

CENTRAL DE CICLO COMBINADO DA GALP POWER EM SINES – S. TORPES

ESTUDO DE IMPACTE AMBIENTAL

ANEXO III - HIDRODINÂMICA E DISPERSÃO DA PLUMA TÉRMICA

Índice

	Pág.
1. INTRODUÇÃO	1
2. SITUAÇÃO DE REFERÊNCIA	3
2.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS	3
2.2 DADOS DE BASE	3
2.2.1 Correntes	3
2.2.2 Vento	4
2.2.3 Temperatura	4
2.3 TRATAMENTO DE DADOS	5
2.3.1 Considerações Gerais	5
2.3.2 Correntes	6
2.3.3 Vento	6
2.4 MODELO CONCEPTUAL	7
2.4.1 Meio Receptor	7
2.4.2 Dispersão da Pluma	8
2.5 IMPLEMENTAÇÃO DO MODELO	9
2.5.1 Modelos Encaixados	9
2.5.2 Opções de Cálculo	12
2.6 VALIDAÇÃO	12
2.6.1 Campo Médio	12
2.6.2 Perfis Instantâneos	15
3. IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DOS IMPACTES AMBIENTAIS	20
3.1 CENÁRIOS DE REJEIÇÃO E CAPTAÇÃO TESTADOS	20
3.2 CENÁRIOS METEOROLÓGICOS E OCEANOGRÁFICOS	21
3.2.1 Cenários de Simulação	21
3.2.2 Sem Vento	22
3.2.3 Vento NW	22
3.2.4 Vento SW	22
3.3 RESULTADOS DA MODELAÇÃO	26
3.3.1 Considerações Gerais	26

3.3.2 Resultados Obtidos	26
3.3.3 Solução 1.....	29
3.3.4 Solução 2.....	37
3.3.5 Variabilidade na Zona Próxima da Bacia de Adução da EDP	43
4. CONCLUSÕES	44
5. BIBLIOGRAFIA.....	45

Índice de Figuras

	PÁG.
Figura 1 – Localização dos pontos de medição de correntes do IH em 1981.	4
Figura 2 – Pontos de Amostragem onde foram obtidos perfis de temperatura para cada campanha.....	5
Figura 3 – Batimetria do modelo nível 1. O rectângulo a preto assinala o domínio do modelo nível 2.....	10
Figura 4 – Batimetria do modelo nível 2 antes da construção do Terminal XXI.	11
Figura 5 – Batimetria do modelo nível 2 na situação actual.....	11
Figura 6 – Secções ao longo das quais se comparam os campos médios das medidas e do modelo (rectângulos a vermelho).....	13
Figura 7 – Comparação de resultados ao longo da secção perpendicular à costa assinalada na Figura 6. Lado direito corresponde ao ponto mais próxima da costa. a) Medidas b) Modelo.....	14
Figura 8 – Comparação de resultados ao longo da secção paralela à costa assinalada na Figura 6. Lado direito corresponde ao ponto mais a Sul. a) Medidas b) Modelo.	15
Figura 9 – Comparação das medidas feitas ao longo da secção 4 na manhã do dia 14 de Setembro com resultados do modelo.....	16
Figura 10 – Comparação das medidas feitas ao longo da secção 3 na manhã do dia 14 de Setembro com resultados do modelo.....	17
Figura 11 – Comparação das medidas feitas ao longo da secção 2 na manhã do dia 14 de Setembro com resultados do modelo.....	17
Figura 12 – Comparação das medidas feitas ao longo da secção 4 na tarde do dia 14 de Setembro com resultados do modelo.....	18
Figura 13 – Comparação das medidas feitas ao longo da secção 3 na tarde do dia 14 de Setembro com resultados do modelo.....	19
Figura 14 – Comparação das medidas feitas ao longo da secção 2 na tarde do dia 14 de Setembro.....	19
Figura 15 – Opções de rejeição testadas.....	21
Figura 16 – Circulação obtida com o modelo nível 2, à superfície, em enchente e para uma situação sem vento.	23
Figura 17 – Circulação obtida com o modelo nível 2, à superfície, em vazante e para uma situação sem vento.	23
Figura 18 – Circulação obtida com o modelo nível 2, à superfície, para uma situação de enchente com vento NW.	24
Figura 19 – Circulação obtida com o modelo nível 2, à superfície, para uma situação de	

vazante com vento NW.	24
Figura 20 – Circulação obtida com o modelo nível 2, à superfície, para uma situação de enchente com vento SW.	25
Figura 21 – Circulação obtida com o modelo nível 2, à superfície, para uma situação de vazante com vento SW.	25
Figura 22 – Temperatura em 3 camadas e em enchente – circuito fechado – Solução 1 – sem vento.	29
Figura 23 – Diferença de temperatura em 3 camadas e em enchente – circuito fechado – Solução 1 – sem vento.	30
Figura 24 – Perspectiva 3D da dispersão dos traçadores em situação de enchente – Solução 1 – Temperatura nos traçadores lagrangeanos.	31
Figura 25 – Temperatura na camada 4 e em vazante – Circuito Fechado – Solução 1 – Sem vento.	31
Figura 26 – Diferença de temperatura na camada 4 e em vazante – Circuito Fechado – Solução 1 – Sem vento.	32
Figura 27 – Perspectiva 3D da dispersão dos traçadores em situação de vazante – Temperatura nos traçadores lagrangeanos	32
Figura 28 – Temperatura à superfície e na camada 4 em vazante – Circuito Fechado – Solução 1 – Vento NW	33
Figura 29 – Temperatura à superfície e na camada 4 em enchente – Circuito Fechado – Solução 1 – Vento SW	34
Figura 30 – Temperatura à superfície, na camada 4 e no fundo, em vazante – Circuito Fechado – Solução 1 – Vento SW	35
Figura 31 – Diferenças de temperatura à superfície, na camada 4 e no fundo, em vazante – Circuito Fechado – Solução 1 – Vento SW	36
Figura 32 – Temperatura à superfície e na camada 4 em enchente – Circuito Fechado – Solução 2 – Sem Vento.	37
Figura 33 – Diferença de temperatura à superfície e na camada 4 em enchente – Circuito Fechado – Solução 2 – Sem Vento.	38
Figura 34 – Temperatura à superfície e na camada 4 em vazante – Circuito Fechado – Solução 2 – Sem Vento.	39
Figura 35 – Diferença de temperatura à superfície e na camada 4 em vazante – Circuito Fechado – Solução 2 – Sem Vento.	40
Figura 36 – Temperatura à superfície, na camada 4 e no fundo, em vazante – Circuito Fechado – Solução 2 – Vento SW	41
Figura 37 – Diferença de temperatura à superfície, na camada 4 e no fundo, em vazante –	

Circuito Fechado – Solução 2 – Vento SW	42
Figura 38 – Perfis de temperatura medidos ao longo do Verão de 2001 na estação 21 (Figura 2).....	43
Figura 39 – Medidas de velocidade e direcção da corrente, 18 de Março a 19 de Maio de 1981.	i
Figura 40 – Medidas de velocidade e direcção da corrente, 19 de Maio a 9 de Julho de 1981.	ii
Figura 41 – Medidas de velocidade e direcção da corrente, 9 de Julho a 3 de Setembro de 1981.	iii
Figura 42 – Medidas de velocidade e direcção da corrente, 21 de Outubro a 29 de Dezembro de 1981.....	iv
Figura 43 – Medidas de velocidade e direcção do vento, 29 de Janeiro a 4 de Fevereiro de 1981.	v
Figura 44 – Medidas de velocidade e direcção do vento, 6 de Fevereiro a 28 de Abril de 1981.	vi
Figura 45 – Medidas de velocidade e direcção do vento, 7 de Maio a 30 de Julho de 1981.	vii
Figura 46 – Medidas de velocidade e direcção do vento, 30 de Julho a 28 de Outubro de 1981	viii
Figura 47 – Medidas de velocidade e direcção do vento, 28 de Outubro de 1981 a 26 de Janeiro de 1982.....	ix
Figura 48 – Correntes, ocorrências de velocidades por rumos, 18 de Março a 19 de Maio de 1981.	x
Figura 49 – Correntes, ocorrências de velocidades por rumos, 18 de Março a 19 de Maio de 1981, representação por direcções.....	xi
Figura 50 – Correntes, ocorrências de velocidades por rumos, 19 de Maio a 9 de Julho de 1981.	xii
Figura 51 – Correntes, ocorrências de velocidades por rumos, 19 de Maio a 9 de Julho de 1981, representação por direcções.....	xiii
Figura 52 – Correntes, ocorrências de velocidades por rumos, 9 de Julho a 3 de Setembro de 1981.	xiv
Figura 53 – Correntes, ocorrências de velocidades por rumos, 9 de Julho a 3 de Setembro de 1981, representação por direcções.....	xv
Figura 54 – Correntes, ocorrências de velocidades por rumos, 21 de Outubro a 29 de Dezembro de 1981.....	xvi
Figura 55 – Correntes, ocorrências de velocidades por rumos, 21 de Outubro a 29 de Dezembro de 1981, representação por direcções.	xvii

Figura 56 – Vento, ocorrências de velocidades por rumos, 29 de Janeiro a 4 de Fevereiro de 1981.	xviii
Figura 57 – Vento, ocorrências de velocidades por rumos, 29 de Janeiro a 4 de Fevereiro de 1981, representação por direcções.....	xix
Figura 58 – Vento, ocorrências de velocidades por rumos, 6 de Fevereiro a 28 de Abril de 1981.	xx
Figura 59 – Vento, ocorrências de velocidades por rumos, 6 de Fevereiro a 28 de Abril de 1981, representação por direcções.....	xxi
Figura 60 – Vento, ocorrências de velocidades por rumos, 7 de Maio a 30 de Julho de 1981.	xxii
Figura 61 – Vento, ocorrências de velocidades por rumos, 7 de Maio a 30 de Julho de 1981, representação por direcções.....	xxiii
Figura 62 – Vento, ocorrências de velocidades por rumos, 30 de Julho a 28 de Outubro de 1981.	xxiv
Figura 63 – Vento, ocorrências de velocidades por rumos, 30 de Julho a 28 de Outubro de 1981, representação por direcções.....	xxv
Figura 64 – Vento, ocorrências de velocidades por rumos, 28 de Outubro de 1981 a 26 de Janeiro de 1982.....	xxvi
Figura 65 – Vento, ocorrências de velocidades por rumos, 28 de Outubro de 1981 a 26 de Janeiro de 1982, representação por direcções.	xxvii

Índice de Quadros

	PÁG.
Quadro 1 - Dados de correntes.....	3
Quadro 2 – Dados de vento.	4

1. INTRODUÇÃO

Este relatório visa quantificar o impacte térmico sobre o meio costeiro do efluente resultante do sistema de refrigeração da futura Central de Ciclo Combinado (CCC) da Galp Power em Sines-S. Torpes.

No capítulo 2 é feita uma descrição do sistema costeiro no qual será efectuada a captação e a rejeição do sistema de refrigeração da CCC.

O impacte térmico no meio marinho foi quantificado recorrendo ao sistema de modelação MOHID (<http://www.mohid.com>). A implementação deste sistema ao local de estudo descreve-se no capítulo 3.

A validação do modelo para esta aplicação foi feita com base em campanhas realizadas no Verão de 2001 em 5 dias diferentes (capítulo 2.6). Destas campanhas resultaram aproximadamente 100 perfis de temperatura obtidos entre a praia de S. Torpes e o Porto de Sines. Este volume de dados permite caracterizar com elevado rigor para uma situação de Verão a variabilidade do campo de temperatura nesta área com uma resolução da ordem dos 500 m na horizontal e dos 10 cm na vertical.

O impacte térmico sobre o meio receptor foi quantificado para 2 opções de localização da descarga do efluente do circuito de refrigeração, que será em circuito fechado. Estas opções estão descritas no capítulo 3.1.

Descrevem-se no capítulo 3.2 os cenários meteorológicos e oceanográficos para os quais foram efectuadas simulações. De seguida são analisados os campos de correntes gerados pelo modelo para os diferentes cenários. Em função do elevado tempo de cálculo requerido para cada simulação, foi escolhido um cenário de vento muito frequente (vento NW) e dois cenários menos frequentes mas muito desfavoráveis do ponto de vista da dispersão das plumas térmicas (sem vento e vento SW). Estes cenários são simulados para as alternativas de rejeição descritas no capítulo 3.1.

A apresentação dos resultados de modelação no capítulo 3.3, tem por objectivo mostrar se as hipóteses de rejeição equacionadas para o circuito de refrigeração da CCC S. Torpes cumprem a legislação em vigor. Os resultados apresentados correspondem à temperatura em diferentes instantes de maré no período diurno para as três situações de vento anteriormente descritas.

Finalmente, no capítulo 4 apresentam-se as principais conclusões do presente estudo.

2. SITUAÇÃO DE REFERÊNCIA

2.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Nas secções seguintes são apresentados os dados mais relevantes que permitem caracterizar o meio marinho na zona da descarga da pluma da CCC. Estes dados são referentes a correntes, ventos e temperaturas. No que se refere à temperatura, dada a extensão dos dados obtidos, o seu tratamento e apresentação em gráficos apresenta-se em anexo (Anexo III.1). As figuras referentes aos restantes dados são também apresentadas em anexo.

2.2 DADOS DE BASE

São apresentadas séries temporais de velocidades de correntes e vento, assim como direcções das correntes e vento. Os resultados da análise estatística apresentados são: ocorrências de classes de velocidades por rumos e velocidades médias e percentagem de ocorrências também por rumos.

Não se apresentam dados sobre níveis de maré. No entanto, a maré em Sines tem características semelhantes às da restante zona costeira de Portugal continental: maré semi-diurna com amplitudes da ordem dos 2 m em maré morta e de 3.5 em maré viva.

2.2.1 CORRENTES

As correntes foram medidas pelo Instituto Hidrográfico (IH), durante o ano de 1981 em três localizações diferentes (Figura 1). Um resumo destes dados encontra-se no Quadro 1. As medidas apresentam-se em três períodos com um intervalo de medição de 10 minutos. Os dados estão representados no Anexo III.1 (Figura 39 à Figura 42).

Quadro 1 - Dados de correntes

Localização		Estação	Período de medição
Longitude	Latitude		
008°48.7W	37°55'N	1	18 Março a 9 Julho
008°49.5W	37°54.9'N	2	9 Julho a 3 de Setembro
008°49.0W	37°55.3'N	3	25 Outubro a 29 de Dezembro



Figura 1 – Localização dos pontos de medição de correntes do IH em 1981.

2.2.2 VENTO

Os dados de estação de medição localizada na zona de Sines são apresentados no Anexo III.1 (Figura 43 à Figura 47) e compreendem quase todo o período de 29/1/81 a 26/1/1982. As medidas foram efectuadas com intervalos de 30 minutos.

Quadro 2 – Dados de vento.

Localização		Período de medição
Longitude	Latitude	
08° 48.5'W	37° 55.6'N	29 de Janeiro a 4 de Fevereiro 1981
		6 de Fevereiro a 28 de Abril 1981
		7 de Maio a 28 de Outubro 1981
		28 de Outubro 1981 a 26 Janeiro 1982

2.2.3 TEMPERATURA

No Verão de 2001 a Hidromod fez uma campanha exaustiva de medidas de temperatura e correntes na zona de influência da pluma do efluente da Central Termoeléctrica de Sines da EDP. Esta campanha foi objecto de relatório autónomo.

As campanhas realizaram-se em 4 períodos. O primeiro começou no dia 30 de Julho à tarde e durou até 31 de Julho à tarde. Neste período, nos pontos de amostragem (Figura 2) os perfis de temperatura foram medidos três vezes (tarde do dia 30, manhã e tarde do dia 31 de Julho). Os outros três períodos correspondem aos dias 8 de Agosto, 14 de Setembro e 19 de Setembro. Em todos os dias os perfis de temperatura foram medidos nos pontos de amostragem de manhã e à tarde.

Esta informação de base foi utilizada neste estudo para validar o modelo numérico que foi utilizado para estimar o impacte térmico associado às diferentes rejeições do efluente equacionadas.

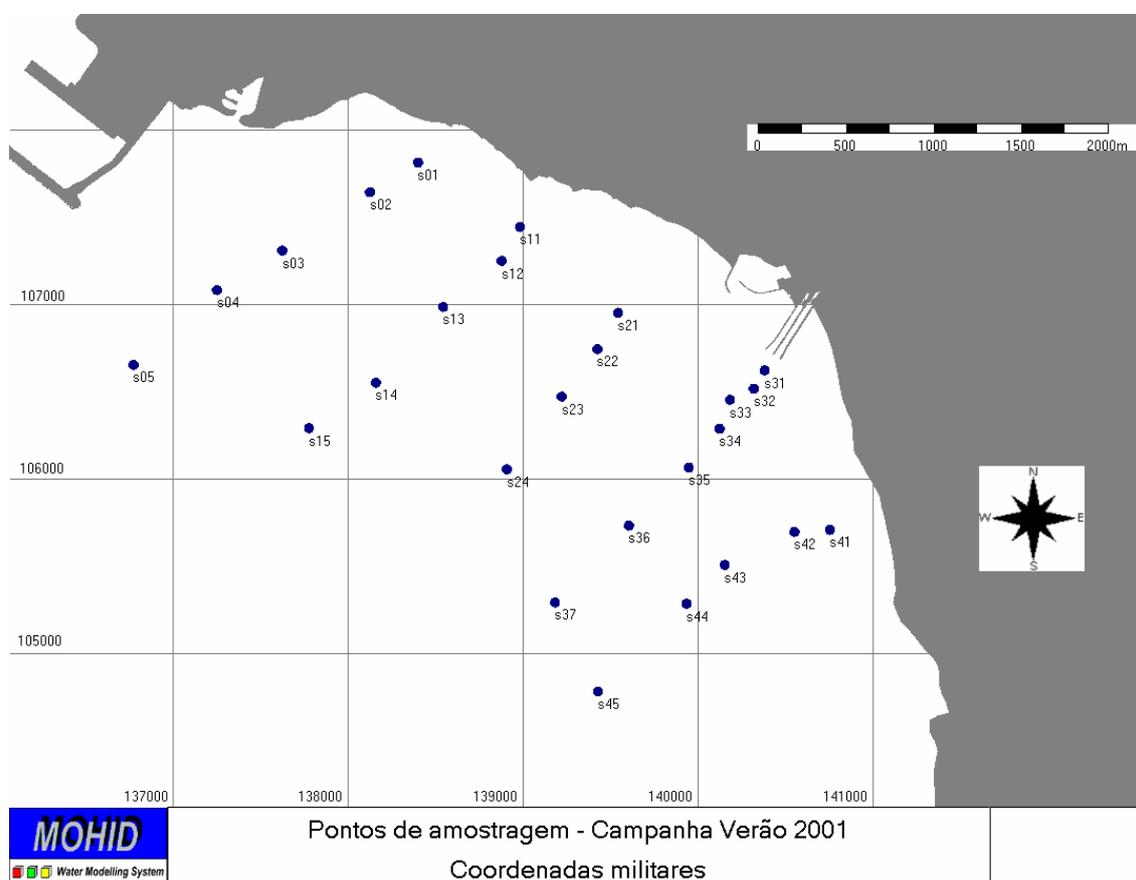


Figura 2 – Pontos de Amostragem onde foram obtidos perfis de temperatura para cada campanha.

2.3 TRATAMENTO DE DADOS

2.3.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

As medidas de correntes e ventos foram analisadas estatisticamente de forma a que se evidenciassem as tendências de direcções e velocidades.

Com base nos dados, foi calculado o número de ocorrências de velocidades, por intervalos, assim como a velocidade média para cada rumo. Desta forma é possível analisar as direcções e velocidades preferenciais.

2.3.2 CORRENTES

Nesta secção é apresentada a análise referente às ocorrências das velocidades por rumos e a velocidade média para as três estações de medição de correntes (ver Figura 48 à Figura 54 do Anexo III.1).

As correntes na zona são de intensidade reduzida. Tendo em conta os conjuntos de medidas disponíveis, pode dizer-se que as correntes no local, fora da influência da pluma da Central Térmica de Sines (CTS) da EDP, são devidas à acção do vento, à maré e à circulação oceânica.

Na estação 1, as correntes medidas mostram que a velocidade, na maior parte do tempo, é de 5 a 10 cm/s. As direcções mais comuns alinham-se com N/NNW e SSE. Com vento de maior intensidade, 24/3/81 a 5/4/81, observa-se que a velocidade aumenta e a direcção da corrente mostra-se mais paralela à costa (NNE/SSE).

As medidas na estação 2 mostram-se próximas das obtidas na estação 1. as direcções e valores médios de velocidade são semelhantes aos da estação 1.

Na estação 3, mostra-se difícil explicar os valores medidos. A localização da estação é próxima da estação 1, no entanto, para ventos semelhantes a estação 3 apresenta valores médios de velocidade próximos do dobro. Estas observações poderão ser explicadas pelo facto da influência local das ondas na velocidade ser importante, neste caso estas ondas seriam geradas pelo vento local. Outra explicação possível será o funcionamento deficiente do correntómetro.

2.3.3 VENTO

A análise dos dados de vento para o período de 29/1/81 a 26/1/1982 é representada no Anexo III.1 (Figura 56 à Figura 64). É apresentada a análise referente às ocorrências da velocidade por rumos e a velocidade média.

Na Figura 56 (Anexo III.1), no período de 29 Janeiro a 4 de Fevereiro de 1981, observa-se uma predominância evidente na direcção E. No entanto, as velocidades médias mais altas dão-se na direcção WNW-ESE, sendo a máxima de 5 m/s.

No período de 6 Fevereiro a 28 de Abril (Figura 58, Anexo III.1), as ocorrências de velocidades por rumos são mais distribuídas que no caso anterior. No entanto, existem três direcções preferenciais, nomeadamente: ENE, S e WNW/NNW. As velocidades médias mais altas são atingidas nos quadrantes S-W e W-N, podendo estar perto dos 7m/s.

Entre 7 de Maio e 30 de Julho, (Figura 60, Anexo III.1), as ocorrências mais importantes dão-se no quadrante W-N, havendo, também, ocorrências importantes no quadrante S-W. O mesmo se passa com a velocidade média. A mesma distribuição de ocorrências e velocidades pode ver-se na Figura 62 (Anexo III.1) para o período de 30 de Julho a 28 de Outubro.

Na Figura 64 (Anexo III.1), para o período de 28 de Outubro a 26 de Janeiro, a predominância das direcções dá-se para E-ENE. No entanto, há ocorrências importantes para WSW-W. A velocidade média máxima atinge os 9 m/s, com as direcções compreendidas entre ESE-WNW a terem valores médios superiores às restantes.

2.4 MODELO CONCEPTUAL

2.4.1 MEIO RECEPTOR

O meio receptor do efluente térmico da futura Central de Ciclo Combinado da Galp Power em Sines – S. Torpes é caracterizado por correntes fracas, da ordem dos 5-10 cm/s. Estas correntes são forçadas pela acção da maré e pelo vento. A maré tem um carácter permanente, enquanto o vento tem um comportamento mais variável, tanto em intensidade, como direcção. A área de estudo encontra-se localizada numa zona de costa aberta onde não existem acidentes topográficos que tendam a amplificar os gradientes de nível associados à propagação da maré, como é o caso de estuários, de canhões submarinos e estreitos. Por esta razão, as velocidades forçadas pela maré tendem a ser muito fracas, da ordem de 5 cm/s.

Em zonas costeiras, o efeito do vento sobre as correntes, resulta de perturbações nos gradientes de nível junto a terra forçados pelo vento de larga escala. A nível local, o vento é responsável em especial pela mistura vertical junto à superfície. A ondulação tem também um papel importante na mistura vertical nas zonas de rebentação. Nestas zonas, a ondulação pode, também, ter um papel importante no transporte horizontal.

A estratificação natural do meio receptor tende também a ser fraca devido ao facto de não haver fontes de água doce significativas na região e à rápida homogeneização das trocas de calor com a atmosfera associada ao efeito do vento local e da ondulação. Este último efeito

apenas se faz sentido junto à costa na zona de dissipação das ondas de vento.

A temperatura do meio receptor é influenciada pelas trocas locais de calor com a atmosfera e por processos de larga escala, como é o caso do afloramento costeiro (*upwelling*) e da subsidência (*downwelling*). O afloramento costeiro consiste na ascensão de massas de água do fundo (100 m - 300 m), junto à costa, que perturbam de uma forma muito intensa os campos de temperatura. Este processo é forçado por ventos do quadrante Norte. No Verão, na zona da vertente, é comum registarem-se, à superfície, valores da ordem dos 20°C, e, junto à costa, valores da ordem dos 17°C. O *downwelling* é o processo inverso forçado por ventos do quadrante Sul que tendem a transportar massas de água superficiais situadas ao largo para a costa. Ao largo, a temperatura superficial evolui por trocas de calor com a atmosfera e por processos de transporte horizontal de larga escala, como é caso do transporte Sul-Norte forçado pela corrente da vertente. Estes processos de larga escala podem introduzir uma grande variabilidade temporal e mesmo espacial na temperatura do meio receptor não perturbada pela pluma.

2.4.2 DISPERSÃO DA PLUMA

A dispersão de uma pluma térmica é forçada por processos de transporte horizontal e de difusão vertical. O primeiro é condicionado pelas correntes que se fazem sentir no meio receptor, pela quantidade de movimento da pluma no ponto de rejeição e pela acção directa do vento sobre a pluma.

A difusão vertical é função da intensidade do vento local, da ondulação e da diferença de temperatura entre o meio receptor e o efluente. Sendo o efluente menos denso, tende a manter-se à superfície. Após a rejeição a sua difusão vertical é forçada principalmente pela acção do vento. Todavia, estes dois processos tendem a ser contrariados pela forte impulsão associada à pluma térmica. A estratificação da coluna de água provocada pela presença do efluente funciona como uma barreira à mistura vertical. Este processo não só condiciona a dispersão vertical como a própria dispersão horizontal porque quanto menos espessa for a camada onde a pluma se encontra maior será a acção directa do vento sobre a pluma. Quanto menor for a espessura desta camada maior será a estratificação e logo a quantidade de movimento com origem na acção do vento tende a ficar mais aprisionada à superfície e a ser distribuída numa massa de água menor, o que origina maiores velocidades e, conseqüentemente, um transporte horizontal mais intenso. De uma forma geral, a eficiência de dispersão aumenta quando a descarga é submersa. Neste tipo de emissão a pluma é rejeitada num meio com uma densidade maior o que faz com que a

pluma seja rapidamente transportada para a superfície. Neste processo de ascensão rápida a pluma sofre uma mistura turbulenta intensa diminuindo rapidamente o seu impacte térmico.

2.5 IMPLEMENTAÇÃO DO MODELO

O estudo de processos de transporte em meios costeiros inclui sempre a resolução do problema das condições de fronteira. Na zona de estudo existe uma grande sobreposição de processos. Pode dizer-se que a maré e o vento à escala da costa condicionam a intensidade das correntes. No entanto, existem características locais que condicionam a direcção das correntes como é o caso da linha de costa. No caso da área de estudo a linha de costa é extremamente complexa, devido principalmente às estruturas do Porto de Sines. Na zona próxima da descarga da EDP as correntes nas camadas superficiais podem ser condicionadas pela pluma desta descarga. Na realidade trata-se de um efluente com um caudal de 40 m³/s com uma temperatura 10°C acima da do meio e que em baixa-mar chega ao meio receptor com uma velocidade da ordem dos 2 m/s.

Com o objectivo de reproduzir as correntes na zona de estudo, e, consequentemente, os processos de transporte, foi implementado o sistema de modelação de processos MOHID (<http://www.mohid.com>) para a zona de estudo. Este sistema permite encaixar diferentes níveis de modelos. Desta forma, é possível não só simular o efeito que os processos de escala costeira têm nas correntes como o efeito de características locais (ex: linha de costa, descarga da EDP).

2.5.1 MODELOS ENCAIXADOS

Foram considerados 2 níveis de modelos, um primeiro (nível 1) onde são simulados os processos à escala costeira que, por sua vez, dá condições ao segundo nível (nível 2) que permite simular com rigor o efeito das várias estruturas sobre as correntes, o efeito da pluma da Central Térmica de Sines (CTS) e a interacção desta com a pluma do efluente da nova Central de Ciclo Combinado da Galp Power – S. Torpes.

A batimetria do modelo geral (nível 1) da zona de Sines é apresentada na Figura 3. A batimetria do modelo geral tem passo variável entre 2000 m, perto das fronteiras do modelo, e 50 m, na região em frente às actuais estruturas da CTS, nas direcções Norte-Sul e Este-Oeste, totalizando cerca de 48500 pontos de cálculo.

Para o nível 2 foram construídas duas batimetrias. A que se apresenta na Figura 4 corresponde à situação antes do Terminal XXI (utilizada para a validação do modelo) e a da Figura 5 à situação depois de ser construído o Terminal (utilizada para a simulação dos cenários de descarga). Nestas batimetrias a discretização horizontal tem passo variável entre 100 m, perto das fronteiras do modelo, e 10 m, na região das estruturas da CTS, nas direcções Norte-Sul e Este-Oeste.

A informação batimétrica utilizada na implementação do modelo teve por base principal as cartas hidrográficas do Instituto Hidrográfico e outros elementos fornecidos pela Galp Power.

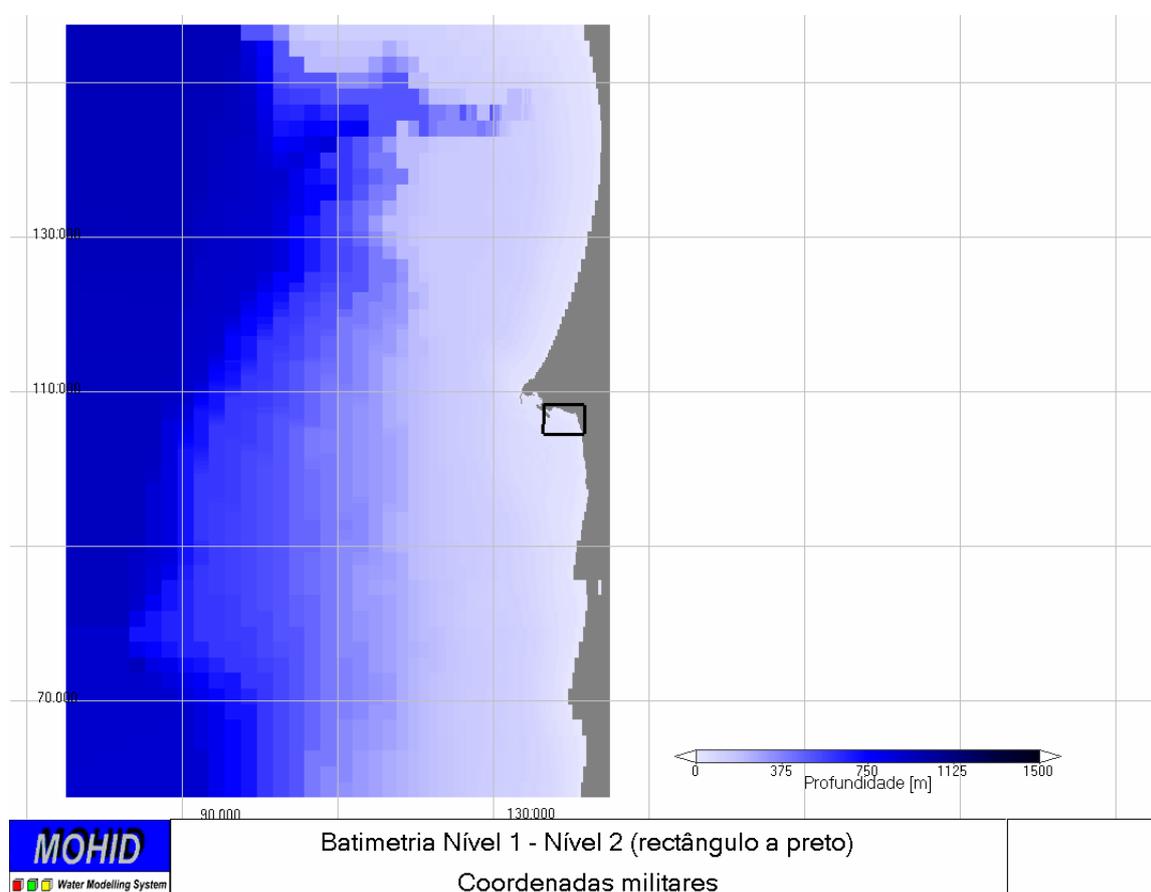


Figura 3 – Batimetria do modelo nível 1. O rectângulo a preto assinala o domínio do modelo nível 2.

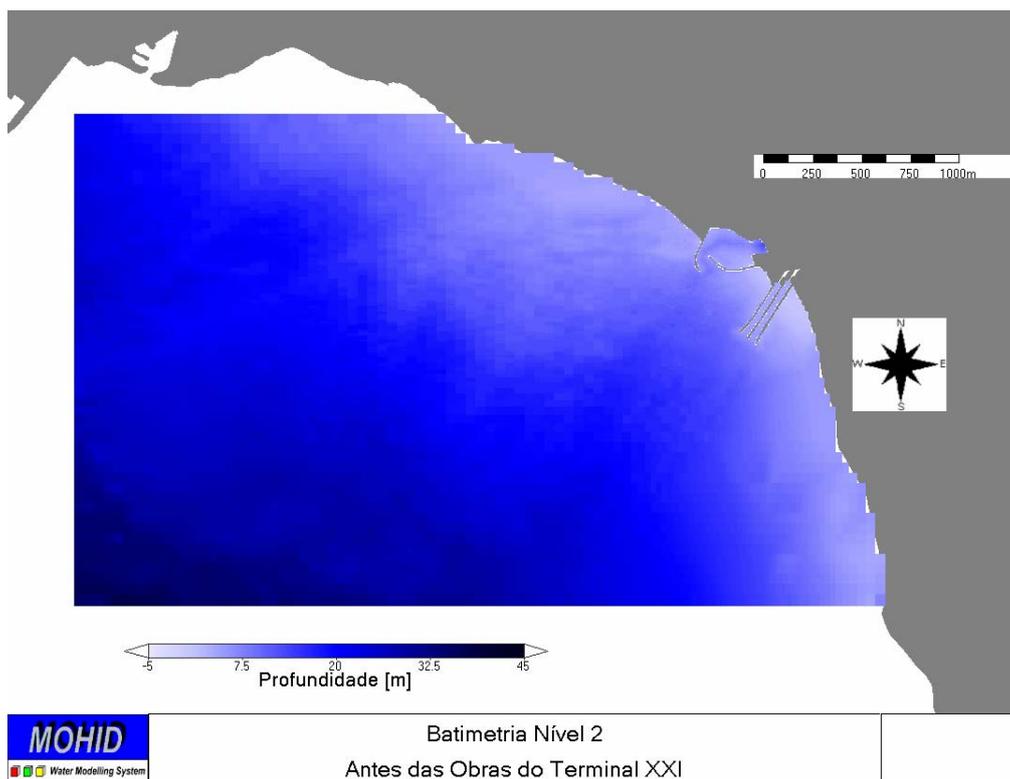


Figura 4 – Batimetria do modelo nível 2 antes da construção do Terminal XXI.

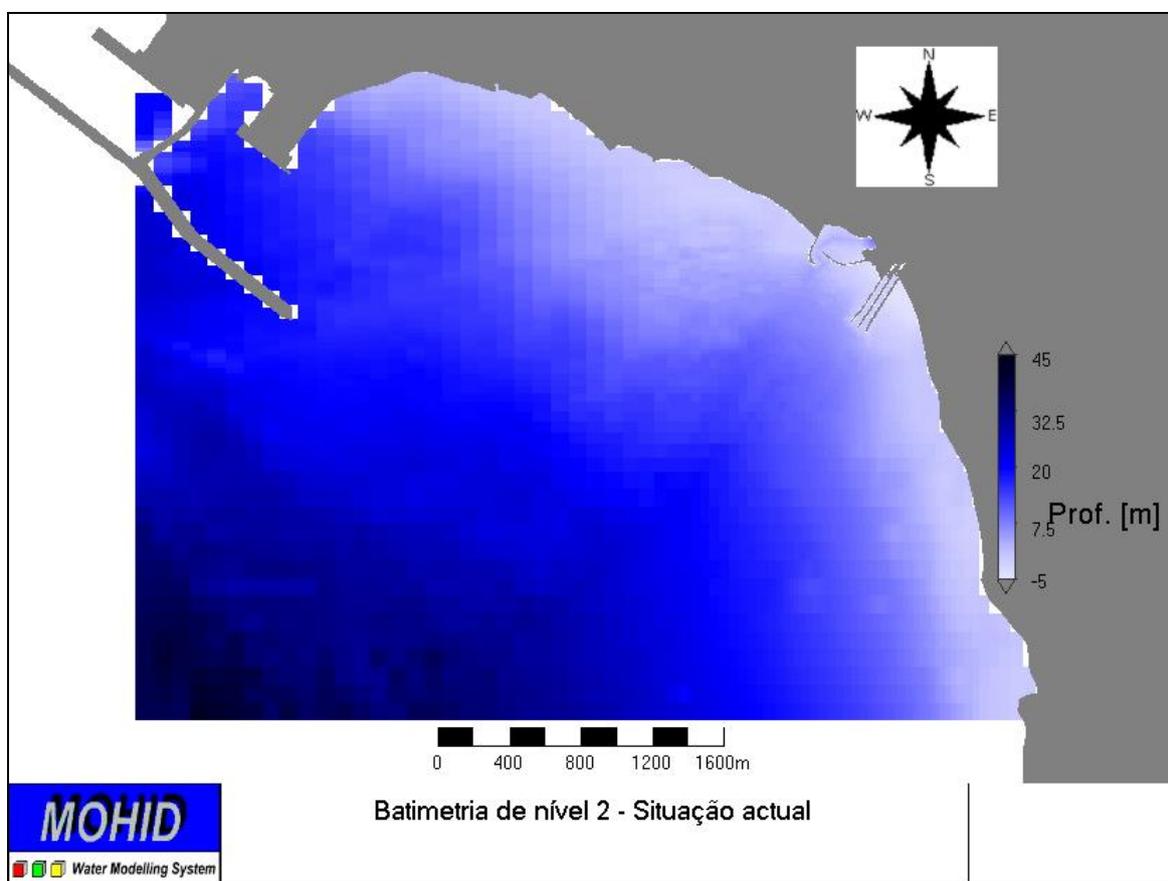


Figura 5 – Batimetria do modelo nível 2 na situação actual.

2.5.2 OPÇÕES DE CÁLCULO

Na fronteira aberta do nível 1 foi imposta uma solução obtida a partir do modelo global de maré FES95.2 (Le Provost *et al.*, 1998). Em todos os níveis o transporte advectivo de quantidade de movimento e calor foi resolvido recorrendo a um esquema *TVD-SuperBee*. O nível 1 foi corrido em 2D, enquanto os outros níveis foram corridos em 3D. A discretização vertical adoptada foi do tipo dupla-sigma. O domínio superior e o domínio inferior têm ambos 4 camadas e a mesma espessura relativa de camadas (0.4, 0.3, 0.2 e 0.1). A interface entre os dois domínios encontra-se à cota 0. No forçamento atmosférico não se admitiu variabilidade espacial. Os fluxos de calor foram calculados a partir de dados da estação meteorológica do Porto de Sines e que são publicados na Internet pela Administração do Porto de Sines (APS).

2.6 VALIDAÇÃO

O processo de validação foi dividido em 2 fases. Numa primeira fase, foi construído um campo médio 3D de temperatura com base em todos os dados resultantes das campanhas. Este campo foi posteriormente comparado com o campo médio 3D resultado das simulações do modelo. Por limitações de cálculo apenas foi simulado o dia 14 de Setembro. Na construção dos campos médios tridimensionais utilizou-se o programa Ocean Data View (SCHLITZER, 2005). Numa segunda fase, os perfis medidos no dia 14 de Setembro, foram comparados directamente com resultados do modelo obtidos para a mesma localização e instante.

No processo de validação, a batimetria utilizada (Figura 4) não considerou as alterações introduzidas pelo Terminal XXI, uma vez que este foi feito depois da data das campanhas. No entanto, estas alterações foram consideradas na quantificação dos impactes das diversas opções de descarga ponderadas.

2.6.1 CAMPO MÉDIO

De forma a ilustrar a capacidade do modelo reproduzir as principais tendências do campo observado, optou-se por comparar 2 secções na zona onde os gradientes horizontais e verticais são mais intensos (Figura 6).

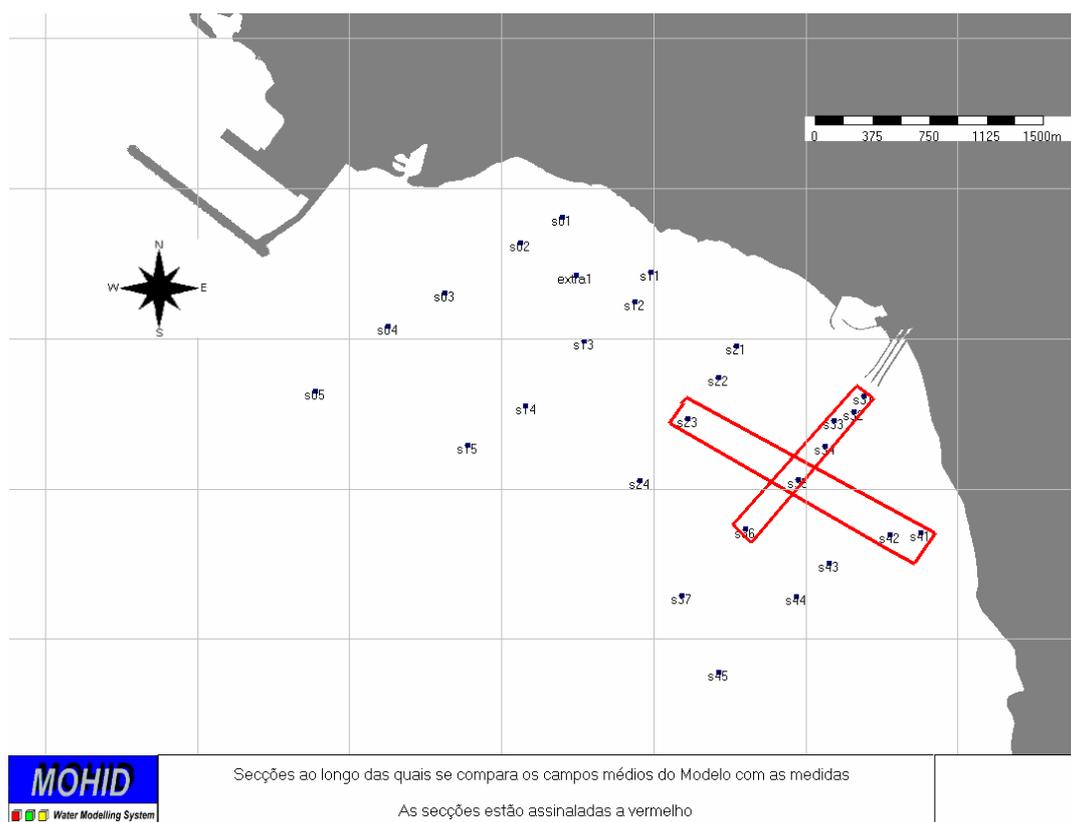
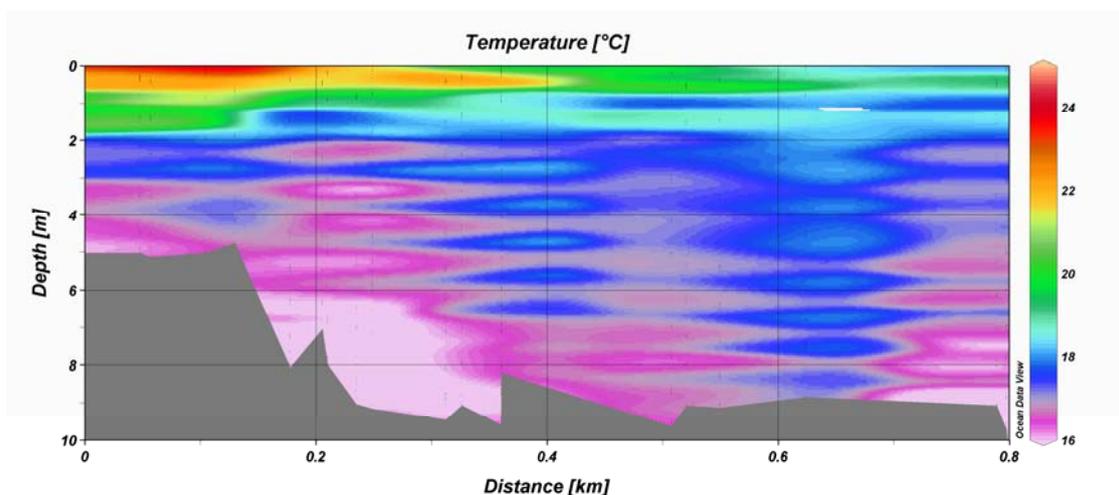
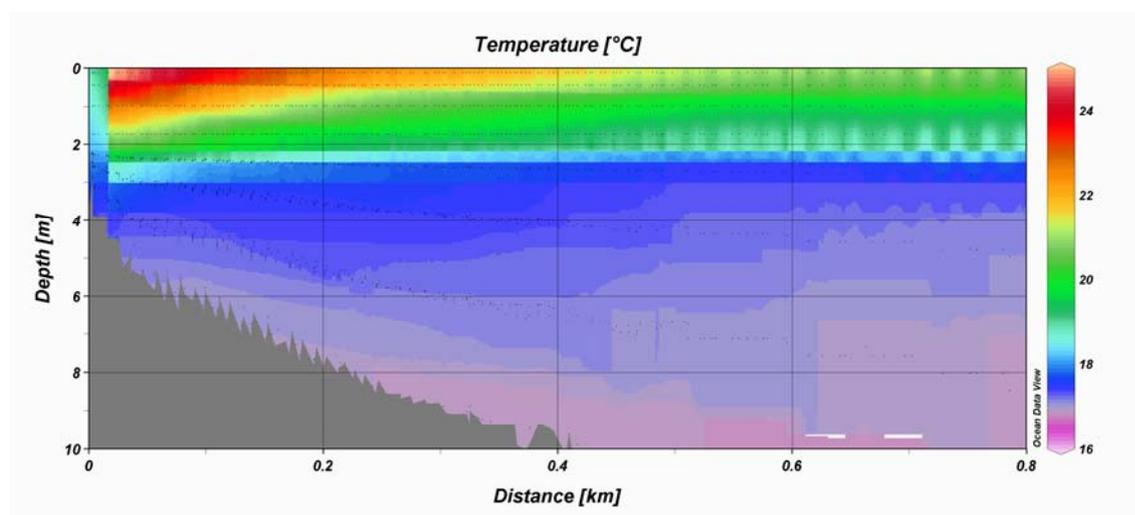


Figura 6 – Secções ao longo das quais se comparam os campos médios das medidas e do modelo (rectângulos a vermelho).

Comparando a secção das medidas, perpendicular à costa, com a do modelo, pode concluir-se que nas camadas da superfície, as soluções são muito semelhantes. Tanto o gradiente horizontal de temperatura, como o vertical, apresentam tendências parecidas. Existe uma clara termoclina a 2 m de profundidade; conforme aumenta a distância ao ponto de descarga, esta termoclina tem tendência a ser *erodida*. No modelo este processo ocorre de forma gradual. Nas medidas, o mesmo processo também ocorre de forma gradual mas a 0,2 km da descarga, existe uma transição brusca que se poderá dever a sobreposição de dados com valores absolutos diferentes mas tendências semelhantes. Este tipo de variabilidade é bem notório nas camadas de fundo do campo das medidas, uma vez que: (1) a temperatura na camada de fundo, em especial nas situações de Verão, depende muito da intensidade do afloramento costeiro, e, (2) o campo gerado resulta da sobreposição de dados medidos para diferentes situações de vento. Também nas camadas da superfície ambas as soluções apresentam gradientes horizontais semelhantes. A 0,4 km do ponto de rejeição da CTS, ambas as soluções apresentam à superfície valores da ordem dos 22°C (ver limite da mancha cor-de-laranja).



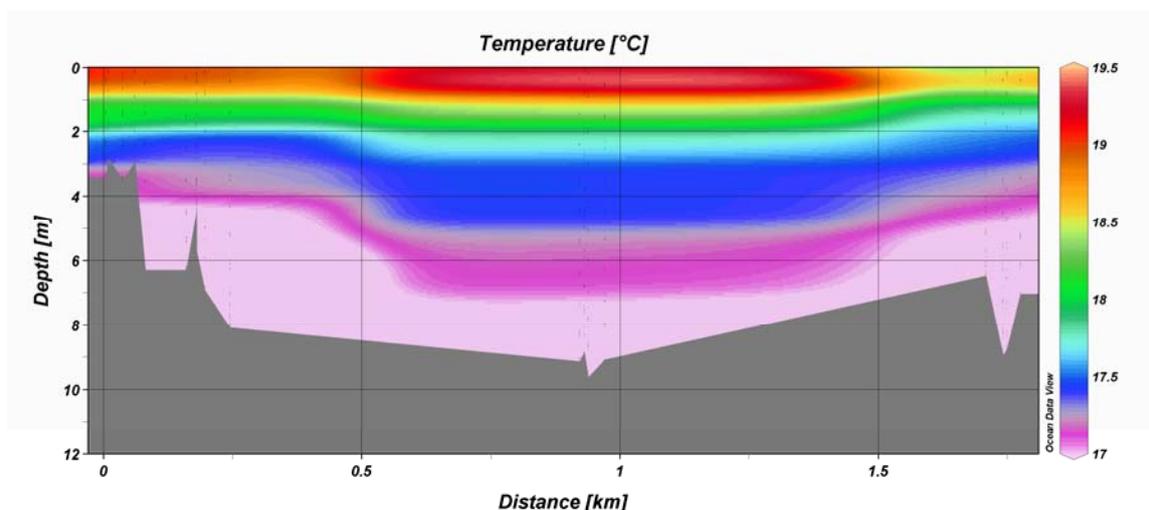
a)



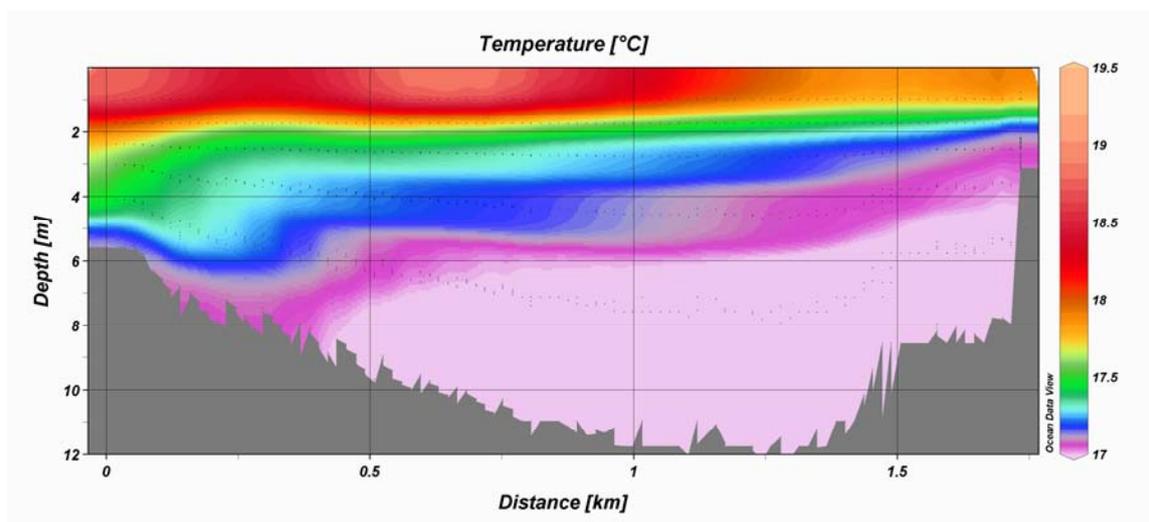
b)

Figura 7 – Comparação de resultados ao longo da secção perpendicular à costa assinalada na **Figura 6**. Lado direito corresponde ao ponto mais próxima da costa. a) Medidas b) Modelo.

As medidas e o modelo também apresentam tendências semelhantes para a secção paralela à costa. Nesta secção os gradientes são mais suaves relativamente à secção anterior. No entanto, mesmo assim o modelo e as medidas apresentam um grau de coerência notável.



a)



b)

Figura 8 – Comparação de resultados ao longo da secção paralela à costa assinalada na **Figura 6**. Lado direito corresponde ao ponto mais a Sul. a) Medidas b) Modelo.

2.6.2 PERFIS INSTANTÂNEOS

Os perfis foram comparados apenas para as três secções onde o impacte térmico da pluma da CTS é mais evidente. Estas secções são a 2, a 3 e a 4 (ver Figura 6). Os perfis foram agrupados por secção, de forma a facilitar a análise dos resultados.

2.6.2.1 14 de Setembro manhã

No dia 14 de Setembro de 2001, durante a manhã na secção 4, o modelo apresenta resultados com a mesma estrutura vertical mas desfasados (Figura 9). O modelo apresenta valores ligeiramente superiores (+0,5°C). Em termos horizontais, o modelo apresenta uma

ligeira tendência para os perfis mais *off-shore* serem mais “quentes” que os *in-shore*.

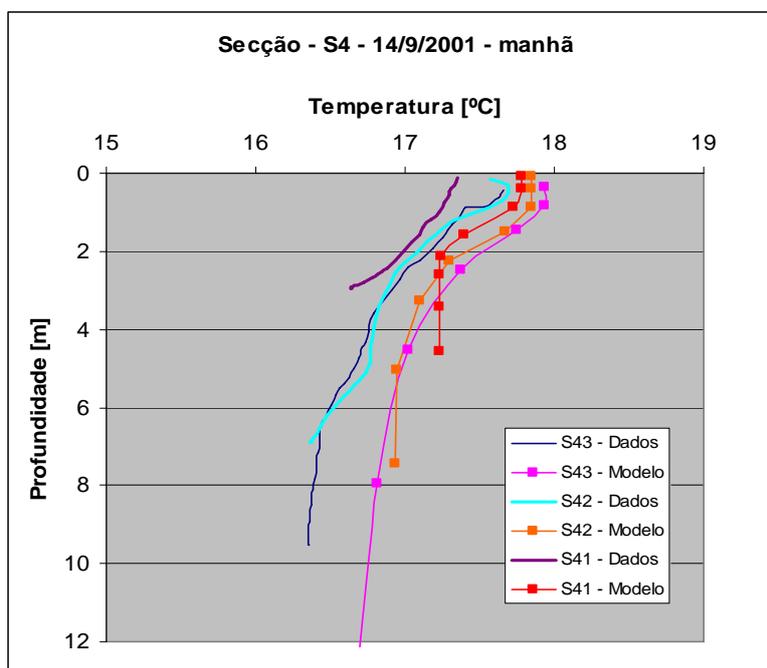


Figura 9 – Comparação das medidas feitas ao longo da secção 4 na manhã do dia 14 de Setembro com resultados do modelo.

Na secção 3, a estrutura vertical do modelo, é também muito semelhante à das medidas (Figura 10). No entanto, os dois pontos de cálculo do modelo mais próximos da superfície apresentam valores consistentemente superiores aos medidos. Esta diferença quase que desaparece no terceiro ponto de cálculo a contar da superfície.

Uma tendência semelhante à observada na secção 3, de sobreaquecimento das duas camadas mais superficiais, pode ser observada na secção 2 (Figura 11). No entanto, o perfil mais *in-shore* (S21) apresenta uma correspondência quase perfeita. Este sobre aquecimento observado de forma mais evidente nas secções 2 e 3 pode estar ligado a fugas de efluente ao longo da estrutura (molhes). No modelo assume-se que essas fugas são nulas. Os processos de mistura que ocorrem na extremidade do canal que descarrega o efluente no mar são intensos e dependem muita da configuração dos canais. Não existe disponível um levantamento rigoroso da secção final dos canais, nomeadamente da cota de soleira.

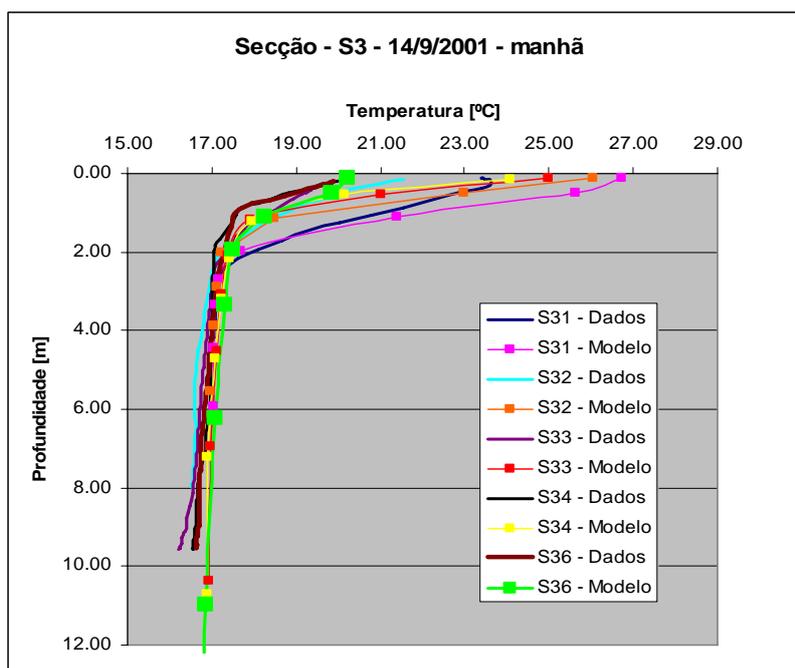


Figura 10 – Comparação das medidas feitas ao longo da secção 3 na manhã do dia 14 de Setembro com resultados do modelo.

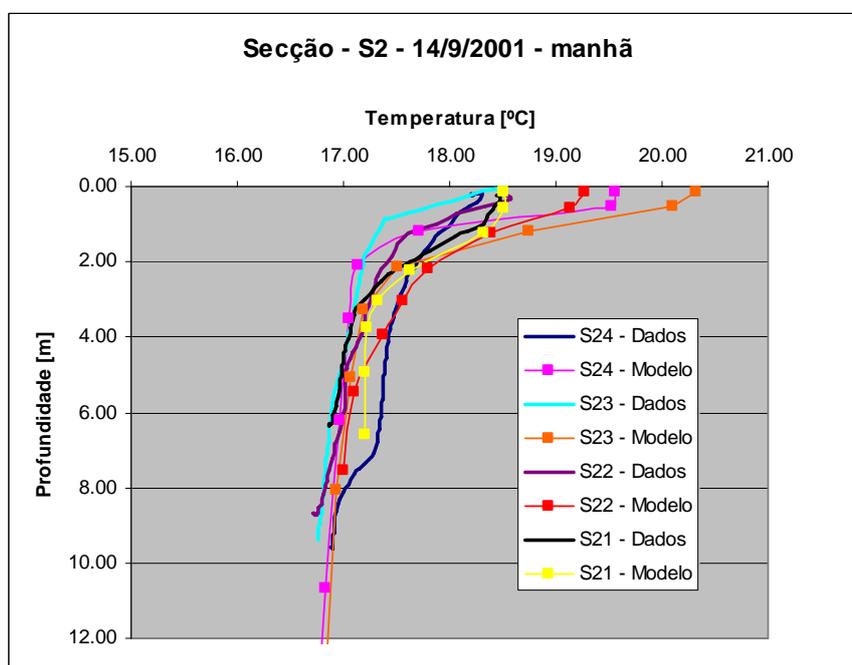


Figura 11 – Comparação das medidas feitas ao longo da secção 2 na manhã do dia 14 de Setembro com resultados do modelo.

2.6.2.2 14 de Setembro tarde

No período da tarde o modelo apresenta alguma dificuldade em reproduzir a estrutura

vertical dos perfis medidos na secção 4. Enquanto as medidas apresentam uma forte diferença de temperatura nas camadas superficiais, entre os perfis S41 e S42 (20°C) e o perfil S43 (18°C), o modelo para os sítios apresenta valores da ordem dos 19°C.

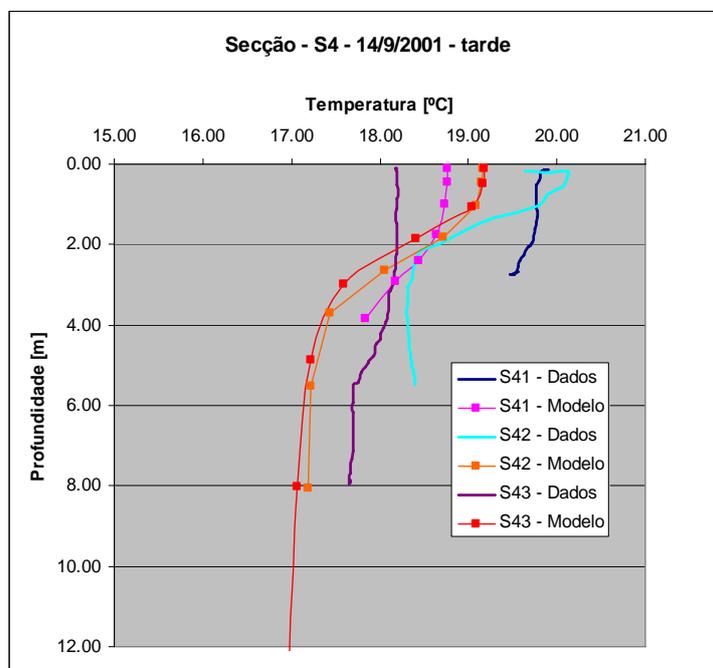


Figura 12 – Comparação das medidas feitas ao longo da secção 4 na tarde do dia 14 de Setembro com resultados do modelo.

As medidas na secção 3 apresentam um forte gradiente horizontal entre o perfil S32 e o S33. A diferença à superfície entre os dois perfis é da ordem dos 3°C. Os perfis S33, S34 e S35 apresentam valores muito semelhantes. O modelo apresenta para estes três perfis valores muito semelhantes às medidas. No entanto, a transição entre o perfil S32 e o S33 é demasiado brusca relativamente às medidas. Um resultado curioso é o facto do perfil S32 do modelo ser muito semelhante ao S31 das medidas. Este resultado indicia mais uma vez que o valor de 40 m³/s à saída dos canais de rejeição poderá ser excessivo para o dia simulado.

Por fim, o modelo apresenta resultados para a secção 2 semelhantes aos medidos mas com um desfasamento de -0,5 °C. O facto de na secção S2 o modelo estar a subestimar os valores medidos, tal como acontecia nos dois perfis mais *in-shore* da secção, poderá ser mais um sinal de eventuais fugas laterais já anteriormente referidas.

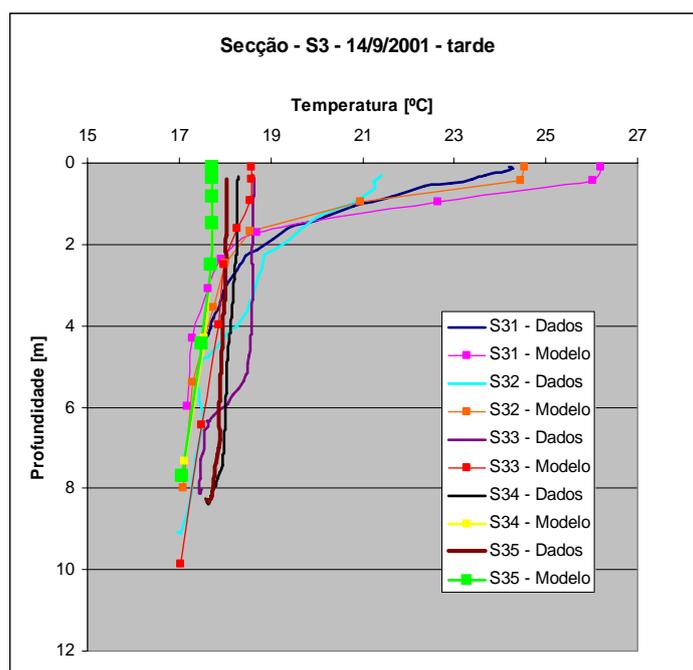


Figura 13 – Comparação das medidas feitas ao longo da secção 3 na tarde do dia 14 de Setembro com resultados do modelo.

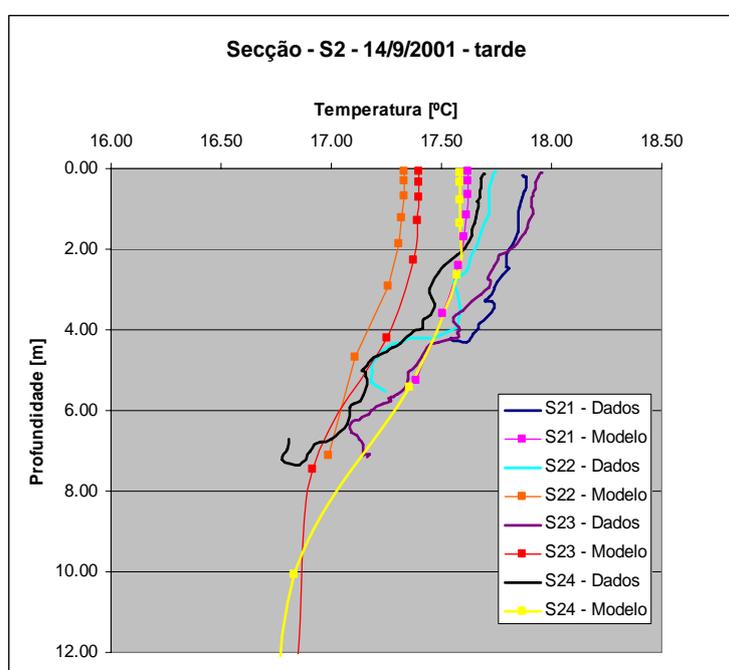


Figura 14 – Comparação das medidas feitas ao longo da secção 2 na tarde do dia 14 de Setembro.

3. IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DOS IMPACTES AMBIENTAIS

3.1 CENÁRIOS DE REJEIÇÃO E CAPTAÇÃO TESTADOS

Com o acordo do promotor da Central de Ciclo Combinado, foram definidas duas localizações para a rejeição do caudal de purga do sistema de refrigeração cuja localização está representada na Figura 15.

O caudal de compensação a captar em circuitos de refrigeração do tipo considerado, será de cerca de 1 m³/s e o caudal de purga a rejeitar de cerca de 0,8 m³/s. Tendo em conta o funcionamento termodinâmico típico das torres de refrigeração, a temperatura de *approach* das torres será da ordem de 5°C, o que conduz a uma temperatura na rejeição de 5°C acima da temperatura de bolbo húmido. Este valor conduz a um acréscimo de temperatura relativamente ao meio que pode ser da ordem dos 10°C (vejam-se alguns valores calculados para Verão e Inverno em Anexo (Anexo III.2)). Tendo por base estes dados, foi definido para efeitos deste estudo uma rejeição de um caudal de 0,8 m³/s com um acréscimo de 10°C relativamente ao meio. Estes valores poderão ser ajustados em fase de Projecto de Execução do sistema de captação/rejeição, enquanto projecto associado do Projecto de Execução da CCC, podendo ser eventualmente menor o caudal e maior a temperatura, mas mantendo-se a carga térmica descarregada no meio.

Tal como se vê nos valores apresentados no Anexo III.2, a diferença entre a temperatura do efluente e a do mar pode variar consideravelmente ao longo do ano, sendo a carga térmica correspondente a 0,8 m³/s com 10°C acima do meio, um majorante da carga térmica a rejeitar.

Foram também simuladas duas localizações para a rejeição do caudal de purga das torres de arrefecimento: um a uma cota -5 ZH e outro à cota - 4 ZH, mais próximo da costa.

A captação da água de compensação do circuito de arrefecimento não está representada uma vez que, tendo em conta o reduzido caudal em causa, não necessita de ser considerada na modelação da dispersão da pluma térmica.



Figura 15 – Opções de rejeição testadas.

3.2 CENÁRIOS METEOROLÓGICOS E OCEANOGRÁFICOS

3.2.1 CENÁRIOS DE SIMULAÇÃO

Na escolha dos cenários de vento para simular em modelo, teve-se em atenção a sua probabilidade de ocorrência, a dispersão que provocam nas plumas térmicas e os fenómenos de *upwelling* e *downwelling* que provocam na circulação costeira.

O rumo NW é o rumo dominante ao longo do ano e de forma mais marcante nos meses de Verão. O efeito de *upwelling* que provoca é semelhante aos restantes ventos do quadrante Norte. O rumo SW é mais frequente nos meses de Inverno e é aquele que será mais desfavorável em termos de dispersão porque a nível local apresenta uma forte componente *in-shore* que tende a aprisionar as plumas térmicas junto à costa. O efeito de *downwelling* que provoca é semelhante aos dos restantes ventos do quadrante Sul.

O cenário NW tende a transportar a pluma da nova CCC para Sul. Neste caso é preciso verificar o acréscimo induzido por esta nova descarga na zona da adução da CTS. A situação sem vento é também desfavorável em termos de dispersão porque neste cenário, tanto a mistura vertical, como as correntes no meio receptor tendem a ser menos intensas o que reduz a capacidade dispersiva do meio. Nos cenários em que o modelo foi forçado com vento, o seu valor foi considerado constante e com uma intensidade de 6 m/s. Este valor é aproximadamente a intensidade média do Vento medido em períodos de Verão.

Em termos de cenários de vento pode dizer-se que foi escolhido um cenário muito frequente (vento NW) e dois cenários pouco frequentes, mas muito desfavoráveis do ponto de vista da dispersão das plumas térmicas.

Apresentam-se de seguida os campos de velocidades obtidos para o modelo nível 2, para uma situação de enchente e vazante para cada um dos cenários de vento considerados. Estes resultados têm por objectivo ilustrar o detalhe da circulação na zona das descargas.

3.2.2 SEM VENTO

As camadas superficiais na zona dos pontos de descarga avaliados são condicionadas por uma corrente superficial com rumo persistente NW resultante do ajuste geostrófico da pluma da descarga da CTS. O caudal desta tende a ser constante, no entanto, a velocidade com que esta chega ao meio, varia no tempo. A velocidade diminui na enchente e aumenta em vazante (Figura 16 e Figura 17). A descarga de quantidade de movimento é maior em vazante, ou seja, o volume de água deslocada no meio receptor será maior em vazante. Esta massa deslocada pela descarga sofre um ajuste geostrófico o que faz com que rode para Norte (efeito da força de coriolis), originando uma corrente superficial na zona das descargas estudadas. A estrutura tridimensional do escoamento descrita poderá estar sobrestimada pelo modelo tendo em conta que o modelo apresenta temperaturas um pouco mais elevadas que as medidas, ao longo do eixo da pluma.

3.2.3 VENTO NW

Quando o modelo é forçado pelo vento, as correntes nas camadas superficiais tendem a ser condicionadas de forma dominante pela intensidade e rumo do vento. Nas duas situações de maré as correntes na zona de estudo apresentam direcções semelhantes (Figura 18 e Figura 19). O efeito descrito tem um carácter local. À escala costeira estabelece-se uma corrente paralela à costa na direcção do equador denominada jacto de *upwelling* que se sobrepõe ao processo anteriormente descrito. Neste caso, o vento local gera nas camadas à superfície uma corrente com a mesma direcção do jacto de *upwelling*.

3.2.4 VENTO SW

Na costa Oeste Portuguesa quando o modelo é forçado por vento persistente de SW as correntes (*downwelling*) junto à costa tendem, tal como na situação NW (*upwelling*), a ter uma direcção paralela à costa. No caso em que o vento sopra do quadrante Sul as correntes têm rumo N. Este processo não é bem visível no domínio que está a ser simulado (Figura 20 e Figura 21) porque, neste caso, o vento à escala local é perpendicular à linha de costa e

direcção *in-shore*. Pode observar-se que existe uma tendência para se estabelecerem correntes fracas com uma componente significativa *in-shore* resultante do “arrastamento” das camadas superficiais pelo vento persistente de SW.

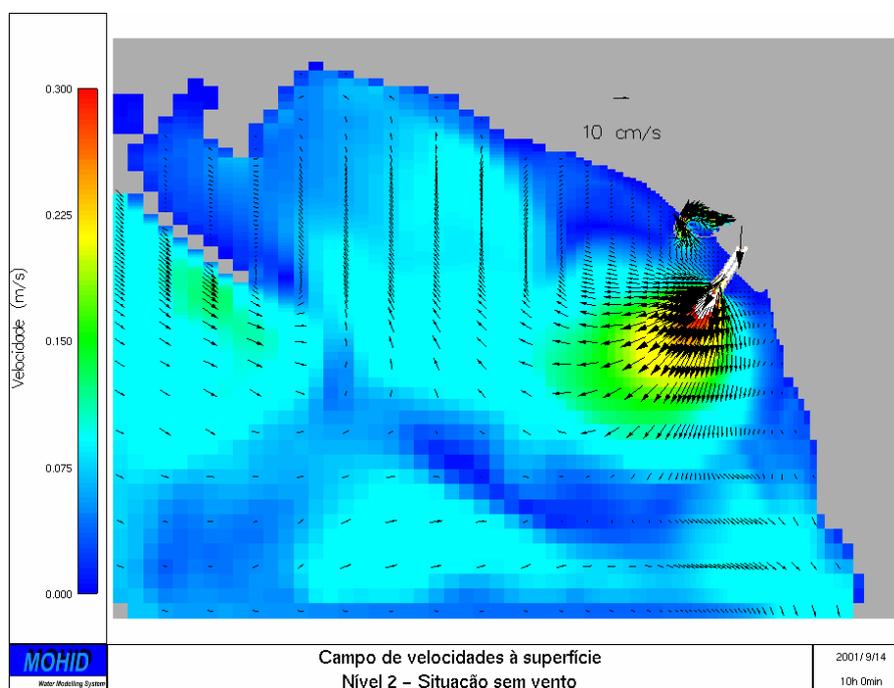


Figura 16 – Circulação obtida com o modelo nível 2, à superfície, em enchente e para uma situação sem vento.

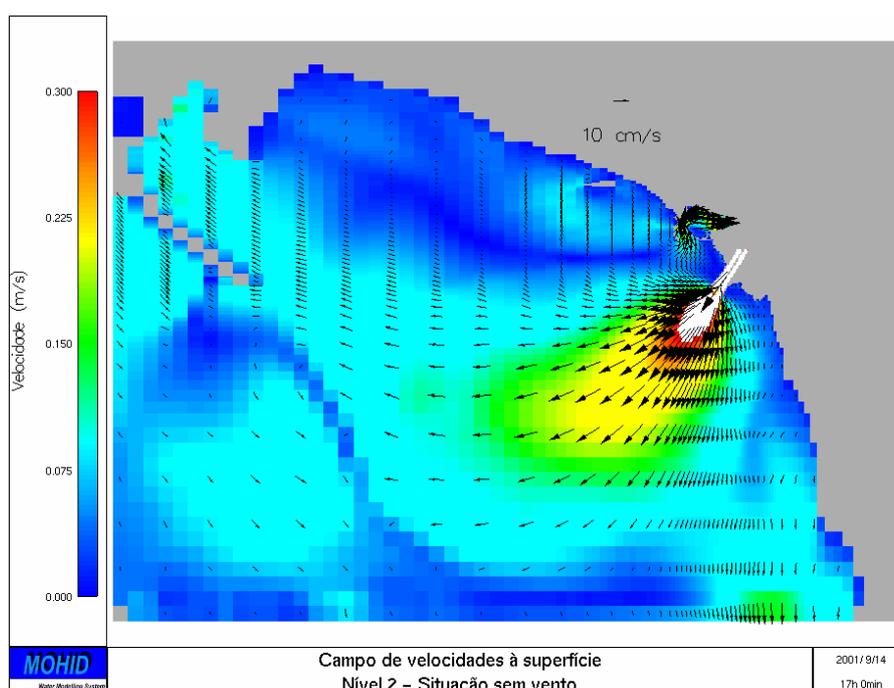


Figura 17 – Circulação obtida com o modelo nível 2, à superfície, em vazante e para uma situação sem vento.

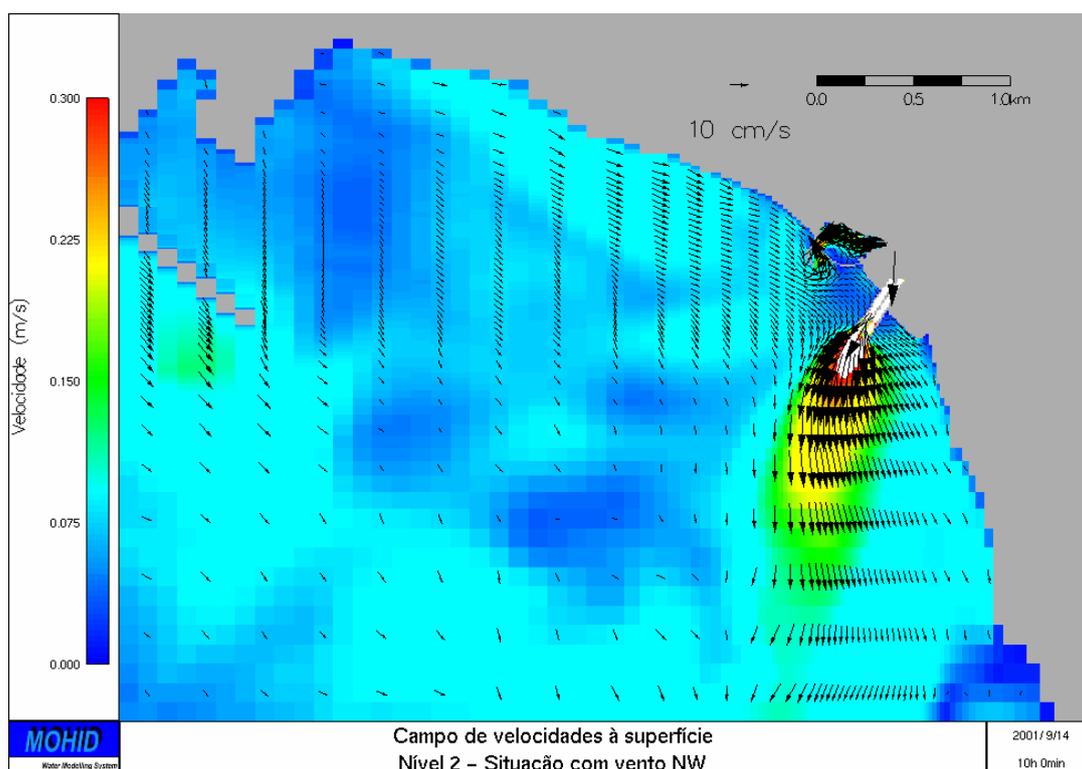


Figura 18 – Circulação obtida com o modelo nível 2, à superfície, para uma situação de enchente com vento NW.

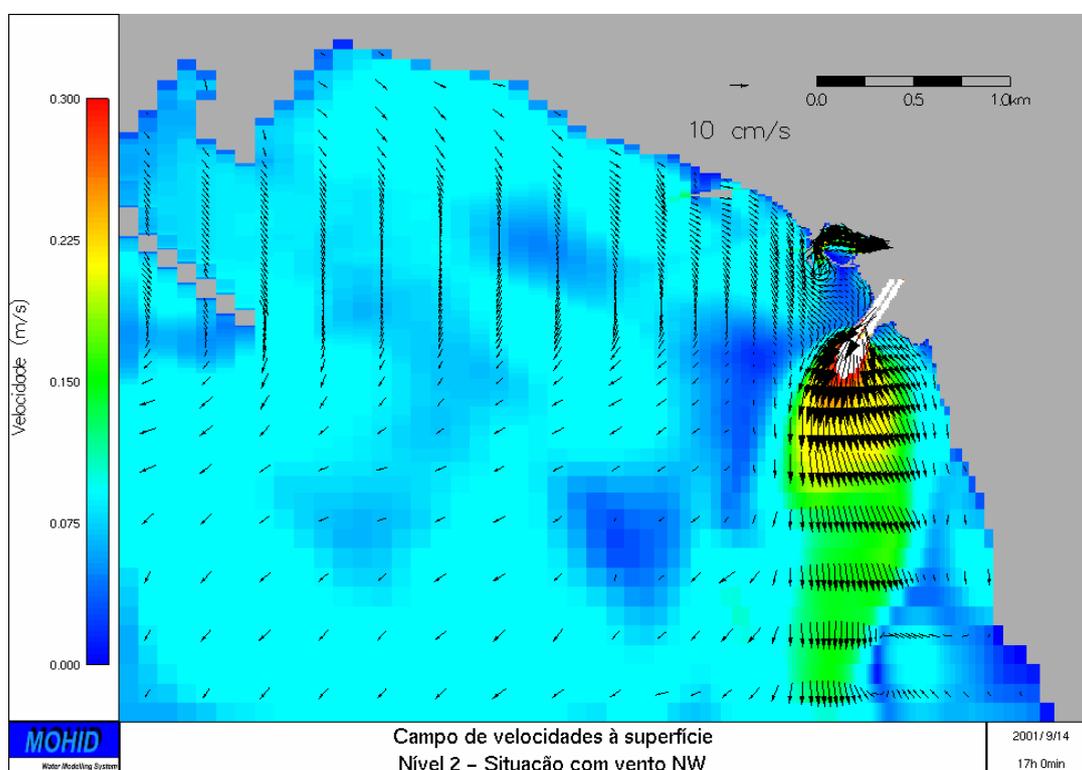


Figura 19 – Circulação obtida com o modelo nível 2, à superfície, para uma situação de vazante com vento NW.

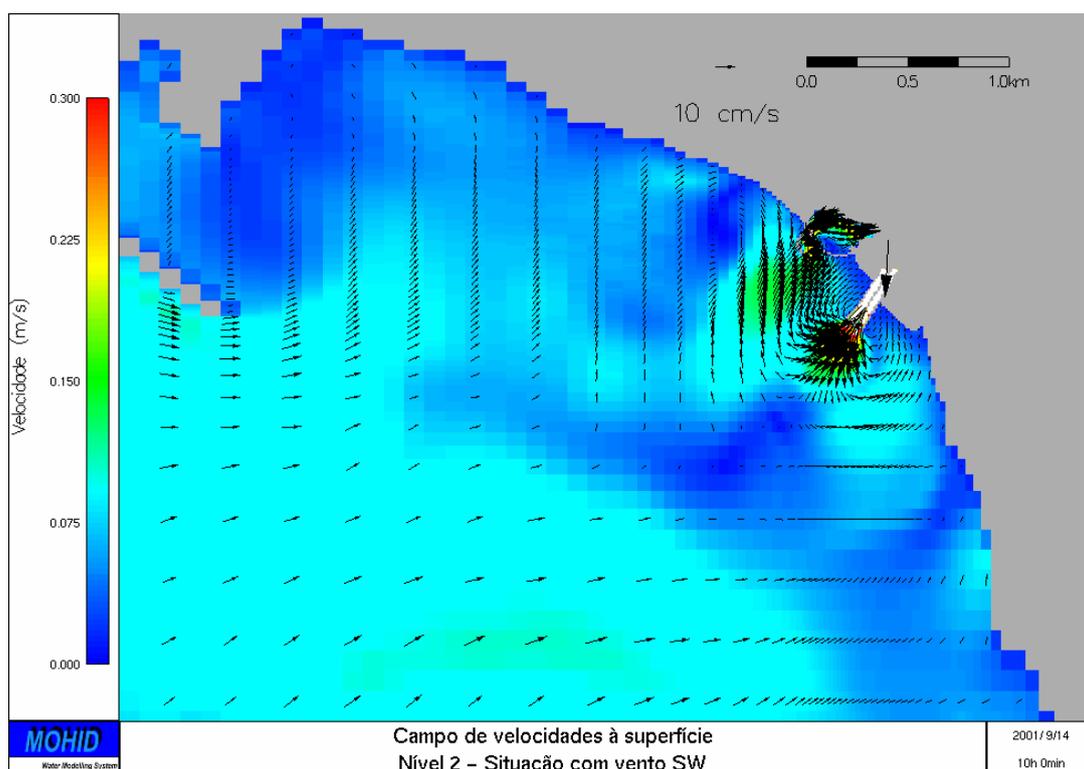


Figura 20 – Circulação obtida com o modelo nível 2, à superfície, para uma situação de enchente com vento SW.

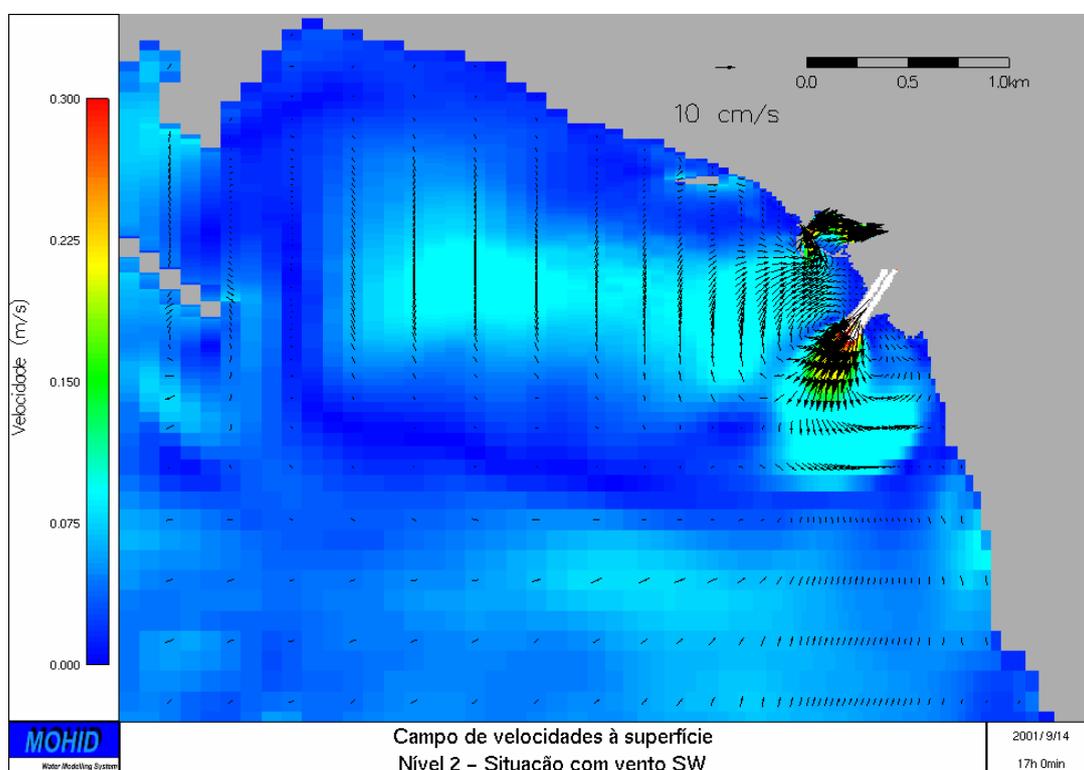


Figura 21 – Circulação obtida com o modelo nível 2, à superfície, para uma situação de vazante com vento SW.

3.3 RESULTADOS DA MODELAÇÃO

3.3.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Os resultados que se apresentam neste capítulo têm por objectivo mostrar se as hipóteses de rejeição equacionadas para o circuito de refrigeração da CCC cumprem a legislação em vigor que obriga a que a 30 m da descarga, o aumento de temperatura médio diário seja inferior a 5° C e o aumento médio mensal seja inferior a 3°C. Os resultados apresentados correspondem à temperatura em duas situações de maré no período diurno (7 h – 19h30m com radiação climatológica típica de Verão) para as três situações de vento anteriormente descritas: sem vento, vento NW de 6 m/s e vento SW de 6m/s.

Assumiui-se, ainda, que a agitação marítima não influenciava significativamente a mistura vertical da pluma térmica. Esta hipótese é algo conservadora tendo em conta os níveis de agitação presentes na costa ocidental atlântica, mesmo nos meses de Verão. Julga-se assim que os resultados obtidos representam por excesso o que ocorrerá no local.

As localizações testadas estão representadas na Figura 15. A simulação destas descargas foi feita de forma diferente da descarga da actual pluma da CTS. Uma vez que a descarga simulada foi de 0,8 m³/s, 10°C acima do meio, esta não afecta de forma significativa a hidrodinâmica local, pelo que se simulou a descarga com uma abordagem lagrangiana.

A rejeição foi simulada com 4 descargas no fundo, representando uma estrutura que tem 4 aberturas (orientadas a Norte, Sul, Este e Oeste). Em cada abertura sai ¼ do caudal com uma velocidade horizontal de 2 m/s.

Em todos os cenários existe um padrão que se repete para a temperatura média à superfície do meio receptor. Na situação sem vento a temperatura à superfície é maior do que a que se regista nos cenários com vento, uma vez que o vento tende a induzir mistura vertical. A situação de vento Norte (*upwelling*) apresenta valores inferiores de temperatura média à superfície relativamente à situação de vento SW (*downwelling*). No primeiro caso, o processo de afloramento tende a fazer ascender junto à costa água das camadas do fundo, enquanto na outra situação de vento ocorre o processo inverso.

3.3.2 RESULTADOS OBTIDOS

Nas secções seguintes (desde a Figura 22 à Figura 37) apresentam-se alguns dos resultados obtidos para a temperatura na camada da superfície, na camada 4 e na camada do fundo. Uma vez que se utilizou uma discretização vertical baseada em dupla coordenada

sigma (ver secção 3.2), a espessura das camadas varia consoante o nível de maré e a profundidade: Num local com cota de fundo -10 m ZH, a espessura da camada de fundo é de 4 m (40% da profundidade do domínio inferior). Para um nível de maré de 2 m, a espessura da camada da superfície é de 0,2 m (10% da profundidade do domínio superior).

A diluição no campo próximo, calculada pelo modelo, é de 15 a 20, resultando temperaturas no final desse campo próximo da ordem de 0,5 a 0,7°C. As situações de menores diluições obtêm-se quando a pluma da descarga (para os dois locais testados) fica retida abaixo da superfície. Assim, a diluição que se obtém para a pluma é bastante eficiente, sendo a mistura vertical condicionada pela estratificação provocada pela pluma térmica da CTS no local da nova descarga. Esta menor diluição resulta apesar de tudo em valores máximos de aumento de temperatura da ordem de 0,5 a 1°C, claramente dentro dos limites impostos pela legislação. Estes valores máximos encontrados são maioritariamente na camada 4.

Foram testados todos os cenários referidos nas secções anteriores (vento NW, vento SW, sem vento ao longo de um ciclo de maré) mas apenas se apresentam aqueles onde as diferenças para a situação actual são superiores a 0,2°C: em situação de enchente e vazante sem vento e em situação de vazante com vento de SW.

Em todos os cenários de descarga e de vento os acréscimos de temperatura relativamente à temperatura do meio receptor não perturbado são inferiores a 3°C, sendo o impacto no campo da temperatura extremamente pequeno. A temperatura não perturbada foi definida considerando que a situação de referência é a que existe actualmente, com a pluma térmica da CTS.

Em grande parte dos cenários estudados, a pluma térmica das duas soluções testadas fica aprisionada abaixo da superfície livre, devido à influência da pluma térmica da CTS.

Os cenários testados visaram reproduzir uma situação desfavorável (período diurno, efluente com acréscimo máximo de temperatura), de forma a verificar se a rejeição, para as várias alternativas consideradas, cumpre o limite máximo de 5°C de temperatura média diária a 30 m, imposto pela legislação. Tendo em conta que os acréscimos de temperatura em todos os cenários testados são inferiores a 3°C, pode concluir-se que todas as soluções testadas cumprem a legislação por uma grande margem.

Na fase de conclusão deste estudo foi definido com mais rigor o processo termodinâmico das torres de arrefecimento, verificando-se que o caudal na rejeição será menor (0,5 m³/s) e a temperatura de approach das torres maior (6°C), resultando numa diferença máxima entre

a temperatura do caudal de purga e a temperatura do meio marinho da ordem de 11°C. Sendo esta carga térmica menor que a simulada, o novo caudal de purga provocará um aumento de temperatura no meio menor que o efectivamente simulado.

3.3.3 SOLUÇÃO 1

3.3.3.1 Sem Vento

Enchente

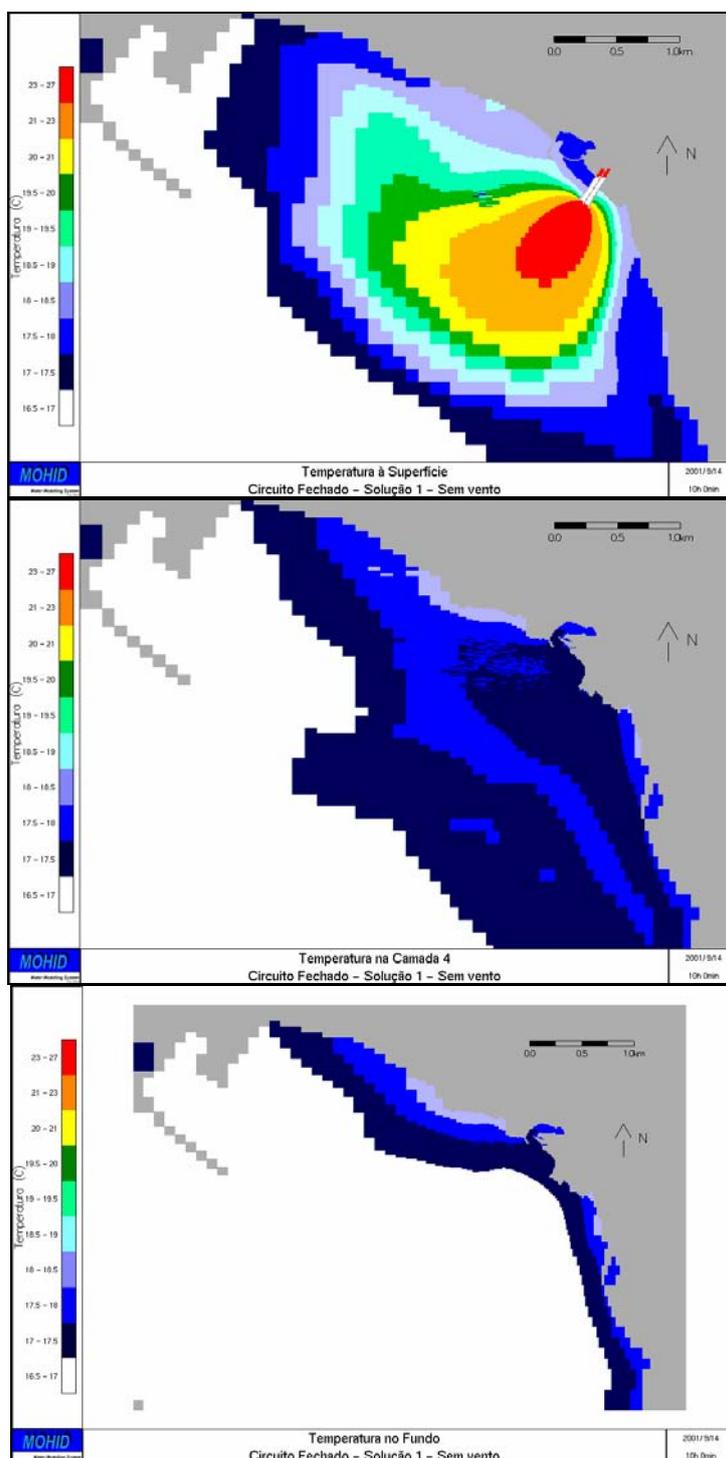


Figura 22 – Temperatura em 3 camadas e em enchente – circuito fechado – Solução 1 – sem vento.

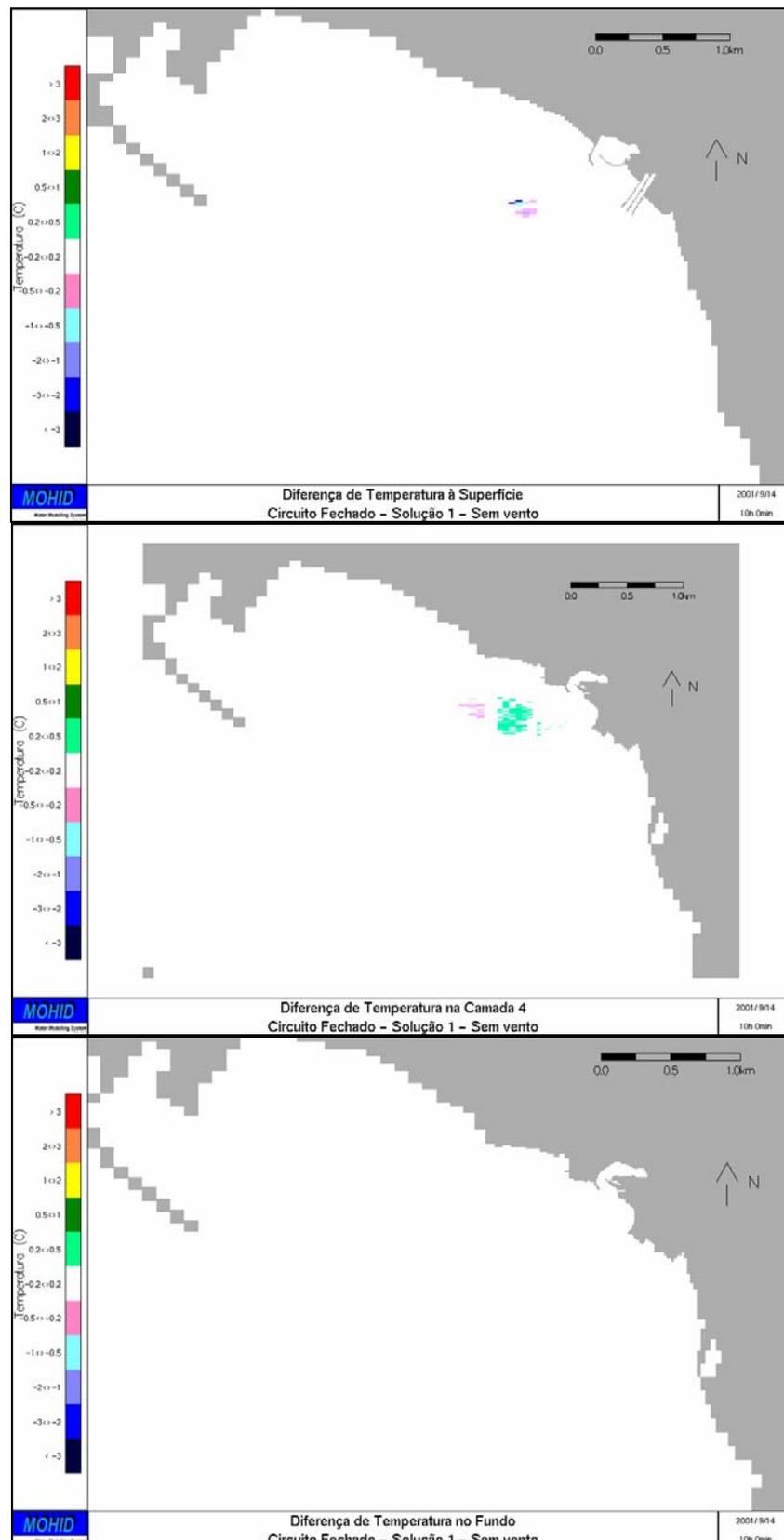


Figura 23 – Diferença de temperatura em 3 camadas e em enchente – circuito fechado – Solução 1 – sem vento.

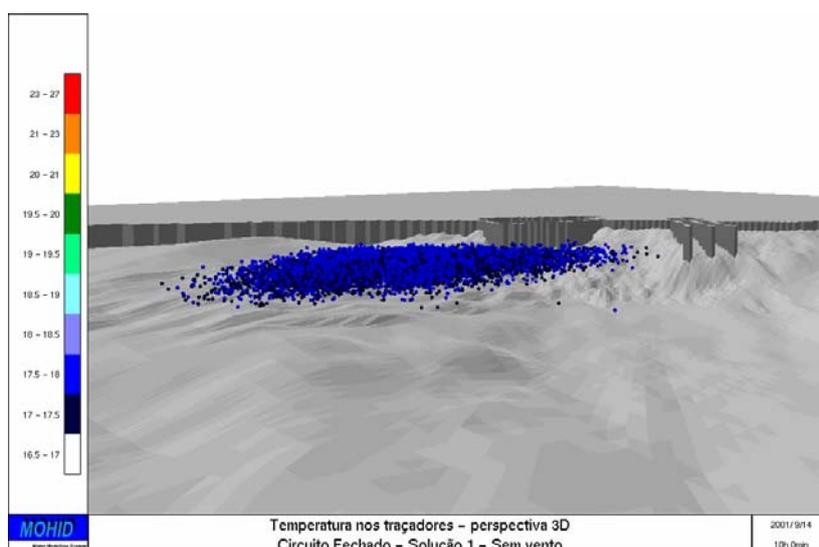


Figura 24 – Perspectiva 3D da dispersão dos traçadores em situação de enchente – Solução 1 – Temperatura nos traçadores lagrangeanos.

Vazante

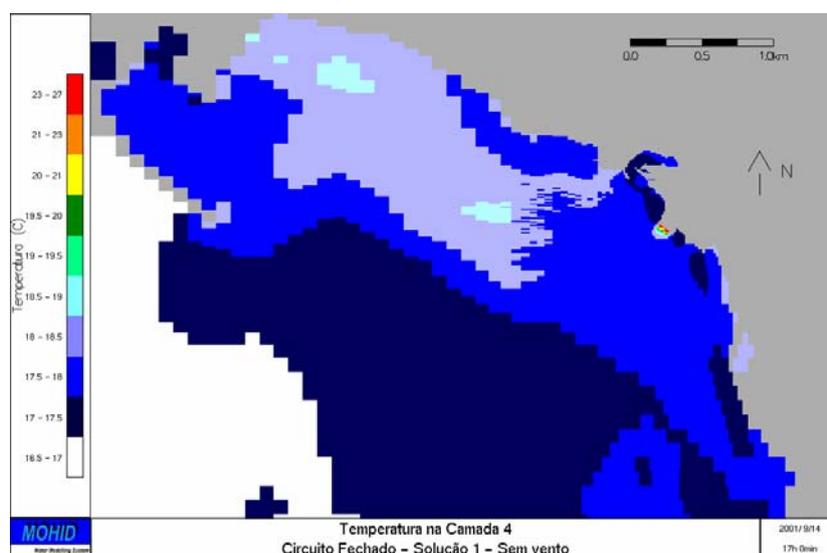


Figura 25 – Temperatura na camada 4 e em vazante – Circuito Fechado – Solução 1 – Sem vento.

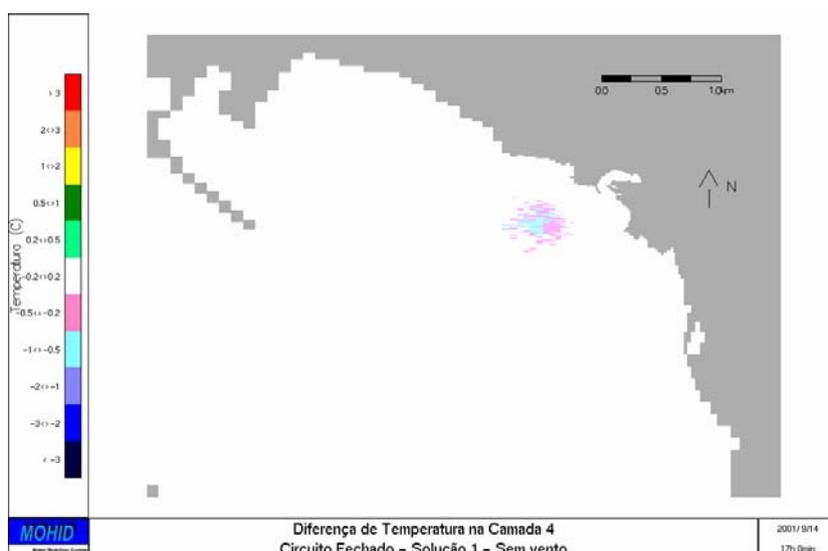


Figura 26 – Diferença de temperatura na camada 4 e em vazante – Circuito Fechado – Solução 1 – Sem vento.

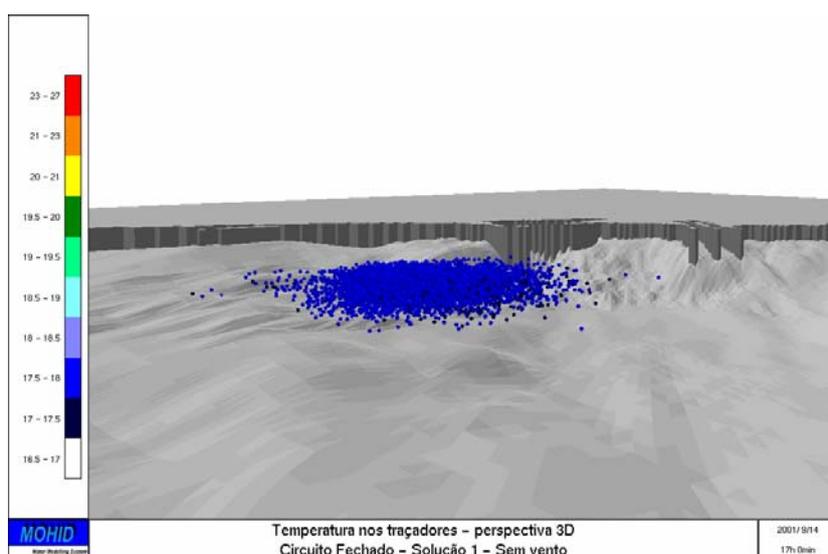


Figura 27 – Perspectiva 3D da dispersão dos traçadores em situação de vazante – Temperatura nos traçadores lagrangeanos

3.3.3.2 Vento NW

Enchente

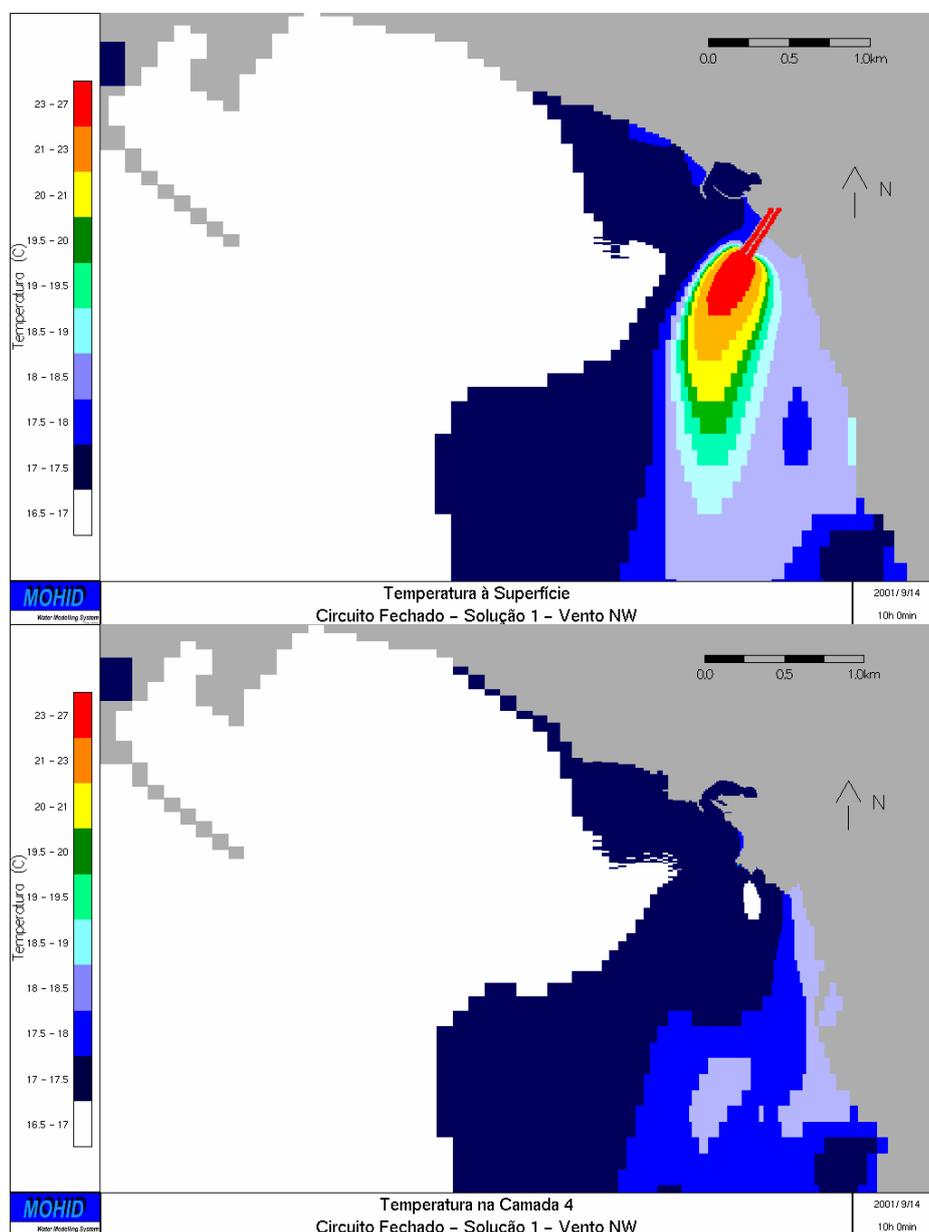


Figura 28 – Temperatura à superfície e na camada 4 em vazante – Circuito Fechado – Solução 1 – Vento NW

3.3.3.3 Vento SW

Enchente

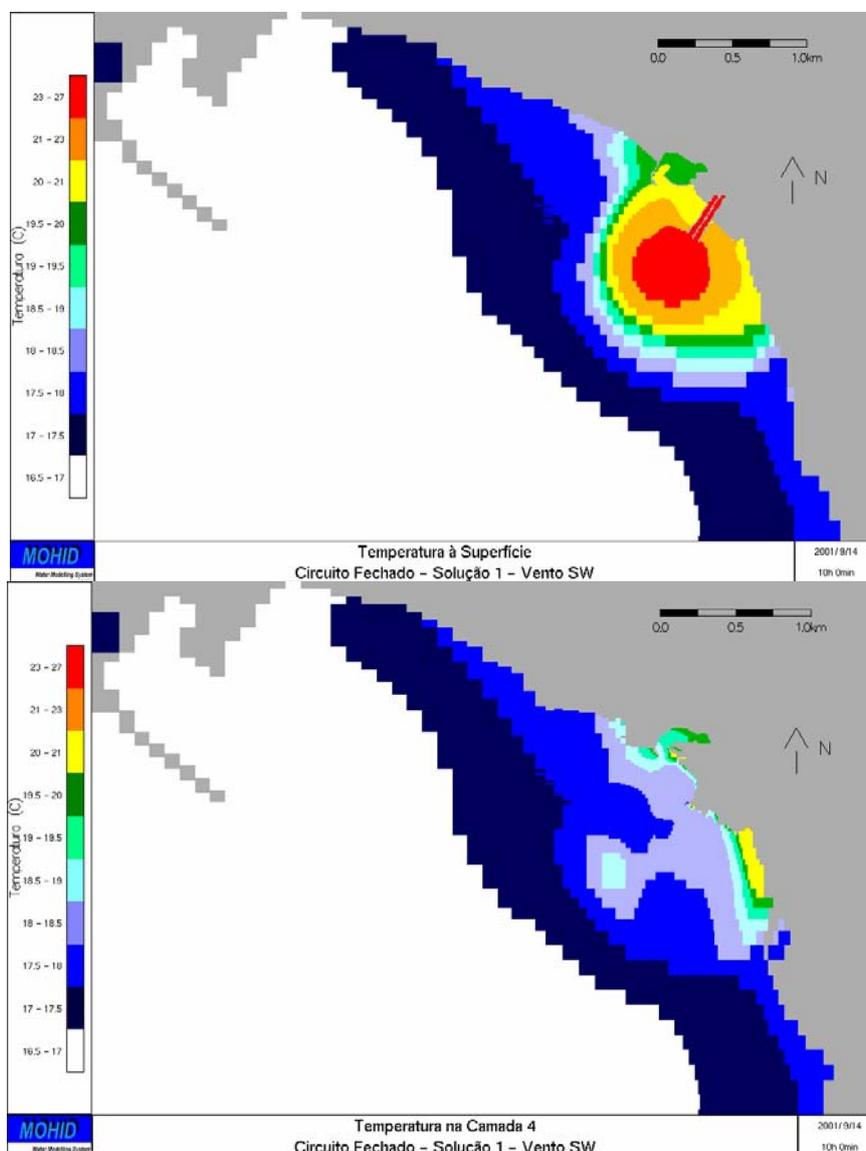


Figura 29 – Temperatura à superfície e na camada 4 em enchente – Circuito Fechado – Solução 1 – Vento SW

Vazante

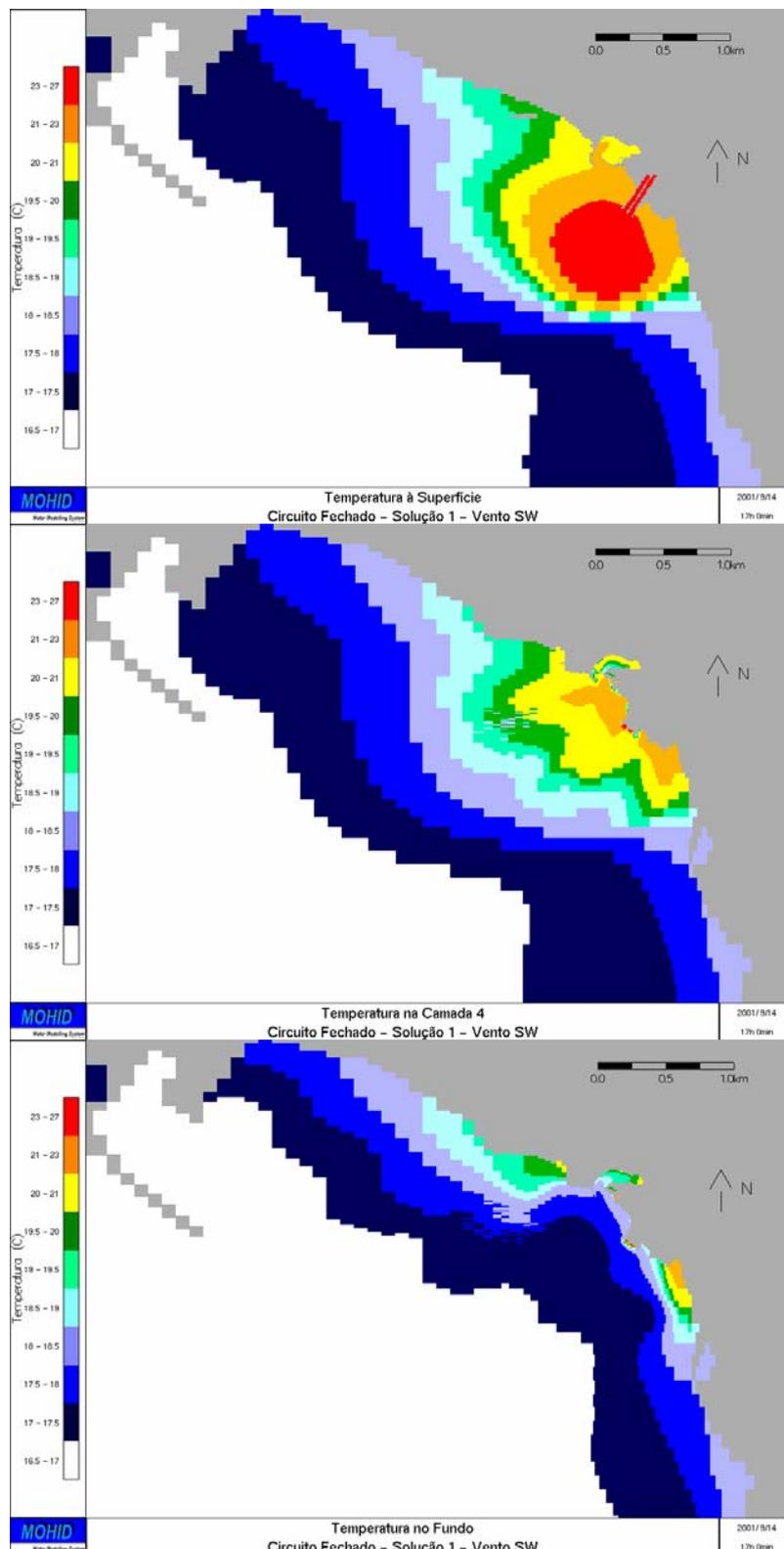


Figura 30 – Temperatura à superfície, na camada 4 e no fundo, em vazante – Circuito Fechado – Solução 1 – Vento SW

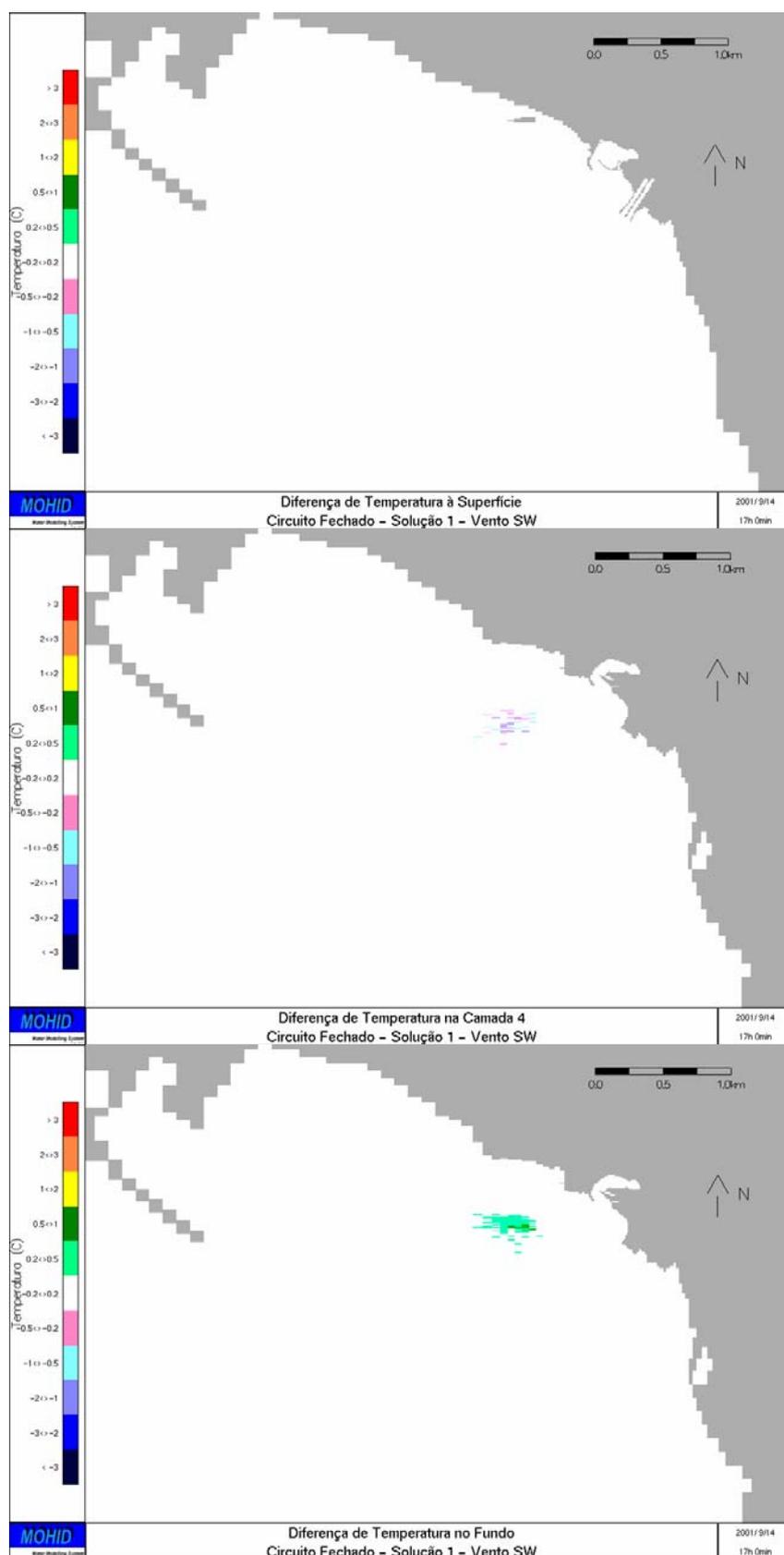


Figura 31 – Diferenças de temperatura à superfície, na camada 4 e no fundo, em vazante – Circuito Fechado – Solução 1 – Vento SW

3.3.4 SOLUÇÃO 2

3.3.4.1 Sem Vento

Enchente

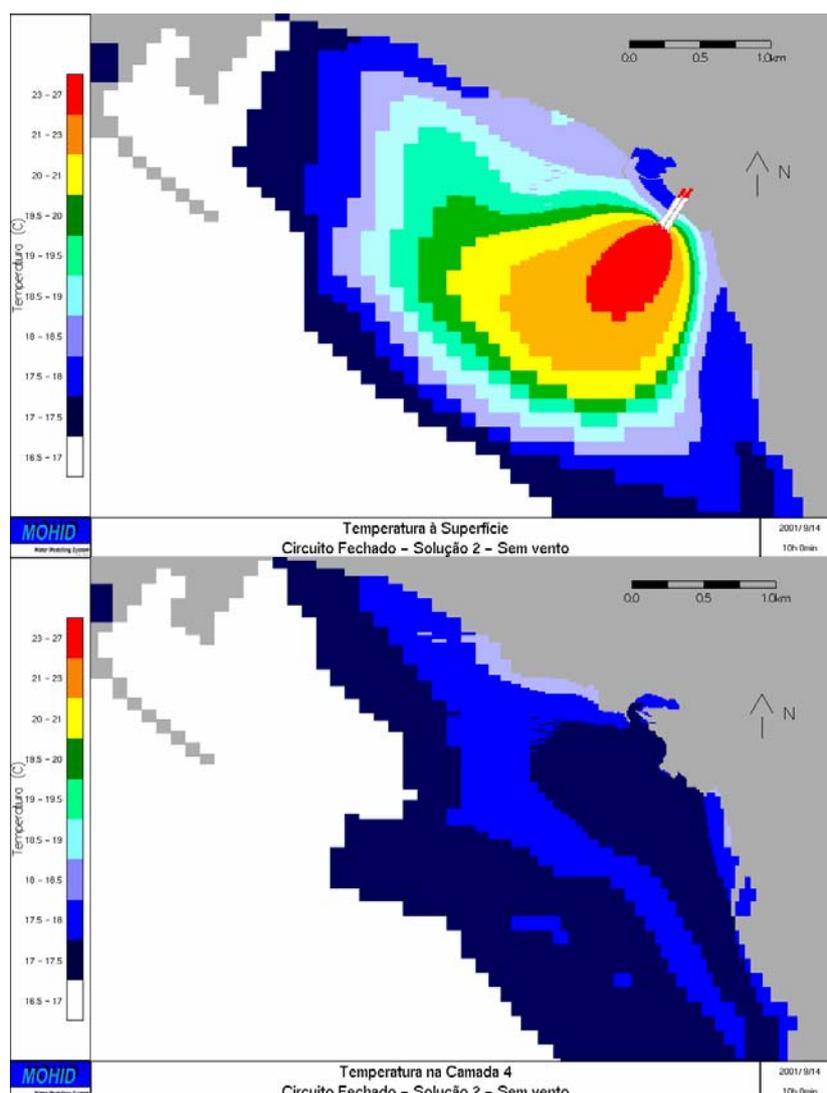


Figura 32 – Temperatura à superfície e na camada 4 em enchente – Circuito Fechado – Solução 2 – Sem Vento

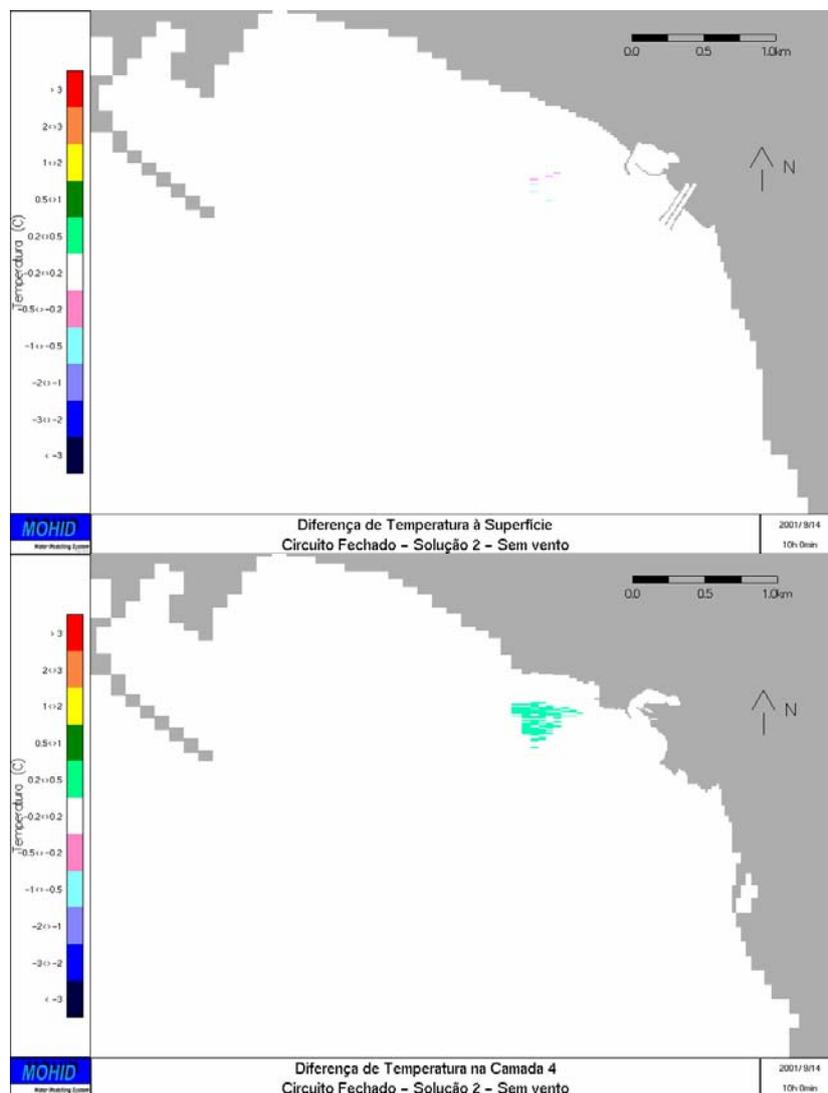


Figura 33 – Diferença de temperatura à superfície e na camada 4 em enchente – Circuito Fechado – Solução 2 – Sem Vento

Vazante

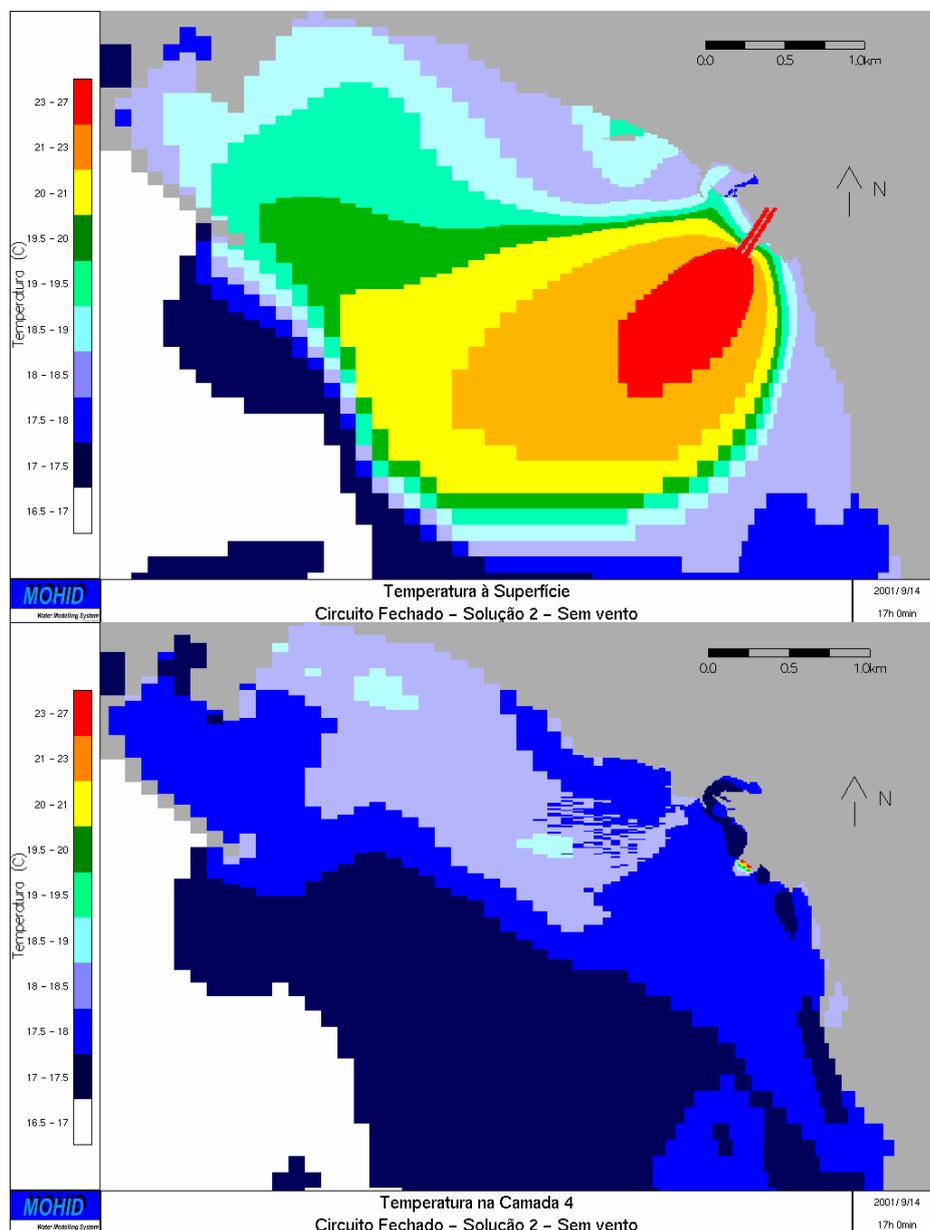


Figura 34 – Temperatura à superfície e na camada 4 em vazante – Circuito Fechado – Solução 2 – Sem Vento

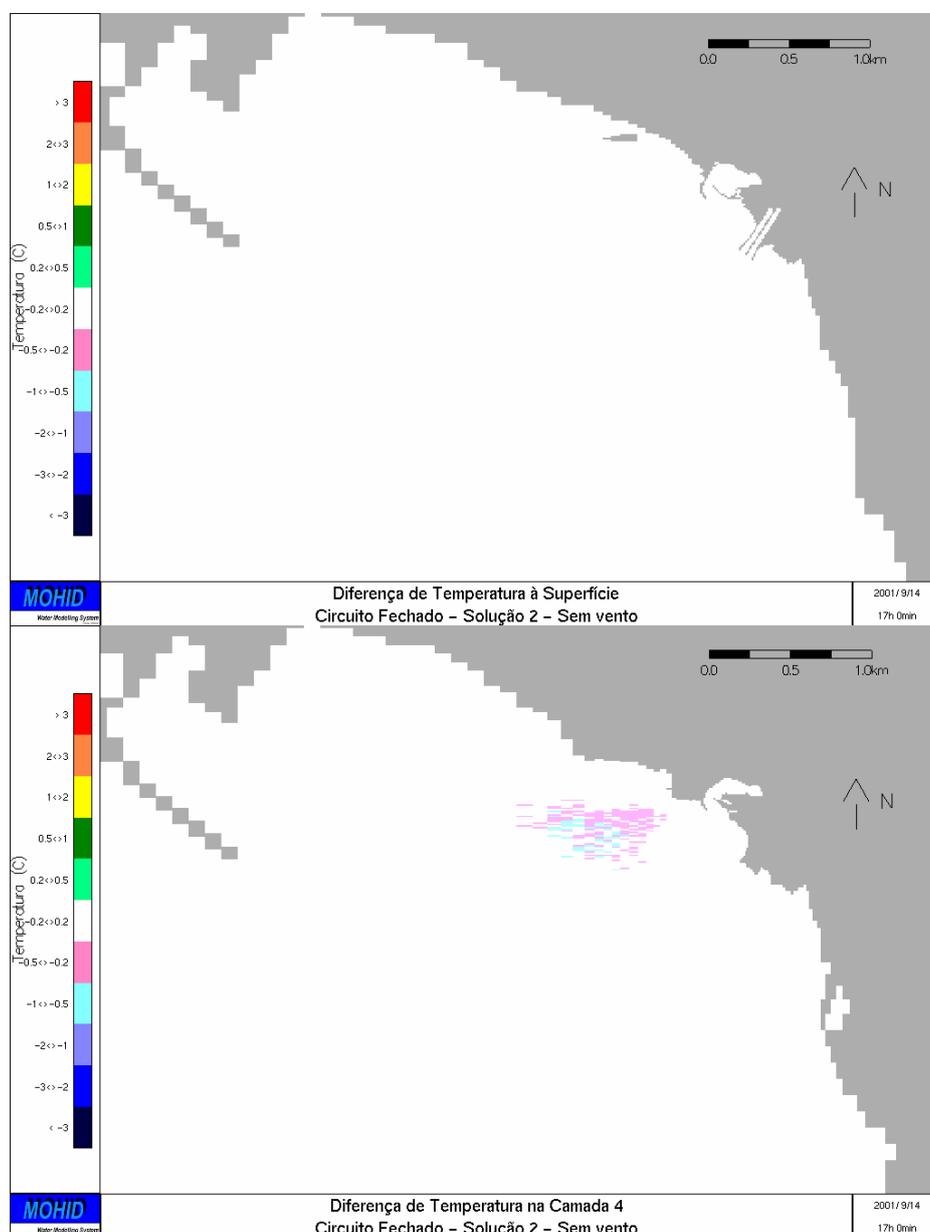


Figura 35 – Diferença de temperatura à superfície e na camada 4 em vazante – Circuito Fechado – Solução 2 – Sem Vento

3.3.4.2 Vento SW

Vazante

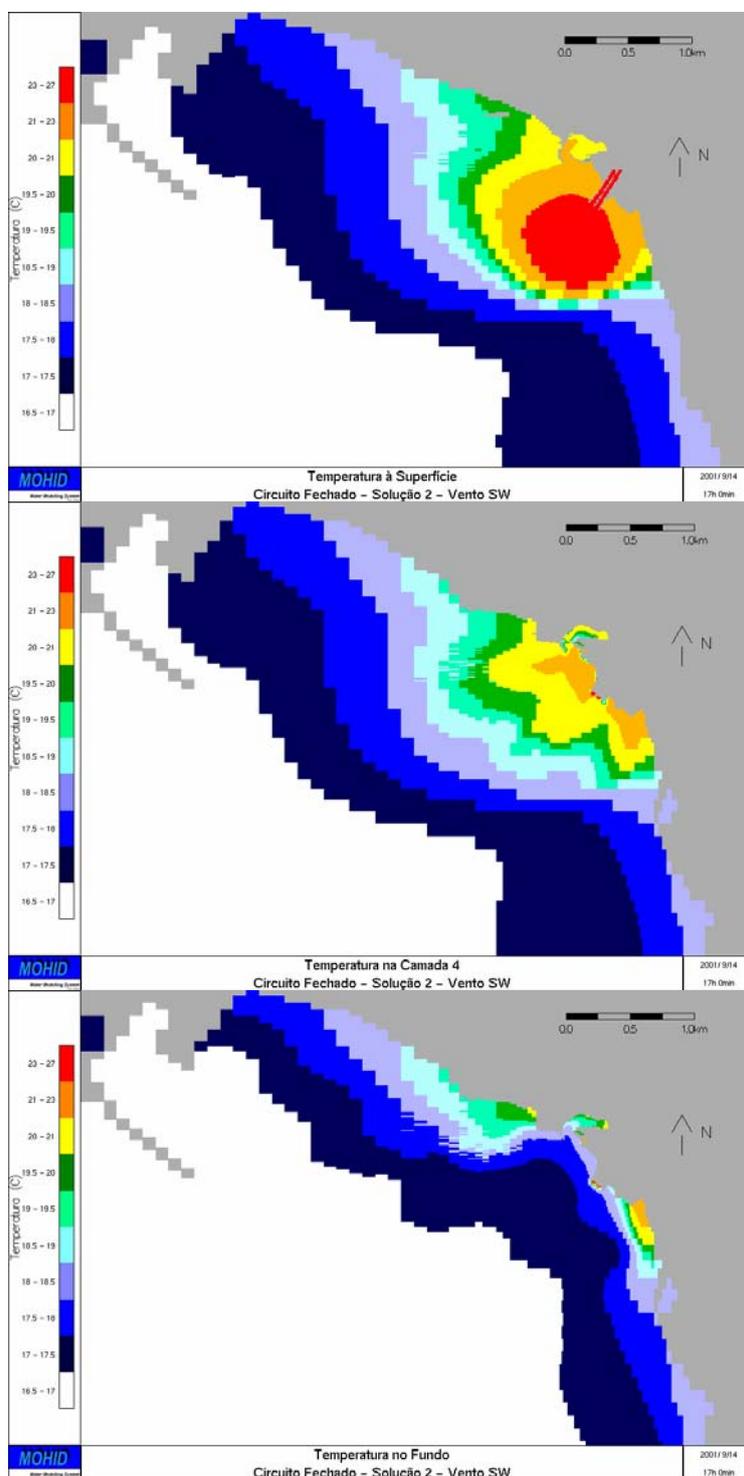


Figura 36 – Temperatura à superfície, na camada 4 e no fundo, em vazante – Circuito Fechado – Solução 2 – Vento SW

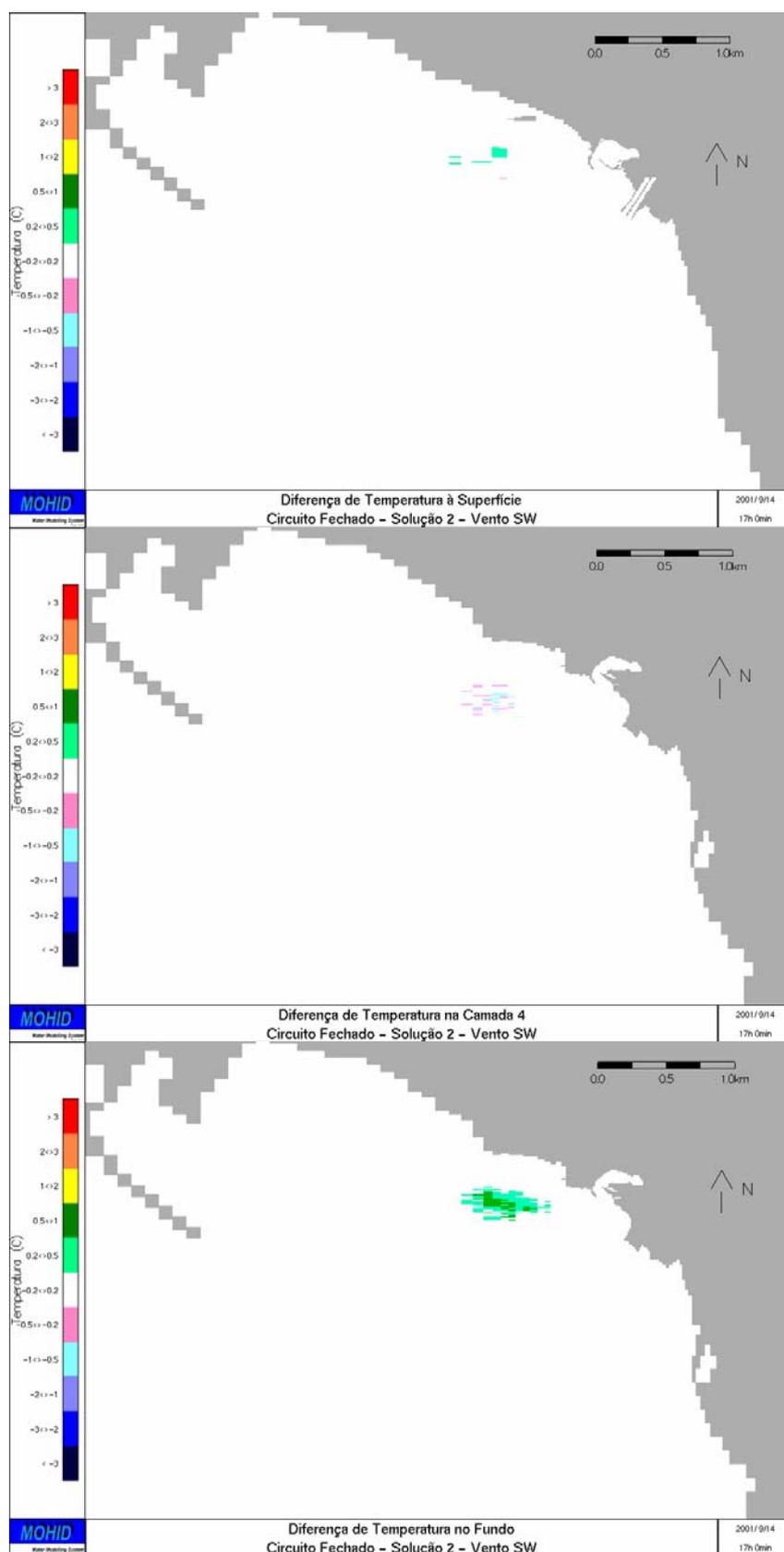


Figura 37 – Diferença de temperatura à superfície, na camada 4 e no fundo, em vazante – Circuito Fechado – Solução 2 – Vento SW

3.3.5 VARIABILIDADE NA ZONA PRÓXIMA DA BACIA DE ADUÇÃO DA EDP

3.3.5.1 Variabilidade Natural

De forma a quantificar a variabilidade natural na zona próxima da bacia de adução, analisaram-se os perfis medidos ao longo do Verão de 2001 na estação de amostragem mais próxima desta bacia (ponto 21 da Figura 2). A estação de amostragem 31, relativamente à estação 21, encontra-se a uma distância similar da bacia de adução, no entanto, este perfil encontra-se sobre acção directa do jacto da descarga da CTS. Este facto faz com que a estação 21 tenda ser mais representativa da água captada pelo sistema de adução. Os resultados medidos na estação 21 mostram que ao longo do Verão de 2001 a temperatura à superfície variou entre 15° e 21 °C, e que junto ao fundo, variou entre 14° e 17°C. Uma vez que o sistema de adução tende a captar mais a água junto ao fundo pode concluir-se que a variabilidade para um período de Verão (a estação mais desfavorável) pode ser da ordem dos 3°C.

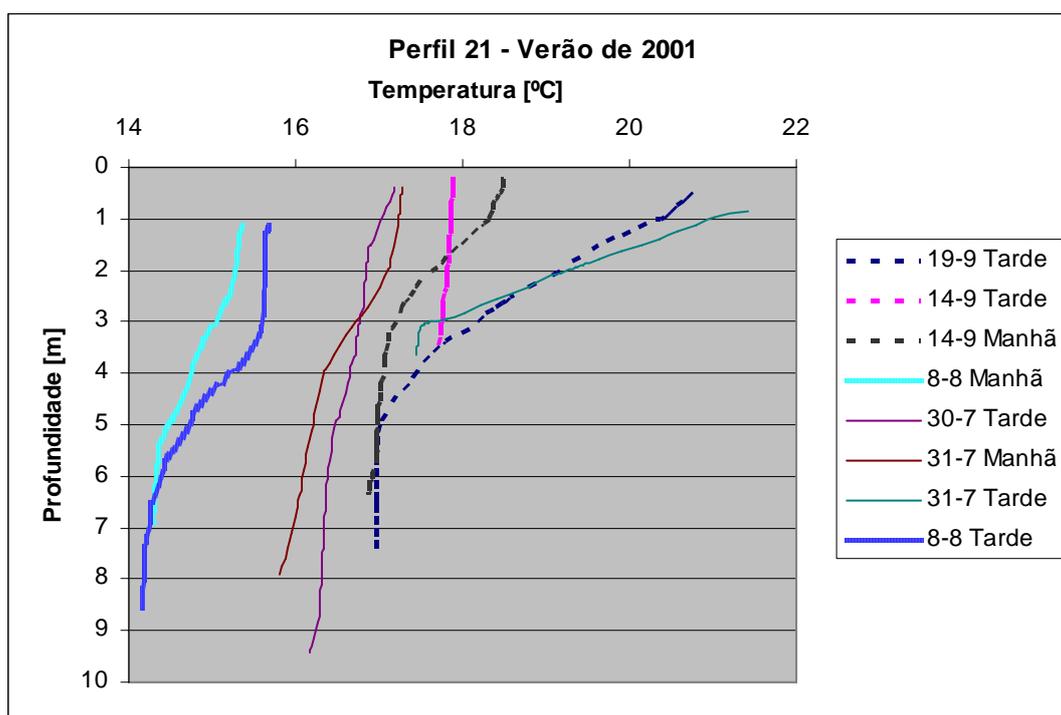


Figura 38 – Perfis de temperatura medidos ao longo do Verão de 2001 na estação 21 (Figura 2).

4. CONCLUSÕES

No âmbito deste estudo, é possível concluir o seguinte:

- O modelo numérico utilizado conseguiu reproduzir as principais tendências da variabilidade temporal e espacial do campo de temperatura observada no Verão de 2001 na área de influência da pluma da CTS.
- Todas as rejeições testadas cumprem com uma larga margem o limite da legislação em vigor, que obriga a que o aumento de temperatura médio mensal seja inferior a 3°C e médio diário a 5°C a 30 m da descarga. Daqui se conclui que não existirá problema algum caso a localização definitiva da descarga ou da tomada de água não seja nos locais exactos simulados no presente relatório, podendo localizar-se numa zona próxima, eventualmente mais favorável do ponto de vista de outros descritores de impacto ou devido a razões construtivas, aspecto que será alvo de verificação no âmbito do desenvolvimento do Projecto de Execução deste projecto associado da CCC, a realizar em breve.
- As soluções de rejeição simuladas apresentam diluições da pluma térmica muito eficientes. As diferenças de temperatura entre a situação actual e futura, para as duas soluções, são em regra inferiores a 0,2 °C e a distâncias da ordem de 100 a 200 metros do local da descarga. Nas duas soluções, verifica-se que estas diferenças (embora diminutas) ocorrem principalmente a profundidades de 2 a 4 m, uma vez que a pluma da CTS impede as plumas testadas para o circuito fechado de subir até à superfície. As situações mais desfavoráveis são sem vento e com vento de SW na maré vazante.
- Na fase de conclusão deste estudo foi definido com mais rigor o processo termodinâmico das torres de arrefecimento, verificando-se que o caudal na rejeição será menor (0,5 m³/s) e a diferença máxima entre a temperatura do caudal de purga e a temperatura do meio marinho da ordem de 11°C. Sendo esta carga térmica máxima menor que a simulada (caudal de 0,8 m³/s com aumento de temperatura de 10°C), o novo caudal de purga provocará um aumento de temperatura no meio ainda menor que o efectivamente simulado.

5. BIBLIOGRAFIA

Le Provost C., F. Lyard, J.M. Molines, M.L. Genco and F. Rabilloud, A hydrodynamic ocean tide model improved by assimilating a satellite altimeter-derived data set, J. Geophys. Res., Vol. 103, C3, 5513-5529, 1998.

Schlitzer, R., Ocean Data View, <http://www.awi-bremerhaven.de/GEO/ODV>, 2005.

ANEXO III.1 – FIGURAS REFERENTES A CORRENTES E VENTOS

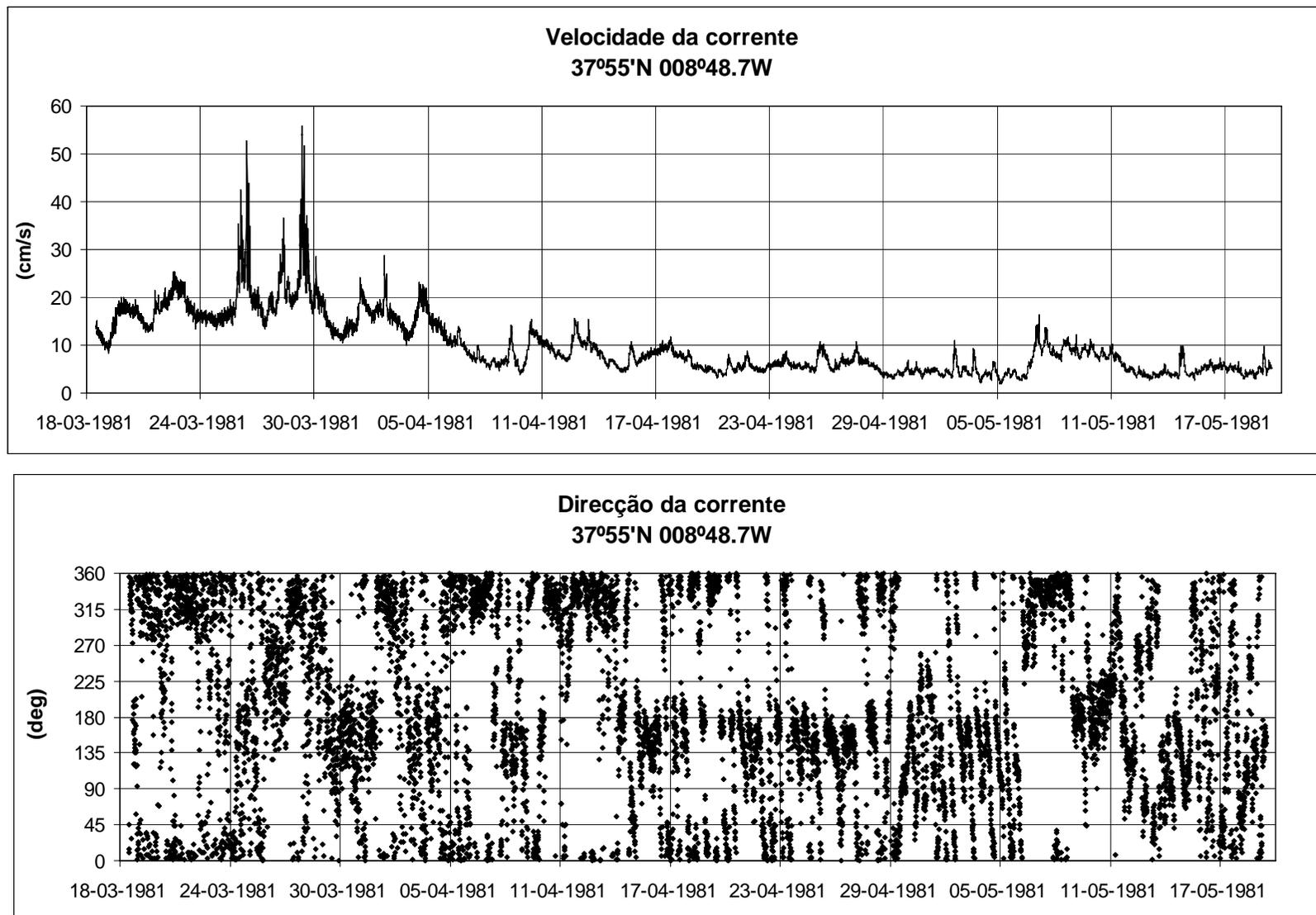


Figura 39 – Medidas de velocidade e direcção da corrente, 18 de Março a 19 de Maio de 1981.

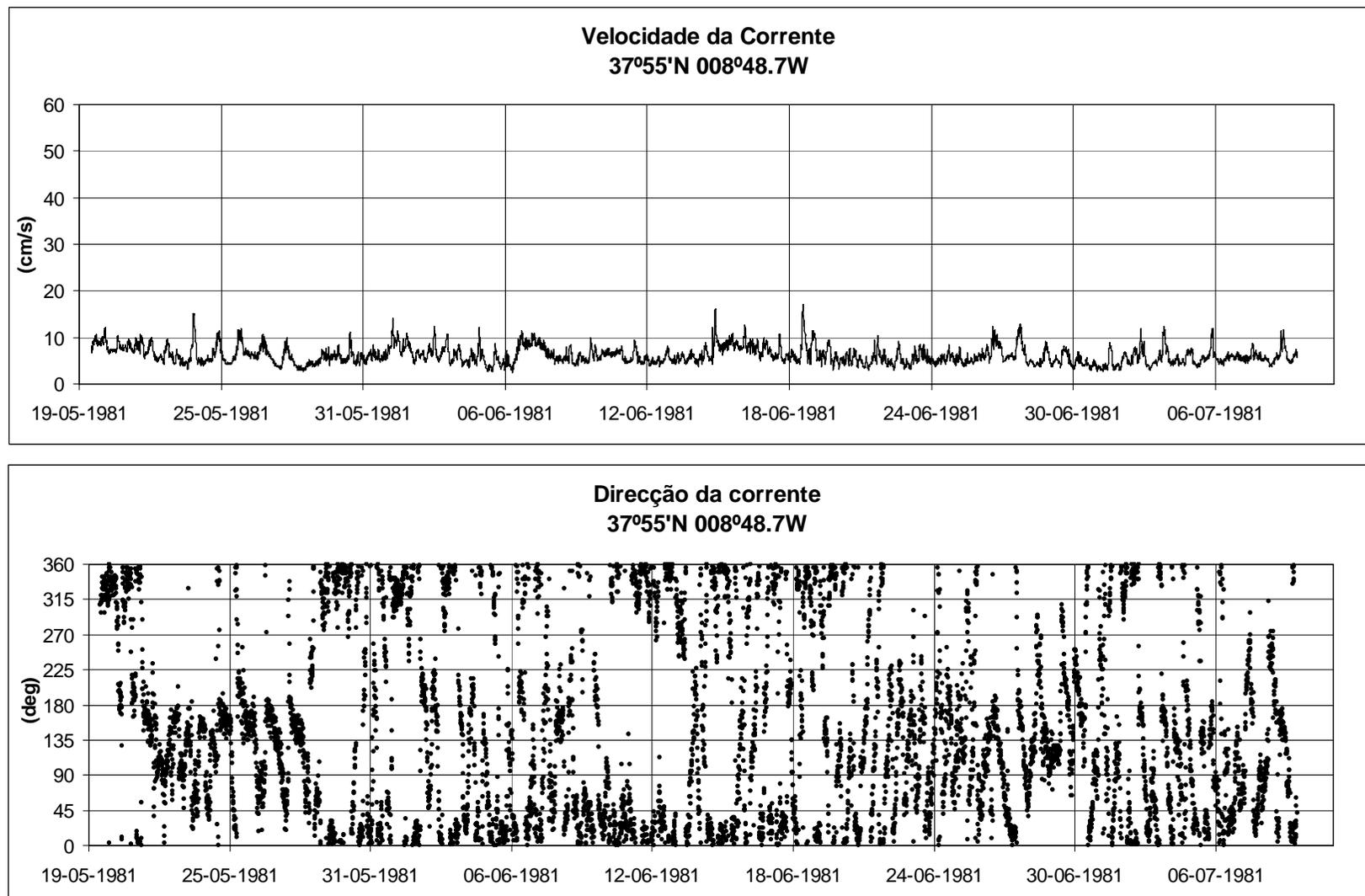


Figura 40 – Medidas de velocidade e direcção da corrente, 19 de Maio a 9 de Julho de 1981.

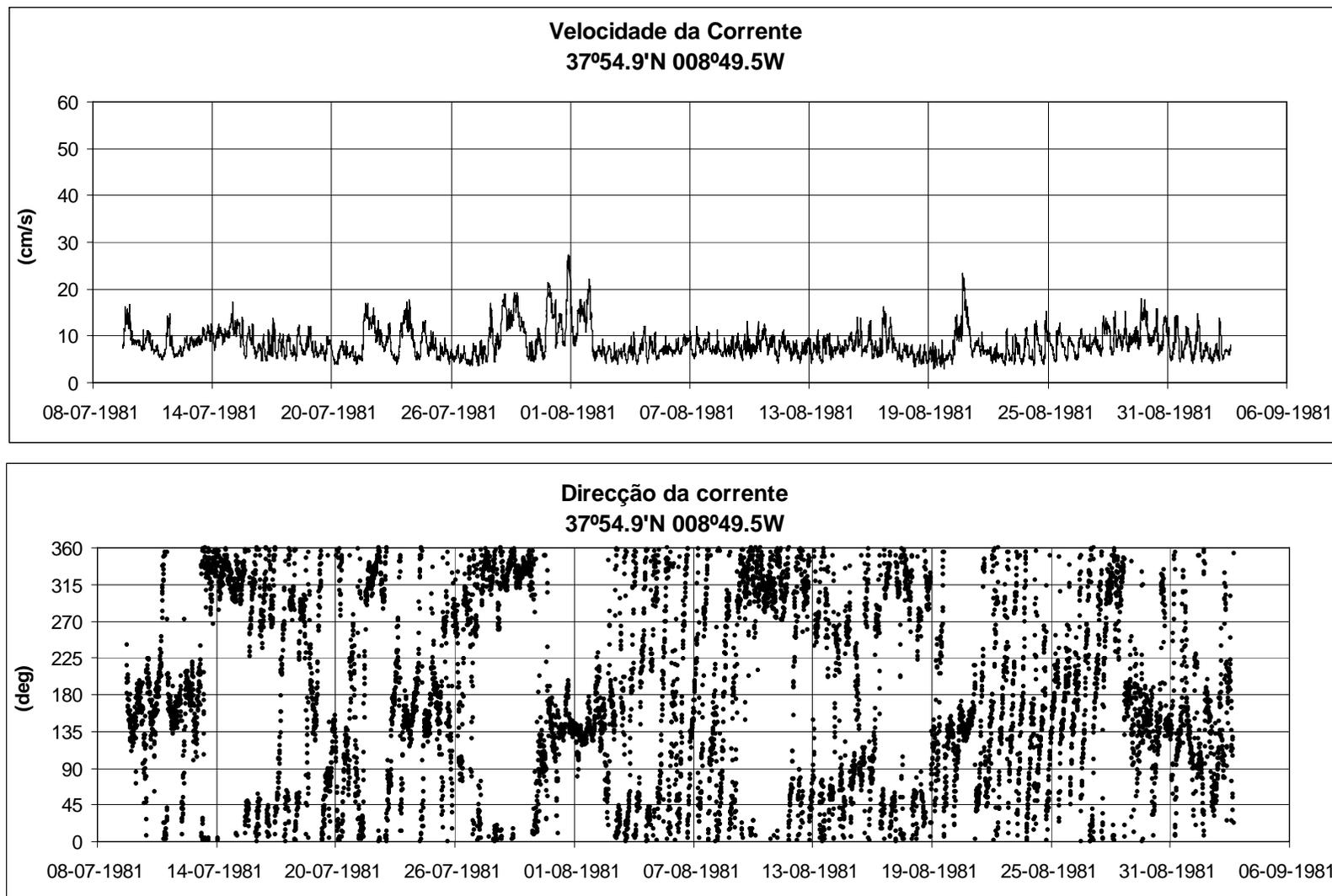


Figura 41 – Medidas de velocidade e direcção da corrente, 9 de Julho a 3 de Setembro de 1981.

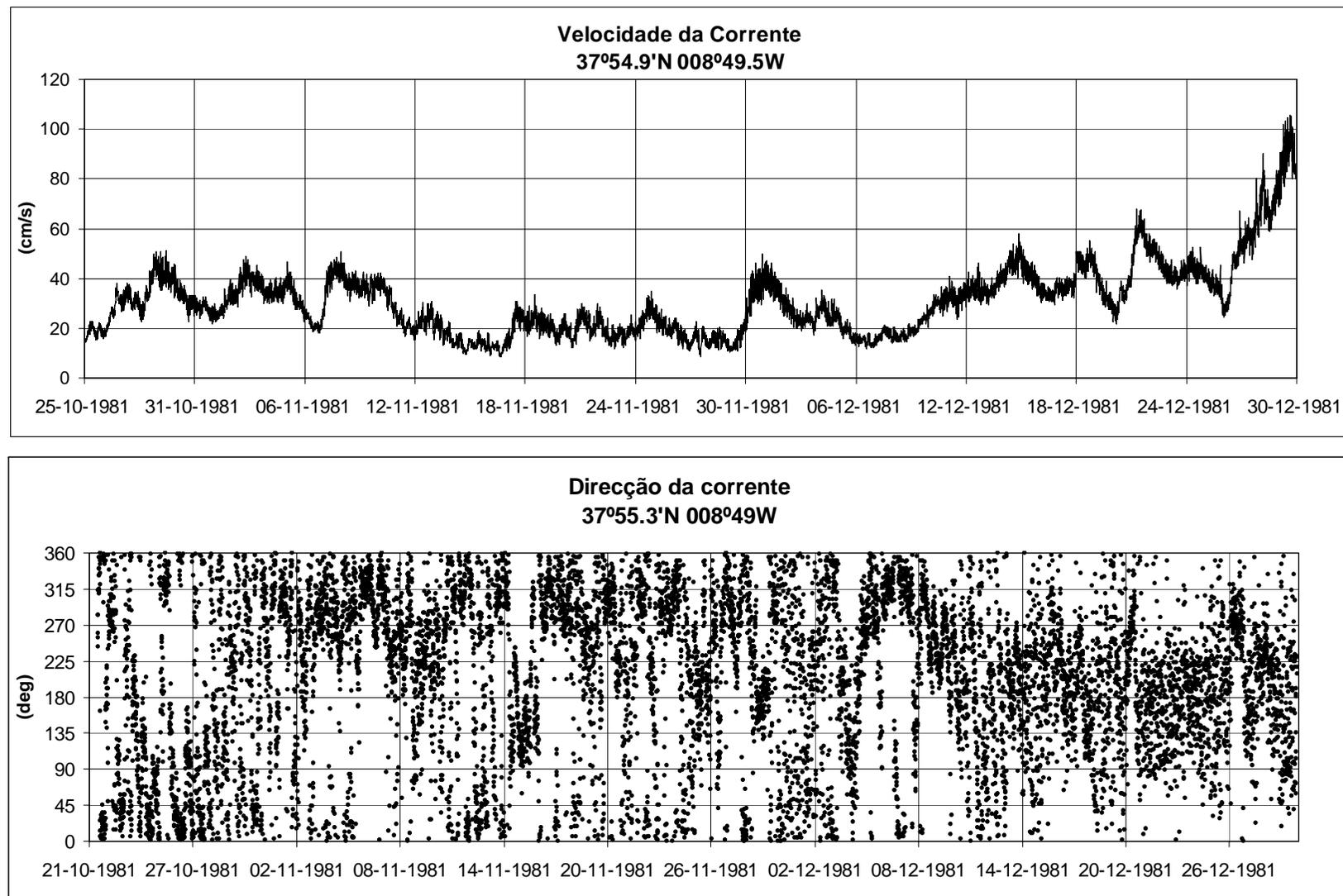


Figura 42 – Medidas de velocidade e direcção da corrente, 21 de Outubro a 29 de Dezembro de 1981.

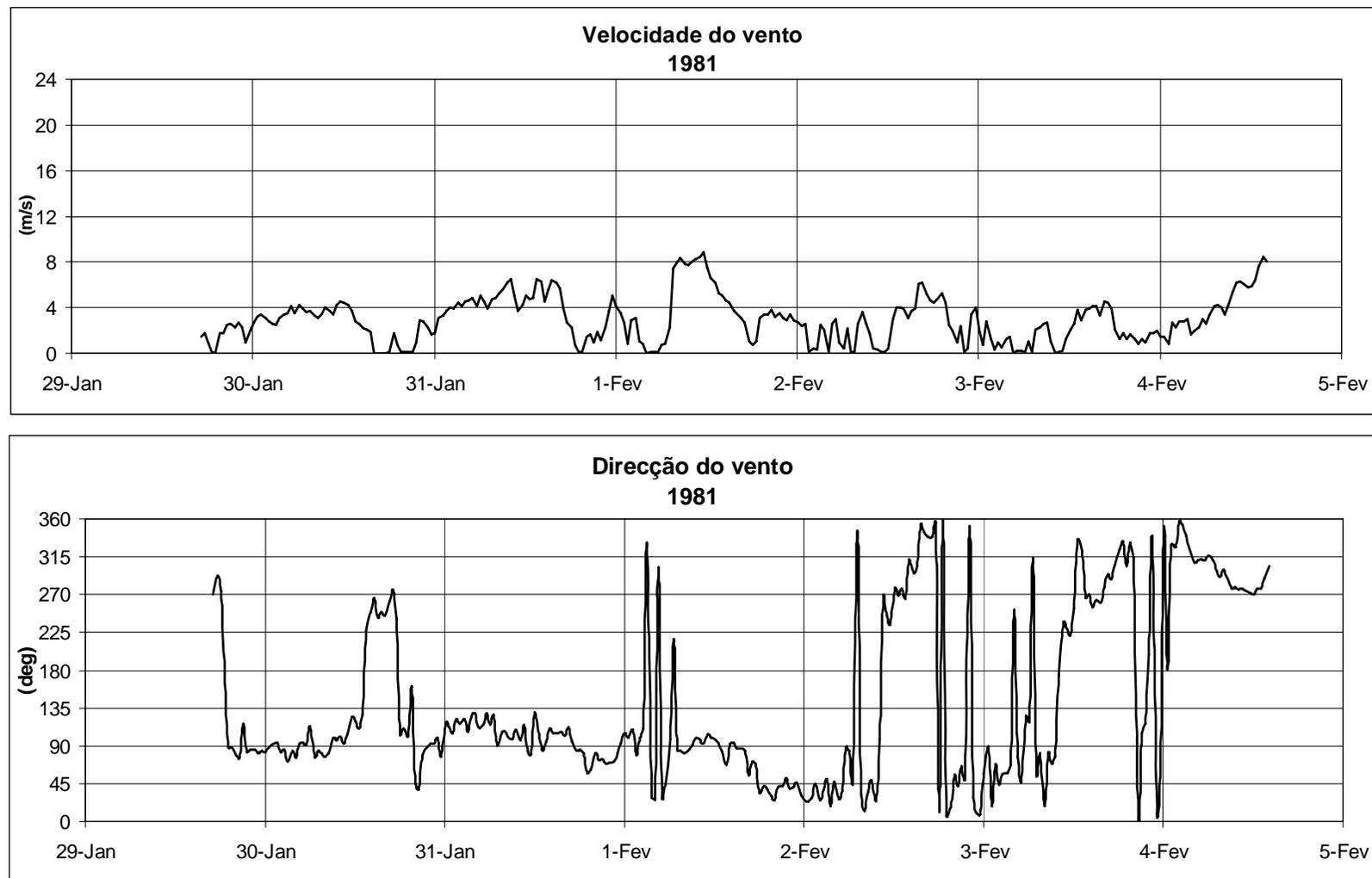


Figura 43 – Medidas de velocidade e direcção do vento, 29 de Janeiro a 4 de Fevereiro de 1981.

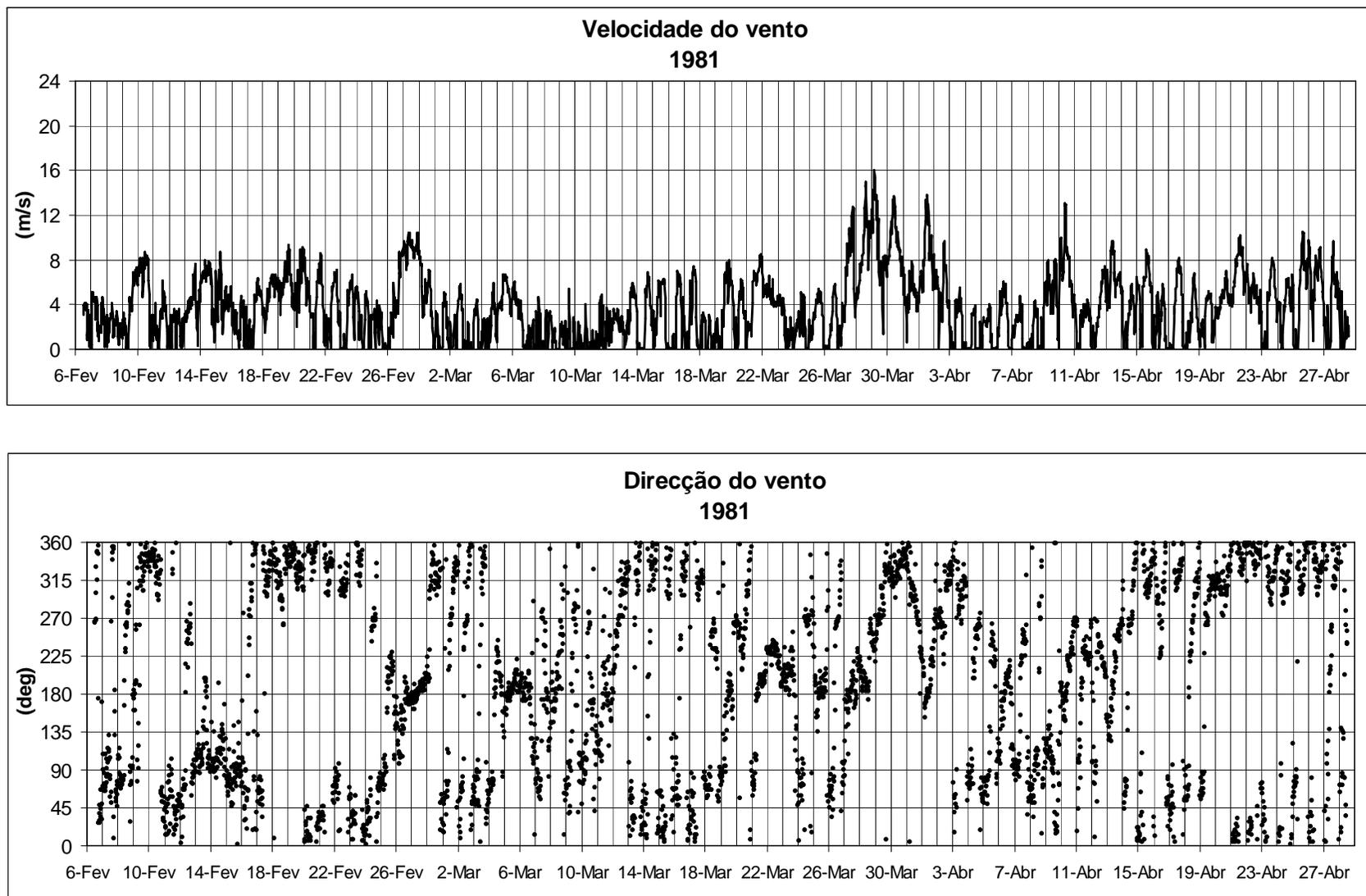


Figura 44 – Medidas de velocidade e direcção do vento, 6 de Fevereiro a 28 de Abril de 1981.

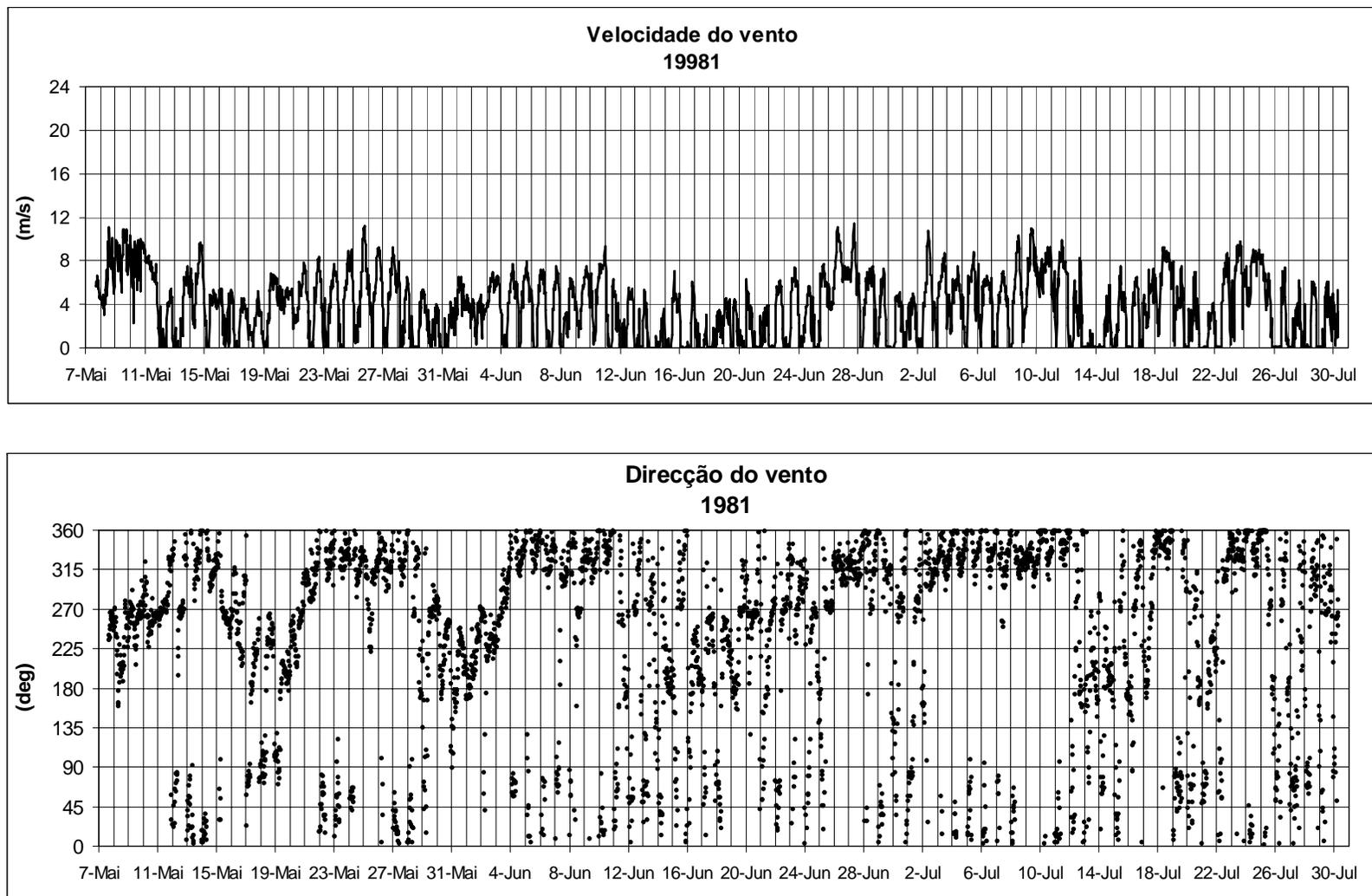


Figura 45 – Medidas de velocidade e direcção do vento, 7 de Maio a 30 de Julho de 1981

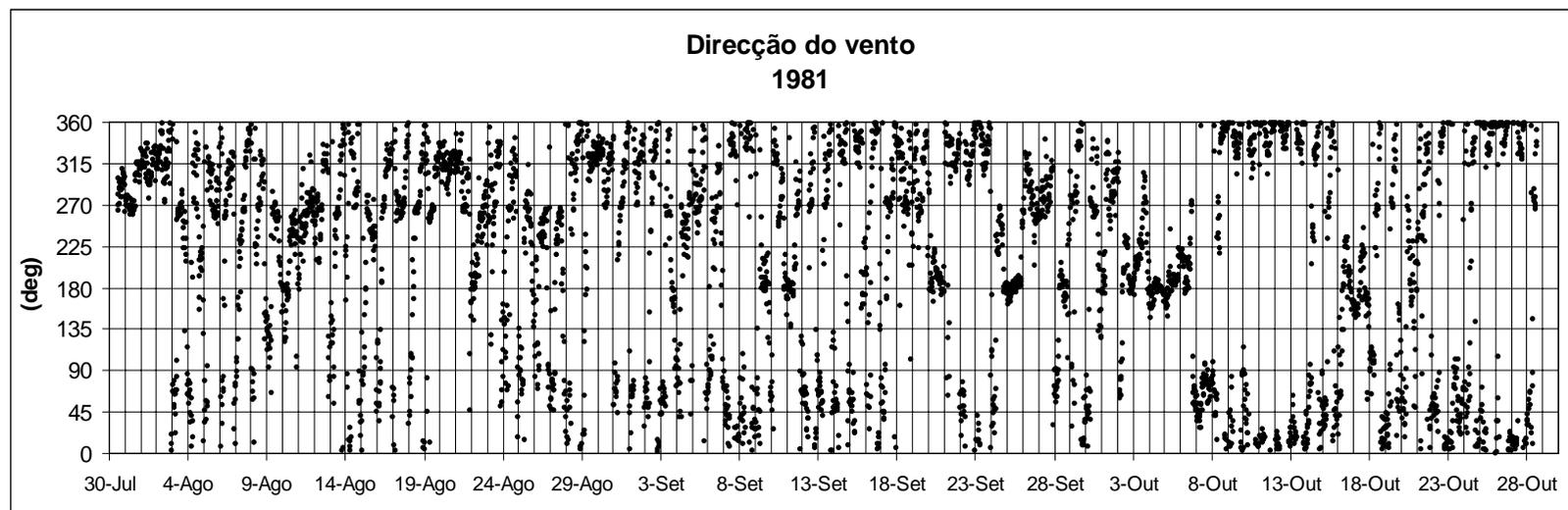
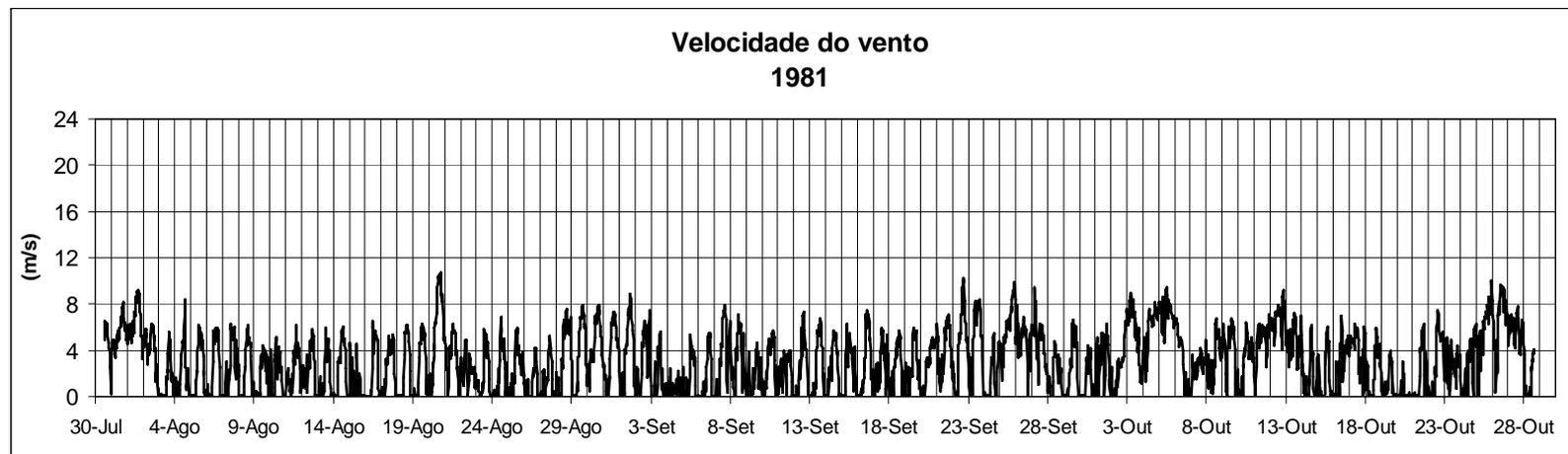


Figura 46 – Medidas de velocidade e direcção do vento, 30 de Julho a 28 de Outubro de 1981

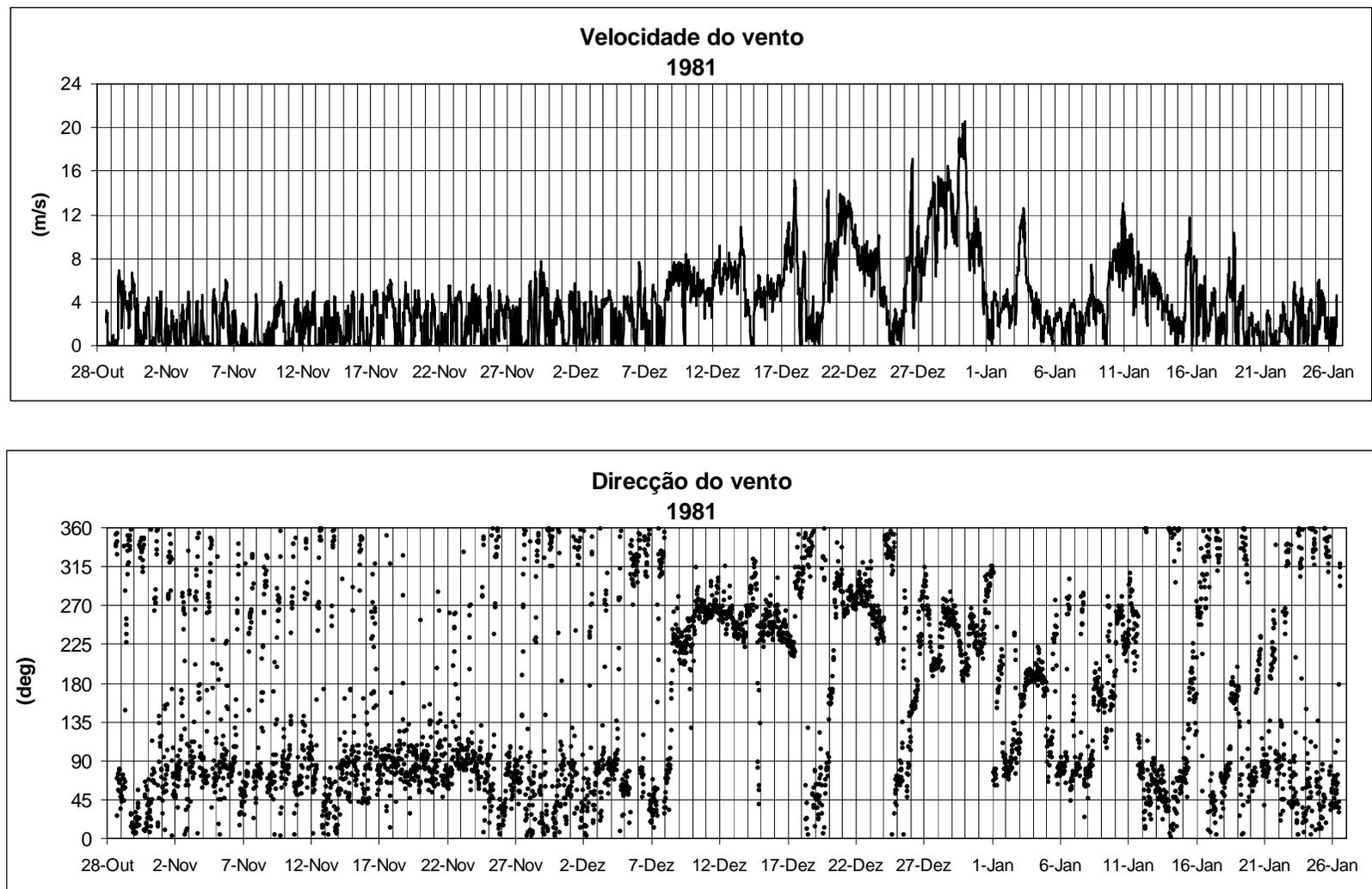


Figura 47 – Medidas de velocidade e direcção do vento, 28 de Outubro de 1981 a 26 de Janeiro de 1982.

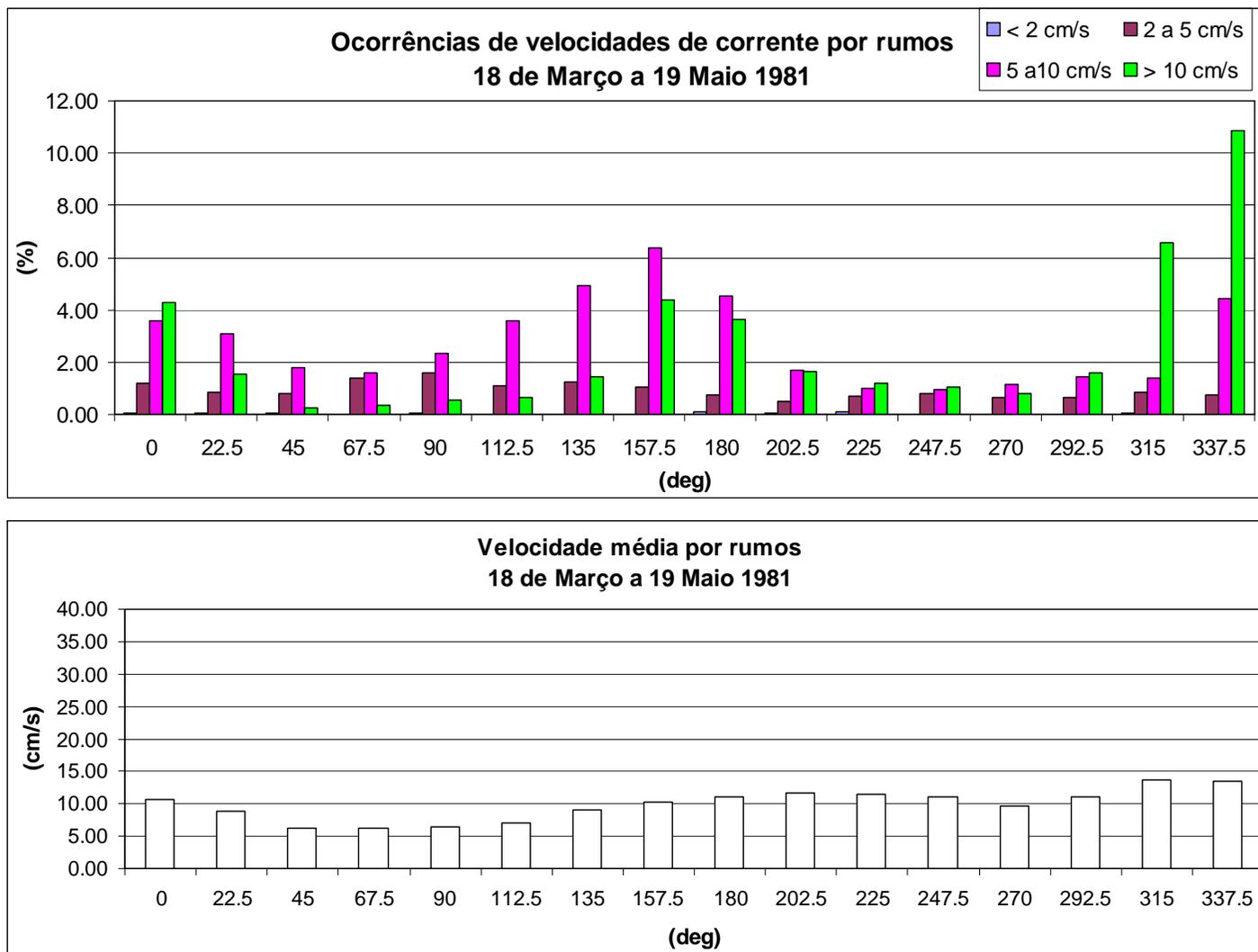


Figura 48 – Correntes, ocorrências de velocidades por rumos, 18 de Março a 19 de Maio de 1981.

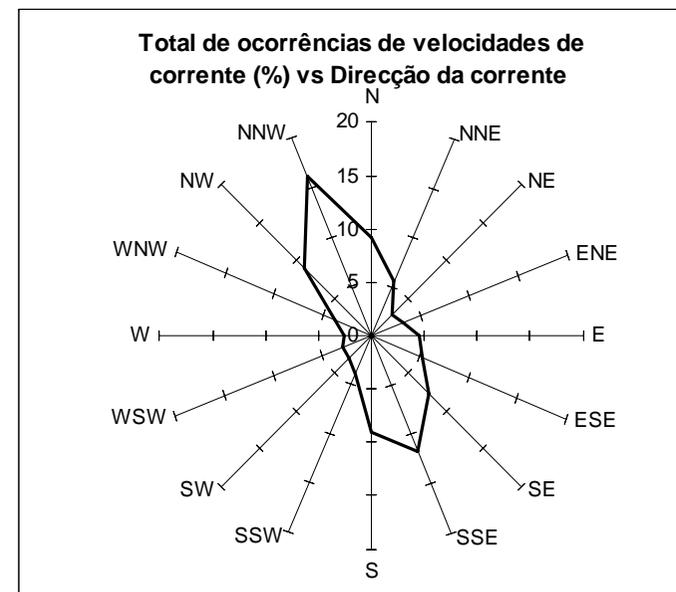
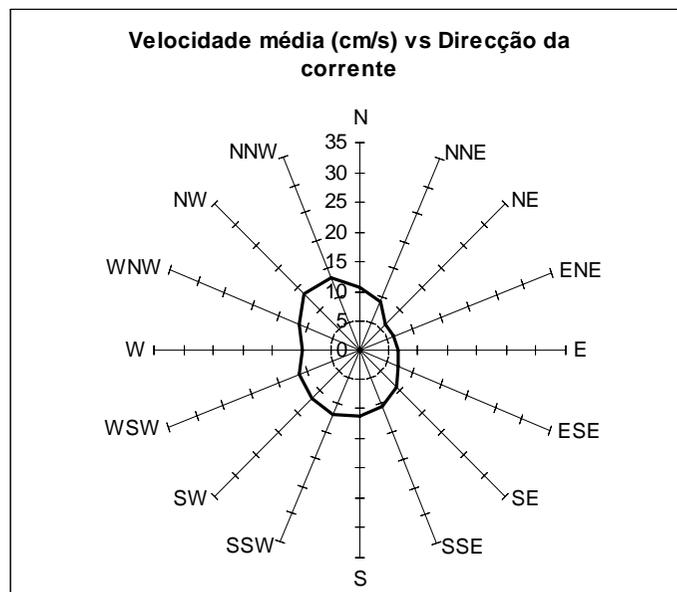


Figura 49 – Correntes, ocorrências de velocidades por rumos, 18 de Março a 19 de Maio de 1981, representação por direcções.

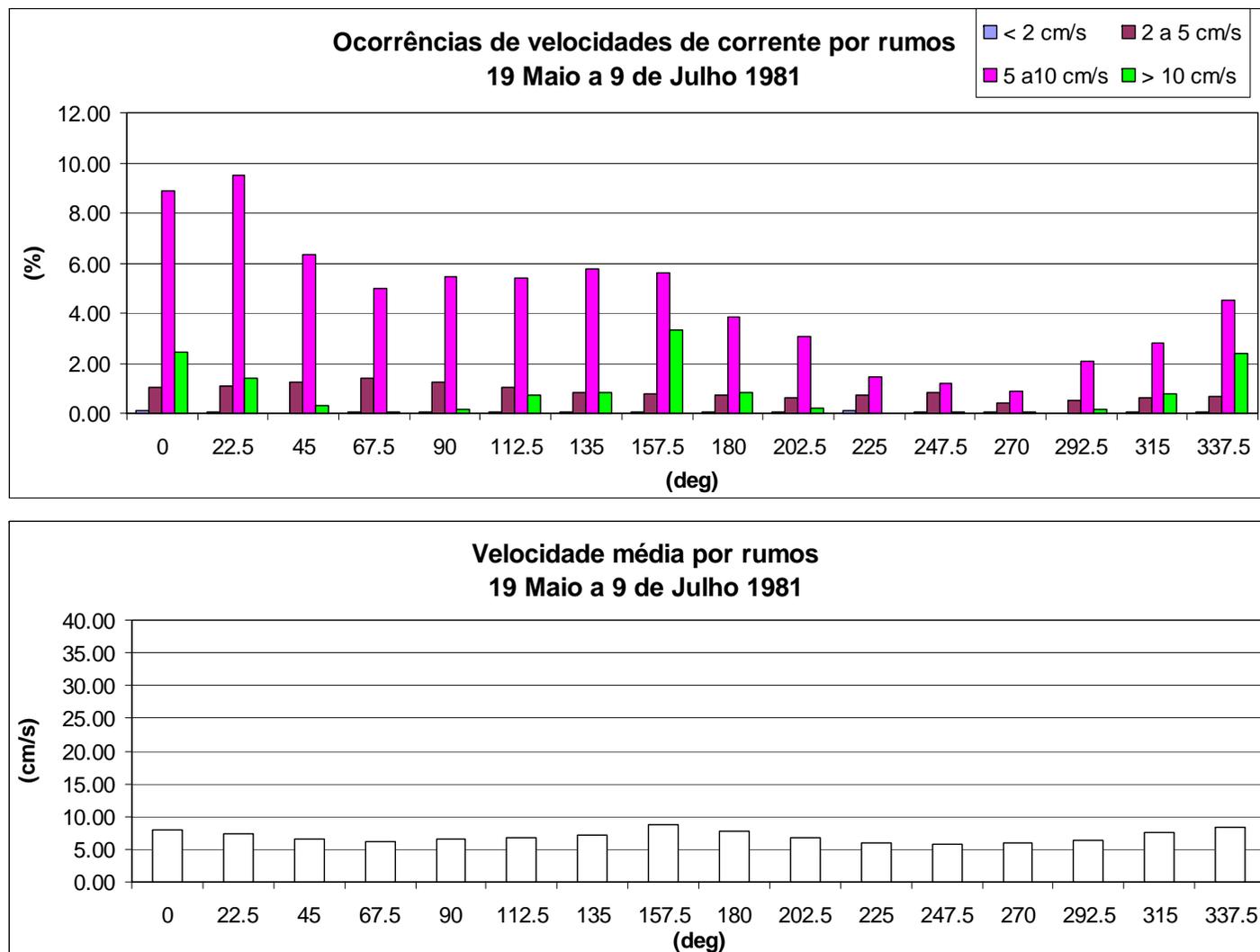


Figura 50 – Correntes, ocorrências de velocidades por rumos, 19 de Maio a 9 de Julho de 1981.

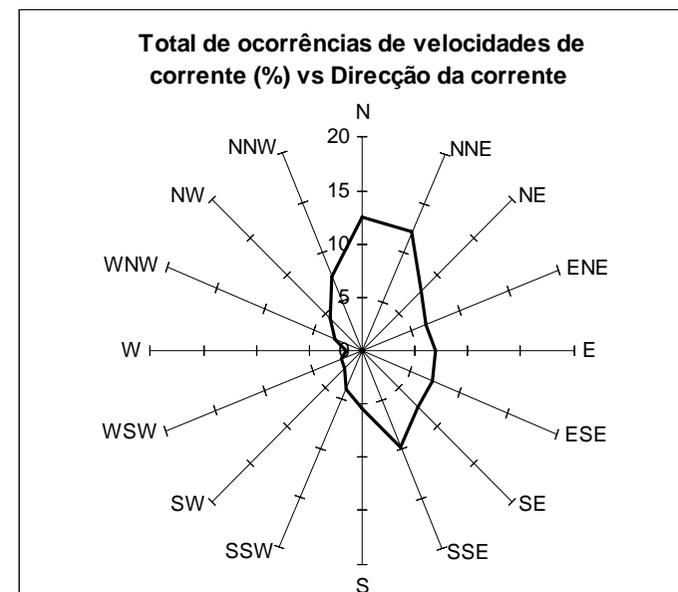
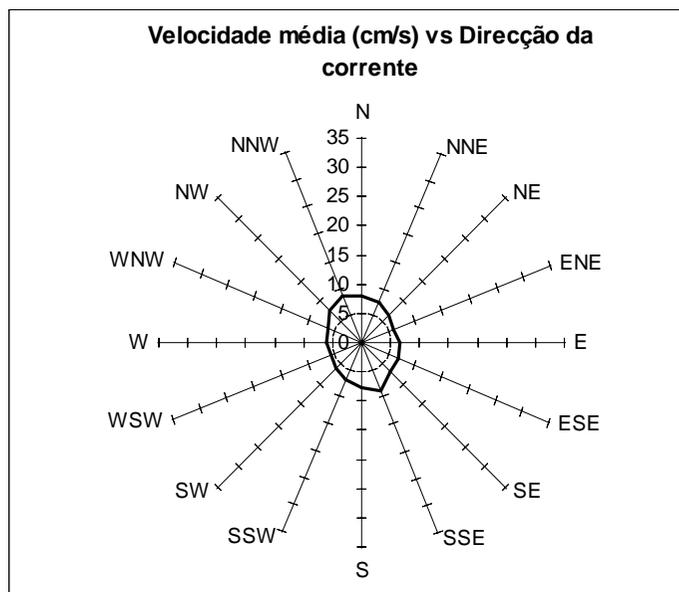


Figura 51 – Correntes, ocorrências de velocidades por rumos, 19 de Maio a 9 de Julho de 1981, representação por direcções.

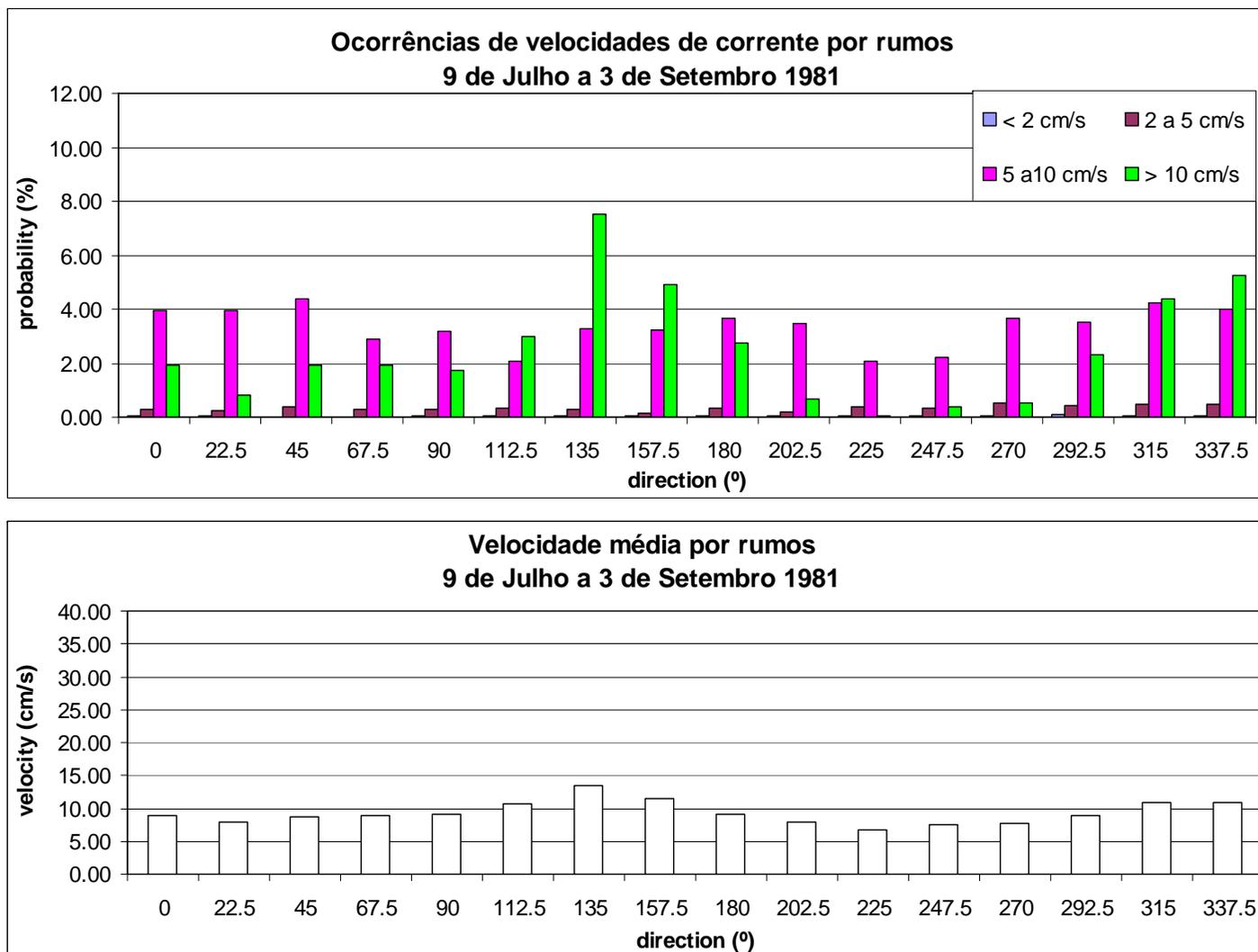


Figura 52 – Correntes, ocorrências de velocidades por rumos, 9 de Julho a 3 de Setembro de 1981.

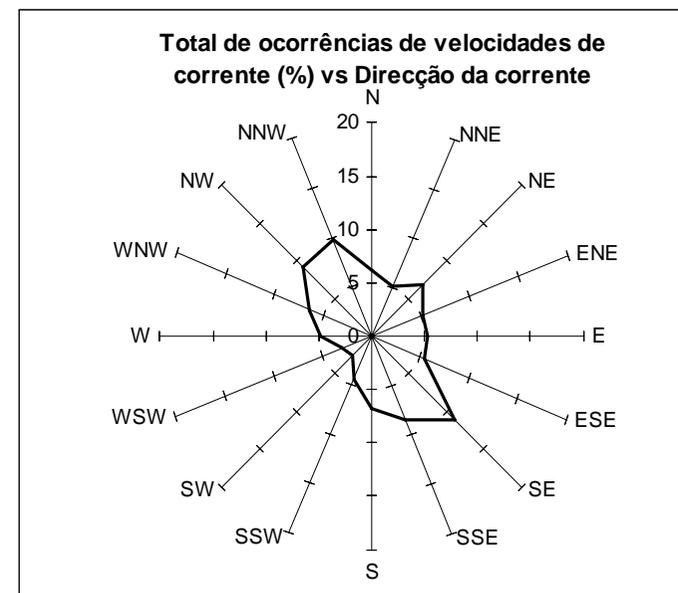
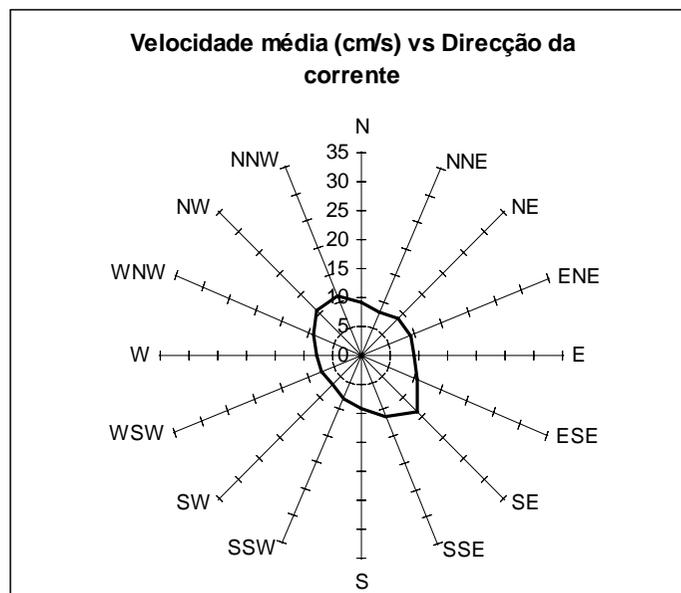


Figura 53 – Correntes, ocorrências de velocidades por rumos, 9 de Julho a 3 de Setembro de 1981, representação por direcções.

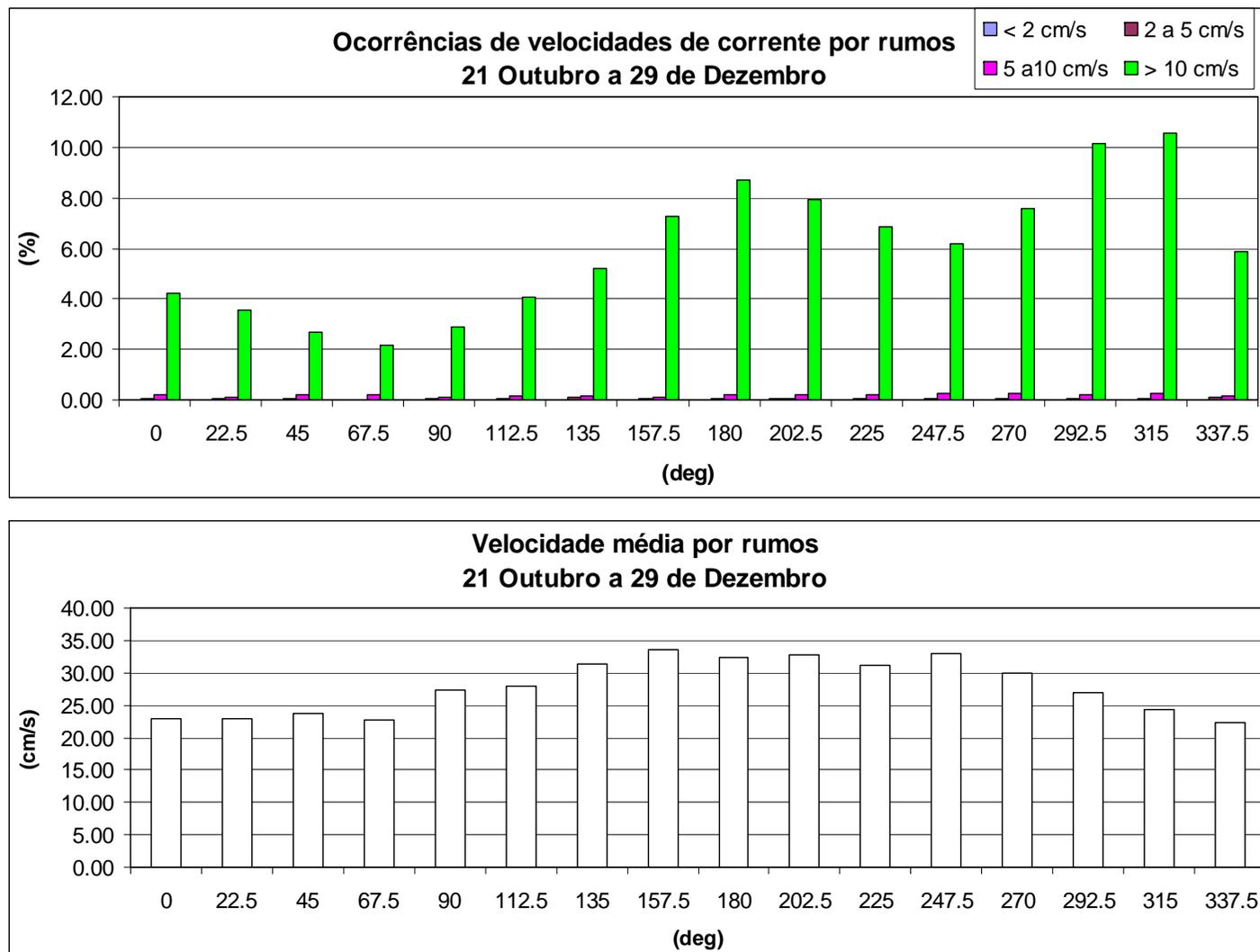


Figura 54 – Correntes, ocorrências de velocidades por rumos, 21 de Outubro a 29 de Dezembro de 1981.

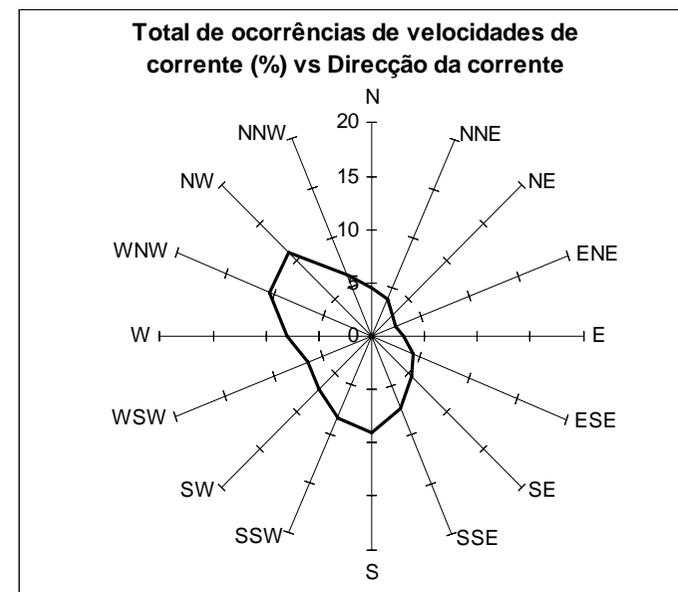
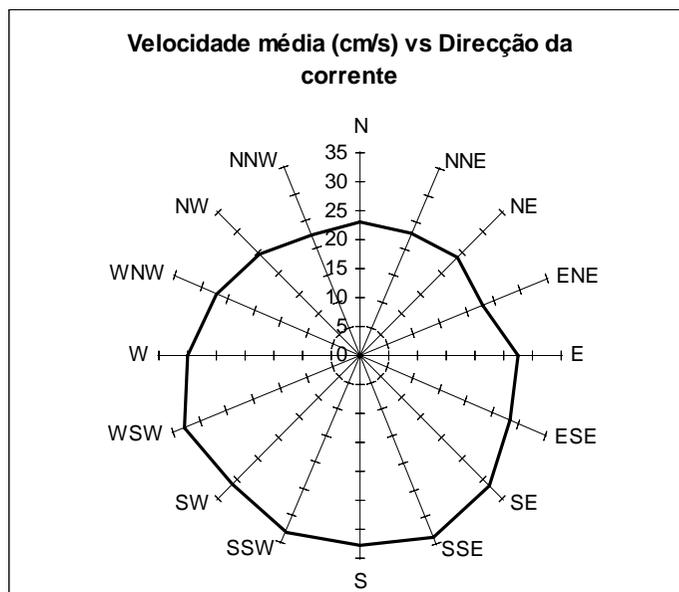


Figura 55 – Correntes, ocorrências de velocidades por rumos, 21 de Outubro a 29 de Dezembro de 1981, representação por direcções.

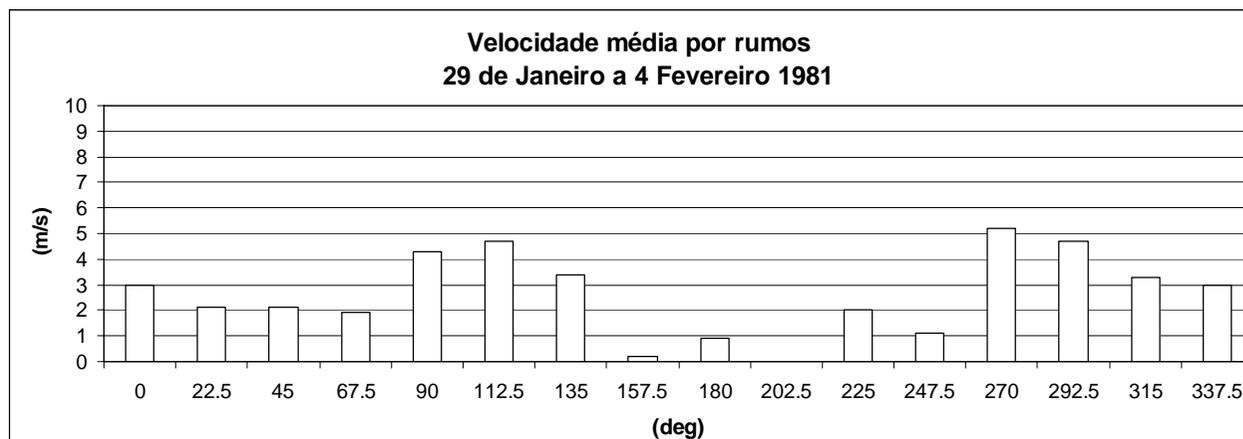
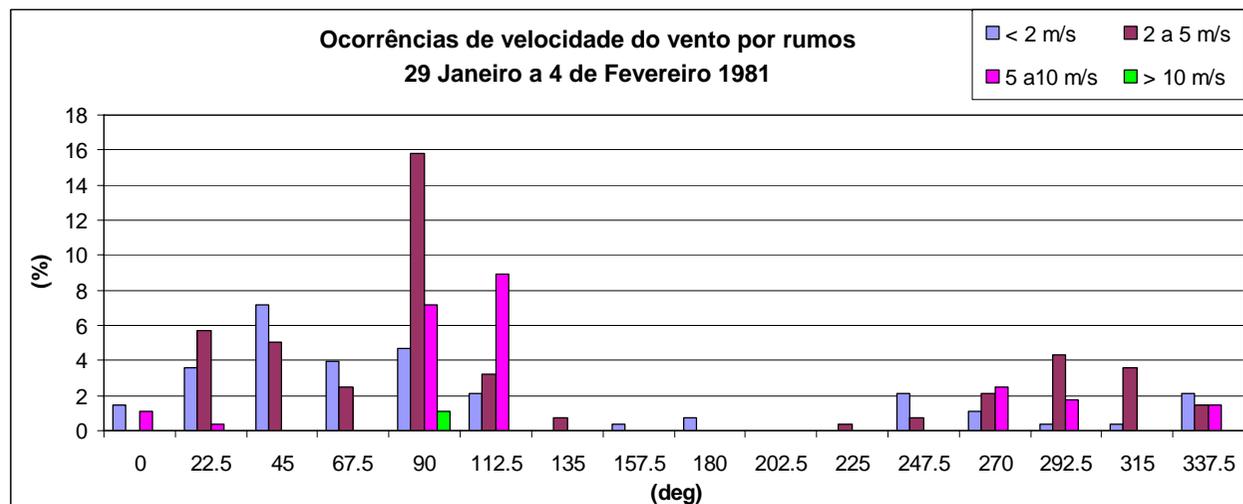


Figura 56 – Vento, ocorrências de velocidades por rumos, 29 de Janeiro a 4 de Fevereiro de 1981.

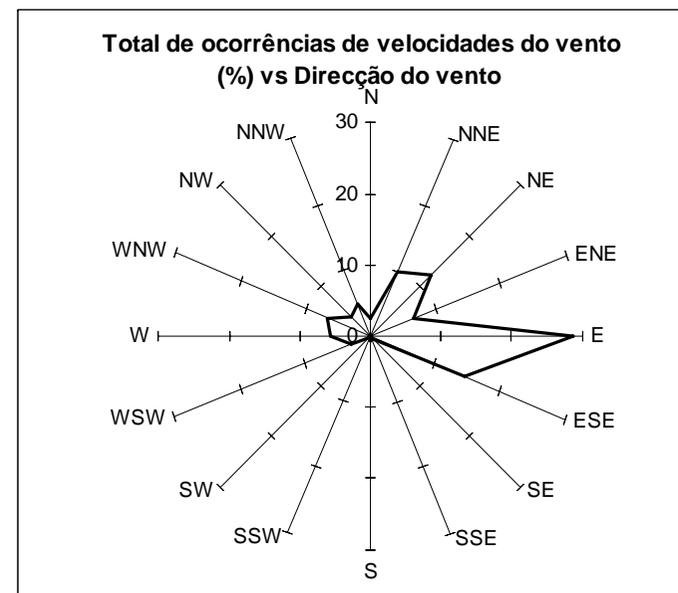
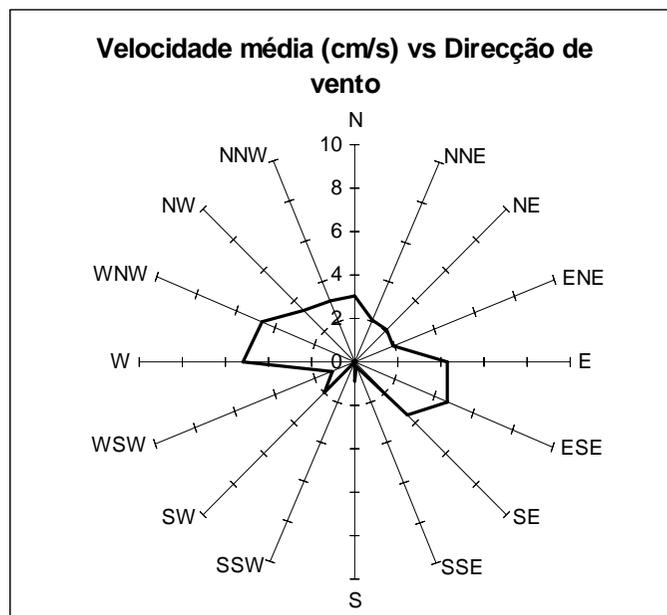


Figura 57 – Vento, ocorrências de velocidades por rumos, 29 de Janeiro a 4 de Fevereiro de 1981, representação por direcções.

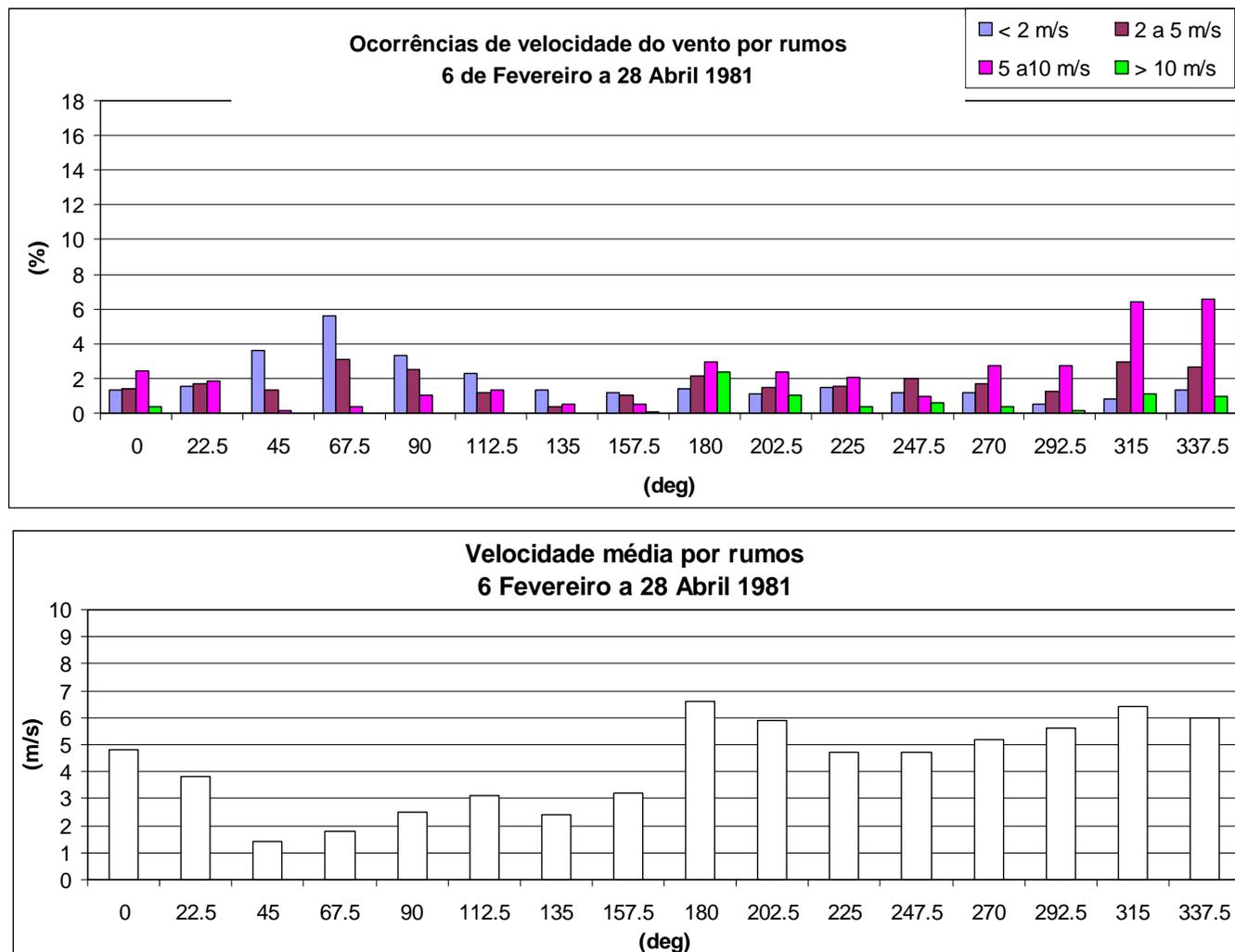


Figura 58 – Vento, ocorrências de velocidades por rumos, 6 de Fevereiro a 28 de Abril de 1981.

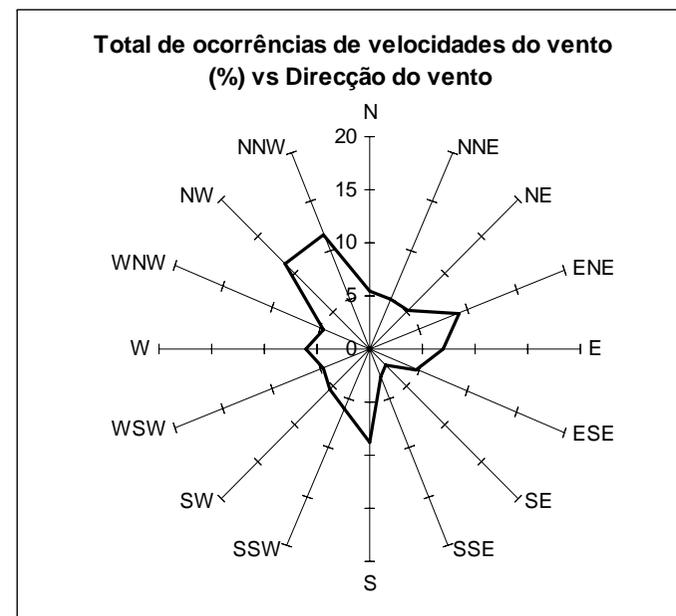
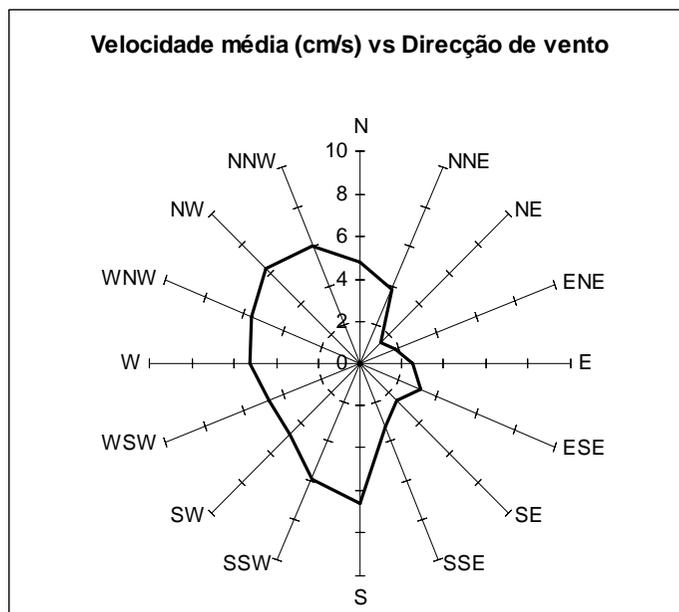


Figura 59 – Vento, ocorrências de velocidades por rumos, 6 de Fevereiro a 28 de Abril de 1981, representação por direcções.

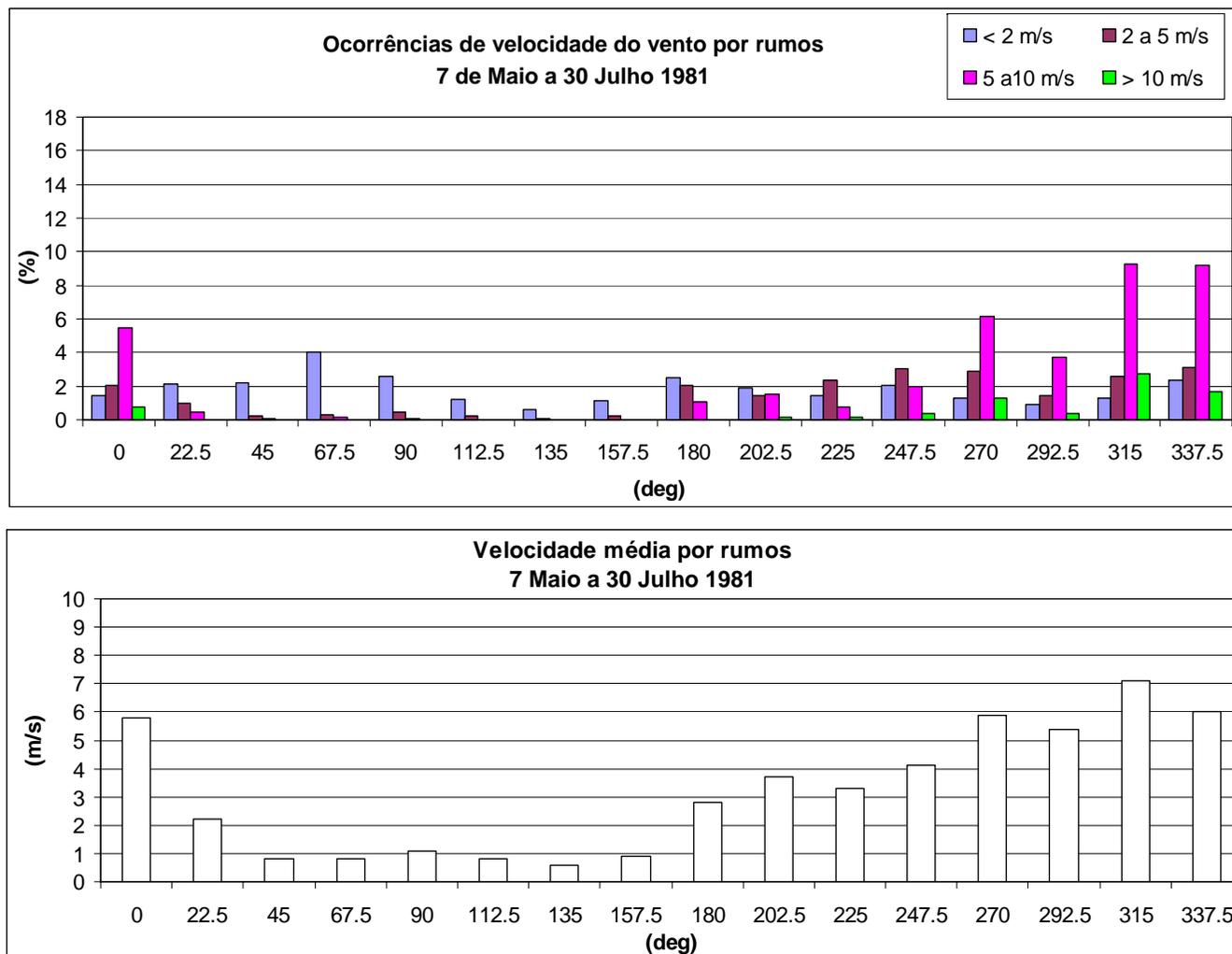


Figura 60 – Vento, ocorrências de velocidades por rumos, 7 de Maio a 30 de Julho de 1981.

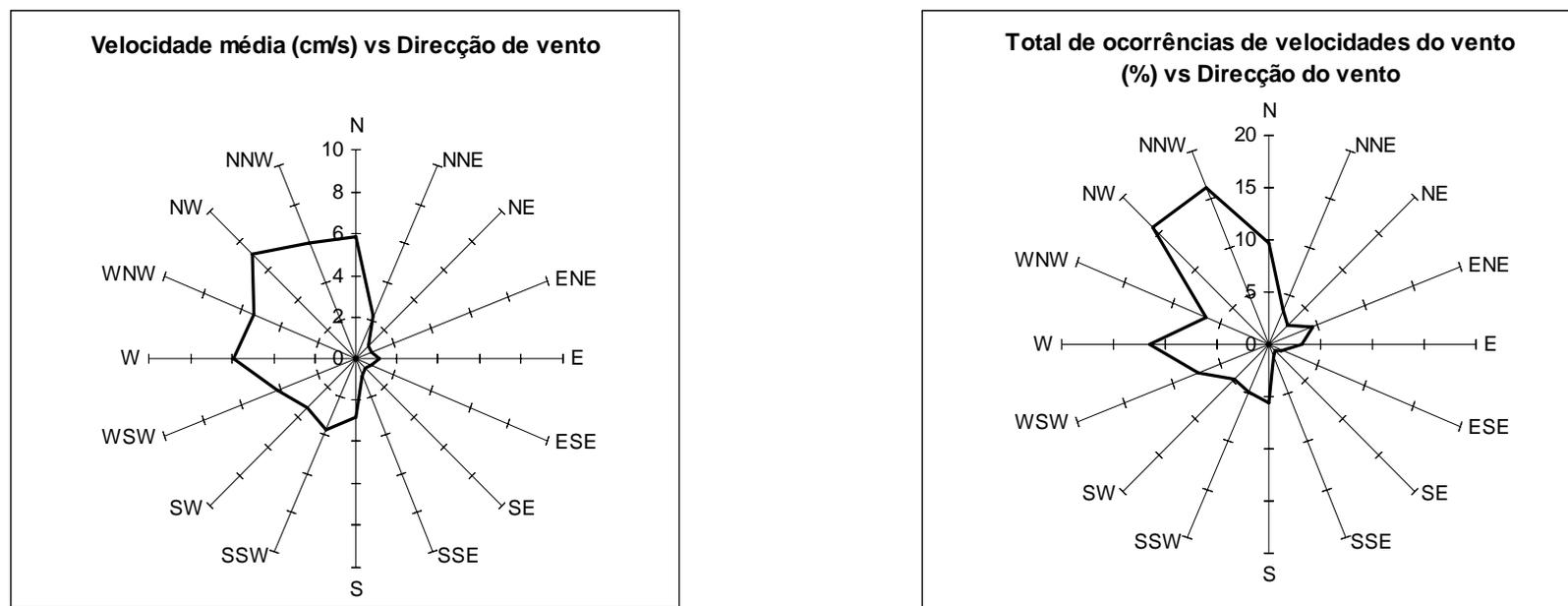


Figura 61 – Vento, ocorrências de velocidades por rumos, 7 de Maio a 30 de Julho de 1981, representação por direcções.

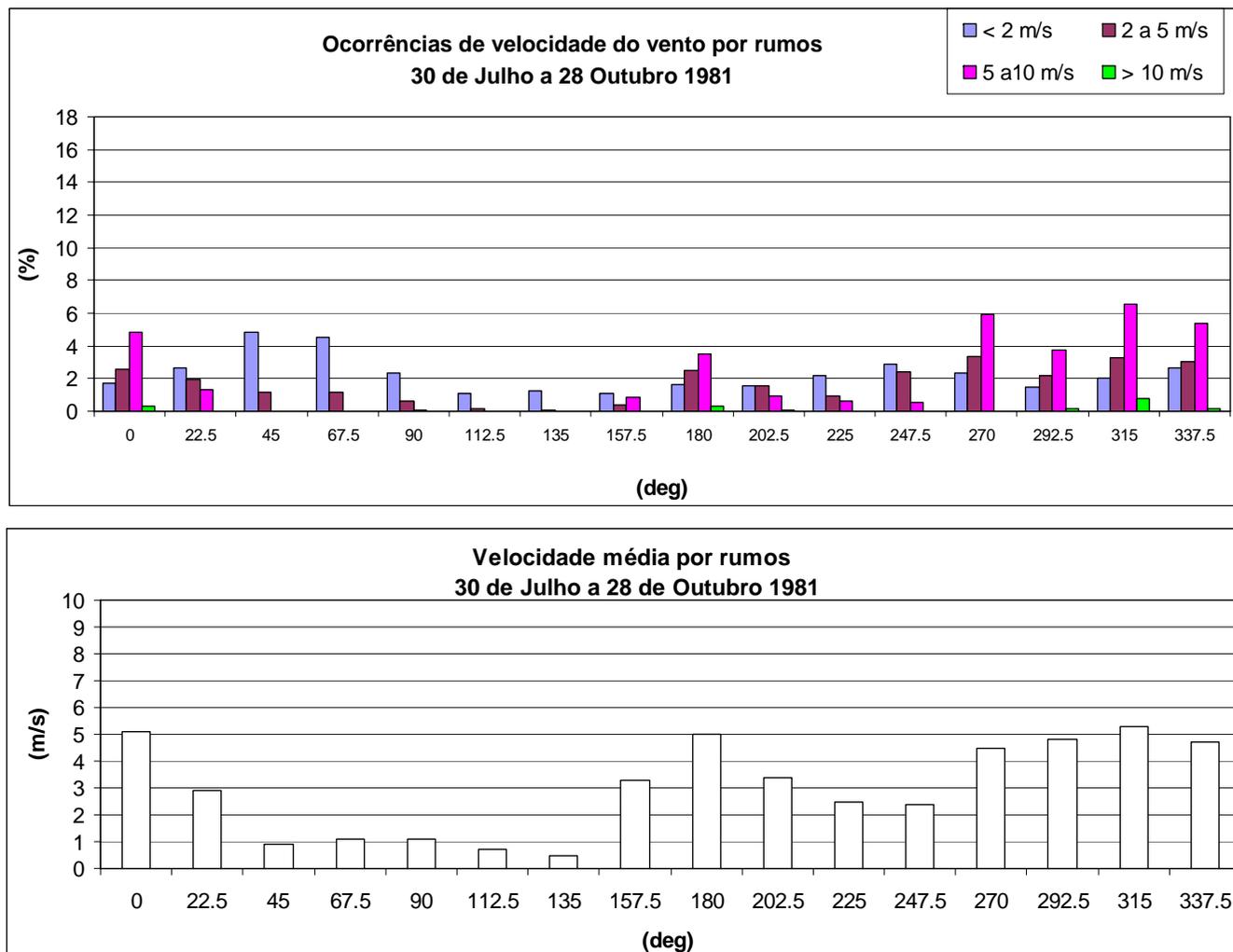


Figura 62 – Vento, ocorrências de velocidades por rumos, 30 de Julho a 28 de Outubro de 1981.

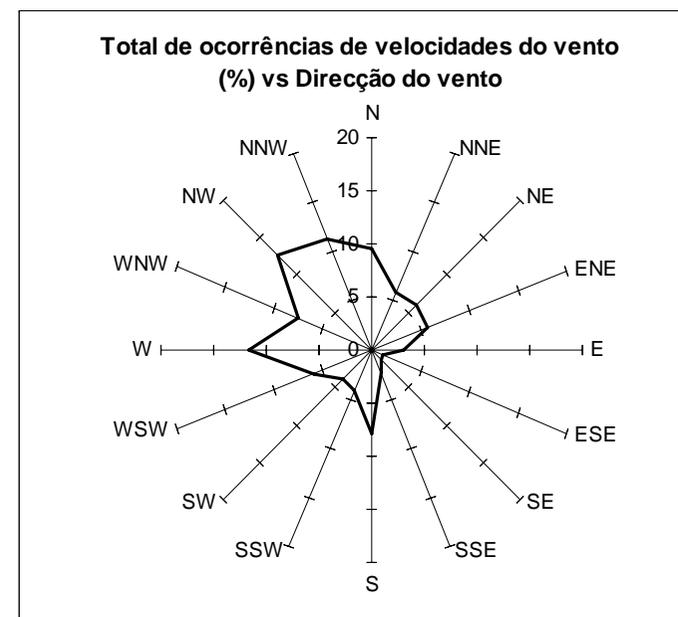
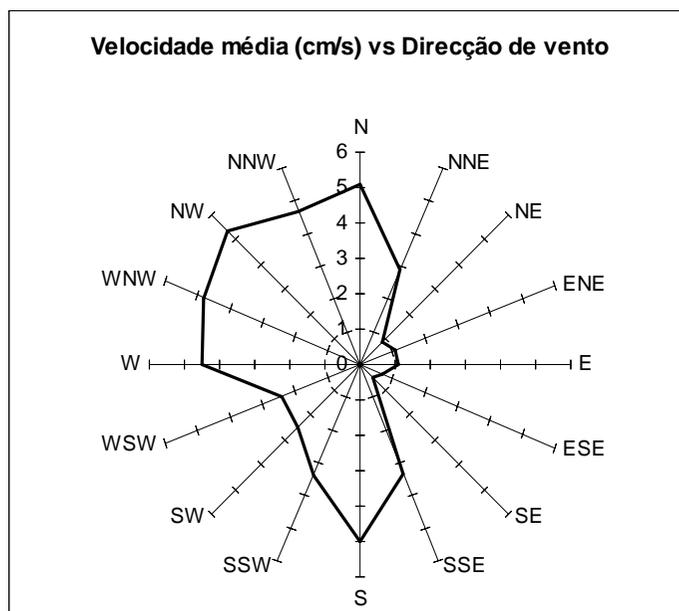


Figura 63 – Vento, ocorrências de velocidades por rumos, 30 de Julho a 28 de Outubro de 1981, representação por direcções.

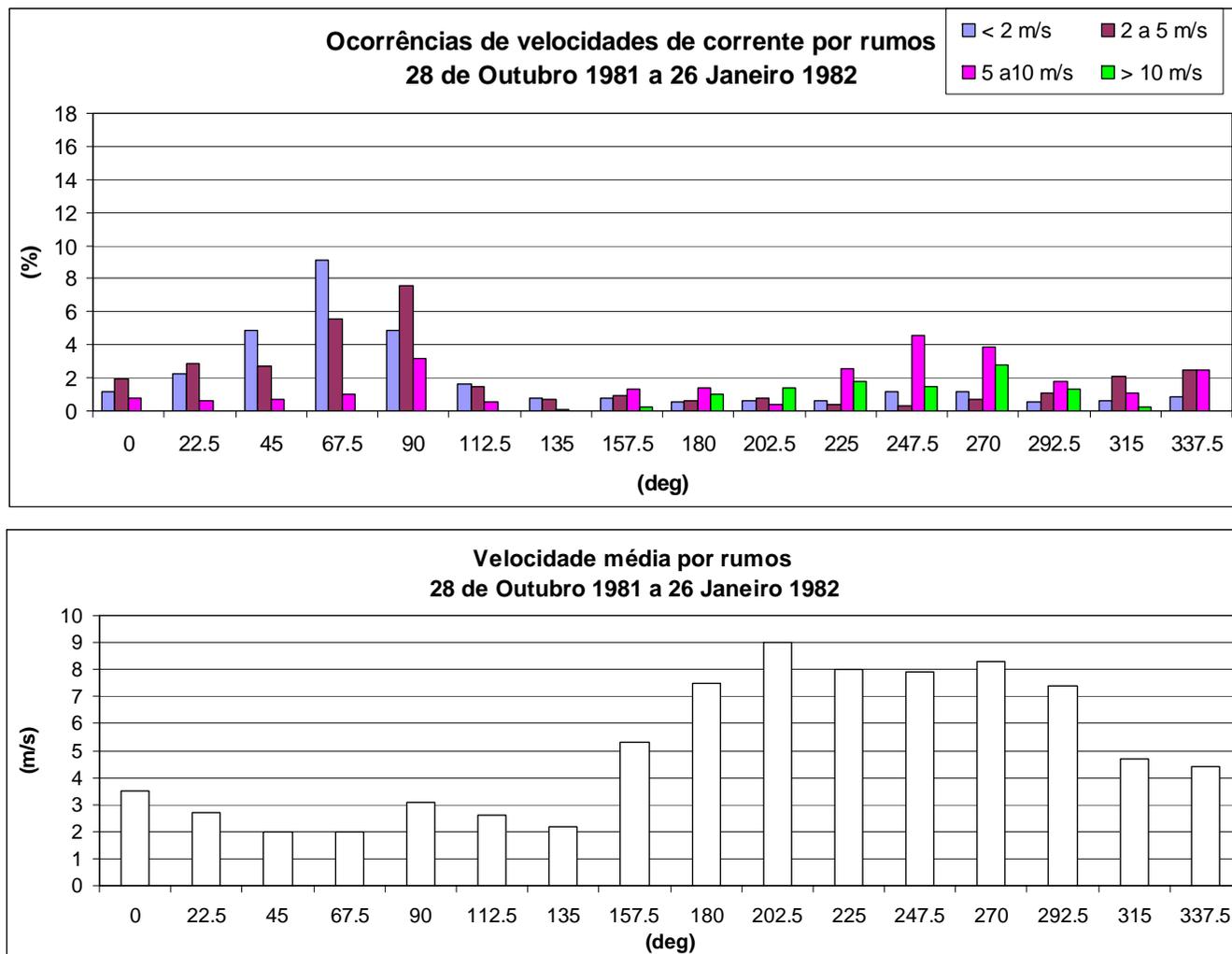


Figura 64 – Vento, ocorrências de velocidades por rumos, 28 de Outubro de 1981 a 26 de Janeiro de 1982.

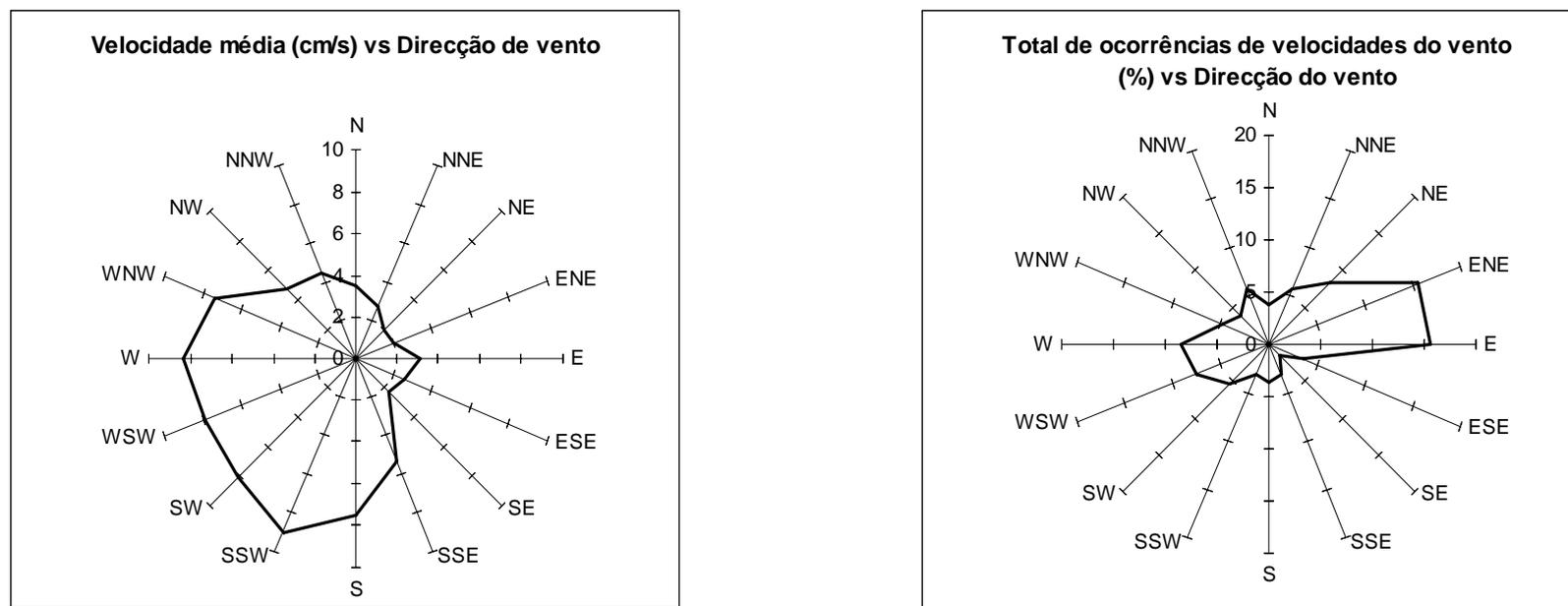


Figura 65 – Vento, ocorrências de velocidades por rumos, 28 de Outubro de 1981 a 26 de Janeiro de 1982, representação por direcções.

ANEXO III.2 – TEMPERATURAS NO CAUDAL DE PURGA COM BASE EM DADOS DE 2004

Nos quadros abaixo apresentam-se as temperaturas que se podem esperar no caudal de purga de torres de arrefecimento, para o circuito de refrigeração do tipo fechado. Nestas torres, a temperatura da água de purga é de aproximadamente 5°C acima da temperatura de bolbo húmido local. A temperatura de bolbo húmido é calculada com base na temperatura do ar e na humidade relativa.

Mês	Temperatura no efluente			Temperatura típica do mar (°C)
	média (°C)	máxima (°C)	mínima (°C)	
Julho 2004	22.7	27.1	16.6	17
Agosto 2004	23.7	27.6	18.6	17
Dezembro 2004	13.8	20.0	5.7	14

Mês	Diferença de temperatura entre o efluente e o mar			Temperatura típica do mar (°C)
	média (°C)	máxima (°C)	mínima (°C)	
Julho 2004	5.7	10.1	-0.4	17
Agosto 2004	6.7	10.6	1.6	17
Dezembro 2004	-0.2	6.0	-8.3	14