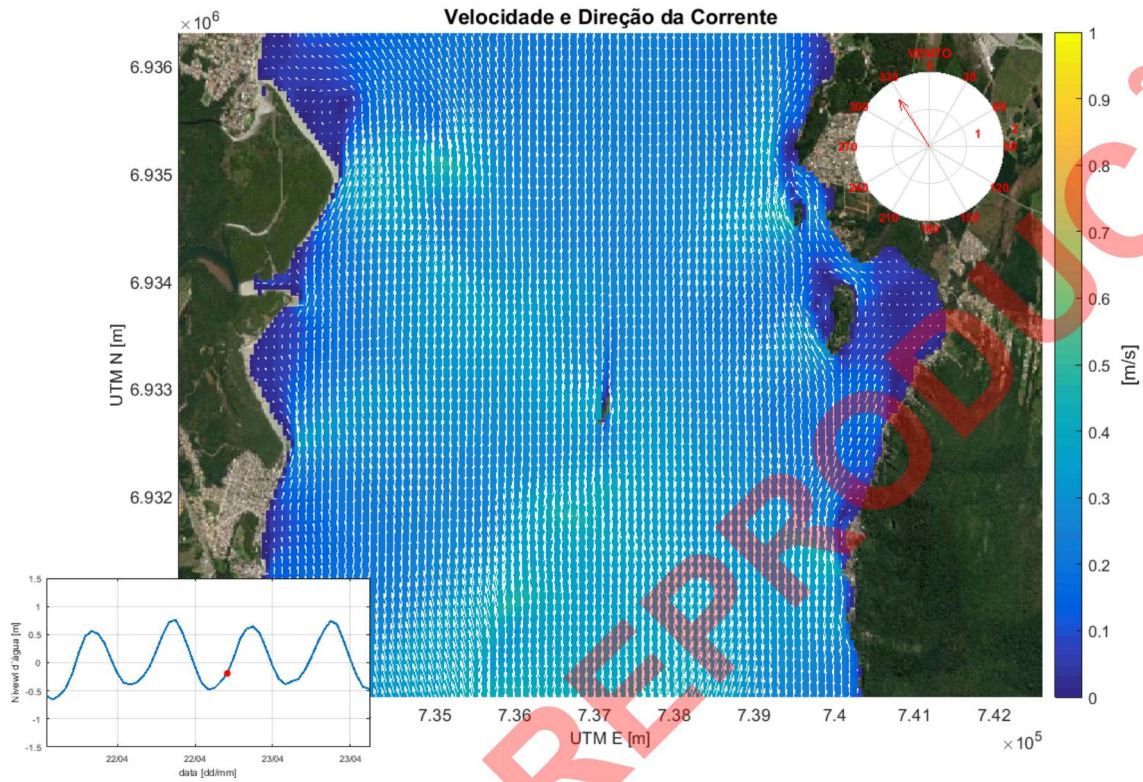


Figura 33: Velocidade e direção das correntes na região da ROTA 5, em instante de maré enchente, 2 h após a baixamar e vento proveniente de SSE.

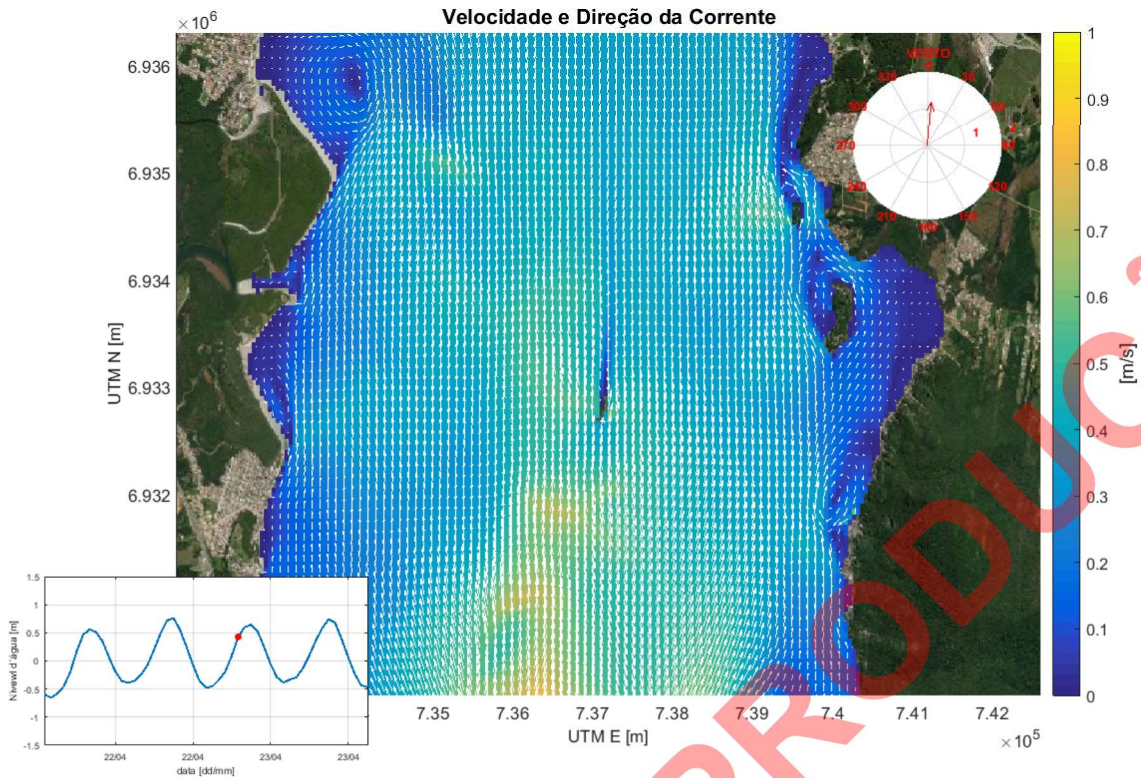


Figura 34: Velocidade e direção das correntes na região da ROTA 5, em instante de maré enchente, 4 h após a baixamar e vento proveniente de S.

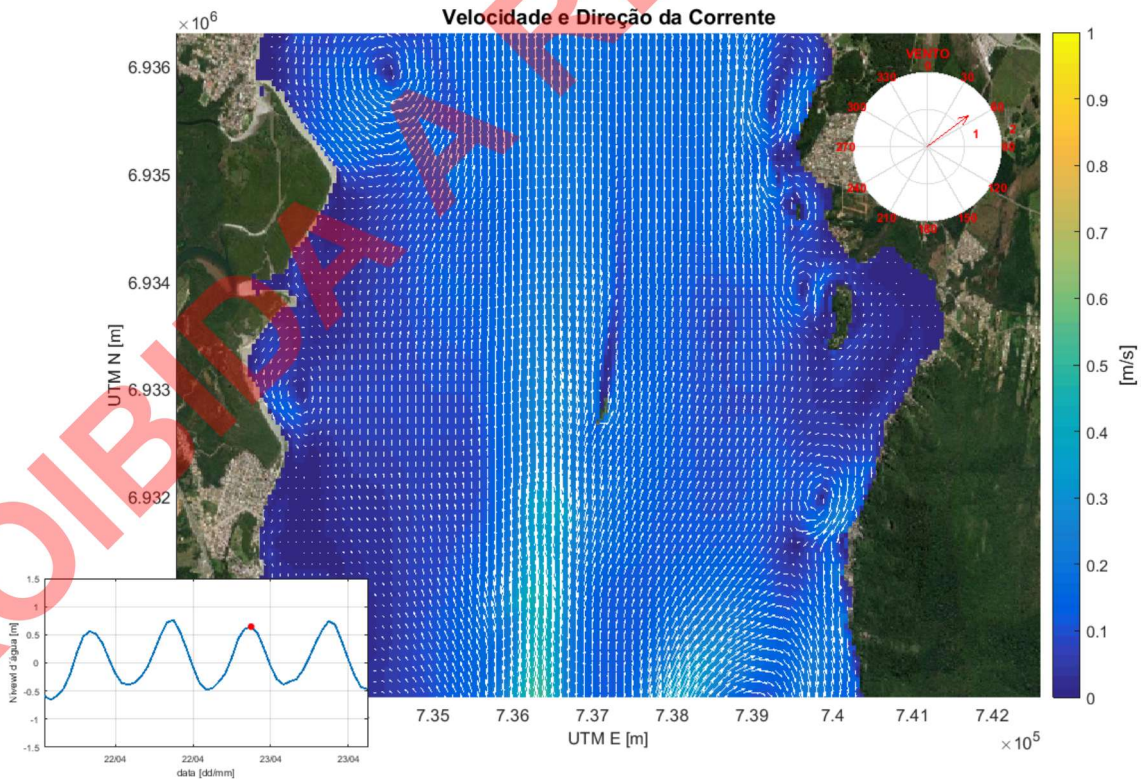


Figura 35: Velocidade e direção das correntes na região da ROTA 5, em instante de preamar e vento proveniente de SW.

Conforme pode ser observado, as correntes mais intensas ocorrem principalmente no canal central e mais profundo da Baía Sul (influenciando a navegação na ROTA 5) e no estreitamento existente entre a Ilha de Santa Catarina e o continente (influenciando a navegação na ROTA 3 e 4).

Nas margens, maiores velocidades ocorrem nos pontais, por efeito de constrição das linhas de fluxo, influenciando as manobras das embarcações no Terminal Barreiros, na Ponta dos Três Henriques, e no Terminal Pontal, nas proximidades do Pontal da Palhoça. Menores velocidades, por sua vez, ocorrem no interior dos pequenos embaiamentos, influenciando as manobras das embarcações no Terminal Tapera e Terminal Beira Mar.

PROIBIDA A REPRODUÇÃO

3.5.2. ANÁLISE PONTUAL DE CORRENTES

Análises estatísticas de velocidade e direção das correntes foram realizadas para 22 pontos de controle localizados ao longo dos canais de navegação, bacias de manobra e áreas de atracação dos terminais aquaviários propostos, conforme apresentado da Figura 36 até a Figura 40.



Figura 36: Vista geral dos pontos de controle para os quais foram realizadas análises estatísticas das correntes para dimensionamento das vias navegáveis.

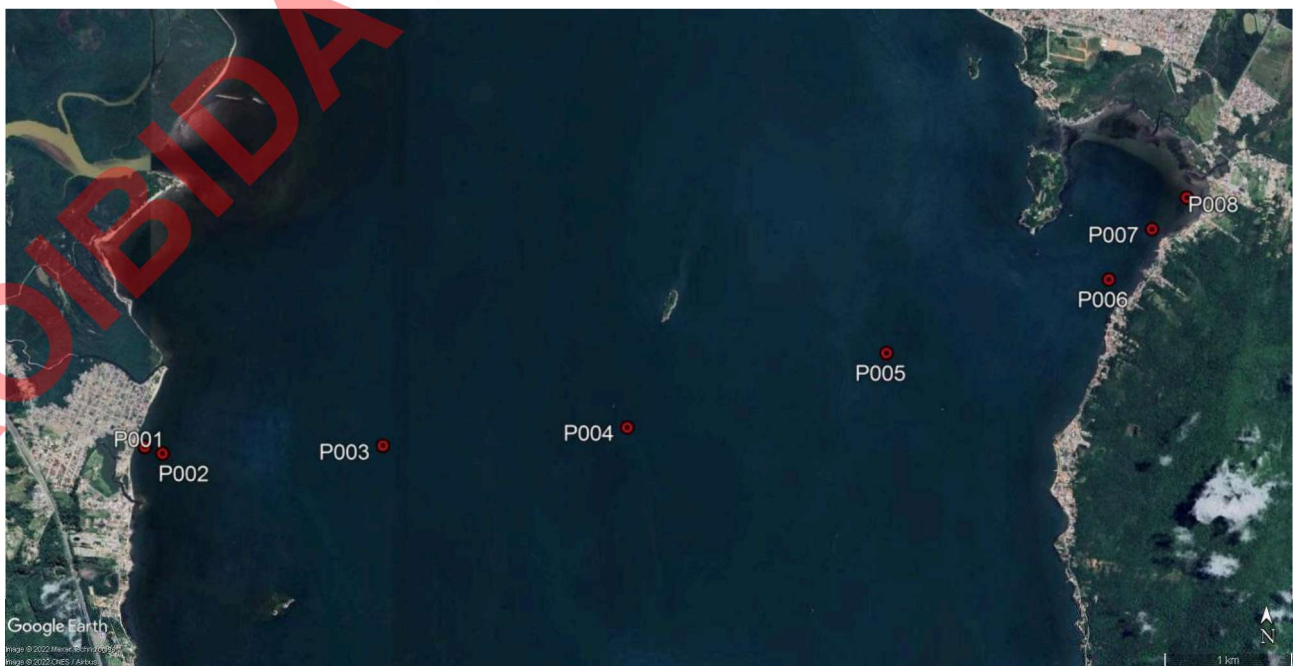


Figura 37: Pontos de controle P001 ao P008, para os quais foram realizadas análises estatísticas das correntes para dimensionamento da via navegável ROTA 5, entre Terminal Pontal e Terminal Tapera.



Figura 38: Pontos de controle P009 ao P013, para os quais foram realizadas análises estatísticas das correntes para dimensionamento da via navegável ROTA 4, entre Terminal Beira Mar e Terminal Mira Mar.



Figura 39: Pontos de controle P014 ao P018, para os quais foram realizadas análises estatísticas das correntes para dimensionamento da via navegável ROTA 4 (P014 ao P016) e ROTA 3, entre Terminal Barreiros e Terminal Mira Mar (P017 e P018).



Figura 40: Pontos de controle P019 ao P022, para os quais foram realizadas análises estatísticas das correntes para dimensionamento da via navegável ROTA 3, entre Terminal Barreiros e Terminal Mira Mar (P017 e P018).

Da Figura 41 até a Figura 73 são apresentados os histogramas direcionais das correntes e diagramas de ocorrência conjunta de velocidade e direção das correntes em cada ponto de controle analisado.

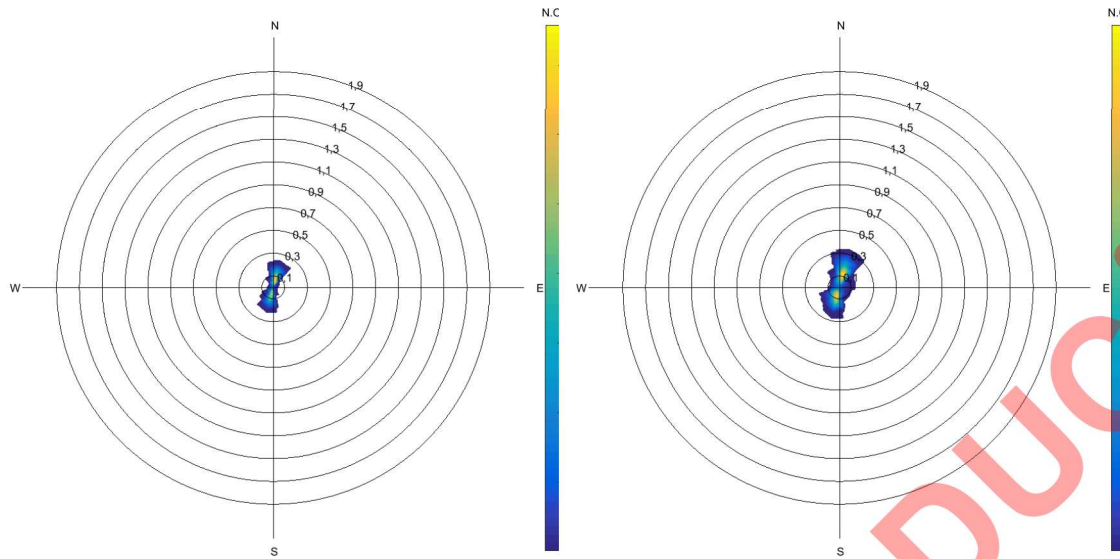


Figura 41: Histograma polar de ocorrência das correntes no P001 (painel esquerdo) e P002 (painel direito). Convenção oceanográfica – para onde vai.

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Total	Porc.
0.0-0.1	2084	927	109	43	34	29	35	70	314	1989	346	123	81	82	126	266	6658	75.797
0.1-0.2	995	242							7	865	1						2110	24.021
0.2-0.3	10	1								5							16	0.182
Total	3089	1170	109	43	34	29	35	70	321	2859	347	123	81	82	126	266	8784	
Porc.	35.17	13.32	1.24	0.49	0.39	0.33	0.4	0.8	3.65	32.55	3.95	1.4	0.92	0.93	1.43	3.03		

Figura 42: Ocorrência conjunta de velocidade (em m/s) e direção das correntes no P001.

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Total	Porc.
0.0-0.1	927	625	164	85	69	70	75	153	440	1262	658	258	171	128	175	307	5567	63.377
0.1-0.2	1038	582	6	4	2	1			38	1036	68					1	2776	31.603
0.2-0.3	315	90								29							434	4.941
0.3-0.4	7																7	0.08
Total	2287	1297	170	89	71	71	75	153	478	2327	726	258	171	128	175	308	8784	
Porc.	26.04	14.77	1.94	1.01	0.81	0.81	0.85	1.74	5.44	26.49	8.27	2.94	1.95	1.46	1.99	3.51		

Figura 43: Ocorrência conjunta de velocidade (em m/s) e direção das correntes no P002.

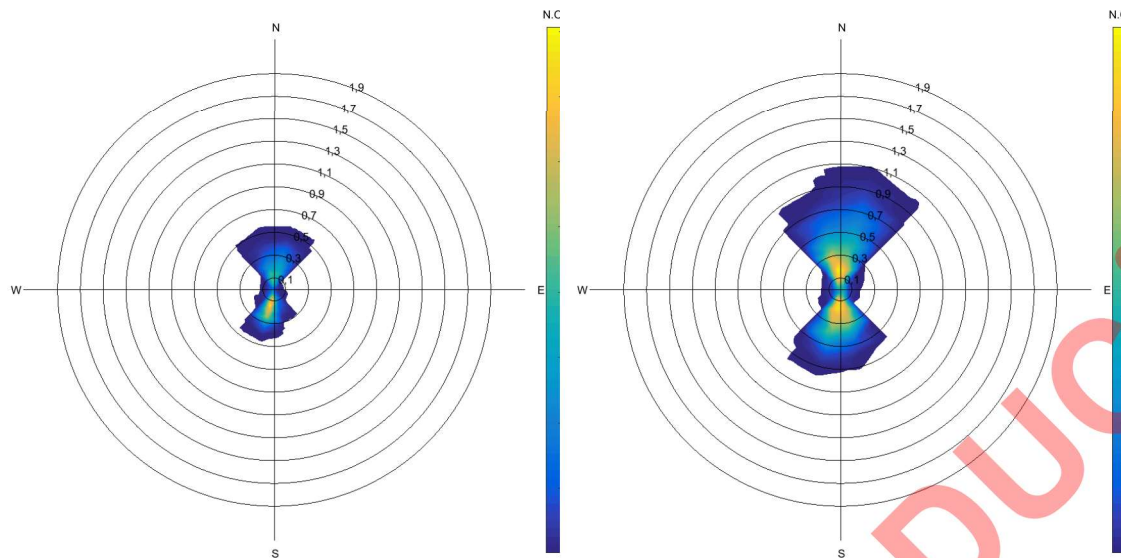


Figura 44: Histograma polar de ocorrência das correntes no P003 (painel esquerdo) e P004 (painel direito). Convenção oceanográfica – para onde vai.

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Total	Porc.
0.0-0.1	748	128	33	18	14	21	36	103	573	584	189	112	91	81	135	409	3275	37.284
0.1-0.2	1270	32						6	1107	522	15	3			2	55	3012	34.29
0.2-0.3	789	8							900	102						2	1801	20.503
0.3-0.4	358	3							240	5							606	6.899
0.4-0.5	75	1							6								82	0.934
0.5-0.6	8																8	0.091
Total	3248	172	33	18	14	21	36	109	2826	1213	204	115	91	81	137	466	8784	
Porc.	36.98	1.96	0.38	0.2	0.16	0.24	0.41	1.24	32.17	13.81	2.32	1.31	1.04	0.92	1.56	5.31		

Figura 45: Ocorrência conjunta de velocidade (em m/s) e direção das correntes no P003.

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Total	Porc.
0.0-0.1	435	184	88	43	30	38	59	135	482	183	55	33	29	37	77	194	2102	23.93
0.1-0.2	867	171	10	1	1	1	2	32	977	35	4	1			3	40	2145	24.419
0.2-0.3	809	37	1						863	8							1722	19.604
0.3-0.4	622	8							624	2							1259	14.333
0.4-0.5	434	1							349								784	8.925
0.5-0.6	292								111								403	4.588
0.6-0.7	193								16								209	2.379
0.7-0.8	101								1								102	1.161
0.8-0.9	38																38	0.433
0.9-1.0	18																18	0.205
1.0-1.1	2																2	0.023
Total	3811	401	99	44	31	39	61	167	3423	228	59	34	29	37	80	241	8784	
Porc.	43.39	4.57	1.13	0.5	0.35	0.44	0.69	1.9	38.97	2.6	0.67	0.39	0.33	0.42	0.91	2.74		

Figura 46: Ocorrência conjunta de velocidade (em m/s) e direção das correntes no P004.

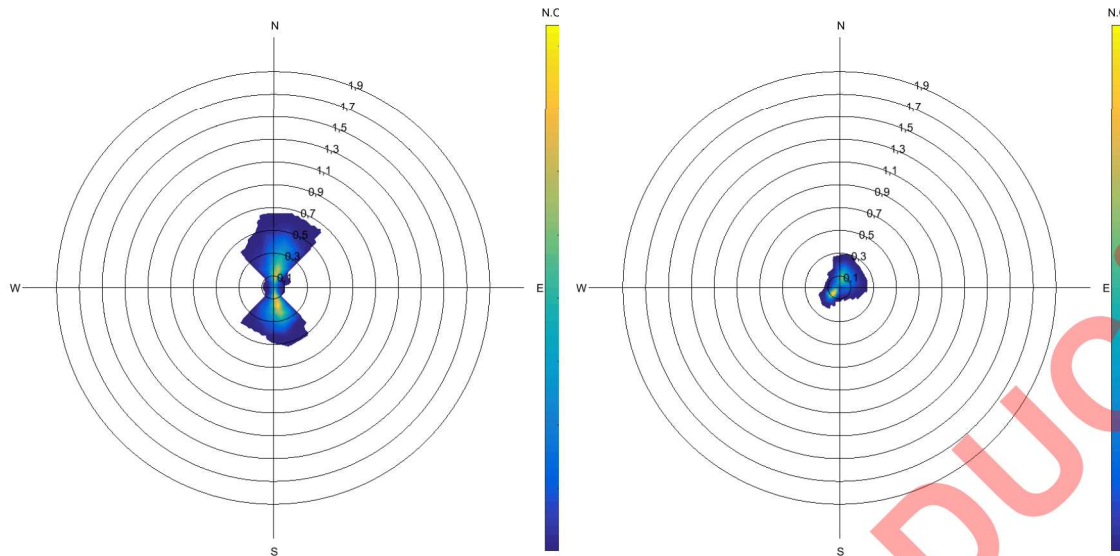


Figura 47: Histograma polar de ocorrência das correntes no P005 (painel esquerdo) e P006 (painel direito). Convenção oceanográfica – para onde vai.

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Total	Porc.
0.0-0.1	554	529	195	81	66	79	154	498	713	33	6	4	4	7	12	63	2998	34.13
0.1-0.2	1050	227						62	1528							12	2879	32.776
0.2-0.3	760	44						1	1066								1871	21.3
0.3-0.4	437	11							332								780	8.88
0.4-0.5	189								21								210	2.391
0.5-0.6	42																42	0.478
0.6-0.7	4																4	0.046
Total	3036	811	195	81	66	79	154	561	3660	33	6	4	4	7	12	75	8784	
Porc.	34.56	9.23	2.22	0.92	0.75	0.9	1.75	6.39	41.67	0.38	0.07	0.05	0.05	0.08	0.14	0.85		

Figura 48: Ocorrência conjunta de velocidade (em m/s) e direção das correntes no P005.

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Total	Porc.
0.0-0.1	600	782	547	353	252	176	132	95	127	262	1352	769	350	222	232	358	6609	75.239
0.1-0.2	285	714	232	149	126	21	2			6	484	23	2	1	2	11	2058	23.429
0.2-0.3	14	80	9	11	3												117	1.332
Total	899	1576	788	513	381	197	134	95	127	268	1836	792	352	223	234	369	8784	
Porc.	10.23	17.94	8.97	5.84	4.34	2.24	1.53	1.08	1.45	3.05	20.9	9.02	4.01	2.54	2.66	4.2		

Figura 49: Ocorrência conjunta de velocidade e (em m/s) direção das correntes no P006.

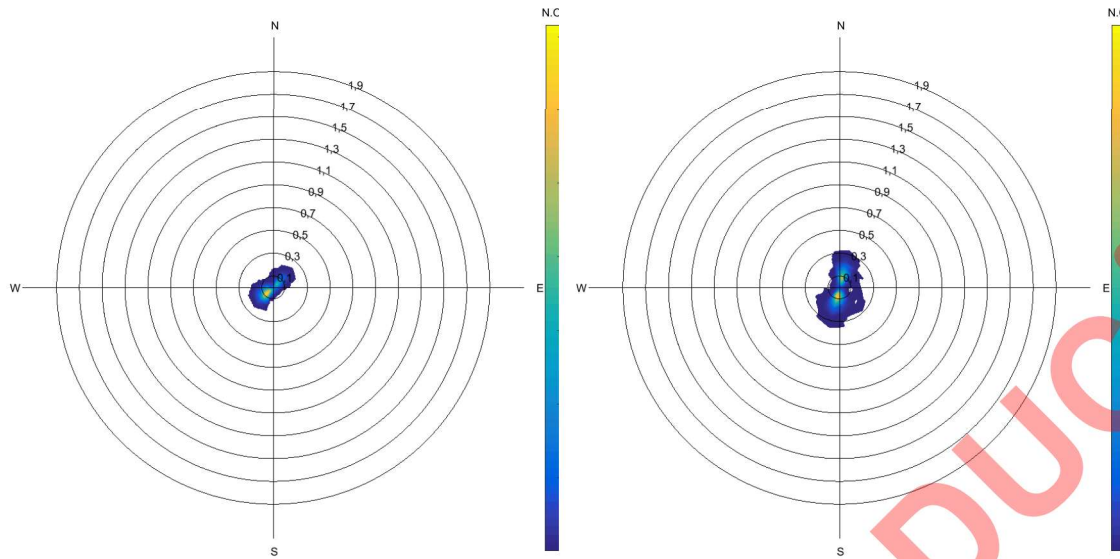


Figura 50: Histograma polar de ocorrência das correntes no P007 (painel esquerdo) e P008 (painel direito). Convenção oceanográfica – para onde vai.

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Total	Porc.
0.0-0.1	81	239	929	650	295	193	167	186	324	654	1728	1066	368	184	112	75	7251	82.548
0.1-0.2	2	36	284	27						4	809	284	55	4			1505	17.133
0.2-0.3			11							1	14	2					28	0.319
Total	83	275	1224	677	295	193	167	186	324	659	2551	1352	423	188	112	75	8784	
Porc.	0.94	3.13	13.93	7.71	3.36	2.2	1.9	2.12	3.69	7.5	29.04	15.39	4.82	2.14	1.28	0.85		

Figura 51: Ocorrência conjunta de velocidade (em m/s) e direção das correntes no P007.

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Total	Porc.
0.0-0.1	631	1194	375	96	98	78	117	413	1496	906	158	61	70	36	54	137	5920	67.395
0.1-0.2	165	929	31	5	3	4	5	52	884	488	27	3				3	2599	29.588
0.2-0.3	10	91	1	1				6	6	77	59	4					255	2.903
0.3-0.4		4		1					2	3							10	0.114
Total	806	2218	407	103	101	82	128	471	2459	1456	189	64	70	36	54	140	8784	
Porc.	9.18	25.25	4.63	1.17	1.15	0.93	1.46	5.36	27.99	16.58	2.15	0.73	0.8	0.41	0.61	1.59		

Figura 52: Ocorrência conjunta de velocidade (em m/s) e direção das correntes no P008.

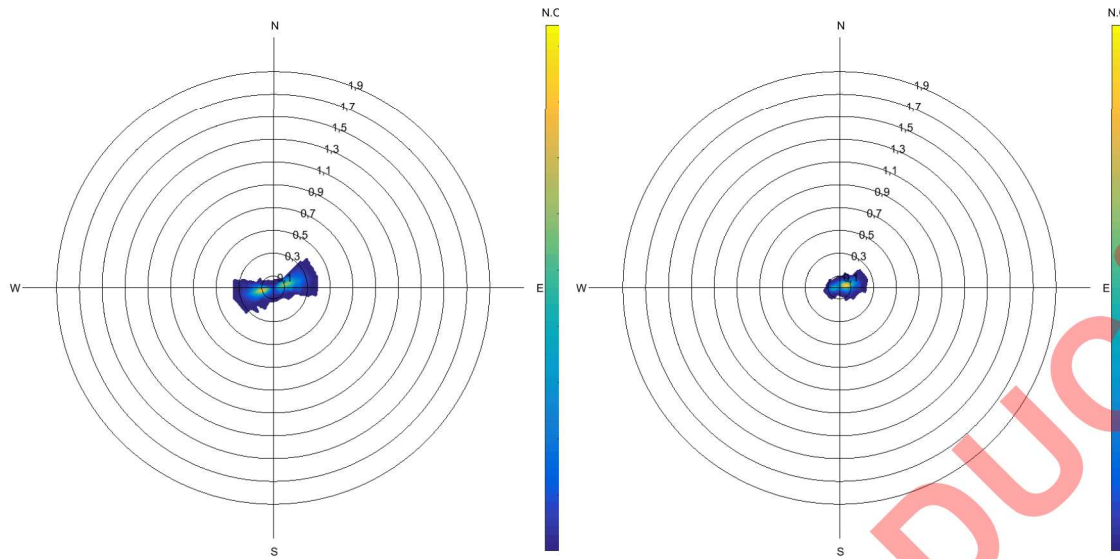


Figura 53: Histograma polar de ocorrência das correntes no P009 (painel esquerdo) e P010 (painel direito). Convenção oceanográfica – para onde vai.

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Total	Porc.
0.0-0.1	21	23	46	392	1068	319	153	106	112	138	331	1356	369	44	19	14	4511	51.355
0.1-0.2				286	1268	27				4	56	1603	114	1			3359	38.24
0.2-0.3				34	471							308	7				820	9.335
0.3-0.4				3	72							18	1				94	1.07
Total	21	23	46	715	2879	346	153	106	112	142	387	3285	491	45	19	14	8784	
Porc.	0.24	0.26	0.52	8.14	32.78	3.94	1.74	1.21	1.28	1.62	4.41	37.4	5.59	0.51	0.22	0.16		

Figura 54: Ocorrência conjunta de velocidade (em m/s) e direção das correntes no P009.

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Total	Porc.
0.0-0.1	269	427	973	1483	1284	495	250	146	105	111	187	614	725	370	236	215	7890	89.822
0.1-0.2			7	431	384	18					1	22	16				879	10.007
0.2-0.3				8	7												15	0.171
Total	269	427	980	1922	1675	513	250	146	105	111	188	636	741	370	236	215	8784	
Porc.	3.06	4.86	11.16	21.88	19.07	5.84	2.85	1.66	1.2	1.26	2.14	7.24	8.44	4.21	2.69	2.45		

Figura 55: Ocorrência conjunta de velocidade (em m/s) e direção das correntes no P010.

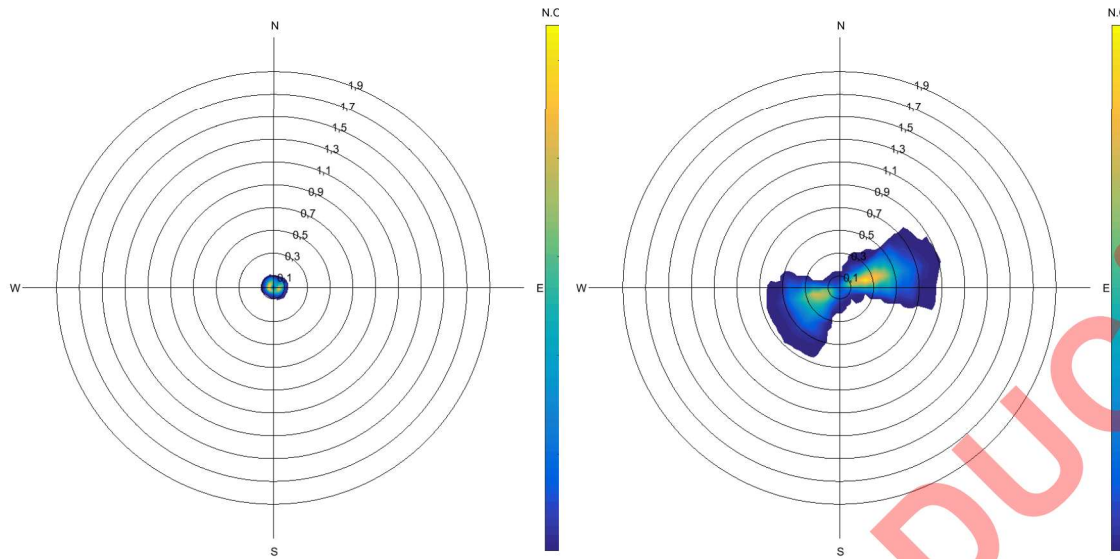


Figura 56: Histograma polar de ocorrência das correntes no P011 (painel esquerdo) e P012 (painel direito). Convenção oceanográfica – para onde vai.

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Total	Porc.
0.0-0.1	447	295	355	604	732	772	526	398	399	416	516	641	618	694	648	599	8660	98.588
0.1-0.2		1	9	52	20	20	7	1				1	1	1	3	8	124	1.412
Total	447	296	364	656	752	792	533	399	399	416	516	642	619	695	651	607	8784	
Porc.	5.09	3.37	4.14	7.47	8.56	9.02	6.07	4.54	4.54	4.74	5.87	7.31	7.05	7.91	7.41	6.91		

Figura 57: Ocorrência conjunta de velocidade (em m/s) e direção das correntes no P011.

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Total	Porc.
0.0-0.1	32	79	227	274	222	109	69	90	96	161	230	347	182	64	41	26	2249	25.603
0.1-0.2			150	726	164	2			10	47	273	760	20				2152	24.499
0.2-0.3			21	837	12						89	868	1				1828	20.811
0.3-0.4				693							43	607					1343	15.289
0.4-0.5				484							4	243					731	8.322
0.5-0.6				267								38					305	3.472
0.6-0.7				123								3					126	1.434
0.7-0.8				45													45	0.512
0.8-0.9				5													5	0.057
Total	32	79	398	3454	398	111	69	90	106	208	639	2866	203	64	41	26	8784	
Porc.	0.36	0.9	4.53	39.32	4.53	1.26	0.79	1.02	1.21	2.37	7.27	32.63	2.31	0.73	0.47	0.3		

Figura 58: Ocorrência conjunta de velocidade (em m/s) e direção das correntes no P012.

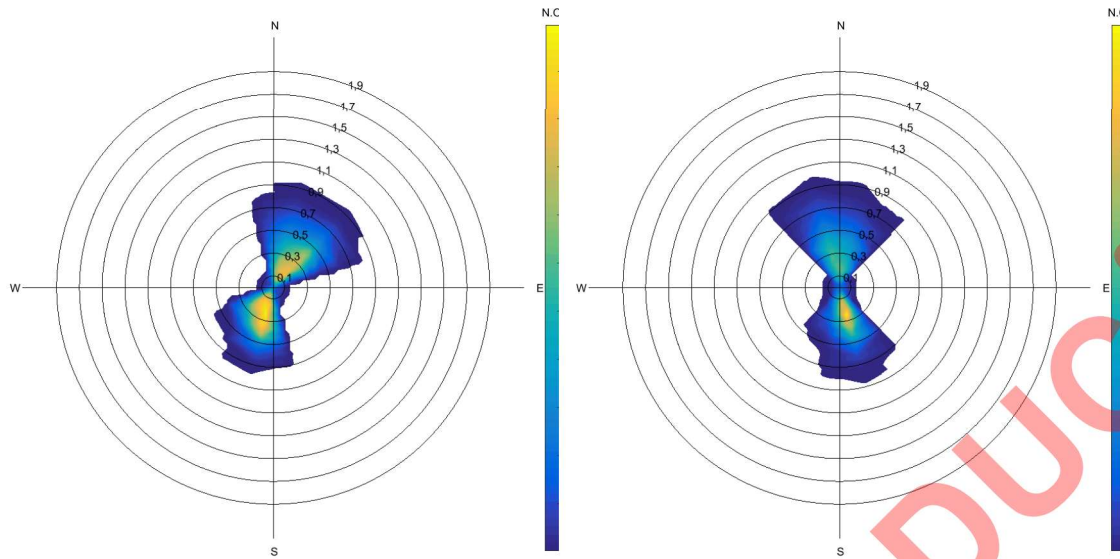


Figura 59: Histograma polar de ocorrência das correntes no P013 (painel esquerdo) e P014 (painel direito). Convenção oceanográfica – para onde vai.

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Total	Porc.
0.0-0.1	126	336	259	80	46	29	29	48	137	360	272	70	39	22	37	40	1930	21.972
0.1-0.2	7	630	306	2				1	21	770	267						2004	22.814
0.2-0.3		633	223						1	859	133						1849	21.05
0.3-0.4		539	153							712	17						1421	16.177
0.4-0.5		425	92							402	1						920	10.474
0.5-0.6		254	37							103							394	4.485
0.6-0.7		150	12							16							178	2.026
0.7-0.8		71	6							2							79	0.899
0.8-0.9		8															8	0.091
0.9-1.0		1															1	0.011
Total	133	3047	1088	82	46	29	29	49	159	3224	690	70	39	22	37	40	8784	
Porc.	1.51	34.69	12.39	0.93	0.52	0.33	0.33	0.56	1.81	36.7	7.86	0.8	0.44	0.25	0.42	0.46		

Figura 60: Ocorrência conjunta de velocidade (em m/s) e direção das correntes no P013.

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Total	Porc.
0.0-0.1	302	184	91	54	35	69	99	244	307	120	42	23	24	25	51	165	1835	20.89
0.1-0.2	660	124					5	307	742	32	1					81	1952	22.222
0.2-0.3	750	26						139	862	1	1					28	1807	20.571
0.3-0.4	705							37	693	1						7	1443	16.428
0.4-0.5	529							6	396							1	932	10.61
0.5-0.6	324								142								466	5.305
0.6-0.7	175								45								220	2.505
0.7-0.8	96								4								100	1.138
0.8-0.9	22								2								24	0.273
0.9-1.0	5																5	0.057
Total	3568	334	91	54	35	69	104	733	3193	154	44	23	24	25	51	282	8784	
Porc.	40.62	3.8	1.04	0.61	0.4	0.79	1.18	8.34	36.35	1.75	0.5	0.26	0.27	0.28	0.58	3.21		

Figura 61: Ocorrência conjunta de velocidade (em m/s) e direção das correntes no P014.

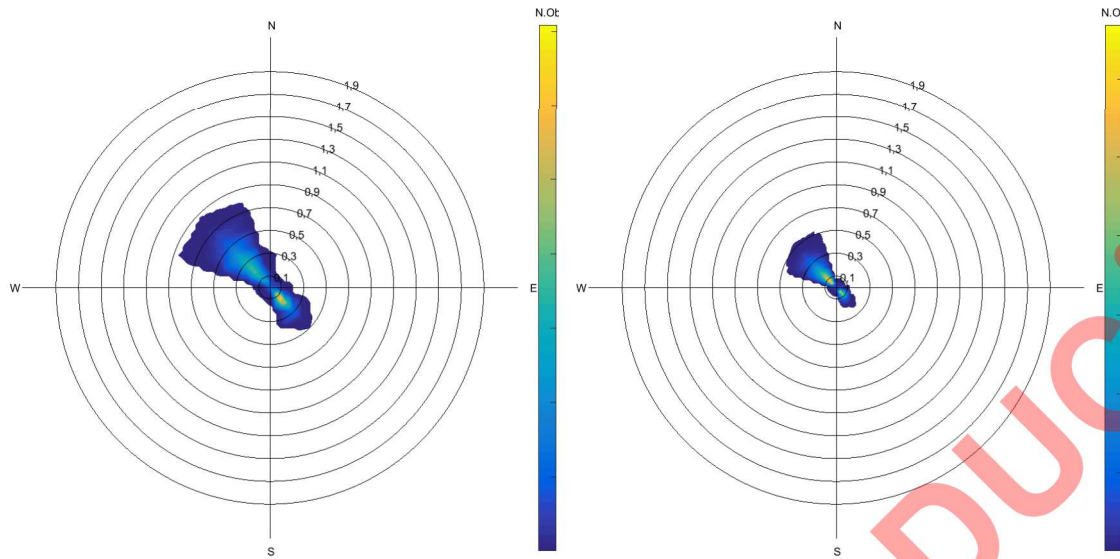


Figura 62: Histograma polar de ocorrência das correntes no P015 (painel esquerdo) e P016 (painel direito). Convenção oceanográfica – para onde vai.

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Total	Porc.
0.0-0.1	119	64	51	62	109	297	845	182	18	22	11	12	21	42	392	561	2808	31.967
0.1-0.2						34	1566	56	3				1	2	582	525	2769	31.523
0.2-0.3							660		1						635	322	1618	18.42
0.3-0.4							98								524	173	795	9.051
0.4-0.5							3								350	96	449	5.112
0.5-0.6															166	49	215	2.448
0.6-0.7															91	12	103	1.173
0.7-0.8															25	1	26	0.296
0.8-0.9															1		1	0.011
Total	119	64	51	62	109	331	3172	239	21	22	11	12	22	44	2766	1739	8784	
Porc.	1.35	0.73	0.58	0.71	1.24	3.77	36.11	2.72	0.24	0.25	0.13	0.14	0.25	0.5	31.49	19.8		

Figura 63: Ocorrência conjunta de velocidade (em m/s) e direção das correntes no P015.

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Total	Porc.
0.0-0.1	71	40	37	38	81	433	1960	108	22	12	9	23	30	169	2427	192	5652	64.344
0.1-0.2							1	245							1658		1904	21.676
0.2-0.3															854		855	9.734
0.3-0.4															315		315	3.586
0.4-0.5															57		57	0.649
0.5-0.6															1		1	0.011
Total	71	40	37	38	81	434	2206	108	22	12	9	23	30	169	5312	192	8784	
Porc.	0.81	0.46	0.42	0.43	0.92	4.94	25.11	1.23	0.25	0.14	0.1	0.26	0.34	1.92	60.47	2.19		

Figura 64: Ocorrência conjunta de velocidade (em m/s) e direção das correntes no P016.

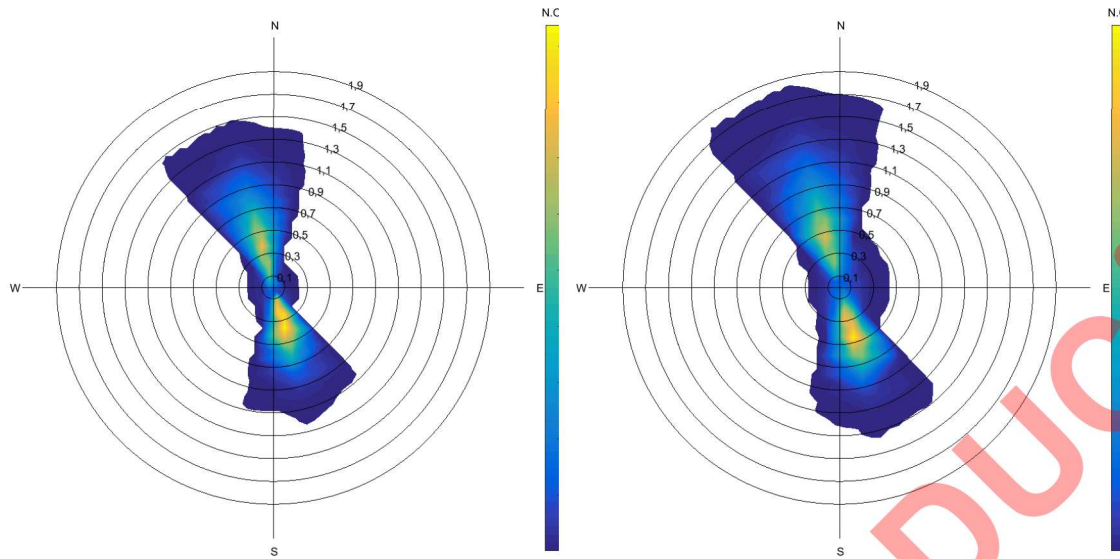


Figura 65: Histograma polar de ocorrência das correntes no P017 (painel esquerdo) e P018 (painel direito). Convenção oceanográfica – para onde vai.

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Total	Porc.
0.0-0.1	214	42	25	15	21	34	77	274	178	69	45	23	29	40	69	198	1353	15.403
0.1-0.2	120						6	533	255	8			1	2	34	481	1440	16.393
0.2-0.3	15							580	184						1	535	1315	14.97
0.3-0.4	2							555	130							536	1223	13.923
0.4-0.5								493	57							527	1077	12.261
0.5-0.6								410	18							446	874	9.95
0.6-0.7								254	10							352	616	7.013
0.7-0.8								132	1							253	386	4.394
0.8-0.9								51	2							169	222	2.527
0.9-1.0								20	2							118	140	1.594
1.0-1.1								4								70	74	0.842
1.1-1.2								1								40	41	0.467
1.2-1.3								1								13	14	0.159
1.3-1.4																8	8	0.091
1.4-1.5																1	1	0.011
Total	351	42	25	15	21	34	83	3308	837	77	45	23	30	42	104	3747	8784	
Porc.	4	0.48	0.28	0.17	0.24	0.39	0.94	37.66	9.53	0.88	0.51	0.26	0.34	0.48	1.18	42.66		

Figura 66: Ocorrência conjunta de velocidade (em m/s) e direção das correntes no P017.

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Total	Porc.
0.0-0.1	118	90	65	47	57	87	120	79	53	66	45	39	29	36	63	76	1070	12.181
0.1-0.2	222	40	21	13	7	10	105	374	142	74	10	3		5	31	234	1291	14.697
0.2-0.3	160	24	5	10	6	3	12	575	88	25					8	339	1255	14.287
0.3-0.4	121	4	1	2	1		1	638	32	5						366	1171	13.331
0.4-0.5	93	1						551								375	1020	11.612
0.5-0.6	40				1			475								385	901	10.257
0.6-0.7	31							333								332	696	7.923
0.7-0.8								209								295	515	5.863
0.8-0.9	4							89								206	299	3.404
0.9-1.0	4							37								171	212	2.413
1.0-1.1								16								127	143	1.628
1.1-1.2								5								79	84	0.956
1.2-1.3								1								55	56	0.638
1.3-1.4								1								36	37	0.421
1.4-1.5																15	15	0.171
1.5-1.6																12	12	0.137
1.6-1.7																6	6	0.068
1.7-1.8																1	1	0.011
Total	804	159	92	72	72	100	238	3383	315	170	55	42	29	41	102	3110	8784	
Porc.	9.15	1.81	1.05	0.82	0.82	1.14	2.71	38.51	3.59	1.94	0.63	0.48	0.33	0.47	1.16	35.41		

Figura 67: Ocorrência conjunta de velocidade (em m/s) e direção das correntes no P018.

PROIBIDA A REPRODUÇÃO

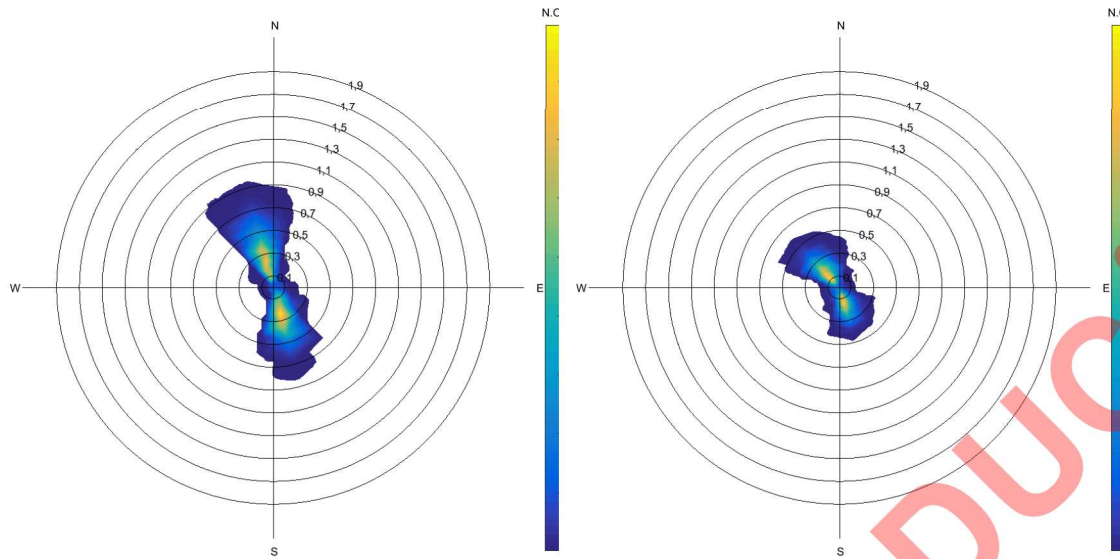


Figura 68: Histograma polar de ocorrência das correntes no P019 (painel esquerdo) e P020 (painel direito). Convenção oceanográfica – para onde vai.

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Total	Porc.
0.0-0.1	301	115	70	80	85	122	345	368	28	12	7	5	10	11	37	384	1980	22.541
0.1-0.2	160	1			2	9	156	971	3						9	747	2058	23.429
0.2-0.3	60						19	1002								805	1886	21.471
0.3-0.4	22							740								703	1465	16.678
0.4-0.5	5							391								438	834	9.495
0.5-0.6	3							126								230	359	4.087
0.6-0.7	3							24								118	145	1.651
0.7-0.8	1							3								43	47	0.535
0.8-0.9																10	10	0.114
Total	555	116	70	80	87	131	520	3625	31	12	7	5	10	11	46	3478	8784	
Porc.	6.32	1.32	0.8	0.91	0.99	1.49	5.92	41.27	0.35	0.14	0.08	0.06	0.11	0.13	0.52	39.59		

Figura 69: Ocorrência conjunta de velocidade (em m/s) e direção das correntes no P019.

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Total	Porc.
0.0-0.1	123	58	43	29	37	83	184	527	387	236	136	155	165	282	595	349	3389	38.582
0.1-0.2	36	10	1			6	149	1104	235	26	6	3	8	49	833	655	3121	35.531
0.2-0.3	2							33	623	28					425	542	1653	18.818
0.3-0.4							1	156	1						135	227	520	5.92
0.4-0.5								6							23	62	91	1.036
0.5-0.6															2	8	10	0.114
Total	161	68	44	29	37	89	367	2416	651	262	142	158	173	331	2013	1843	8784	
Porc.	1.83	0.77	0.5	0.33	0.42	1.01	4.18	27.5	7.41	2.98	1.62	1.8	1.97	3.77	22.92	20.98		

Figura 70: Ocorrência conjunta de velocidade (em m/s) e direção das correntes no P020.

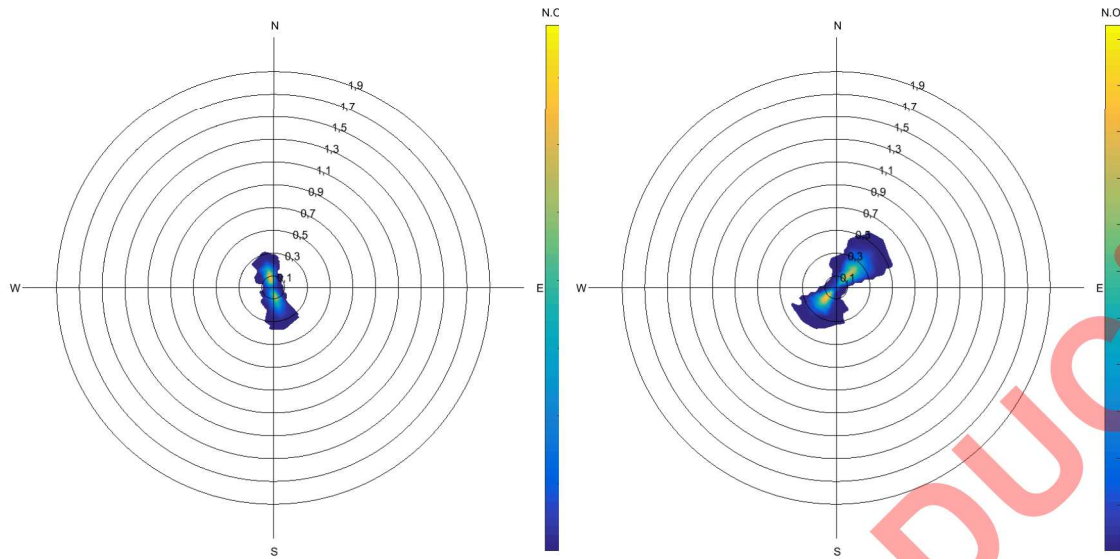


Figura 71: Histograma polar de ocorrência das correntes no P021 (painel esquerdo) e P022 (painel direito). Convenção oceanográfica – para onde vai.

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Total	Porc.
0.0-0.1	588	152	81	62	62	71	157	662	972	405	233	174	215	277	581	1220	5912	67.304
0.1-0.2	172						5	360	752	13					30	1203	2535	28.859
0.2-0.3	4							46	174							100	324	3.689
0.3-0.4								2	10							1	13	0.148
Total	764	152	81	62	62	71	162	1070	1908	418	233	174	215	277	611	2524	8784	
Porc.	8.7	1.73	0.92	0.71	0.71	0.81	1.84	12.18	21.72	4.76	2.65	1.98	2.45	3.15	6.96	28.73		

Figura 72: Ocorrência conjunta de velocidade (em m/s) e direção das correntes no P021.

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Total	Porc.
0.0-0.1	119	267	883	86	28	11	9	14	24	87	952	458	97	55	45	45	3180	36.202
0.1-0.2	4	23	1579	5				1	16	96	1685	29				1	3439	39.151
0.2-0.3		15	1102						8	56	465	3					1649	18.773
0.3-0.4			392							2	25						419	4.77
0.4-0.5			92									1					93	1.059
0.5-0.6			4														4	0.046
Total	123	305	4052	91	28	11	9	15	48	241	3127	491	97	55	45	46	8784	
Porc.	1.4	3.47	46.13	1.04	0.32	0.13	0.1	0.17	0.55	2.74	35.6	5.59	1.1	0.63	0.51	0.52		

Figura 73: Ocorrência conjunta de velocidade (em m/s) e direção das correntes no P022.

4. MODELAGEM DE GERAÇÃO E PROPAGAÇÃO DE ONDAS

Conhecer numa zona costeira uma altura de onda estatisticamente representativa de uma ondulação irregular aleatória é de suma importância para os engenheiros costeiros e portuários. A ondulação, propagando-se por zonas de pouca profundidade, é modificada de forma importante pelo relevo do fundo. A refração, empolamento, dissipação de energia e difração, dentre outras, são manifestações dessas interações.

Nas últimas décadas, a evolução do conhecimento a respeito da mecânica das ondas de gravidade geradas pelo vento permitiu incorporar esses processos físicos complexos em modelos matemáticos computacionais, revolucionando a capacidade de se definir com maior acurácia e precisão os parâmetros de projeto para obras marítimas.

Não existem, na atualidade, séries de dados de ondas medidas no interior da Baía Norte e Baía Sul da Ilha de Santa Catarina, suficientemente longas para a caracterização do clima marítimo e estimativa das ondas de projeto para dimensionamento das vias navegáveis e terminais aquaviários propostos. No entanto, a falta de informações na região de interesse pode ser suprida a partir da implementação de modelos computacionais de geração e propagação de ondas em águas rasas.

A seguir, é apresentada uma breve descrição do modelo computacional utilizado, suas principais formulações e hipóteses, os dados de entrada, configurações e principais resultados das simulações.

4.1. DESCRIÇÃO DO MODELO DELFT3D-WAVE

O Delft3D-WAVE é um modelo matemático formulado para obter estimativas realísticas de parâmetros de onda em mares rasos e baías. Os seguintes processos de propagação são calculados pelo modelo:

- propagação através do espaço geográfico;
- refração devido a variações espaciais da batimetria e de correntes;
- empolamento (*shoaling*) devido a variações espaciais da batimetria e de correntes;
- bloqueio e reflexão devido à presença de correntes;
- transmissão, reflexão ou bloqueio devido à presença de estruturas;

- efeitos de difração.

Os seguintes processos de geração e dissipação são considerados em sua formulação:

- geração pelo vento;
- dissipação por *whitecapping*;
- dissipação por quebra;
- dissipação por fricção com o fundo;
- interação onda-onda (*triads* e *quadruplets*).

As ondas são computadas através da evolução do espectro de densidade de ação no plano bidimensional, representada pela Equação do Balanço da Ação Espectral:

$$\frac{\partial}{\partial t} N + \frac{\partial}{\partial x} c_x N + \frac{\partial}{\partial y} c_y N + \frac{\partial}{\partial \sigma} c_\sigma N + \frac{\partial}{\partial \theta} c_\theta N = \frac{\partial S}{\partial \sigma} \quad (1)$$

O primeiro termo do lado esquerdo da equação representa a taxa de variação da densidade de ação no tempo. O segundo e o terceiro termo indicam a propagação da densidade de ação no espaço geográfico (com velocidades de propagação c_x e c_y no plano x e y , respectivamente). O quarto termo trata da variação das frequências relativas devido às mudanças de profundidade e devido à presença de correntes (com velocidade de propagação c_σ). O quinto termo, por sua vez, representa a refração induzida pelas variações de profundidade e de correntes (com velocidade de propagação c_θ). O termo fonte $S (= S(\sigma, \theta))$ representa os efeitos de geração, dissipação e interações não-lineares onda-onda.

A integração da equação é implementada no Delft3D-WAVE com um esquema de diferenças finitas em cinco dimensões: tempo, espaço geográfico (direções x e y) e espaço espectral (frequência e direção).

A propagação da agitação marítima, nos modos estacionário ou não estacionário, nos espaços geográfico e espectral, é realizada utilizando esquemas numéricos implícitos. A região de estudo pode ser descrita com coordenadas cartesianas ou esféricas, utilizando uma malha retangular ou curvilínea.

Os dados necessários para a execução do Delft3D-WAVE são a malha de cálculo e batimétrica da zona a modelar, as condições de agitação na fronteira de entrada do domínio numérico, condições de vento, além de um conjunto de outros parâmetros de cálculo. Entre os vários resultados obtidos pelo modelo destacam-se os campos de altura significativa, de períodos de pico e médio, de direções de pico e média, de dispersão direcional, de parâmetro de largura de banda e de nível de água em qualquer parte do domínio. Maiores detalhes sobre as hipóteses e formulações do modelo são apresentados em Booij *et. al.* (1999).

4.2. DOMÍNIO NUMÉRICO E CONFIGURAÇÕES DO MODELO

Seis grades de cálculo foram criadas para resolver os processos de geração de ondas no interior das baías norte e sul da Ilha de Santa Catarina e áreas dos projetos dos terminais aquaviários. As grades computacionais foram configuradas seguindo o procedimento de aninhamento, no qual se definiu um domínio geral, com menor resolução espacial, e cinco de detalhe, nos quais a ondulação se propaga para as regiões de interesse. Neste procedimento, os resultados da grade geral fornecem as condições de contorno para as grades de detalhe.

Da Figura 74 até a Figura 79 são apresentados os 6 domínios de cálculo do modelo de geração e propagação de ondas implementado.

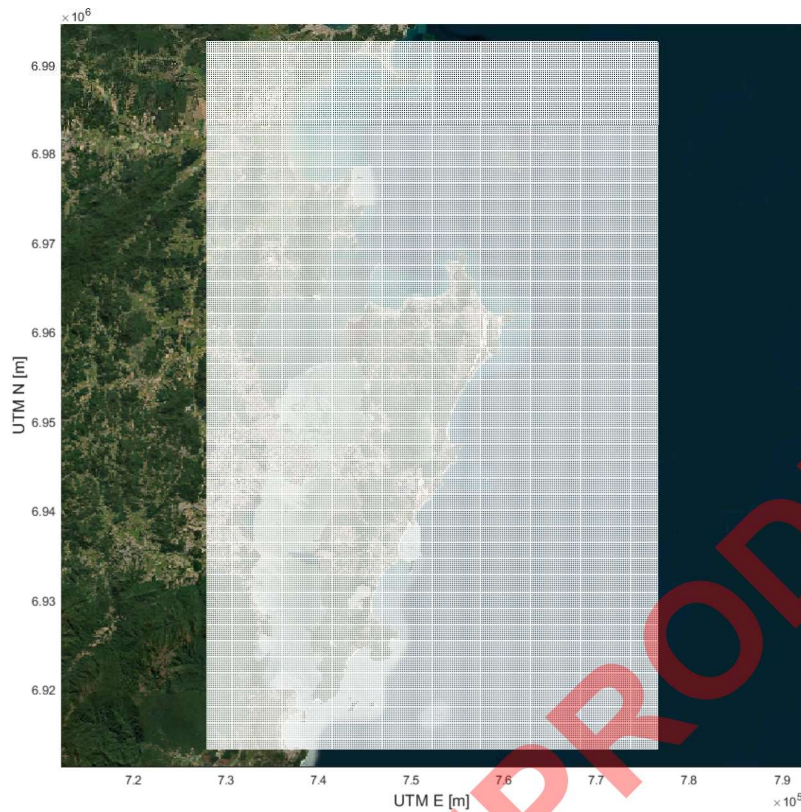


Figura 74: Domínio de cálculo geral utilizado para resolver os processos de geração e propagação de ondas no interior da Baía Sul e Baía Norte da Ilha de Santa Catarina.

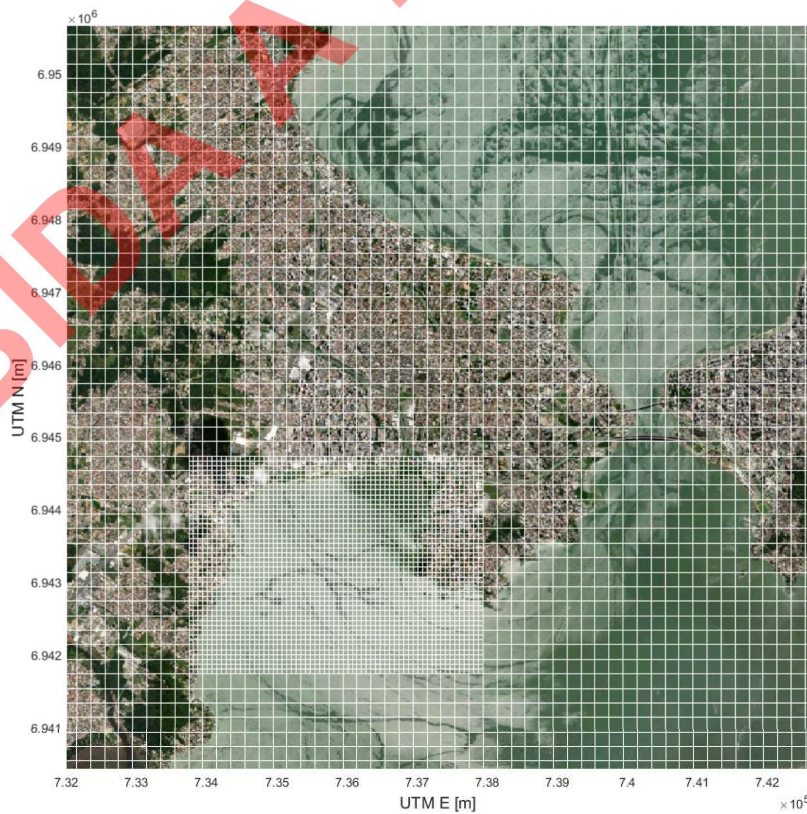


Figura 75: Domínio de cálculo de detalhe, na região do Terminal Barreiros, aninhado ao domínio geral.

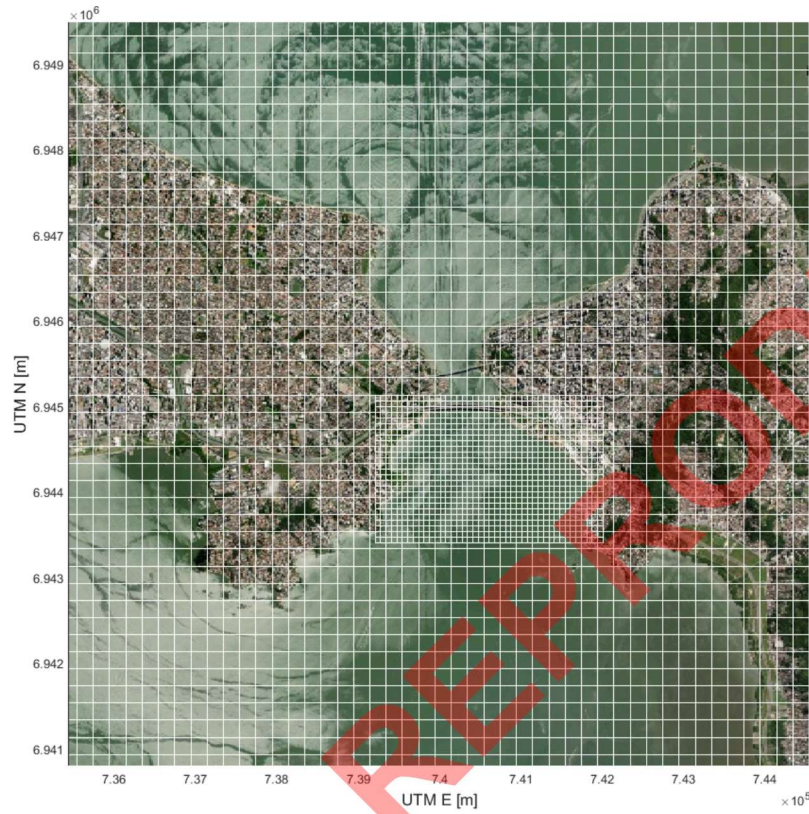


Figura 76: Domínio de cálculo de detalhe, na região do Terminal Mira Mar, aninhado ao domínio geral.

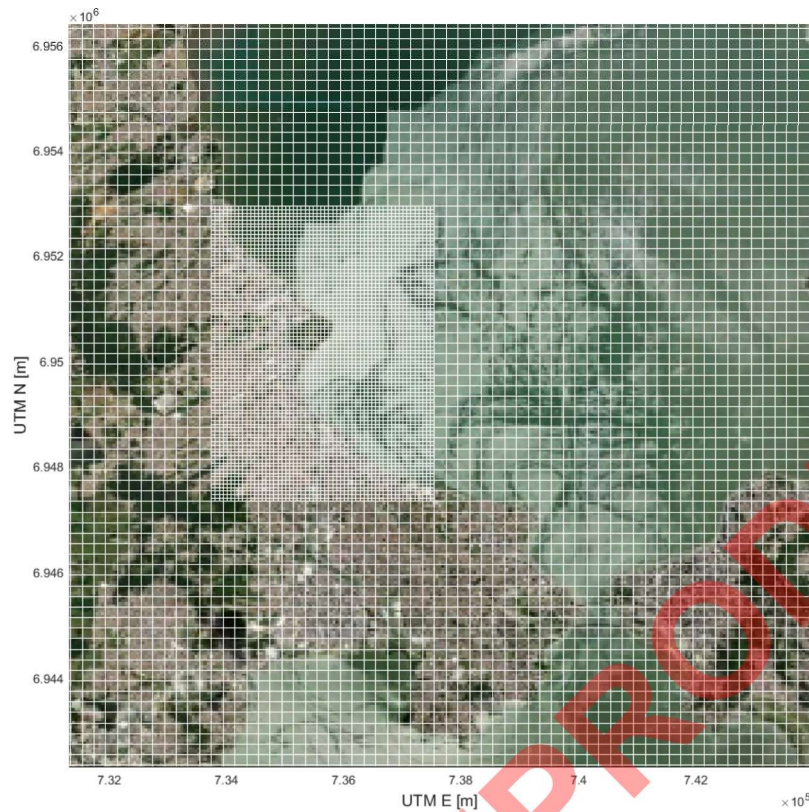


Figura 77: Domínio de cálculo de detalhe, na região do Terminal Beira Mar, aninhado ao domínio geral.

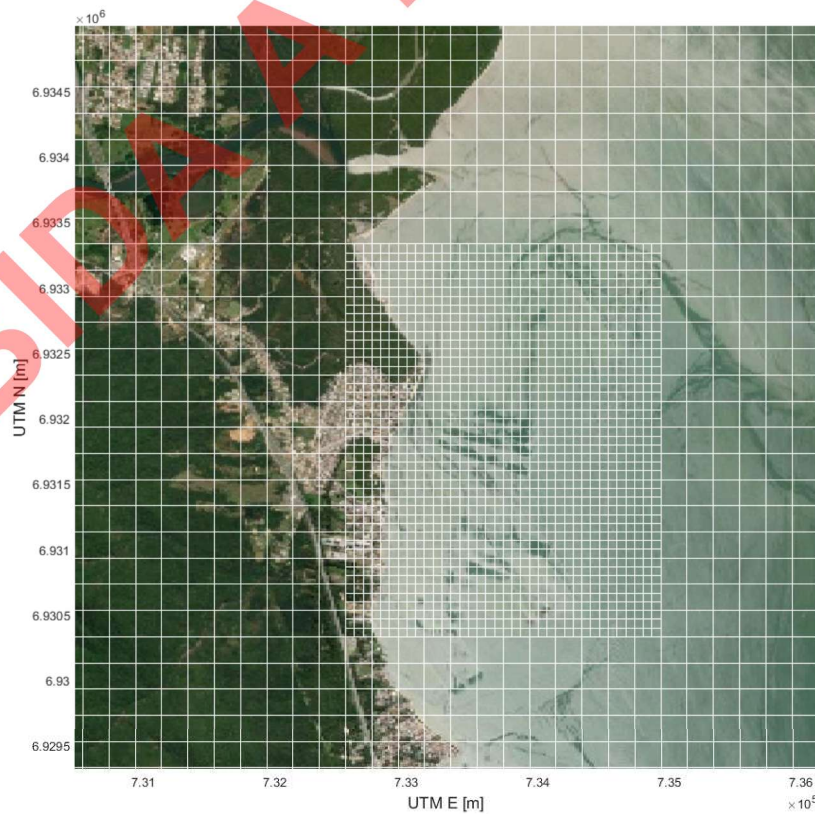


Figura 78: Domínio de cálculo de detalhe, na região do Terminal Pontal, aninhado ao domínio geral.

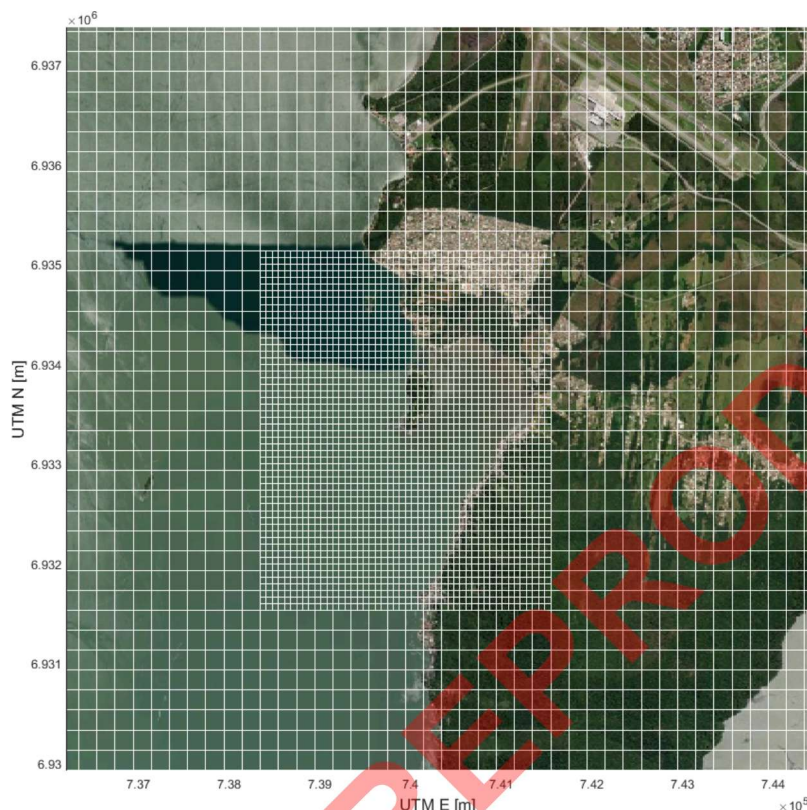


Figura 79: Domínio de cálculo de detalhe, na região do Terminal Tapera, aninhado ao domínio geral.

O modelo foi executado em modo estacionário. O parâmetro de quebra de Batjes & Jansen foi configurado com alfa = 1 e beta = 0,73. O parâmetro de fricção com o fundo foi de $0,067 \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-3}$. A difração foi configurada com coeficiente de suavização de 0,2 e passo de suavização de 5. A formulação de Komen *et. al.* foi utilizada para a resolução do processo de *whitecapping*.

4.3. BATIMETRIA

Os dados de profundidade do interior da Baía Norte e Baía Sul da Ilha de Santa Catarina foram obtidos a partir da digitalização das cartas náuticas 1903, 1904 e 1905, fornecidas pela Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN) e informações provenientes de campanhas hidrográficas de detalhe realizadas no âmbito deste projeto.

PROIBIDA A REPRODUÇÃO

4.4. RESULTADOS DA MODELAGEM DE GERAÇÃO E PROPAGAÇÃO DE ONDAS

Neste capítulo são apresentados os resultados do modelo de geração e propagação de ondas e das análises estatísticas de altura significativa e direção de pico realizadas em pontos de controle localizados ao longo das vias navegáveis propostas na Baía Sul e Baía Norte da Ilha de Santa Catarina.

4.4.1. CAMPOS DE ALTURA SIGNIFICATIVA E DIREÇÃO DE PICO

Para facilitar o entendimento dos processos de geração e propagação de ondas no interior da Baía Norte e Baía Sul da Ilha de Santa Catarina e nas proximidades das futuras rotas aquaviárias, são apresentados, da Figura 80 até a Figura 95, os campos de altura significativa e direção de pico para ondulações geradas por ventos provenientes dos 4 pontos cardeais e 4 colaterais (direções de 0° a 315°, em intervalos de 45°). Para permitir uma análise comparativa, todos os casos de onda apresentados foram gerados a partir de ventos com intensidades de 6 m/s e 12 m/s.

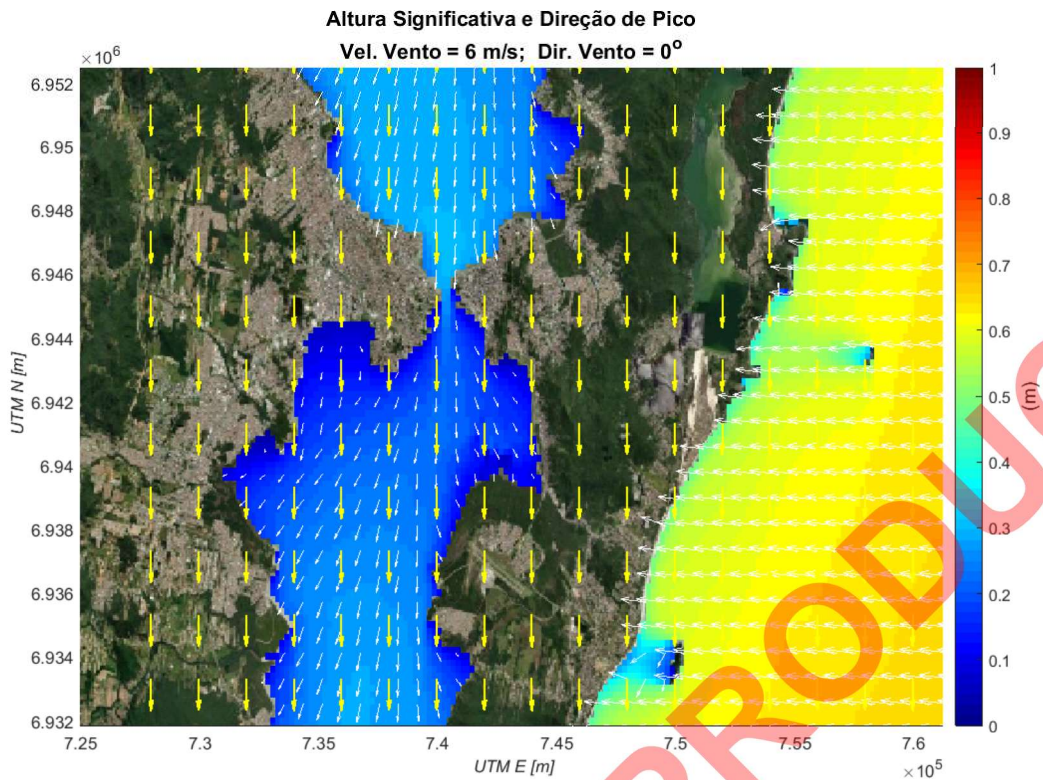


Figura 80: Campo de altura significativa e direção de propagação de ondas geradas a partir de um caso de vento com 6 m/s, proveniente de N.

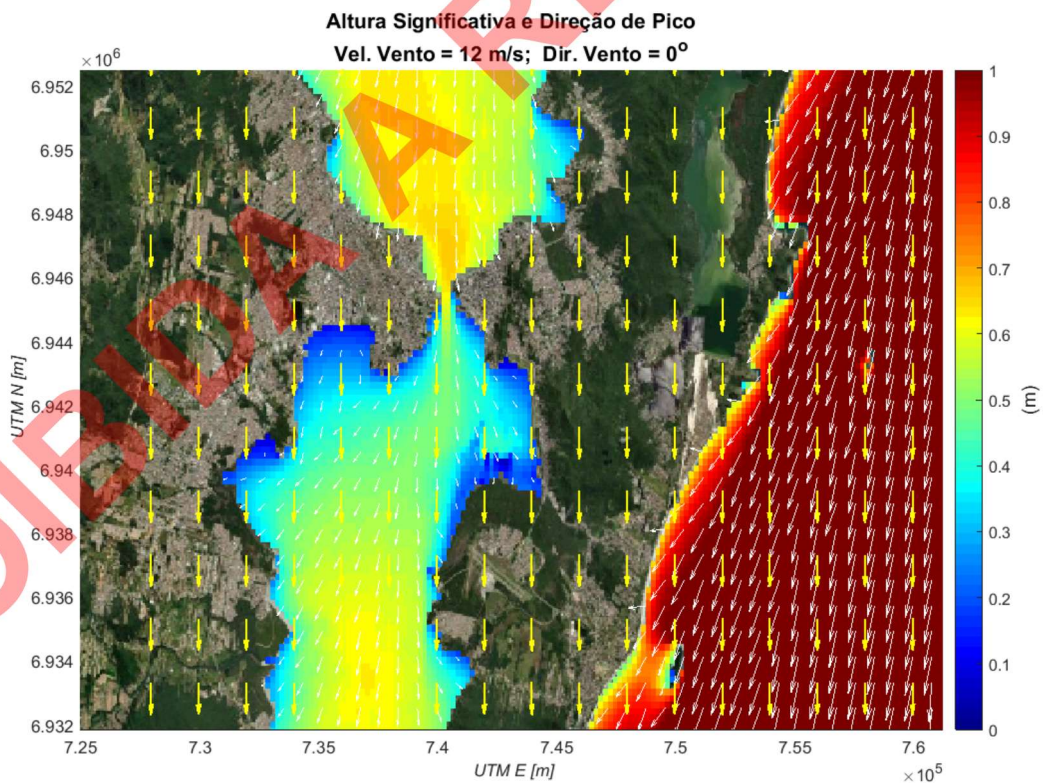


Figura 81: Campo de altura significativa e direção de propagação de ondas geradas a partir de um caso de vento com 12 m/s, proveniente de N.

PROIBIDA A REPRODUÇÃO

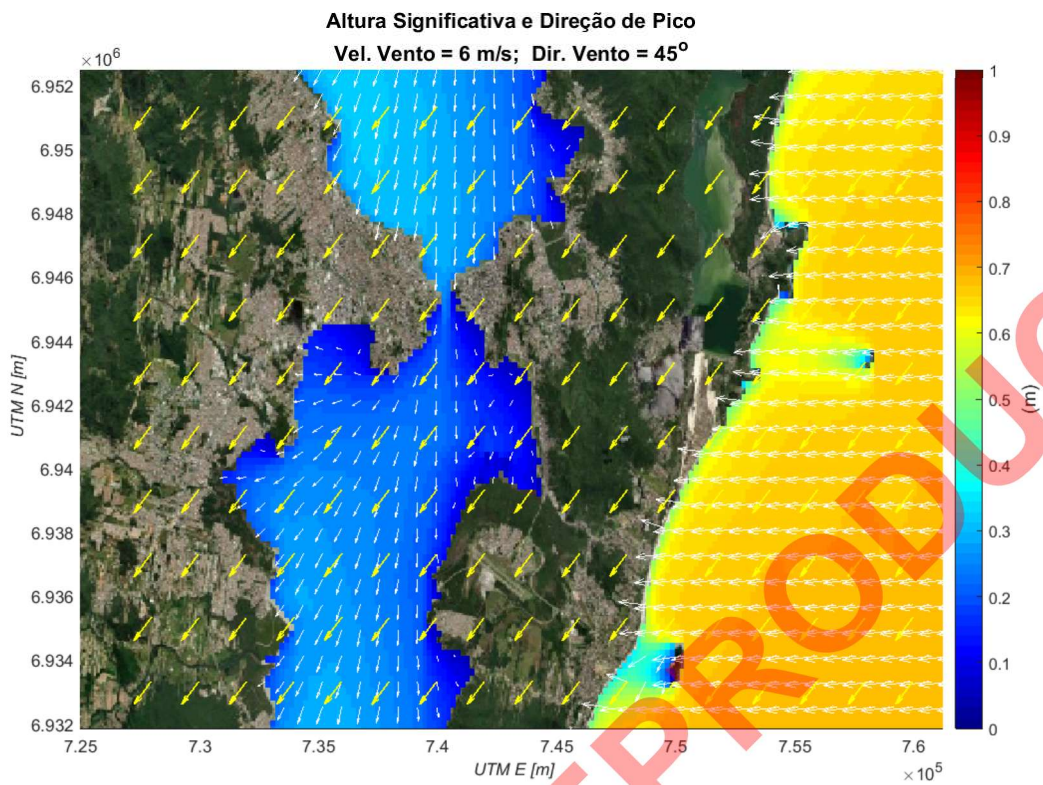


Figura 82: Campo de altura significativa e direção de propagação de ondas geradas a partir de um caso de vento com 6 m/s, proveniente de NE.

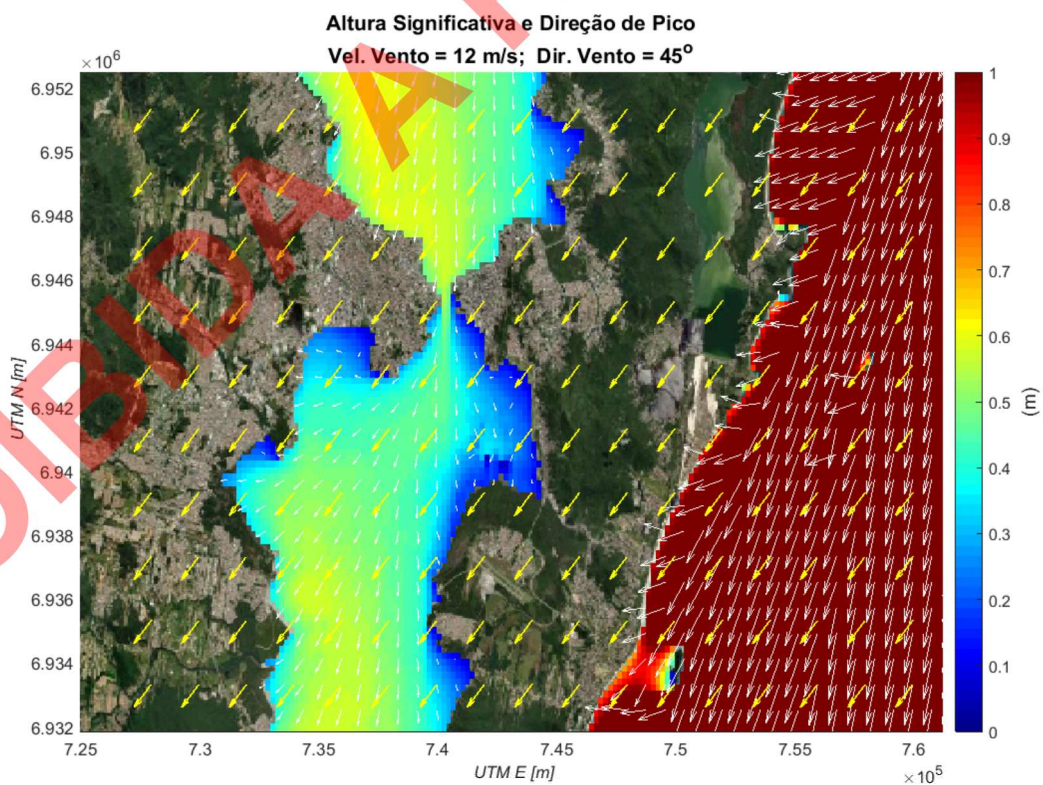


Figura 83: Campo de altura significativa e direção de propagação de ondas geradas a partir de um caso de vento com 12 m/s, proveniente de NE.

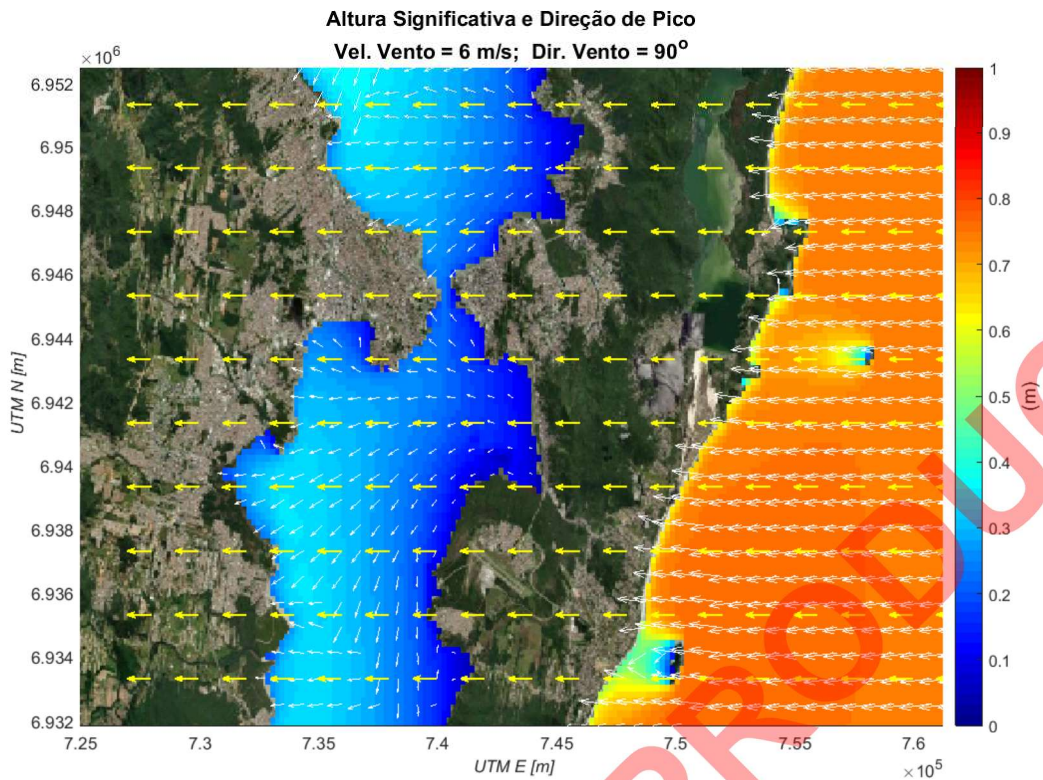


Figura 84: Campo de altura significativa e direção de propagação de ondas geradas a partir de um caso de vento com 6 m/s, proveniente de E.

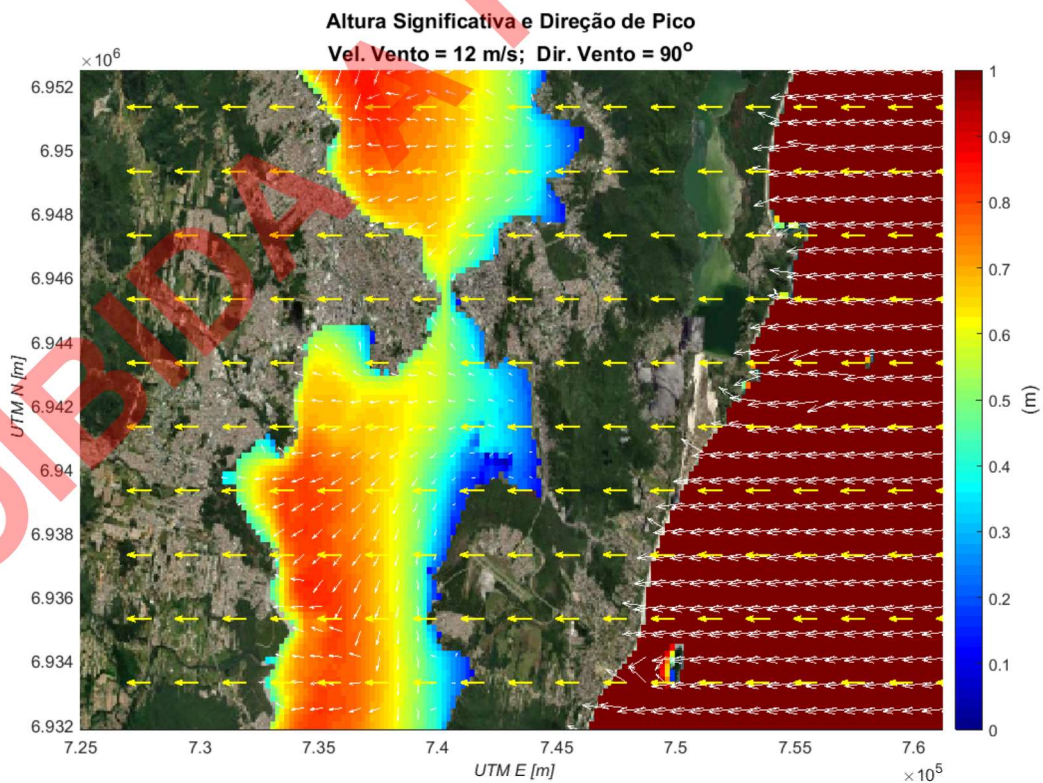


Figura 85: Campo de altura significativa e direção de propagação de ondas geradas a partir de um caso de vento com 12 m/s, proveniente de E.

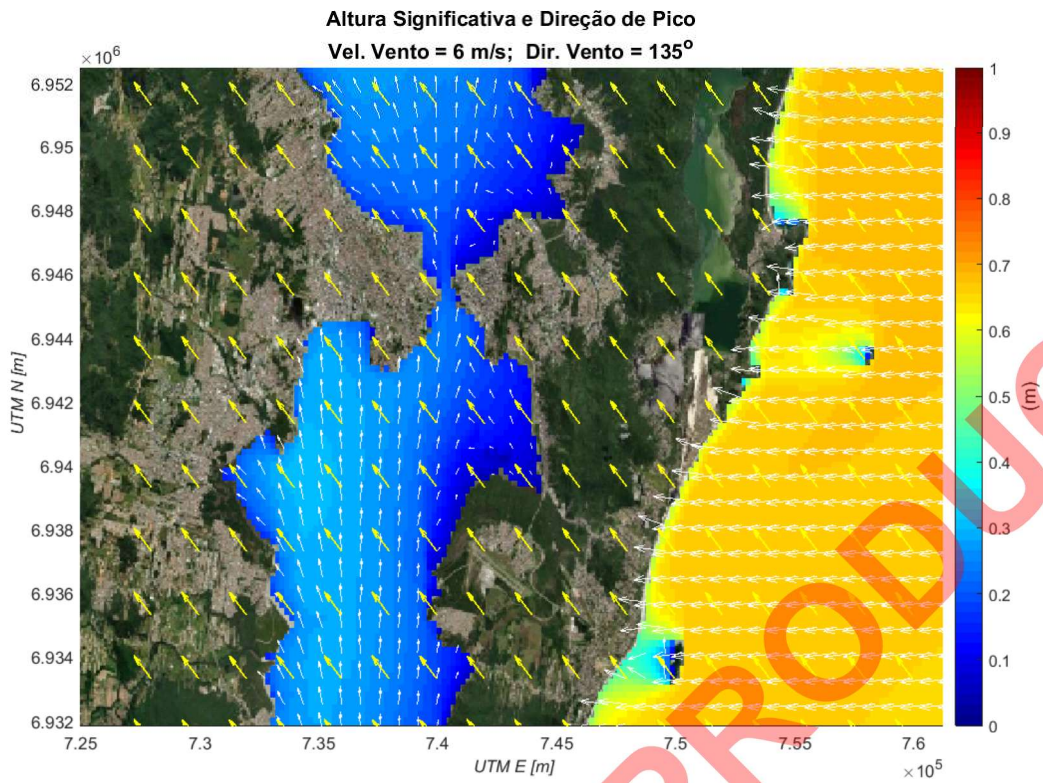


Figura 86: Campo de altura significativa e direção de propagação de ondas geradas a partir de um caso de vento com 6 m/s, proveniente de SE.

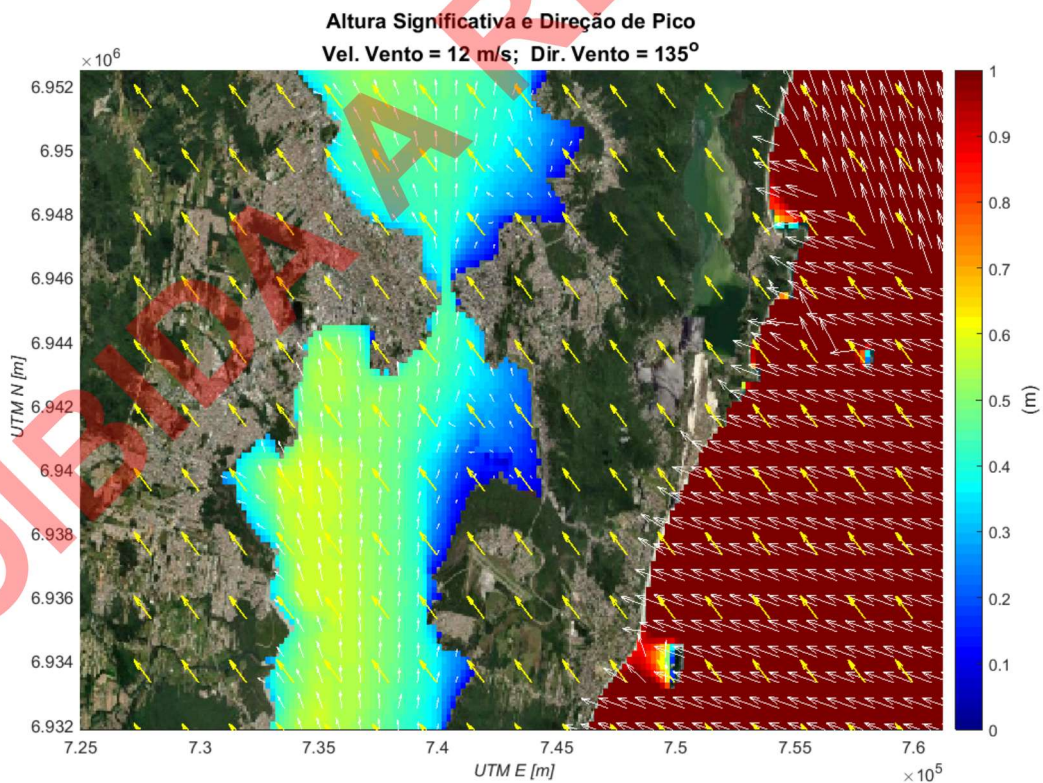


Figura 87: Campo de altura significativa e direção de propagação de ondas geradas a partir de um caso de vento com 12 m/s, proveniente de SE.

PROIBIDA A REPRODUÇÃO

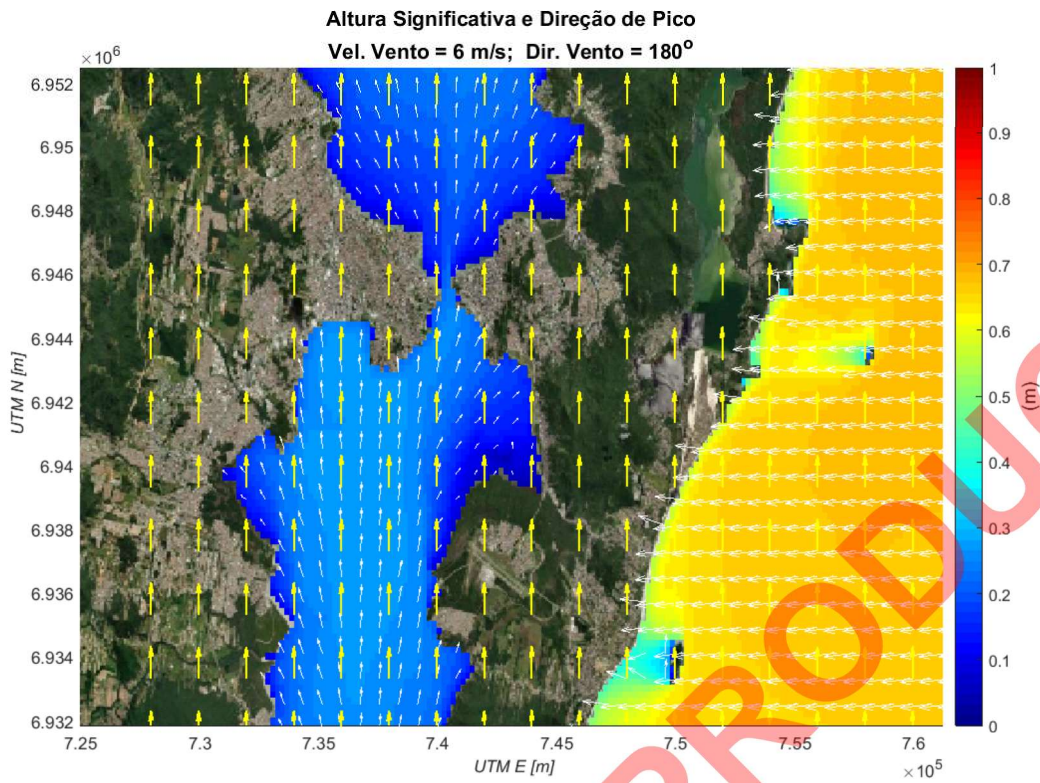


Figura 88: Campo de altura significativa e direção de propagação de ondas geradas a partir de um caso de vento com 6 m/s, proveniente de S.

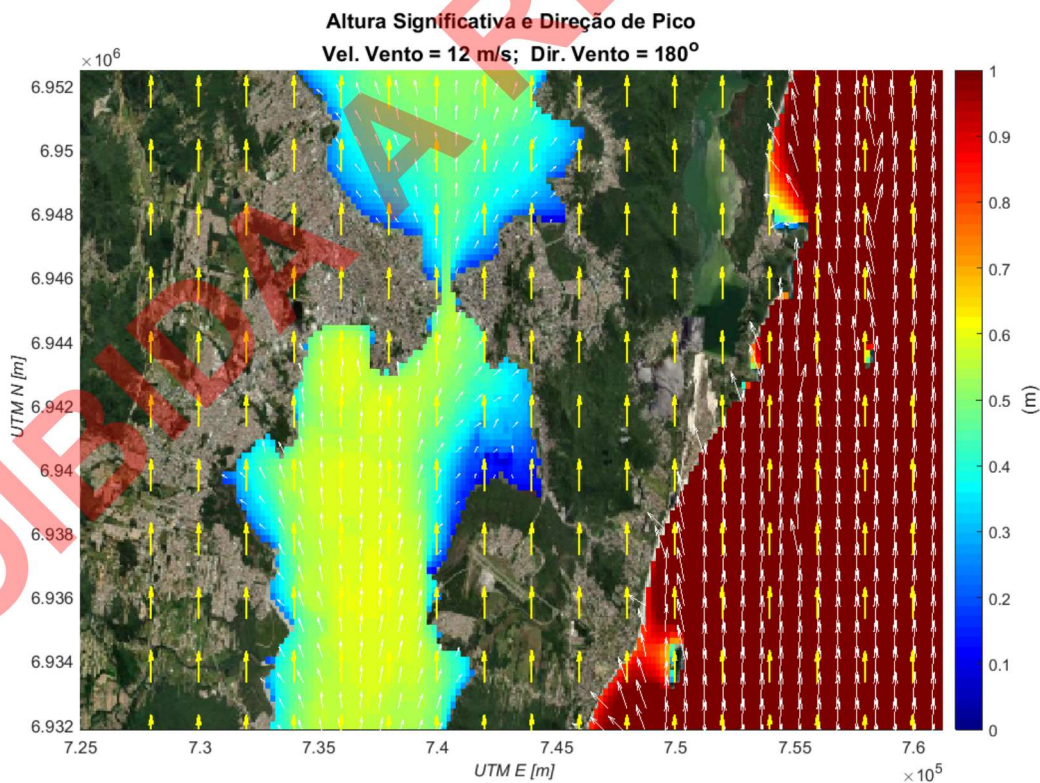


Figura 89: Campo de altura significativa e direção de propagação de ondas geradas a partir de um caso de vento com 12 m/s, proveniente de S.

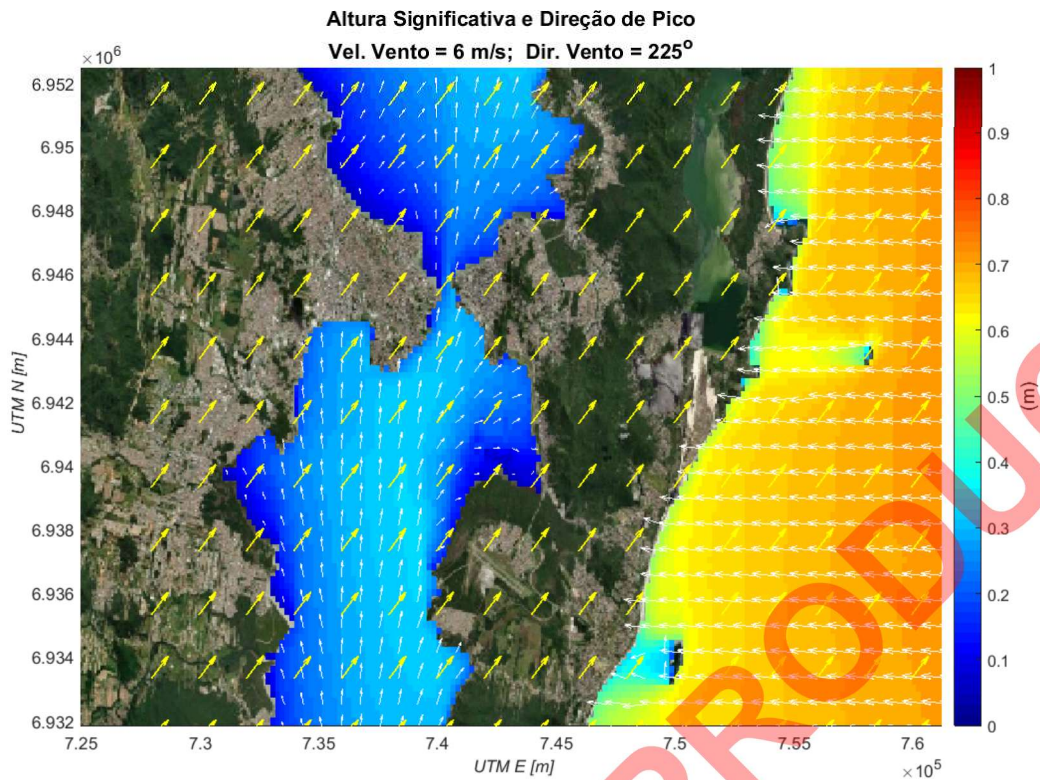


Figura 90: Campo de altura significativa e direção de propagação de ondas geradas a partir de um caso de vento com 6 m/s, proveniente de SW.

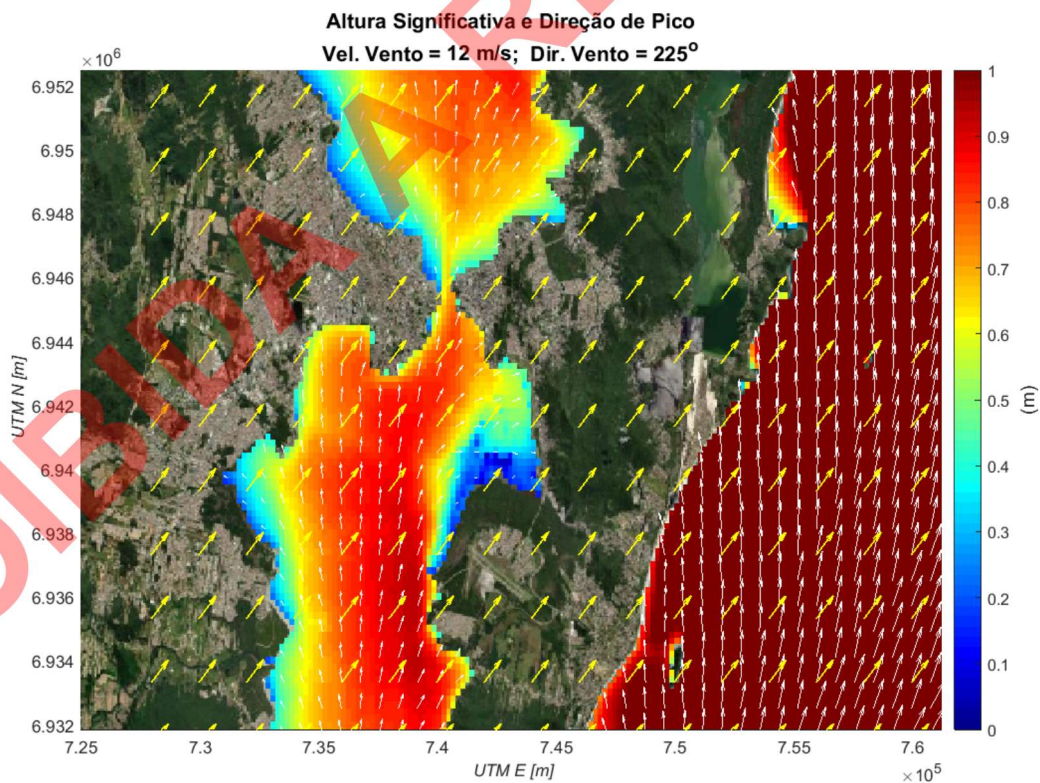


Figura 91: Campo de altura significativa e direção de propagação de ondas geradas a partir de um caso de vento com 12 m/s, proveniente de SW.

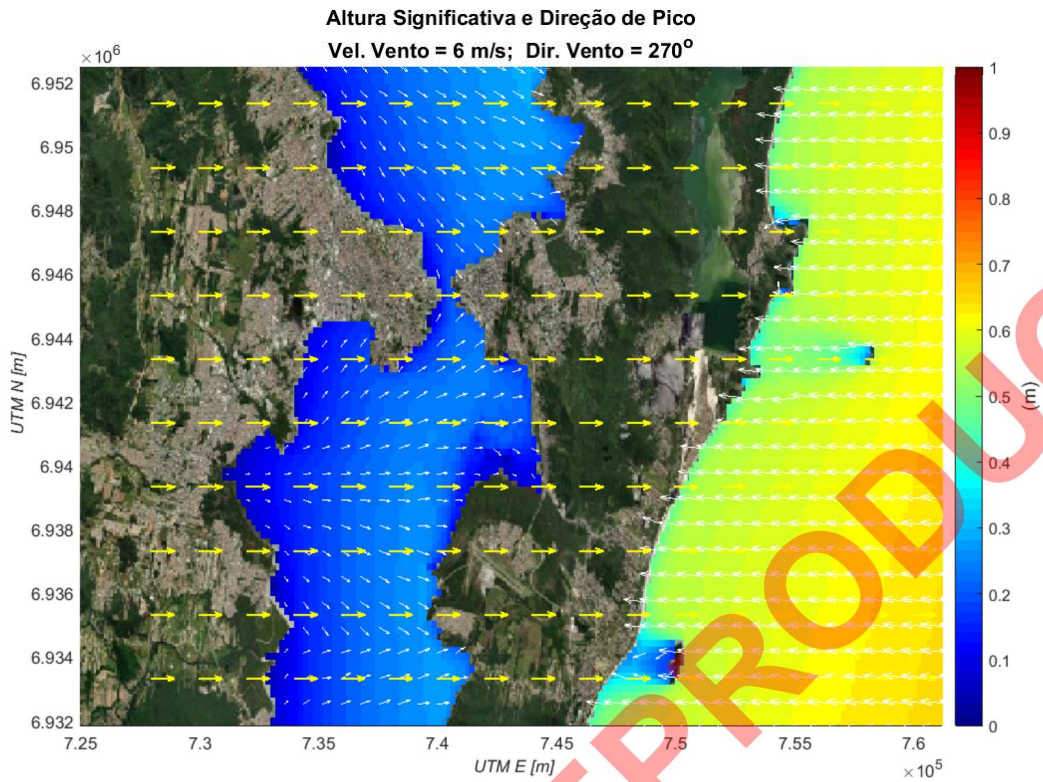


Figura 92: Campo de altura significativa e direção de propagação de ondas geradas a partir de um caso de vento com 6 m/s, proveniente de W.

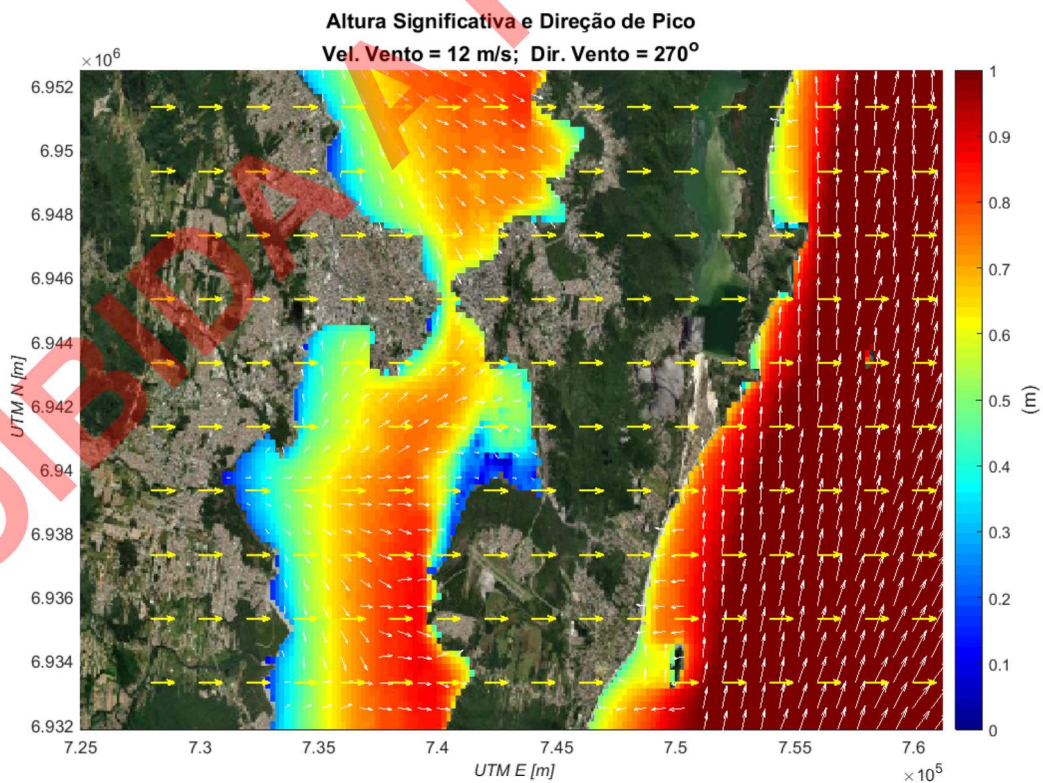


Figura 93: Campo de altura significativa e direção de propagação de ondas geradas a partir de um caso de vento com 12 m/s, proveniente de W.

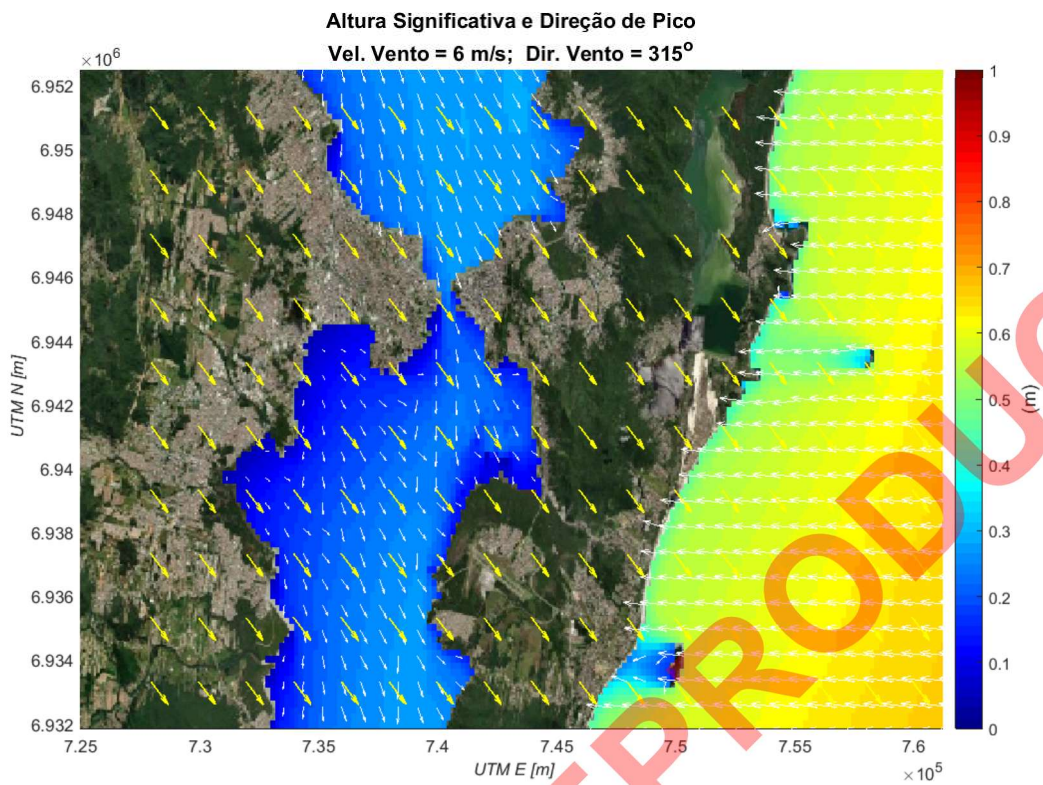


Figura 94: Campo de altura significativa e direção de propagação de ondas geradas a partir de um caso de vento com 6 m/s, proveniente de NO.

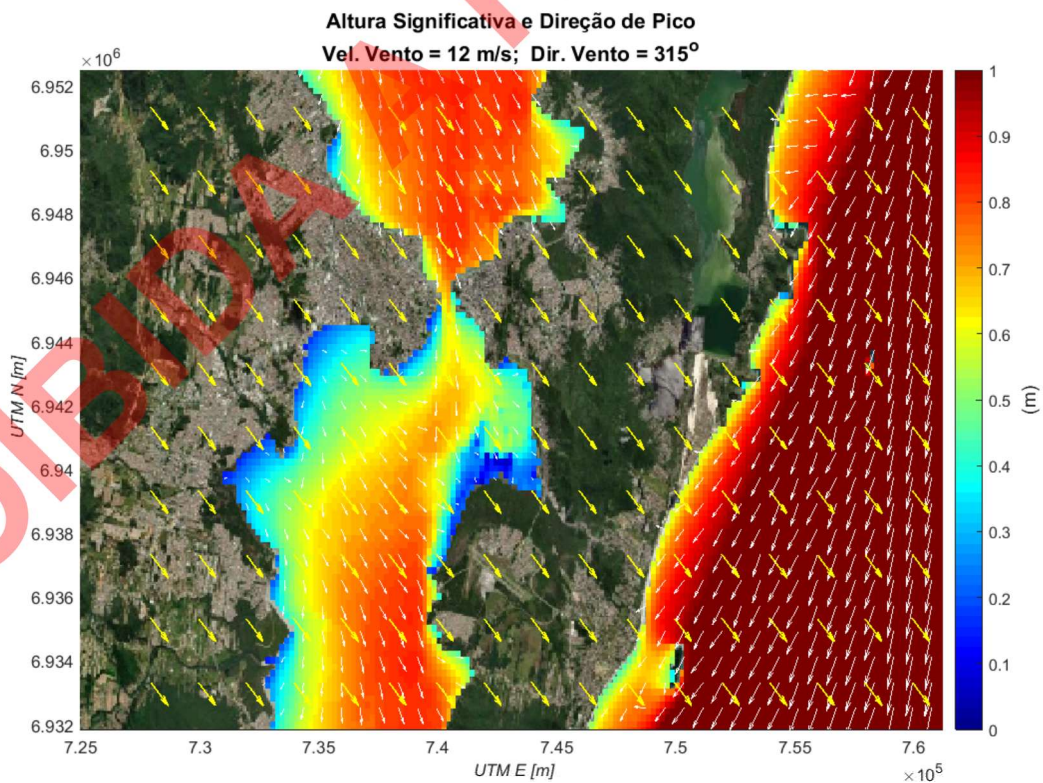


Figura 95: Campo de altura significativa e direção de propagação de ondas geradas a partir de um caso de vento com 12 m/s, proveniente de NO.

Conforme pode ser observado, a Ponta dos Três Henriques (Terminal Barreiros) encontra-se mais exposta às ondulações geradas pelos ventos provenientes de N, NE e E, os quais encontram maiores pistas para geração de ondas no interior da Baía Norte da Ilha de Santa Catarina.

Os terminais Mira Mar e Beira Mar encontram-se mais expostos às ondulações geradas pelos ventos provenientes de SW e S, os quais encontram maiores pistas para geração de ondas no interior da Baía Sul da Ilha de Santa Catarina.

O Terminal Pontal, localizado numa porção central da Baía Sul, encontra-se mais exposto às ondulações geradas pelos ventos provenientes de E. Possui praticamente mesmo grau de exposição às ondulações geradas pelo vento SE e NE.

Por fim, o Terminal Tapera, encontra-se mais exposto às ondulações geradas pelos ventos provenientes de SW e S.

PROIBIDA A REPRODUÇÃO

4.4.2. GERAÇÃO DE SÉRIES TEMPORAIS DE PARÂMETROS DE ONDA NOS PONTOS DE INTERESSE

Uma vez conhecido e caracterizado o regime de ventos na região (obtido a partir de longa série de dados de reanálise), foram calculados os processos de geração e transformação de ondas no interior da Baía Sul e Baía Norte da Ilha de Santa Catarina e geradas séries temporais de parâmetros de onda com o mesmo comprimento da série temporal de dados de vento (44 anos) para 22 pontos de controle localizados ao longo dos canais de navegação, bacias de manobra e áreas de atracação dos terminais aquaviários propostos. O método utilizado para cumprir com esse objetivo é composto por 3 etapas:

1. Cálculo dos processos de geração e propagação de ondas a partir de uma matriz de casos de ventos. Com os resultados se obtém as respectivas alturas significativas (H_s), períodos de pico (T_p) e direção de pico (Dir_p) nos pontos objetivo;
2. Interpolação dos valores de H_s , T_p e Dir_p para cada um dos eventos existentes na série de reanálise de vento. Realiza-se uma interpolação linear em duas dimensões para encontrar o estado de mar gerado por cada caso de vento de reanálise, no ponto de interesse, reconstruindo uma série temporal de parâmetros de onda;
3. Com a série temporal gerada, é feita a análise estatística dos parâmetros de onda.

Na Figura 96 são apresentadas as combinações de velocidade e direção dos ventos constantes na série completa de dados (pontos negros) e os 661 casos selecionados para alimentar o modelo de geração e propagação de ondas Delft3D-WAVE (pontos vermelhos).

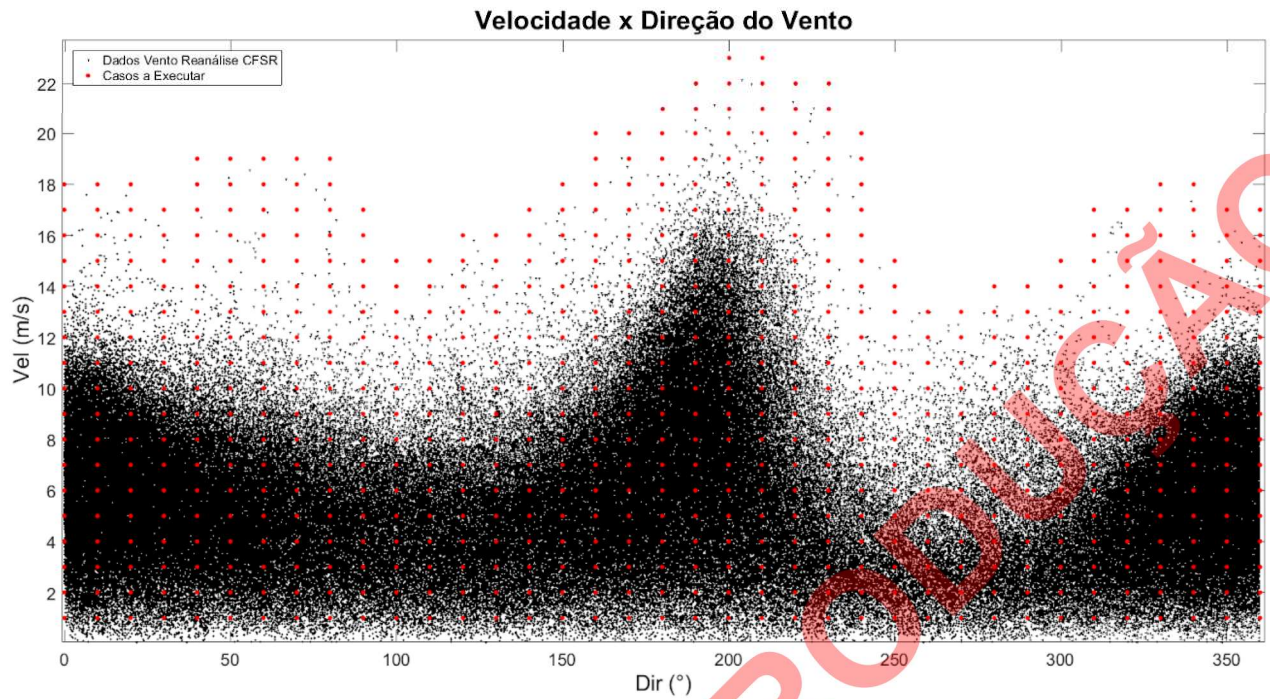


Figura 96: Velocidade e direção do vento da série completa de dados de reanálise (pontos negros) e 661 casos selecionados para alimentar o modelo Delft3D-WAVE (pontos vermelhos).

Da Figura 97 até a Figura 129 são apresentadas as rosas de altura significativa e os diagramas de ocorrência conjunta de altura significativa e direção de pico, para cada ponto de controle analisado (mesmos pontos de controle para os quais foram apresentadas as análises de correntes – ver Figura 36).

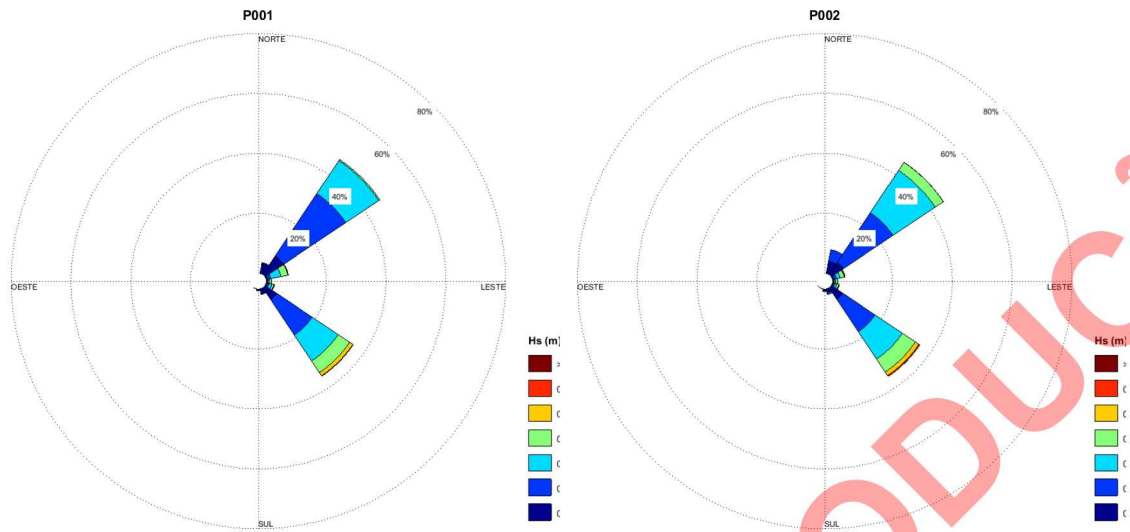


Figura 97: Rosa de altura significativa no P001 e P002.

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Total	Porc.
0.0-0.1		13376	28241	1561	843	1219	18078	6216	1979								71513	18.791
0.1-0.2		447	95360	4229	1262	2176	54034	1083	261	56							158908	41.755
0.2-0.3			50530	13468	1769	3944	39793										109504	28.774
0.3-0.4			1618	8790	2563	2600	17687										33258	8.739
0.4-0.5				649	251	443	4841										6184	1.625
0.5-0.6				97	99	343	573										1112	0.292
0.6-0.7				2	25	45	12										84	0.022
0.7-0.8					5												5	0.001
Total	0	13823	175749	28796	6817	10770	135018	7299	2240	56	0	0	0	0	0	0	380568	
Porc.	0	3.63	46.18	7.57	1.79	2.83	35.48	1.92	0.59	0.01	0	0	0	0	0	0		

Figura 98: Ocorrência conjunta de altura significativa (em metros) e direção de pico no P001.

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Total	Porc.
0.0-0.1		15634	18332	1396	766	1121	17277	4664	2461								61651	16.2
0.1-0.2		14932	76057	3651	1248	2162	49739	2517	830	90	30						151256	39.745
0.2-0.3		6	64728	5039	1538	2532	41821	8									115672	30.395
0.3-0.4			12289	5195	2790	2514	19873										42661	11.21
0.4-0.5			224	896	245	353	5399										7117	1.87
0.5-0.6			11	216	81	258	1422										1988	0.522
0.6-0.7				49	24	90	45										208	0.055
0.7-0.8				3	10	2											15	0.004
Total	0	30572	171641	16445	6702	9032	135576	7189	3291	90	30	0	0	0	0	0	380568	
Porc.	0	8.03	45.1	4.32	1.76	2.37	35.62	1.89	0.86	0.02	0.01	0	0	0	0	0		

Figura 99: Ocorrência conjunta de altura significativa (em metros) e direção de pico no P002.

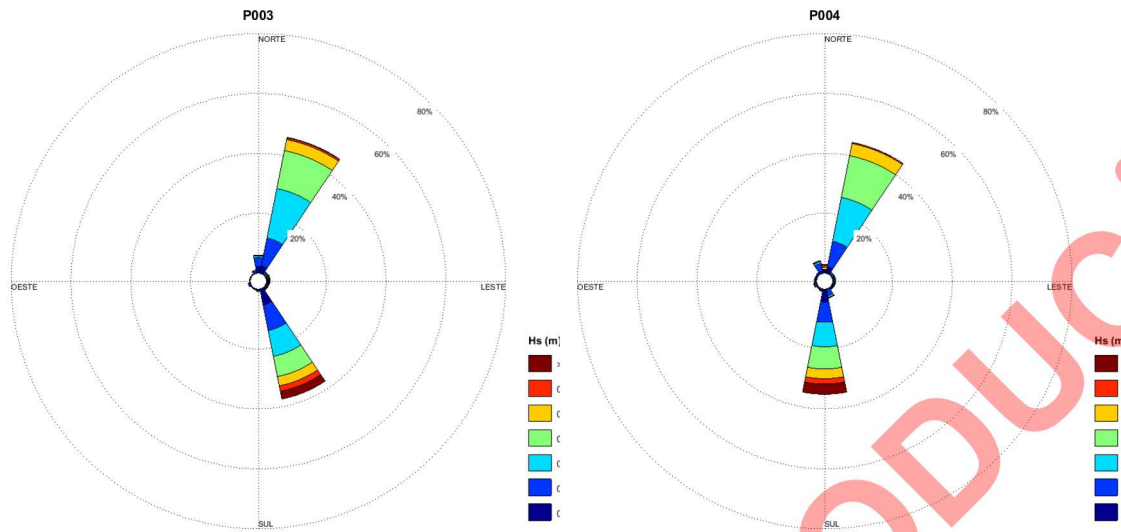


Figura 100: Rosa de altura significativa no P003 e P004.

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Total	Porc.
0.0-0.1	8315	9391	893	857	707	703	855	20621	853	748	776	1120	797	587	557	928	48708	12.799
0.1-0.2	11400	36296	1282	1071	1172	1218	1104	33119	1862	637	708	1776	415	440	452	2886	95838	25.183
0.2-0.3	2280	64195	912	935	1010	943	812	33522	375	151	143	201	105	119	129	430	106262	27.922
0.3-0.4	758	49086	832	1117	1007	744	710	26291	80	44	43	36	25	18	14	29	80834	21.24
0.4-0.5	102	14327	354	868	438	308	168	12006	6	15	13	19	13	6	2		28645	7.527
0.5-0.6	32	2197	25	44	14	15	8	7102	6	7	3	8	1				9462	2.486
0.6-0.7	6	311	5	26	6	9	4	3743	1	1			1				4113	1.081
0.7-0.8	1	127	8	15	13	8	20	2765									2957	0.777
0.8-0.9		134	6	8	11	9	4	2527									2699	0.709
0.9-1.0		85	6	3	1			764									861	0.226
1.0-1.1		10	6					139									155	0.041
1.1-1.2		3	2	3				26									34	0.009
Total	22894	176162	4331	4947	4379	3957	3687	142625	3183	1603	1686	3160	1356	1171	1154	4273	380568	
Porc.	6.02	46.29	1.14	1.3	1.15	1.04	0.97	37.48	0.84	0.42	0.44	0.83	0.36	0.31	0.3	1.12		

Figura 101: Ocorrência conjunta de altura significativa (em metros) e direção de pico no P003.

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Total	Porc.
0.0-0.1	4212	8373	624	760	818	694	677	774	16184	748	837	806	1215	1016	849	2769	41356	10.867
0.1-0.2	906	33023	1375	1324	1730	1321	1218	7812	25955	1329	911	2277	1480	1205	1756	10003	93625	24.601
0.2-0.3		56928	1080	1090	824	721	930	2326	31080	832	455	830	363	305	428	2492	100684	26.456
0.3-0.4	11	53986	728	727	627	533	515	719	28181	193	116	128	97	86	78	766	87491	22.99
0.4-0.5	2774	15817	128	81	61	39	22	32	12366	47	15	23	35	26	28	194	31688	8.327
0.5-0.6	2456	1416	29	32	30	48	42	30	6791	21	22	17	51	31	23	120	11159	2.932
0.6-0.7	549	44	13	17	16	10	14	14	4752	13	12	14	35	27	30	117	5677	1.492
0.7-0.8	209	11	9	9	13	10	11	9	2901	1	2	4	9	1	9	42	3250	0.854
0.8-0.9	97	6	5	3	5		4	5	3246	3		1	1	3	11	3390	0.891	
0.9-1.0	79	5	2	2	2	5	2		1609	1	1	1	1		3	1713	0.45	
1.0-1.1	24	9	1						391	7	1	1	2	1	1	1	439	0.115
1.1-1.2	4								67	6		1		1	1		80	0.021
1.2-1.3	1								8	5							14	0.004
1.3-1.4										2							2	0.001
Total	11322	169618	3994	4045	4126	3381	3435	11721	133531	3208	2372	4103	3289	2699	3206	16518	380568	
Porc.	2.98	44.57	1.05	1.06	1.08	0.89	0.9	3.08	35.09	0.84	0.62	1.08	0.86	0.71	0.84	4.34		

Figura 102: Ocorrência conjunta de altura significativa (em metros) e direção de pico no P004.

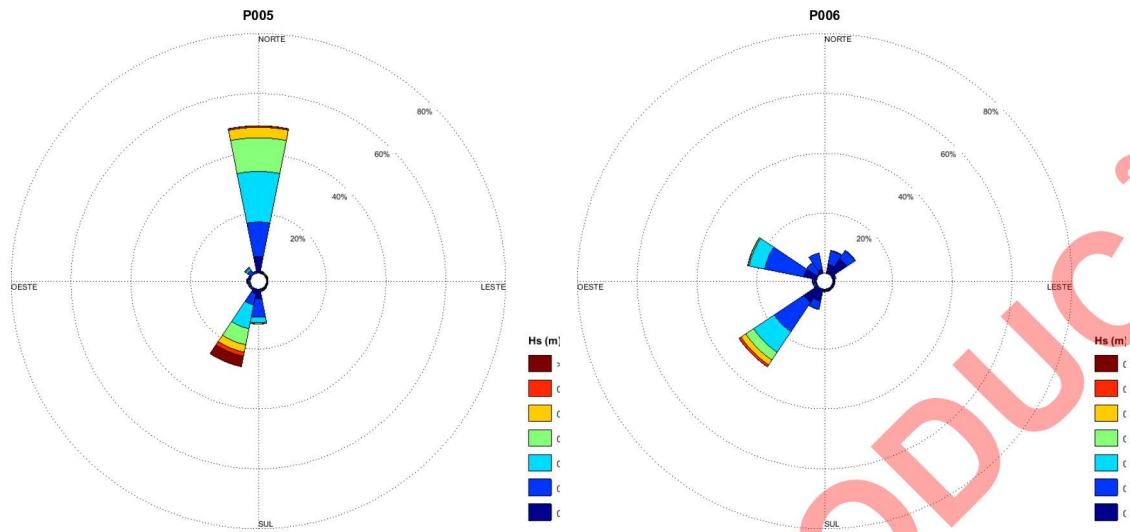


Figura 103: Rosa de altura significativa no P005 e P006.

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Total	Porc.
0.0-0.1	21067	902	803	743	693	823	974	1053	11882	5722	322	310	419	538	483		46734	12.28
0.1-0.2	43826	833	718	696	665	581	731	1118	23972	14809	1442	1931	2796	1592	6147	2126	103983	27.323
0.2-0.3	64317	918	822	794	738	775	970	924	7081	30897	1076	1023	1000	741	2684	355	115115	30.248
0.3-0.4	42763	199	166	131	147	130	192	241	1254	20798	219	238	278	211	1101	70	68138	17.904
0.4-0.5	13298	137	109	78	32	20	23	24	183	9657	34	52	46	44	225	79	24041	6.317
0.5-0.6	1755	56	57	57	56	58	52	41	44	5257	19	23	30	37	117	48	7707	2.025
0.6-0.7	128	10	11	24	32	21	25	25	30	4294	31	43	49	39	135	59	4956	1.302
0.7-0.8	45	4	1	3		6	6	4	9	3115	24	12	29	34	113	152	3557	0.935
0.8-0.9	46	7	2	5	3	3		1	1	3170	4	7	7	6	30	51	3343	0.878
0.9-1.0	42	1		1	2	1	2	2	1	2013	1	2			3	14	2085	0.548
1.0-1.1	11		1							716			1			7	736	0.193
1.1-1.2	1									125	2			1		2	131	0.034
1.2-1.3										33	1						34	0.009
1.3-1.4										8							8	0.002
Total	187299	3067	2690	2532	2368	2418	2975	3433	44457	100614	3175	3641	4655	3243	11038	2963	380568	
Porc.	49.22	0.81	0.71	0.67	0.62	0.64	0.78	0.9	11.68	26.44	0.83	0.96	1.22	0.85	2.9	0.78		

Figura 104: Ocorrência conjunta de altura significativa (em metros) e direção de pico no P005.

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Total	Porc.
0.0-0.1	311	11458	23778	2679	1812	1780	1852	1828	1782	15563	21941	1129	2286	16850	2136	5725	112911	29.669
0.1-0.2	172	17690	12790	1651	1152	1102	1089	1201	1239	10737	45073	2396	2474	50830	15610	20398	185604	48.77
0.2-0.3	20	530	440	258	301	376	365	403	383	431	31514	1185	765	20058	139		57168	15.022
0.3-0.4		7	17			1	1	3	4	3	11922	171	83	1569			13781	3.621
0.4-0.5						1		1	2		7371	92	38	403			7908	2.078
0.5-0.6											3006	25	7	46			3084	0.81
0.6-0.7											112						112	0.029
Total	503	29686	37025	4588	3265	3260	3307	3436	3410	26734	120939	4998	5653	89756	17885	26123	380568	
Porc.	0.13	7.8	9.73	1.21	0.86	0.86	0.87	0.9	0.9	7.02	31.78	1.31	1.49	23.58	4.7	6.86		

Figura 105: Ocorrência conjunta de altura significativa (em metros) e direção de pico no P006.

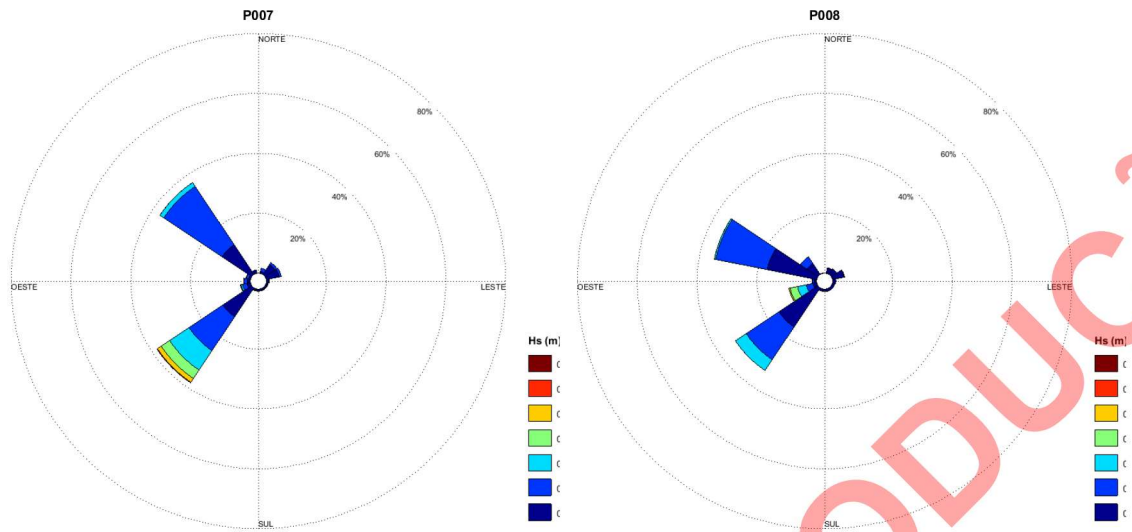


Figura 106: Rosa de altura significativa no P007 e P008.

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Total	Porc.
0.0-0.1	542	2496	15254	16810	3274	1948	2017	2017	2050	2171	44254	4525	4364	2632	45573	4348	154275	40.538
0.1-0.2		4101	2936	2665	551	571	558	606	587	662	51870	5986	3768	3183	89136		167180	43.929
0.2-0.3		31	47	27	9	1	11	7	11	12	29620	2050	605	247	5842		38520	10.122
0.3-0.4		3	2			1			2	1	12873	710	24	34	111		13761	3.616
0.4-0.5											5748	140			2		5890	1.548
0.5-0.6											896	11					907	0.238
0.6-0.7											25	10					35	0.009
Total	542	6631	18239	19502	3834	2521	2586	2630	2650	2846	145286	13432	8761	6096	140664	4348	380568	
Porc.	0.14	1.74	4.79	5.12	1.01	0.66	0.68	0.69	0.7	0.75	38.18	3.53	2.3	1.6	36.96	1.14		

Figura 107: Ocorrência conjunta de altura significativa (em metros) e direção de pico no P007.

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Total	Porc.
0.0-0.1	17	6620	8196	15196	4068	3002	3066	2989	2934	2895	59902	4829	3214	64389	16967	335	198619	52.19
0.1-0.2	102	714	344	575	140	127	144	144	195	250	49960	8782	2119	66711	10176		140483	36.914
0.2-0.3	11	4	1	6	2	4	3	2	7	6	16498	11384	258	1869	18		30073	7.902
0.3-0.4											50	9697	5	24			9776	2.569
0.4-0.5											1571	3					1574	0.414
0.5-0.6											43						43	0.011
Total	130	7338	8541	15777	4210	3133	3213	3135	3136	3151	126410	36306	5599	132993	27161	335	380568	
Porc.	0.03	1.93	2.24	4.15	1.11	0.82	0.84	0.82	0.82	0.83	33.22	9.54	1.47	34.95	7.14	0.09		

Figura 108: Ocorrência conjunta de altura significativa (em metros) e direção de pico no P008.

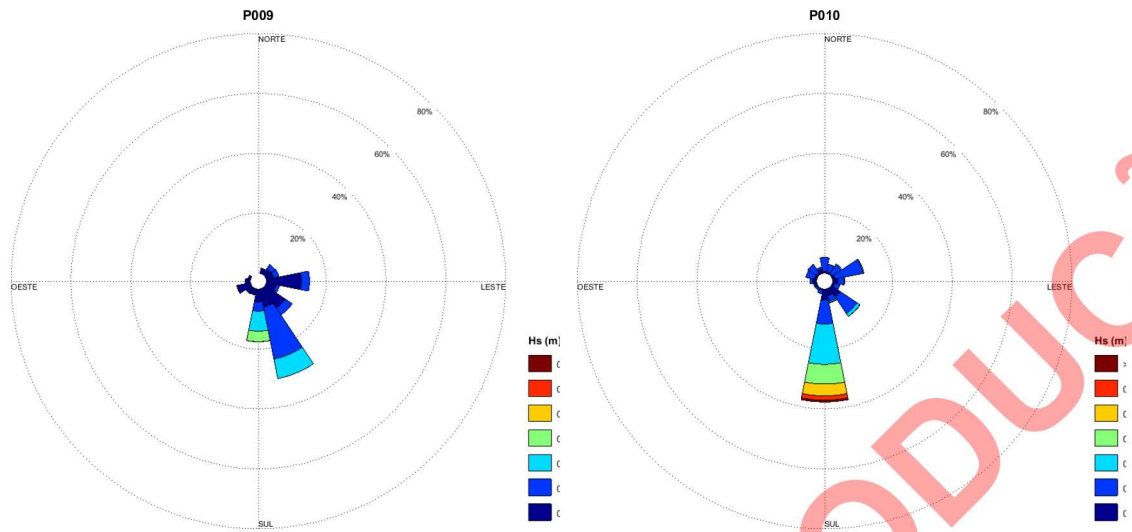


Figura 109: Rosa de altura significativa no P009 e P010.

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Total	Porc.
0.0-0.1		5729	8952	9505	44311	12830	30824	23450	16133	7620	8924	17374	6224	3393			195269	51.31
0.1-0.2		1018	6552	6966	10623	4190	10642	67276	11749	545	358	625	252	87			120883	31.764
0.2-0.3							19	25355	25396								50770	13.341
0.3-0.4							1	58	13453								13512	3.55
0.4-0.5									134								134	0.035
Total	0	6747	15504	16471	54934	17020	41486	116139	66865	8165	9282	17999	6476	3480	0	0	380568	
Porc.	0	1.77	4.07	4.33	14.43	4.47	10.9	30.52	17.57	2.15	2.44	4.73	1.7	0.91	0	0		

Figura 110: Ocorrência conjunta de altura significativa (em metros) e direção de pico no P009.

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Total	Porc.
0.0-0.1	1649	1425	1549	3237	6154	2543	13825	8744	14086	1686	1708	2125	5065	3062	2747	5332	74937	19.691
0.1-0.2	18296	10229	18515	36518	8774	6837	25524	7173	30193	4452	2231	2106	3460	11027	12678	2614	195627	51.404
0.2-0.3	37	204	1260	968	342	305	4352	1680	51220	321	93	61	41	75	129	76	61164	16.072
0.3-0.4		2	15	4	2	12	253	536	25100	2			1	7			25934	6.815
0.4-0.5					1		43	54	14946								15044	3.953
0.5-0.6							7		5556								5563	1.462
0.6-0.7									2161								2161	0.568
0.7-0.8									134								134	0.035
0.8-0.9									4								4	0.001
Total	19982	11860	16339	40727	15273	9697	44004	18187	143400	6461	4032	4292	8567	14171	15554	8022	380568	
Porc.	5.25	3.12	4.29	10.7	4.01	2.55	11.56	4.78	37.68	1.7	1.06	1.13	2.25	3.72	4.09	2.11		

Figura 111: Ocorrência conjunta de altura significativa (em metros) e direção de pico no P010.

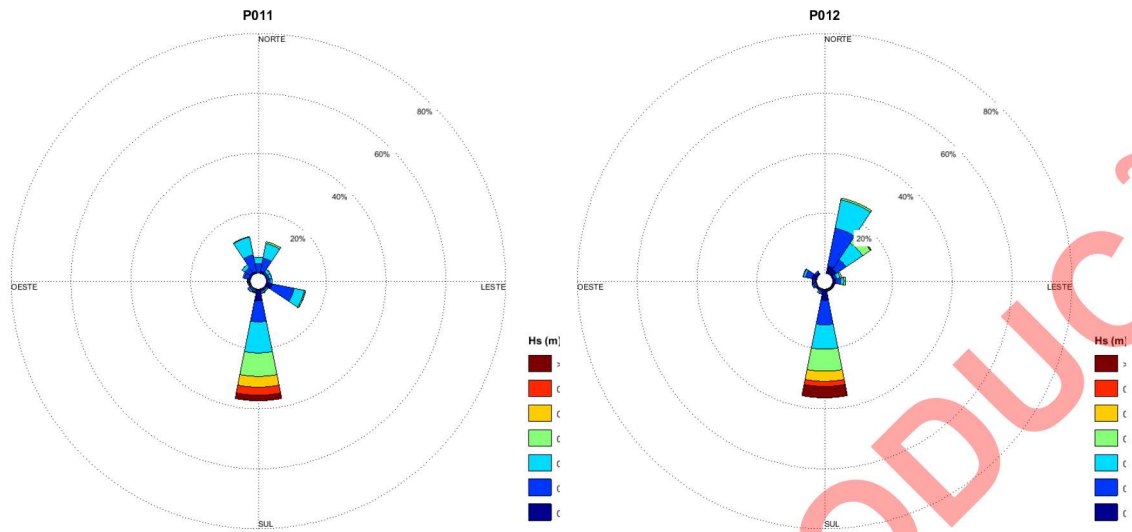


Figura 112: Rosa de altura significativa no P011 e P012.

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Total	Porc.
0.0-0.1	84	2253	952	896	1115	7611	1435	1542	14966	964	1017	742	1018	2199	2515	2114	41423	10.885
0.1-0.2	12256	17352	2979	2955	3407	28570	1660	1721	26610	1522	3197	1354	1700	6372	7976	21821	141452	37.169
0.2-0.3	7925	18949	3998	3330	2783	13222	1712	1744	39493	1477	1705	1044	1126	1399	4469	23035	127411	33.479
0.3-0.4	30	2221	142	150	151	1504	561	1008	29902	256	365	105	64	88	192	587	37226	9.782
0.4-0.5	9	59	4	6	2	155	12	143	13688	31	46	2	3	2	11		14173	3.724
0.5-0.6		3				56	17	29	10217	15							10337	2.716
0.6-0.7						11		5	4084	121							4221	1.109
0.7-0.8								2	2805	755							3562	0.936
0.8-0.9									161	554							715	0.188
0.9-1.0									11	36							47	0.012
Total	20904	40837	8075	7337	7458	51129	5397	6194	141837	5732	6330	3247	3911	10060	15163	47557	380568	
Porc.	5.34	10.73	2.12	1.93	1.96	13.43	1.42	1.63	37.27	1.51	1.66	0.85	1.03	2.64	3.98	12.5		

Figura 113: Ocorrência conjunta de altura significativa (em metros) e direção de pico no P011.

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Total	Porc.
0.0-0.1	9547	7562	1980	3883	834	816	805	14262	2016	790	1011	2233	6248	2568			54555	14.335
0.1-0.2	48780	15096	3252	6224	1179	1196	1259	31082	2616	1426	3311	2412	8233	2616			128682	33.813
0.2-0.3	36733	25251	4818	4028	813	795	760	30989	1632	690	1477	569	2982	236			111773	29.37
0.3-0.4	2388	11898	1918	2476	411	427	454	28040	296	112	231	71	277	3			48997	12.875
0.4-0.5	32	982	28	80	15	16	23	12836	63	37	79	109	131				14431	3.792
0.5-0.6	2	173	11	50	6	6	9	6556	27	65	36	158	143				7242	1.903
0.6-0.7		156	10	46	8	9	12	4345	8	37	18	55	32				4736	1.244
0.7-0.8		52	9	9	3			3601	2	15		7	10				3713	0.976
0.8-0.9		8	5	1	1			3149									3167	0.832
0.9-1.0		1	3					2332	1								2337	0.614
1.0-1.1								785									785	0.206
1.1-1.2								122									122	0.032
1.2-1.3								25									25	0.007
1.3-1.4								3									3	0.001
Total	0	97477	61179	12034	16797	3270	3265	3330	138127	6661	3172	6163	5614	18056	5423	0	380568	
Porc.	0	25.61	16.08	3.16	4.41	0.86	0.86	0.88	36.29	1.75	0.83	1.62	1.48	4.74	1.42	0		

Figura 114: Ocorrência conjunta de altura significativa (em metros) e direção de pico no P012.

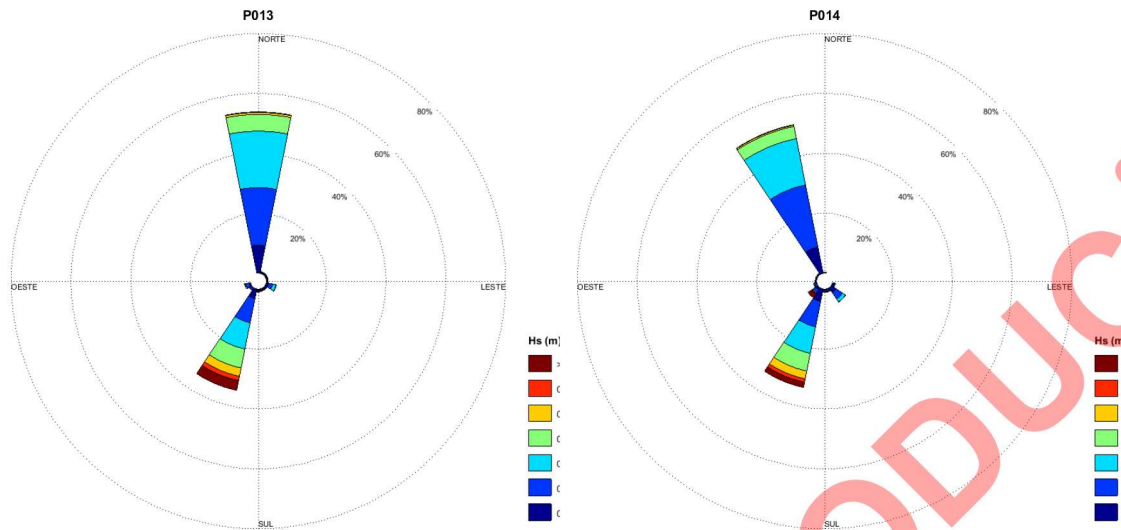


Figura 115: Rosa de altura significativa no P013 e P014.

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Total	Porc.
0.0-0.1	35417	826	858	888	829	3086	1243	1302	1268	12120	1003	1641					60481	15.892
0.1-0.2	73238	845	821	831	728	5377	992	925	975	31633	2128	4588					123081	32.341
0.2-0.3	71727	660	600	564	576	4192	728	735	985	33950	468	1309					116494	30.611
0.3-0.4	21203	53	48	87	77	430	79	175	245	24604	109	222					47332	12.437
0.4-0.5	2572	9	12	8	13	43	25	47	27	10749	185	49					13739	3.61
0.5-0.6	395	10	17	13	11	79	11	10	10	5585	238						6379	1.676
0.6-0.7	163	11	4	7	9	20	4	4	4	4677	80						4983	1.309
0.7-0.8	100	7	1				1	1	3	3117	6						3236	0.85
0.8-0.9	22	4								3294							3320	0.872
0.9-1.0	1									1251							1252	0.329
1.0-1.1										227							227	0.06
1.1-1.2										37							37	0.01
1.2-1.3										7							7	0.002
Total	204837	2426	2361	2398	2243	13227	3083	3199	3517	131251	4217	7809	0	0	0	0	380568	
Porc.	53.82	0.64	0.62	0.63	0.59	3.48	0.81	0.84	0.92	34.49	1.11	2.05	0	0	0	0		

Figura 116: Ocorrência conjunta de altura significativa (em metros) e direção de pico no P013.

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Total	Porc.
0.0-0.1						2132	7139	1621	1560	16027	3201	644	625	621	688	33887	68145	17.906
0.1-0.2	480					628	9938	1649	1639	32969	3908	2519	923	921	949	80565	137088	36.022
0.2-0.3	537					1278	4485	749	877	34262	1231	943	251	269	255	59965	105102	27.617
0.3-0.4	28					21	201	75	80	22918	341	86	24	18	23	15791	39606	10.407
0.4-0.5	23					2	143	4	4	10143	269	15	11	9	11	1690	12324	3.238
0.5-0.6	16						41	5	6	4432	1122	18	15	23	19	418	6115	1.607
0.6-0.7	4					3	13	5	3	3266	1487	6	6	8	1	171	4973	1.307
0.7-0.8										1880	1601					27	3511	0.923
0.8-0.9										1338	1377					9	2724	0.716
0.9-1.0										222	616						838	0.22
1.0-1.1										19	100						119	0.031
1.1-1.2										1	19						20	0.005
1.2-1.3											3						3	0.001
Total	1088	0	0	0	0	4064	21962	4108	4169	127477	15275	4231	1856	1869	1946	192523	380568	
Porc.	0.29	0	0	0	0	1.07	5.77	1.08	1.1	33.5	4.01	1.11	0.49	0.49	0.51	50.59		

Figura 117: Ocorrência conjunta de altura significativa (em metros) e direção de pico no P014.

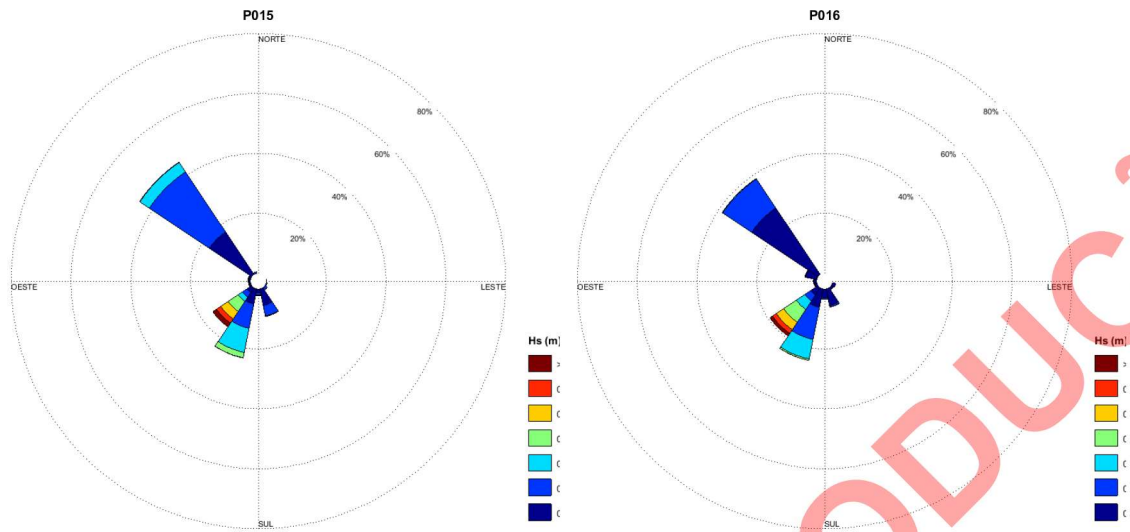


Figura 118: Rosa de altura significativa no P015 e P016.

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Total	Porc.
0.0-0.1							397	21428	4950	19404	7355	1909	1938	2544	64940		124865	32.81
0.1-0.2					211	1038	2721	13470	2910	31543	6878	636	587	621	91901	1946	154462	40.587
0.2-0.3					4	7	383	620	593	31211	6574	124	117	163	14356	12	54164	14.232
0.3-0.4						2	39	171	50	6932	15315	78	83	60	496		23226	6.103
0.4-0.5							1	5	6	237	11438	15	11	4	34		11751	3.088
0.5-0.6								1	1	14	6272	1	2	1	12		6304	1.656
0.6-0.7											4300						4300	1.13
0.7-0.8											1344						1344	0.353
0.8-0.9											133						133	0.035
0.9-1.0											19						19	0.005
Total	0	0	0	0	215	1047	3541	35695	8510	89341	59628	2763	2738	3393	171739	1958	380568	
Porc.	0	0	0	0	0.06	0.28	0.93	9.38	2.24	23.48	15.67	0.73	0.72	0.89	45.13	0.51		

Figura 119: Ocorrência conjunta de altura significativa (em metros) e direção de pico no P015.

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Total	Porc.
0.0-0.1																	197334	51.852
0.1-0.2						4189	2766	21478	10761	23955	11283	2936	3709	14693	101564		100217	26.334
0.2-0.3						174	197	1818	2046	41327	8699	483	540	558	44375		40364	10.606
0.3-0.4						1	2	274	307	25375	13046	155	173	239	792		21475	5.643
0.4-0.5								40	21	1880	19474	32	5	21	2		11394	2.994
0.5-0.6									1	71	11315	6	1				5779	1.519
0.6-0.7											5779						3333	0.876
0.7-0.8											607						607	0.159
0.8-0.9											58						58	0.015
0.9-1.0											7						7	0.002
Total	0	0	0	0	0	4364	2965	23610	13136	92608	73601	3612	4428	15511	146733	0	380568	
Porc.	0	0	0	0	0	1.15	0.78	6.2	3.45	24.33	19.34	0.95	1.16	4.08	38.56	0		

Figura 120: Ocorrência conjunta de altura significativa (em metros) e direção de pico no P016.

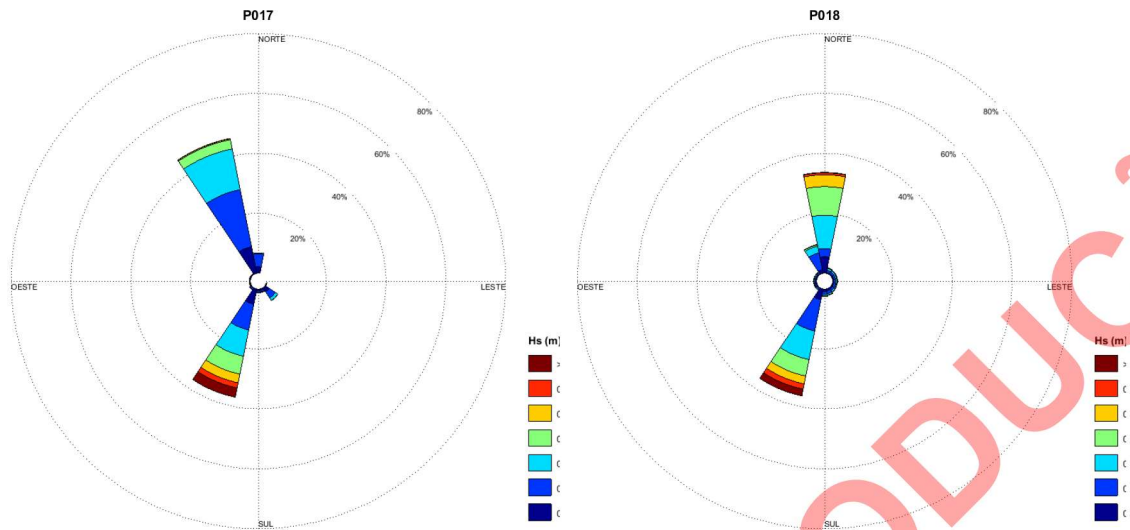


Figura 121: Rosa de altura significativa no P017 e P018.

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Total	Porc.
0.0-0.1	8019						6118	1927	1822	19577	766	716	722	761	789	34511	75728	19.899
0.1-0.2	16585					804	9515	1900	1794	33496	2082	743	772	703	751	74054	143199	37.628
0.2-0.3	969					70	3821	827	900	33930	402	100	110	123	119	52626	93997	24.699
0.3-0.4	51						83	29	68	23303	55	24	37	32	35	11923	35640	9.365
0.4-0.5	37						99	31	14	11196	45	11	12	19	12	1197	12673	3.33
0.5-0.6	6						28	6	2	6652	12	13	13	17	9	324	7082	1.861
0.6-0.7								3	5	4847	2	1		1	2	97	4958	1.303
0.7-0.8										3026						16	3042	0.799
0.8-0.9										2921						1	2922	0.768
0.9-1.0										1087							1087	0.286
1.0-1.1										195							195	0.051
1.1-1.2										38							38	0.01
1.2-1.3										7							7	0.002
Total	25667	0	0	0	0	874	19664	4723	4605	140275	3364	1608	1666	1656	1717	174749	380568	
Porc.	6.74	0	0	0	0	0.23	5.17	1.24	1.21	36.86	0.88	0.42	0.44	0.44	0.45	45.92		

Figura 122: Ocorrência conjunta de altura significativa (em metros) e direção de pico no P017.

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Total	Porc.
0.0-0.1	20715	1295	1329	1421	1473	1554	1685	2370	2738	13945	756	787	853	976	987	4774	57658	15.151
0.1-0.2	10403	2803	2536	2377	2444	2659	2620	3723	3547	40448	1968	1944	1771	1644	1465	21617	103969	27.319
0.2-0.3	42467	2186	1896	1747	1707	1377	1913	1715	2232	37025	1089	1049	1047	1018	1036	8683	108187	28.428
0.3-0.4	36330	652	515	462	430	401	355	417	512	21330	274	231	238	225	199	1696	64267	16.887
0.4-0.5	14990	143	107	82	56	44	28	68	54	10163	8	15	17	21	16	254	26066	6.849
0.5-0.6	2510	115	99	107	67	73	84	71	75	6825	51	31	29	21	23	170	10351	2.72
0.6-0.7	377	14	17	24	17	18	24	23	36	3666	13	7	9	9	10	45	4309	1.132
0.7-0.8	76						4	3	29	3482	12	7	4	8	6	6	3656	0.961
0.8-0.9	75								68	1497		1	4	1	7	8	1661	0.436
0.9-1.0	37								262	66					2	1	370	0.097
1.0-1.1	6								56					1	1		64	0.017
1.1-1.2									10								10	0.003
Total	127986	7208	6499	6229	6198	6132	6714	8390	9619	138447	4171	4072	3973	3924	3752	37254	380568	
Porc.	33.63	1.89	1.71	1.64	1.63	1.61	1.76	2.2	2.53	36.38	1.1	1.07	1.04	1.03	0.99	9.79		

Figura 123: Ocorrência conjunta de altura significativa (em metros) e direção de pico no P018.

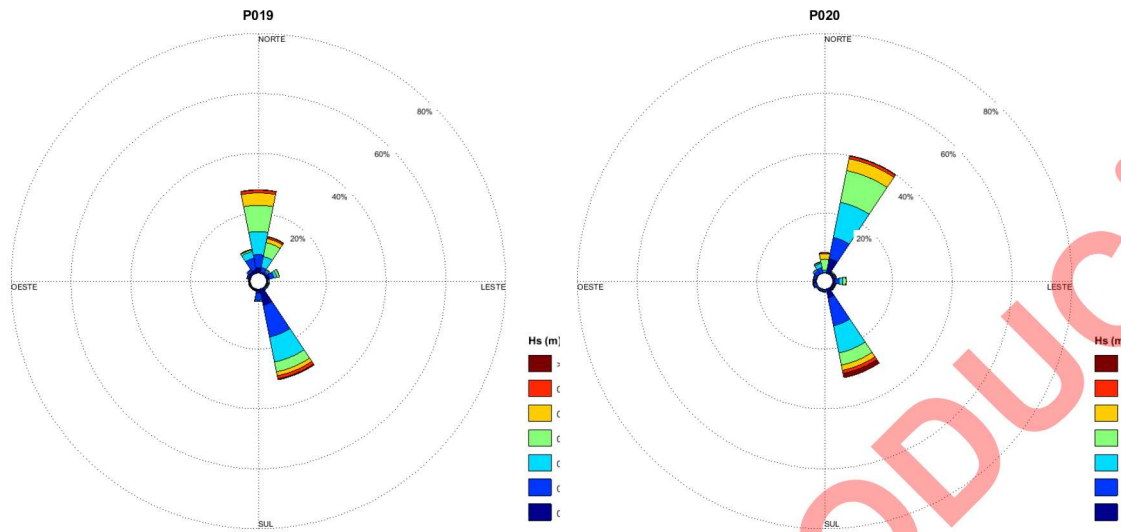


Figura 124: Rosa de altura significativa no P019 e P020.

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Total	Porc.
0.0-0.1	6957	1433	2085	4079	1121	1305	1485	21063	5143	1345	1381	1414	1373	2384	3789	4593	60950	16.016
0.1-0.2	16598	6054	2460	5810	1237	1145	1056	41082	9110	701	672	619	537	2080	3075	14858	107094	28.141
0.2-0.3	29307	14181	1639	3741	981	1024	1035	32433	1166	517	520	490	447	460	872	8675	97488	25.616
0.3-0.4	33339	18015	1566	3231	521	407	331	12733	277	255	244	209	231	191	214	2210	73974	19.438
0.4-0.5	15729	5284	179	188	102	83	68	5093	67	53	60	47	46	31	59	509	27598	7.252
0.5-0.6	3580	2154	41	81	38	39	41	3964	18	14	9	5	5	7	8	262	10266	2.698
0.6-0.7	431	329	32	74	28	21	25	1216	13	10	11	12	5	3	7	188	2405	0.632
0.7-0.8	41	141	7	28	6	4	3	149	6	7	5	8	5	2	3	37	452	0.119
0.8-0.9	16	84	3	5				1	1	2	3		2	2	4	12	152	0.04
0.9-1.0	3	75	4	2				1					1			9	96	0.025
1.0-1.1	4	47	5					1	2				4	2	1	5	73	0.019
1.1-1.2	3	12		1									1			1	19	0.005
Total	106008	47810	8021	17240	4034	4031	4046	117750	15803	2906	2905	2806	2655	5162	8033	31358	380568	
Porc.	27.86	12.56	2.11	4.53	1.06	1.06	1.06	30.94	4.15	0.76	0.76	0.74	0.7	1.36	2.11	8.24		

Figura 125: Ocorrência conjunta de altura significativa (em metros) e direção de pico no P019.

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Total	Porc.
0.0-0.1		18726	1915	2049	3048	1755	1749	11176	721	556	503	647	1020	1150	924	45939	12.071	
0.1-0.2	1443	27559	985	1001	5144	1214	1294	36361	1877	1742	1839	3534	2394	2835	5012	7354	101588	26.694
0.2-0.3	2421	45650	1081	1171	4665	900	944	35264	963	781	749	851	738	468	1834	5339	103819	27.28
0.3-0.4	13957	41037	939	901	4044	786	707	15769	483	299	208	186	257	186	324	1497	81580	21.436
0.4-0.5	6958	15464	203	198	399	40	48	6745	94	60	46	36	101	45	59	236	30732	8.075
0.5-0.6	1315	3504	40	34	102	73	39	4122	53	41	39	10	40	22	45	187	9666	2.54
0.6-0.7	174	376	5	7	78	8	4	3803	21	15	11	16	19	18	17	236	4808	1.263
0.7-0.8	37	129	4	14	45	5	3	1497	5	1		1	4	2	2	95	1844	0.485
0.8-0.9	15	84	2	7	6	1	6	220	2	3	2	1				12	363	0.095
0.9-1.0	15	86	1	4	2			34	1				1			4	148	0.039
1.0-1.1	12	43	1	5				3								5	69	0.018
1.1-1.2	6	6														12	12	0.003
Total	26353	152664	5176	5391	17533	4782	4794	114994	4220	3498	3397	5282	4574	4726	8219	14965	380568	
Porc.	6.92	40.11	1.36	1.42	4.61	1.26	1.26	30.22	1.11	0.92	0.89	1.39	1.2	1.24	2.16	3.93		

Figura 126: Ocorrência conjunta de altura significativa (em metros) e direção de pico no P020.

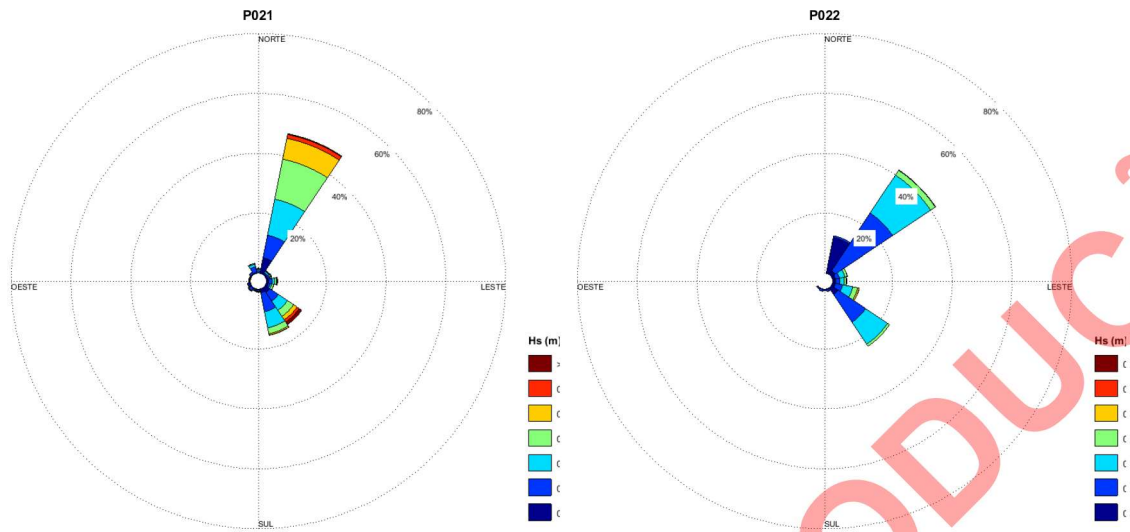


Figura 127: Rosa de altura significativa no P021 e P022.

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Total	Porc.
0.0-0.1	45	20126	2071	2244	3003	2712	6930	4869	1163	991	1705	1744	763	723	1242	1355	51686	13.581
0.1-0.2	2845	29316	1385	2040	4160	2534	13336	24593	1547	1291	2666	1714	813	983	2177	7051	98451	25.869
0.2-0.3	2232	46498	1595	1557	3130	1929	14065	20969	712	586	651	458	380	353	678	3552	99345	26.104
0.3-0.4	565	51820	960	1110	2771	2590	9363	7619	407	269	429	226	144	165	146	941	79525	20.896
0.4-0.5	152	26990	394	355	1019	196	5185	1710	244	114	169	29	14	11	16	145	36743	9.655
0.5-0.6	173	5100	13	13	35	63	3270	159	94	59	44	6	3	2	6	64	9104	2.392
0.6-0.7	99	576	20	14	30	42	3116	73	34	22	11	6	6	2	3	13	4067	1.069
0.7-0.8	24	185	6	11	40	25	825	9	10	4	5	1	1	1			1147	0.301
0.8-0.9	3	102	6	4	20	11	119	2	1	1	4			1			274	0.072
0.9-1.0		123	2	3			18	2		2		2				3	156	0.041
1.0-1.1		54	1														55	0.014
1.1-1.2		13	1														14	0.004
Total	6138	180904	6454	7351	14208	10102	56227	60005	4212	3339	5684	4186	2124	2242	4268	13124	380568	
Porc.	1.61	47.54	1.7	1.93	3.73	2.65	14.77	15.77	1.11	0.88	1.49	1.1	0.56	0.59	1.12	3.45		

Figura 128: Ocorrência conjunta de altura significativa (em metros) e direção de pico no P021.

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Total	Porc.
0.0-0.1	46241	5661	3645	3572	3787	10193	1067	514	594	1071							76345	20.061
0.1-0.2	2346	88257	5191	5573	9314	42365	2202	1757	2497	931							160433	42.156
0.2-0.3		58050	7114	5585	13250	33556	128	44	19	24							117770	30.946
0.3-0.4		7199	3202	2922	6325	3082	17	4	7								22758	5.98
0.4-0.5		513	184	202	1930	48	2		6								2885	0.758
0.5-0.6		82	60	101	119	1	1										364	0.096
0.6-0.7			1	11	1												13	0.003
Total	0	48587	159762	19397	17966	34726	89245	3417	2319	3123	2026	0	0	0	0	0	380568	
Porc.	0	12.77	41.98	5.1	4.72	9.12	23.45	0.9	0.61	0.82	0.53	0	0	0	0	0		

Figura 129: Ocorrência conjunta de altura significativa (em metros) e direção de pico no P022.

5. MARÉS METEOROLÓGICAS

Uma análise estatística de valores extremos da variável maré meteorológica foi realizada com o objetivo de estimar os valores associados aos períodos de retorno de 2, 10, 25, 50, 100 e 200 anos.

A base de dados de maré meteorológica utilizada é proveniente do Sistema de Modelagem Costeira (SMC-Brasil) e procede da reanálise GOS (Global Ocean Surge), realizada na América Latina e no Caribe. Esta base de dados contém séries horárias de maré meteorológica de 60 anos de duração (1948-2008), simuladas numericamente com o modelo tridimensional de circulação Regional Ocean Modeling System (ROMS), desenvolvido pelo Ocean Modeling Group de Rutgers, sendo amplamente aceito pela comunidade científica (HAIDVOGEL et al., 2000; MARCHESIELLO et al., 2003; PELIZ et al., 2003; DI LORENZO, 2003; DINNIMAN et al., 2003; BUDGELL, 2005, WARNER et al., 2005a, b; WILKIN et al, 2005).

Foi realizado o ajuste da Distribuição Generalizada de Valores Extremos (GEV) aos máximos anuais da variável maré meteorológica e o resultado é apresentado na Figura 130.

regime de valores extremos de maré meteorológica



Figura 130: Período de retorno da variável maré meteorológica na região de Florianópolis. Ajuste da Distribuição Generalizada de Valores Extremos (GEV) aos máximos anuais - 60 anos de dados.

Na Tabela 1 são apresentadas as marés meteorológicas (MM) associadas aos períodos de retorno (TR) de 2, 5, 10, 25, 50, 100 e 200 anos.

Tabela 1: Marés meteorológicas associadas aos períodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50, 100 e 200 anos.

TR (anos)	2	5	10	25	50	100	200
MM (m)	0,81	0,91	0,97	1,07	1,15	1,22	1,28

6. REFERENCIAIS ALTIMÉTRICOS

Para compatibilização entre a Referência de Nível adotada pela Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN) para levantamentos hidrográficos e o referencial altimétrico do Sistema Geodésico Brasileiro (Datum Vertical de Imbituba), foi realizado um procedimento de transporte de altitude por nivelamento geométrico de alta precisão, tendo como partida a RN 9303V do IBGE, localizada na base de granito do monumento da Praça Hercílio Luz, em Florianópolis e, como chegada, a RN1 - Portobrás, encravada em uma estrutura de concreto em frente a um edifício histórico na Avenida Beira Mar Norte ((Figura 131 e Figura 132).

PROIBIDA A REPRODUÇÃO


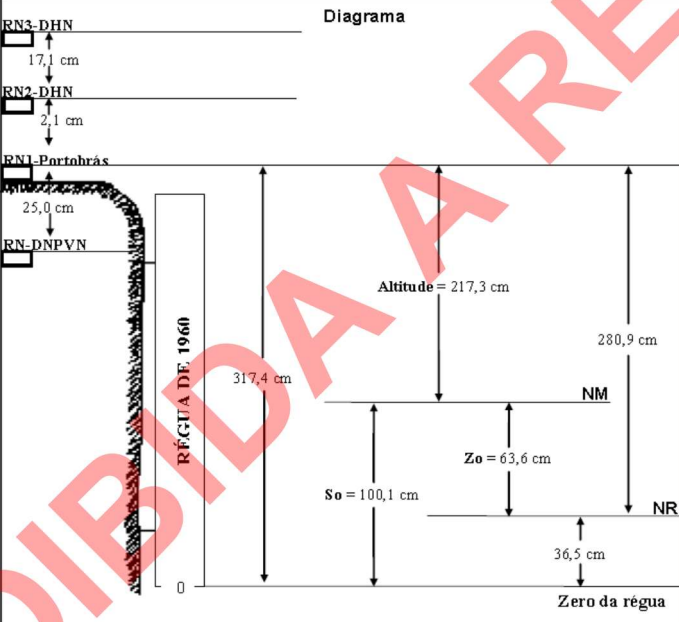
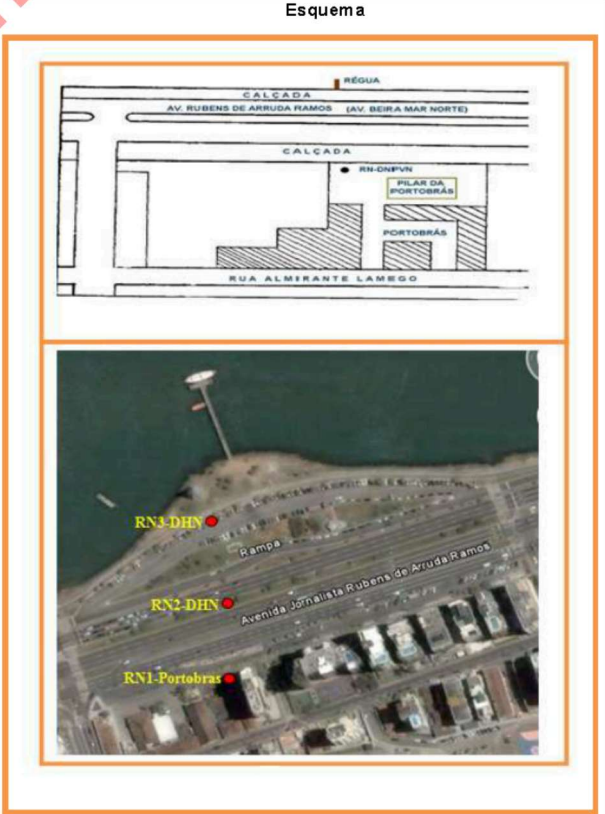
 60 245		TÁBUAS DE MARÉS		F-41 – Padrão – Porto de Florianópolis – 60245 – Versão 1/2008	
F - 41		DESCRIÇÃO DE ESTAÇÃO MAREGRÁFICA		F-41 – 1905 – 001/60	
Estação Porto de Florianópolis		Estado SC		Localidade Florianópolis	
LH Carta N°. 1905 – Canal Norte de Santa Catarina		Navio DNPVN		Ano 1960	
Coordenadas geográficas Lat: 27° 35' 3 S Long: 048° 33' 4 W Datum Fuso +3		O nível de redução está <u>36,5</u> centímetros acima do zero da régua de 1960. Fonte de informação: Análise Estatística e Harmônica de 355 dias de observação da Maré. Tipo de mareógrafo: RICHARD Zero do mareógrafo: coincide com o zero da régua.			
Descrição das régua de marés Não há descrição de régua. Esta ficha foi compilada do Modelo-DHN-5503 de 1960, F-41-1903-001/82, Relatório-Portobrás-INPH-(161/81) e da F-41-1905-001/07. Atualizada em 17/07/2008.		Descrição das referências de nível RN-DNPVN – Pilar de pedra no gramado a 15 cm da quina do muro à direita de quem entra na Portobrás. A parte exposta do pilar tem 20 cm de altura e base de 15 x 15 cm. Citada a partir de 1960. RN1-Portobrás – Marco encravado em uma estrutura de concreto em frente a um edifício histórico na Avenida Beira-mar. Citada a partir de 1981. RN2-DHN – Encravada no canteiro da primeira pista da Avenida Beira-mar (sentido rodoviária) a 20 metros mais à direita em relação ao Monumento da Paz, tendo o mar pelas costas. Implantada em 2007. RN3-DHN – Encravada na ciclovia junto ao meio fio mais próximo ao mar, a 20 metros mais à direita em relação ao trapiche, tendo o mar pelas costas. Implantada em 2007.			
Arquivo Técnico a ser preenchida no CHM Recebida em: Documento de referência: Relatório da Portobrás-INPH - (161/81) – LH-FC/2007		Pessoal que tomou parte na montagem Equipe de 1960: DNPVN Chefe da equipe: Equipe de 2007: 3ºSG-HN Falcão 3ºSG-HN Freitas 3ºSG-HN Borges Chefe da equipe: 1º T Tangari			
DHN-6016-A					
Diagrama 		Esquema 			
Observações 1- Período de observação para obtenção dos elementos de maré: 02/01/1960 a 21/12/1960. 2- A análise foi efetuada utilizando o método harmônico, sendo os dados processados pelo BNDO.					

Figura 131: Ficha da Estação Maregráfica F-41 60245 - Porto de Florianópolis, emitida pela Diretoria de Hidrografia e Navegação da Marinha do Brasil.



Figura 132: Detalhes da Referência de Nível RN1-Portobrás utilizada como ponto de chegada para o nivelamento geométrico.

O Nível de Referência da DHN e seus respectivos planos horizontais maregráficos foram obtidos a partir de consulta ao Catálogo de Estações Maregráficas da FEMAR, Estação Florianópolis (Porto), tal como apresentado na Figura 133).

Nome da Estação : FLORIANÓPOLIS (PORTO) – SC					
Localização : No trapiche de atracação do antigo prédio de oficinas do DNPVN					
Organ. Responsável : INPH / DHN					
Latitude : 27° 36,4' S		Longitude : 48° 33,4' W			
Período Analisado : 02/01/60 a 21/12/60		Nº de Componentes : 60			
Análise Harmônica : Método Tidal Liverpool Institute					
Classificação : Maré de Desigualdades Diurnas					
Estabelecimento do Porto: (HWF&C)		II H 4 min		Nível Médio (Zo): 63 cm acima do NR.	
Média das Preamares Superiores (MHHW) :		115 cm acima do NR.		Média das Preamares Inferiores (MLHW) : 96 cm acima do NR.	
Média das Baixa-mares Superiores (MHLW) :		30 cm acima do NR.		Média das Baixa-mares Inferiores (MLLW) : 12 cm acima do NR.	
CONSTANTES HARMÔNICAS SELECIONADAS					
Componentes	Semi-amplitude (H) cm	Fase (g) graus (°)	Componentes	Semi-amplitude (H) cm	Fase (g) graus (°)
Sa	5,2	272	MU ₂	0,4	349
Ssa	17,1	050	N ₂	5,0	152
Mm	2,0	125	NU ₂	0,6	174
Mf	6,7	174	M ₂	25,1	070
MTM	-	-	L ₂	1,3	082
Msf	4,2	270	T ₂	0,8	051
Q ₁	3,6	048	S ₂	17,3	067
O ₁	11,7	077	K ₂	5,5	059
M ₁	0,8	209	MO ₃	3,2	334
P ₁	2,4	128	M ₃	5,0	181
K ₁	6,9	136	MK ₃	1,5	085
J ₁	0,6	186	MN ₄	3,7	056
OO ₁	0,4	060	M ₄	8,7	110
MNS ₂	0,5	091	SN ₄	1,0	195
2N ₂	1,5	135	MS ₄	5,0	218
Referências de Nível: RN fixada em pilar de pedra no gramado à direita de quem entra no prédio da Administração do Porto.					
Obs: Outros Períodos : 01/07/08 a 04/07/09; 02/01/530a 02/02/53; 01/04/91 a 01/05/91 Consta das Tábuas das Marés					

Código BND0: 60245

Figura 133: Planos horizontais maregráficos e constantes harmônicas da maré obtidos para a Estação Florianópolis (Porto). Fonte: FEMAR.

Na Figura 134, são apresentados graficamente os resultados da conversão de referenciais altimétricos (DHN versus IBGE), onde MHHW é a média das preamares superiores, NM o nível médio do mar e MLLW a média das baixa-mares inferiores.

Porto Florianópolis

0.428 IBGE	1.15 DHN	0.72199 m	zero IBGE
	MHHW		
-0.091 IBGE	0.63 DHN		
	NM		
-0.601 IBGE	0.12 DHN	0.00 m	NR DHN
	MLLW		

Figura 134: Altitude ortométrica (em metros) dos principais planos de maré locais (diagrama à esquerda) e diferença de cota entre os referenciais altimétricos da DHN e do IBGE (diagrama à direita).

7. CONCLUSÕES

Neste documento foram apresentados os resultados do estudo envolvendo modelagem computacional e análise de dados meteorológicos e oceanográficos, realizado para dar subsídio ao dimensionamento das vias navegáveis do Sistema de Transporte Aquaviário da Região Metropolitana de Florianópolis: ROTA 3 (Terminal Barreiros – Terminal Mira Mar), ROTA 4 (Terminal Beira Mar - Terminal Mira Mar) e ROTA 5 (Terminal Pontal – Terminal Tapera).

Os objetivos do estudo foram:

- a) realizar análise estatística de velocidade e direção dos ventos locais, a partir de 44 anos de dados obtidos de modelos de reanálise;
- b) com o uso de modelagem numérica, executar simulações hidrodinâmicas para a região da Baía Norte e Baía Sul da Ilha de Santa Catarina, calibrando e validando o modelo com dados de maré e correntes medidos em campo. Com o modelo validado, executar uma simulação de 1 ano e fornecer séries temporais de velocidade e direção das correntes em diferentes pontos localizados ao longo dos canais de navegação, bacias de manobra e áreas de atracação dos terminais aquaviários propostos;
- c) com o uso de modelagem numérica, executar simulações de geração e propagação de ondas no interior da Baía Norte e Baía Sul da Ilha de Santa Catarina para uma matriz de casos de vento. A partir de técnicas de interpolação em duas dimensões, reconstruir séries temporais de 44 anos dos parâmetros de onda: altura significativa (H_s), período de pico (T_p) e direção de pico ($Dirp$), em diferentes pontos ao longo dos canais de navegação, bacias de manobra e áreas de atracação dos terminais aquaviários propostos.
- d) com o uso dados de modelos numéricos, caracterizar o regime de valores extremos da variável maré meteorológica na região;
- e) a partir de procedimentos de campo e informações provenientes da ficha da estação maregráfica do Porto de Florianópolis, fornecida pela Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN), gerar os diagramas de equivalência entre os principais referenciais altimétricos utilizados no dimensionamento de obras marítimas no Brasil (Nível de Referência da DHN e referencial altimétrico do

Sistema Geoésico Brasileiro, estabelecido pelo IBGE).

Os resultados da modelagem hidrodinâmica mostraram que as correntes mais intensas ocorrem principalmente no canal central e mais profundo da Baía Sul (influenciando a navegação na ROTA 5) e no estreitamento existente entre a Ilha de Santa Catarina e o continente (influenciando a navegação na ROTA 3 e 4). Nas margens, maiores velocidades ocorrem nos pontais, por efeito de constrição das linhas de fluxo, influenciando as manobras das embarcações no Terminal Barreiros, na Ponta dos Três Henriques, e no Terminal Pontal, nas proximidades do Pontal da Palhoça. Menores velocidades, por sua vez, ocorrem no interior dos pequenos embaixamentos, influenciando as manobras das embarcações no Terminal Tapera e Terminal Beira Mar.

Os resultados da modelagem de propagação de ondas mostraram que a Ponta dos Três Henriques (Terminal Barreiros) encontra-se mais exposta às ondulações geradas pelos ventos provenientes de N, NE e E, os quais encontram maiores pistas para geração de ondas no interior da Baía Norte da Ilha de Santa Catarina. Os terminais Mira Mar e Beira Mar encontram-se mais expostos às ondulações geradas pelos ventos provenientes de SW e S, os quais encontram maiores pistas para geração de ondas no interior da Baía Sul da Ilha de Santa Catarina. O Terminal Pontal, localizado numa porção central da Baía Sul, encontra-se mais exposto às ondulações geradas pelos ventos provenientes de E. Possui praticamente mesmo grau de exposição às ondulações geradas pelo vento SE e NE. Por fim, o Terminal Tapera, encontra-se mais exposto às ondulações geradas pelos ventos provenientes de SW e S.

Durante o ano, predominam os ventos úmidos provenientes do quadrante norte, principalmente o nordeste. Este sistema é perturbado quase semanalmente pela passagem de sistemas frontais. No período que antecede a entrada da frente fria, a direção predominante do vento começa a girar no sentido anti-horário a partir do vento de nordeste, chegando aos ventos de oeste, com aumento nas suas intensidades. São observadas rajadas de ventos nesse período, com significativa variação nas suas direções. Durante o domínio da frente fria, são observados ventos do quadrante sul (principalmente de sudoeste) de forte intensidade. O retorno do vento ao quadrante norte ocorre em média 1 dia após a passagem do sistema pela região.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DAY, J. W., HALL, C. A. S., KEMP, W. M. & YANEZ-ARANCIBIA, A. 1989. Estuarine Ecology. John Wiley & Sons, Inc., (eds). New York, Chichester, Brisbane, Toronto, Singapore, 558 pp.
- FAIRBRIDGE RW. 1980. The estuary: its definition and geodynamic cycle. In: Olausson E and Cato I (Eds), Chemistry and biogeochemistry of estuaries. J Wiley & Sons, New York, p. 1-35.
- PRITCHARD, DW. 1967. What is an estuary: physical viewpoint. In LAUFF, GH., ed. Estuaries. Washington, DC: American Association for the Advancement of Science Publication. vol. 83, p. 3-5.
- STECH, J. L; LORENZETTI, J. A. 1992. The response of the South Brazil Bight to the passage of wintertime cold fronts. Journal Geophysical Research, v. 97, n. 66, p. 9507-9520.