

II.5.1 – MEIO FÍSICO

II.5.1.1 – Meteorologia

O campo de Merluza está na região sudeste do Brasil, onde ocorre a transição entre os climas quentes das latitudes baixas e os climas mesotérmicos de tipo temperado das latitudes médias. Nesta região ocorre significativa variação térmica (como em altas latitudes) e pluviométrica (como em baixas latitudes) durante o ano.

Para caracterização da meteorologia e climatologia da área de estudo, serão abordados os principais sistemas atmosféricos atuantes na área, assim como dados de temperatura, precipitação, evaporação e vento.

Estes dados de meteorologia e climatologia são úteis como forma alternativa de dados que podem ser assimilados em modelos numéricos como, por exemplo, modelos oceanográficos regionais de circulação, ou podem ser utilizados diretamente no auxílio de programações de operações *offshore*.

Climatologia da Área de Influência

Fatores como a latitude, relevo, entre outros agem sobre o clima de determinada região em interação com os sistemas regionais de circulação atmosférica. Sendo assim, é indicado analisar tanto os fatores estáticos quanto dinâmicos na caracterização climatológica de determinada região.

A latitude é o principal fator de influência geográfica na área de interesse, considerando-se que encontra-se sob regiões oceânicas e tropicais.

O fator dinâmico, ou circulação atmosférica, que age na área de estudo é baseado na ação de centros de alta pressão, ou anticiclônicos, e de baixa pressão, ou ciclônicos. De um modo geral, os anticiclones são fonte de dispersão de ventos, determinando tempo estável, e os ciclones são fonte de atração de vento.

A área de interesse é atingida pelos principais centros de ação das latitudes baixas e altas (Figura II.5.1.1-1). A partir desta figura observa-se a presença de

dois centros de alta pressão, nos oceanos Atlântico e o Pacífico que, devido a sua constante presença e ao seu baixo deslocamento, são considerados permanentes e semifixos (Nimer, 1989).

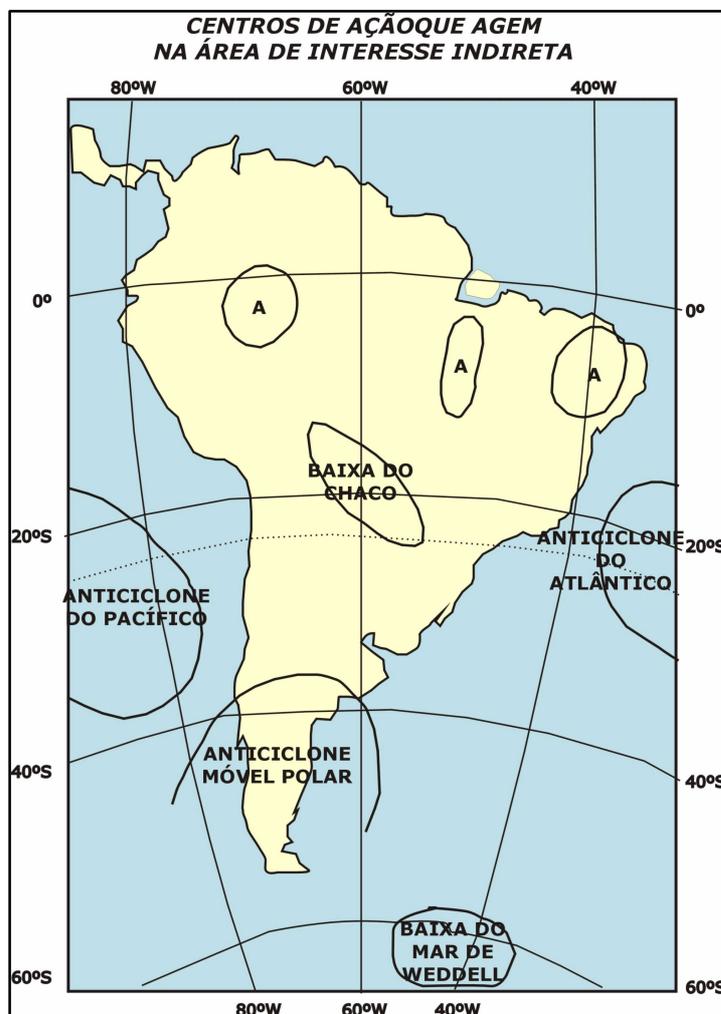


Figura II.5.1.1-1: Principais centros de ação das latitudes baixas e altas que influenciam a região sudeste do Brasil.

Fonte: Nimer (1989)

Segundo Nimer (1989), as variações sazonais de temperatura forçam os centros para que oscilem em latitude e pressão ao longo do ano. O Anticiclone Semifixo do Atlântico é mais fraco no verão, com pressão no núcleo e ao nível do mar de cerca de 1018 mb em média. Este anticiclone é mais forte no inverno, com núcleo em torno de 1024 mb. Quanto à posição média, em julho (inverno no

Hemisfério Sul) encontra-se na posição mais próxima ao litoral sudeste brasileiro (Figura II.5.1.1-2).

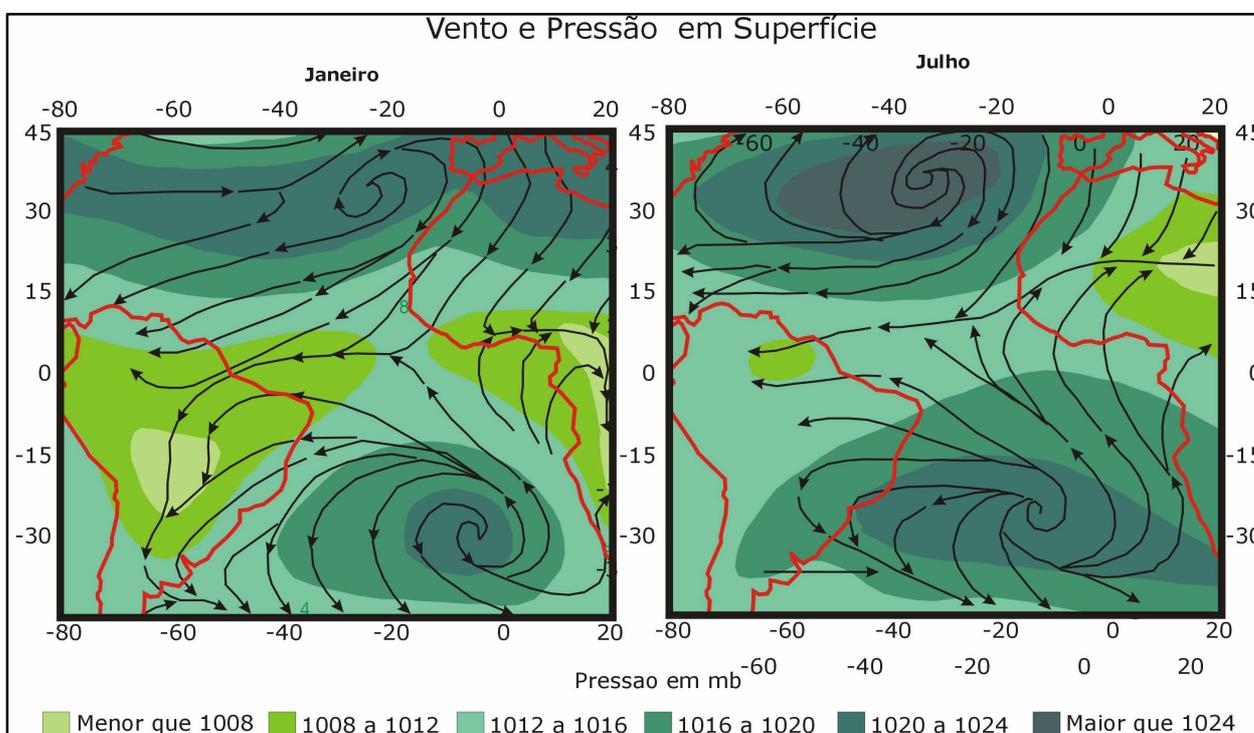


Figura II.5.1.1-2: Vento e pressão em superfície no Atlântico Sul para janeiro (verão) e julho (inverno). Fonte: Riehl (1979).

Os dois sistemas de alta pressão semifixos são fontes de massas de ar tropicais marítimas para o continente sul americano. O Anticiclone do Pacífico é geralmente impedido de avançar sobre o interior do continente e alcançar o Brasil por causa da Cordilheira dos Andes, porém o Anticiclone do Atlântico Sul penetra freqüentemente pelo interior do Brasil.

Segundo Nimer (1989), durante todo ano predominam as influências do Anticiclone Semipermanente do Atlântico Sul, que gera ventos de Leste (E) a Nordeste (NE) na área de estudo (Figura II.5.1.1-3). Este anticiclone constitui a massa de ar tropical marítima, que possui temperaturas elevadas ou amenas, e forte umidade específica. Devido a constante subsidência superior e constante inversão de temperatura, sua umidade é limitada à camada superficial, o que lhe

dá um caráter de homogeneidade e estabilidade. Com isso, o domínio deste anticiclone indica tempo ensolarado.

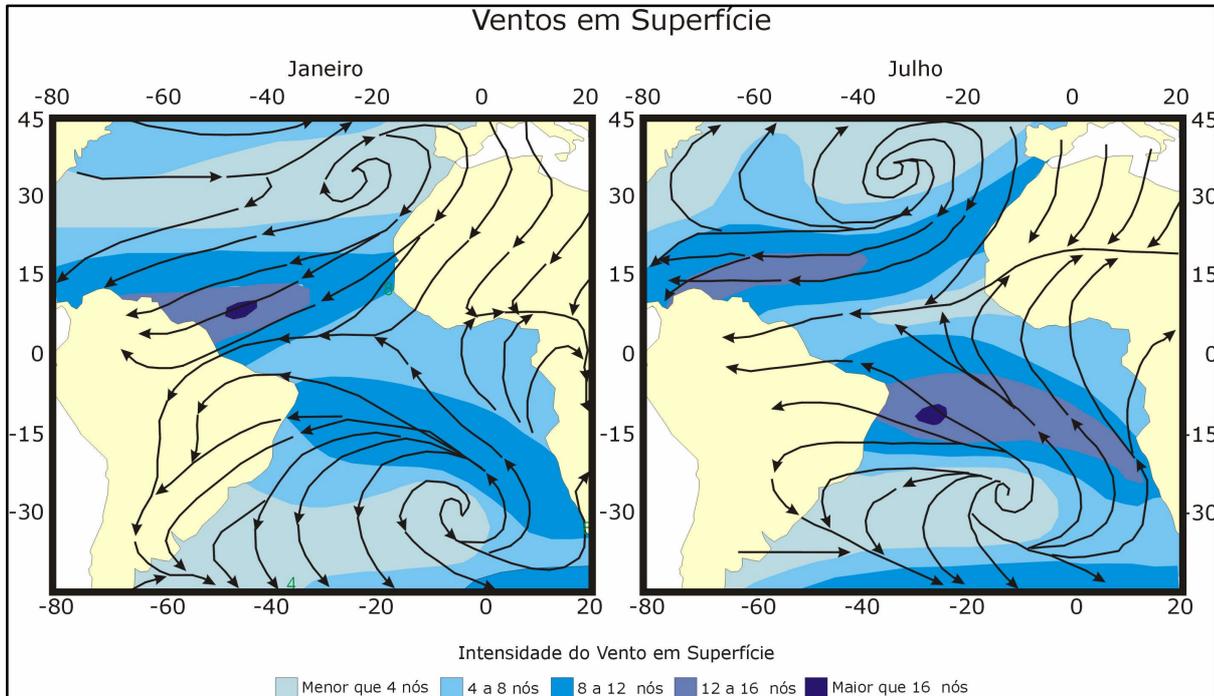


Figura II.5.1.1-3: Direção e Intensidade de Ventos na Superfície no Oceano Atlântico para os meses de janeiro (verão) e julho (inverno). Fonte: Riehl (1979).

Outro sistema estável que age sobre a área de interesse é a Baixa do Chaco. Esta baixa é mais forte no verão devido ao aquecimento do interior do continente, e é encontrada sobre a região do Chaco Argentino. A estabilidade associada a esta baixa é devido a sua origem continental (indicando baixa umidade específica) e à presença de uma célula anticiclônica acima desta baixa, que impede a ascendência de suas correntes convectivas nos níveis superiores.

A estabilidade na área de interesse é cessada à medida que se aproximam as correntes perturbadas. Na região de interesse deste estudo prevalecem três tipos de Sistemas de Circulação Instáveis ou Perturbadas: o mais comum, Frentes Polares (FP), as Instabilidades Tropicais (IT) e as ondas de Leste (EW) (Figura II.5.1.1-4).

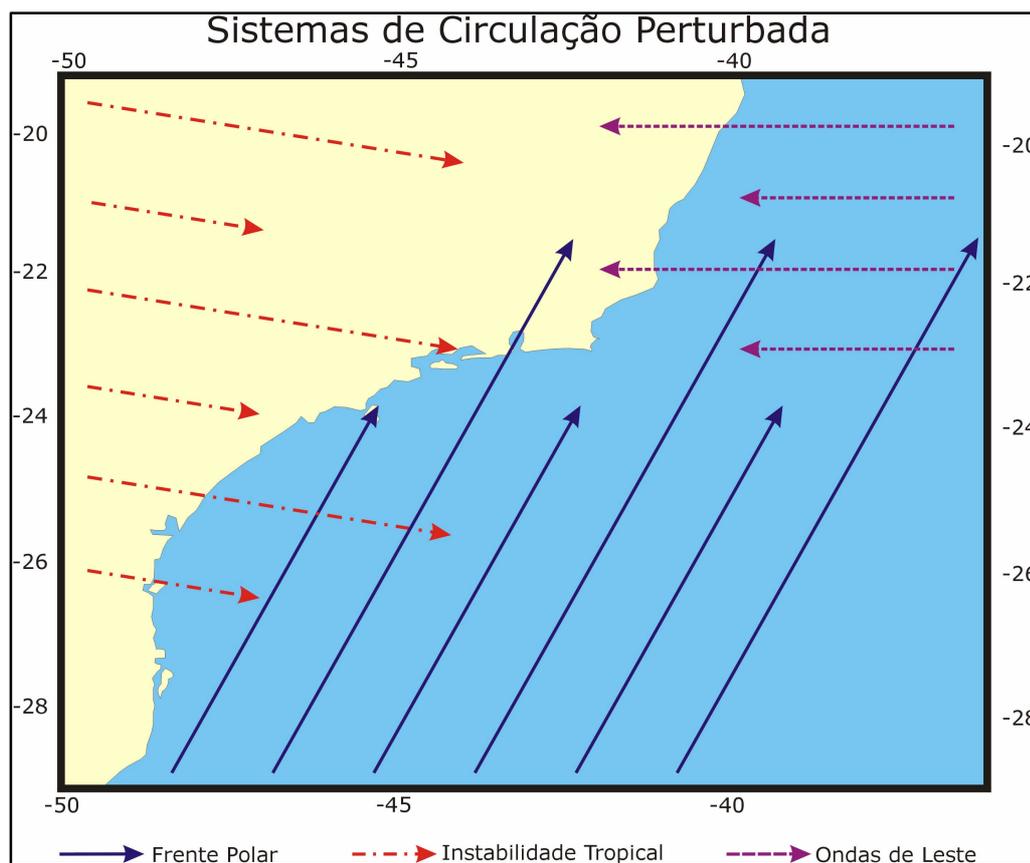


Figura II.5.1.1-4: Sistemas de Circulação Atmosférica Perturbada na área de interesse. Fonte: Nimer (1989).

As frentes polares são oriundas do Anticiclone Polar Marítimo da América do Sul, apresentam notável deslocamento e são de extrema importância, pois estão associados a freqüentes instabilidades e chuvas na área de interesse. Estes anticiclones estão associados a ventos de S a SE.

A freqüência anual dos sistemas frontais que atingem a América do Sul entre 35° e 25°S tem média de 6 a 6,5 passagens por mês, mas observa-se um aumento no inverno e diminuição no verão (Tozzi & Calliari, 1999). Segundo Nimer (1989), as invasões de frentes frias têm períodos variando entre 4 e 10 dias, aproximadamente.

As Instabilidades Tropicais (IT) são outras correntes perturbadas, são formadas entre meados da primavera e do outono, principalmente no verão, quando grande parte do Brasil é invadida por ventos de W a NW. As ITs são formadas a partir dos avanços das frentes polares, onde convergem ventos do

quadrante N, que em contato com ar frio polar dão origem a ciclones dos quais surgem as ITs, praticamente normais às frentes polares (Figura II.5.1.1-5). (Nimer, 1989).

No centro de uma IT, o ar em convergência dinâmica gera, geralmente, chuvas e trovoadas, por vezes granizos e ventos moderados a fortes com rajadas que atingem de 60 a 90 km/h. Ao contrário das chuvas frontais, provocadas pelas frentes frias, que geralmente duram dois ou mais dias, a IT gera chuvas de verão, que duram poucos minutos (Nimer, 1989).

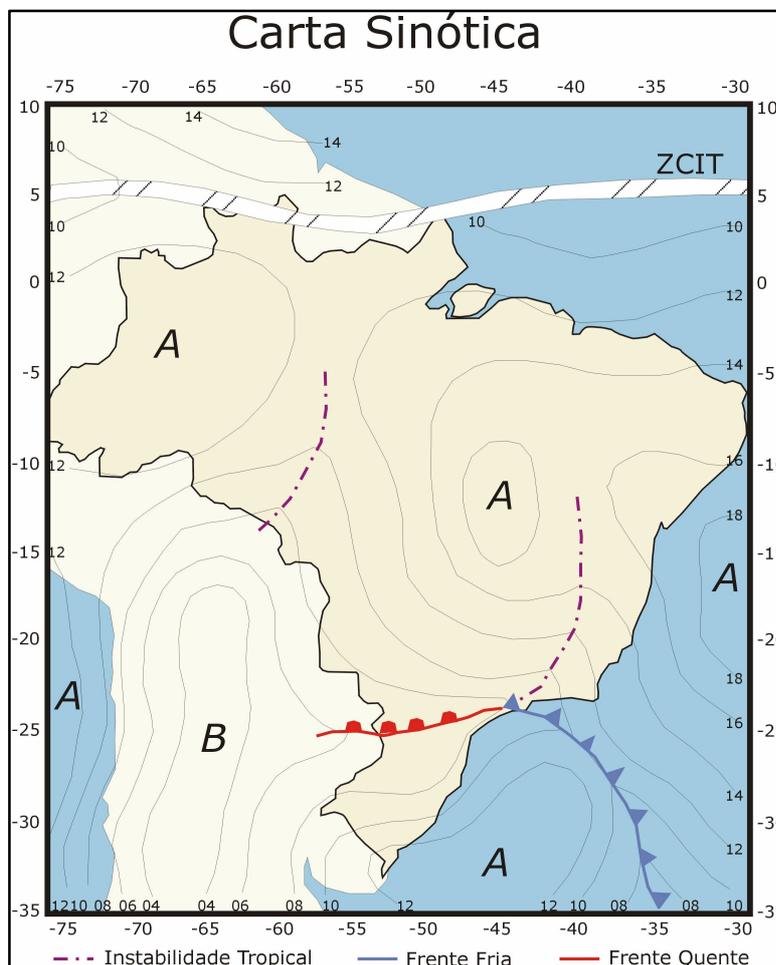


Figura II.5.1.1-5: Carta Sinótica hipotética mostrando diversos sistemas atmosféricos como Instabilidade Tropical (IT), Frente Fria (FF) e Frente Quente (FQ).

Fonte: Nimer (1989).

As ondas de leste (EW) não são tão comuns na área de interesse, mas podem ocorrer principalmente no inverno. São correntes perturbadas que ocorrem na origem dos anticiclones tropicais e caminham de E para W, como uma espécie de pseudo-frente e formam chuvas mais ou menos abundantes durante a sua passagem.

Outro fator que pode afetar a região deste estudo, porém em menor frequência, é o fenômeno El Niño-Oscilação Sul (ENOS), caracterizado pelo aquecimento anômalo das águas superficiais do Pacífico Equatorial Oriental. Na região sudeste brasileira, durante o ENOS, há um moderado aumento das temperaturas médias, inclusive no inverno, e chuvas acima da média nas regiões sul e sudeste do Brasil.

As grandes tempestades na região de estudo são causadas por ciclones extratropicais (ao sul de 30°S), normalmente formados no Pacífico, que atravessam os Andes junto com as frentes frias e quando chegam ao Atlântico se intensificam, gerando ventos superiores a 20 m/s sobre pistas de até 5000 km de extensão. Ao soprar durante um a dois dias, estes ventos podem gerar ondas superiores a 5 metros no litoral sul e sudeste brasileiro, principalmente entre os meses de abril a outubro.

Ventos dessa magnitude, no entanto, são pouco frequentes e as ressacas mais severas, como as de maio de 1999, são raras e geralmente estão associadas a uma situação sinótica particular, na qual o ciclone vinculado ao sistema frontal se desloca, do sul para o norte, muito próximo ao litoral brasileiro, numa situação atípica, pois normalmente este ciclone passa bastante afastado do litoral (cerca de 200 km de distância), minimizando sua repercussão (Marques & Pinheiro, 1999).

As maiores tempestades são relacionadas com a coincidência de marés altas de sizígia com marés meteorológicas extremas, o que dá um caráter aleatório às mesmas, sendo impreciso estabelecer uma frequência, pois estão envolvidas alterações sazonais, inter-anuais e decenais na circulação atmosférica de larga escala (Tozzi & Calliari, 1999). Apesar disso, Gan e Rao (1990), baseados em 10 anos de dados, observaram, em termos inter-anuais, uma maior frequência de ciclones em anos de El Niño. Sazonalmente, os autores indicaram a seguinte ordem decrescente de frequência: inverno, outono, primavera e verão.

É válido destacar que os produtos meteorológicos gerados pelos órgãos operacionais e de centros de pesquisa em meteorologia brasileiros permitem prever estas situações meteorológicas atípicas.

Caracterização Climatológica da Área de Influência

O campo de Merluza encontra-se na região sudeste, que é uma região de transição entre os climas quentes das latitudes baixas e os mesotérmicos das latitudes médias. Nas latitudes tropicais a climatologia é marcada principalmente pelo regime de chuva ao longo do ano, já que a temperatura é geralmente elevada e nas temperadas ocorre o oposto. Sendo assim, na região desse estudo, ocorrem importantes diferenças na temperatura e precipitação entre o verão e o inverno.

Para uma análise temporal dos dados climatológicos de temperatura, precipitação e evaporação foram analisados dados do INMET (2004) entre 1960 e 1991 nas seguintes localidades da costa brasileira: Santos (SP), Ubatuba (SP) e Rio de Janeiro (RJ).

Temperatura

Na área de influência, os maiores valores da temperatura do ar ocorrem no verão, quando os raios solares incidem com pequena inclinação e quando os dias são mais longos, resultando num maior tempo de radiação.

As mínimas temperaturas ocorrem no inverno, principalmente em junho e julho, pois são os meses mais representativos do solstício de inverno. Nestes meses há uma redução de calor absorvidas pelos níveis inferiores da atmosfera durante a radiação direta do sol e da redução do tempo desta radiação, havendo uma maior frequência de massas de frio de origem polar (alta polar) e frente polar (mais energética).

De acordo com os dados do INMET (2004), nota-se as maiores temperaturas entre janeiro e março e as menores em julho. As temperaturas variam de 16,9 a 25,1°C em Santos, de 17,6 a 25°C em Ubatuba e de 21,3 a 26,5°C no Rio de Janeiro (Tabela II.5.1.1-1 e Figura II.5.1.1- 6).

Nota-se que as temperaturas no Rio de Janeiro são as mais altas, com média anual de 23,7°C. As temperaturas em Santos são as mais baixas, com média de 21,3°C e em Ubatuba levemente maior que Santos, 21,4°C. Esta variação está associada principalmente à posição geográfica das cidades, visto que as temperaturas tendem a serem maiores em menores latitudes e menores em maiores latitudes.

Tabela II.5.1.1-1: Valores de temperatura média (em °C) para Santos, Ubatuba e Rio de Janeiro de 1961 a 1990.

	SANTOS	UBATUBA	RIO DE JANEIRO
Janeiro	23,8	24,6	26,2
Fevereiro	24,1	25	26,5
Março	25,1	24,3	26
Abril	22,5	22,4	24,5
Maiο	19,8	20	23
Junho	18,2	18,2	21,5
Julho	16,9	17,6	21,3
Agosto	18,2	18,7	21,8
Setembro	19,3	19,6	21,8
Outubro	21,3	21	22,8
Novembro	23	21,7	24,2
Dezembro	23,6	23,5	25,2
Média	21,3	21,4	23,7

Fonte: INMET (2004).

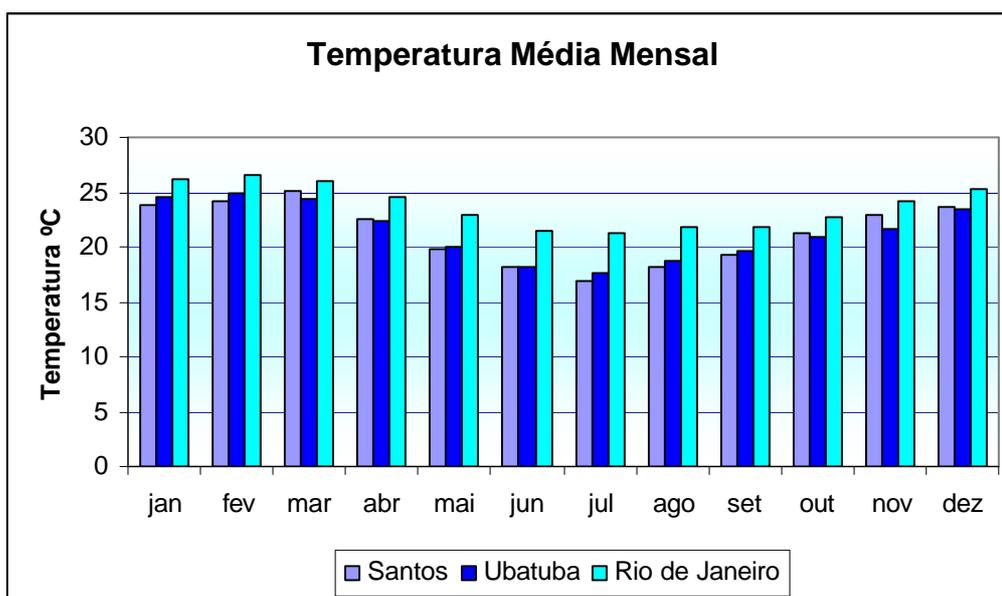


Figura II.5.1.1-6: Valores de temperatura média (em °C) para Santos, Ubatuba e Rio de Janeiro de 1961 a 1990.

Fonte: INMET (2004).

Precipitação

Na região sudeste a variação pluviométrica é tão importante quanto a térmica. O regime de chuvas anual está associado à posição geográfica da área estudada em relação à influência marítima e às correntes de circulação perturbadas e contrastes morfológicos de seu relevo. O máximo pluviométrico está associado ao verão, quando os dias são mais longos, e o mínimo ao inverno, quando as noites são mais longas, ou seja, é caracterizado por um regime estacional típico de regiões de clima tropical (Nimer 1989).

De acordo como Nimer *op. cit.*, a Serra do Mar está presente em grande parte de Ubatuba, onde ocorre alto índice de pluviosidade visto que estão sob freqüentes trajetórias de frentes polares e Instabilidades Tropicais (IT) e devido à sua orientação no sentido WSW-ENE. Com esta orientação os altos relevos se opõem frontalmente às correntes de chuvas frontais.

Nimer (1989) associa o máximo de precipitação aos meses de dezembro e janeiro, quando ocorrem freqüentes chuvas de Instabilidades Tropicais (IT) e Frentes Polares (FP). O mínimo ocorre principalmente em julho, pois é rara a

presença de chuvas de IT e nesta época as chuvas de FP são pouco expressivas devido a menor umidade específica da massa de ar tropical marítima e maior estabilidade do anticiclone polar.

Nos dados do INMET (2004) (Tabela II. b.1-2 e Figura II. 5.1.1-7) são observadas as maiores no verão e as menores precipitações no inverno. Em Santos a máxima ocorre em janeiro (278,7mm) e a mínima em agosto (70,7mm). Em Ubatuba o máximo ocorre em janeiro (365,8mm) e mínimo em junho (84,4mm). No Rio de Janeiro os valores são mais baixos, com máximo em dezembro (169mm) e mínimo em agosto (50,5mm).

Os dados de precipitação anual são de 2080,8mm em Santos, 2644,5mm em Ubatuba e 1187,9mm no Rio de Janeiro.

Tabela II.5.1.1-2: Valores de precipitação média mensal (em mm) para Santos, Ubatuba e Rio de Janeiro para o período de 1961 a 1990.

	SANTOS	UBATUBA	RIO DE JANEIRO
Janeiro	278,7	365,8	114,1
Fevereiro	220,1	301,5	120,3
Março	242,8	314,5	103,3
Abril	195,4	244,4	137,4
Mai	171,3	125,1	85,6
Junho	99,9	84,4	80,4
Julho	112,4	106,1	56,4
Agosto	70,7	91	50,5
Setembro	128,7	170,4	87,1
Outubro	162,9	222,2	88,2
Novembro	162,6	258,6	95,6
Dezembro	235,3	360,5	169
Total	2080,8	2644,5	1187,9

Fonte: INMET (2004).

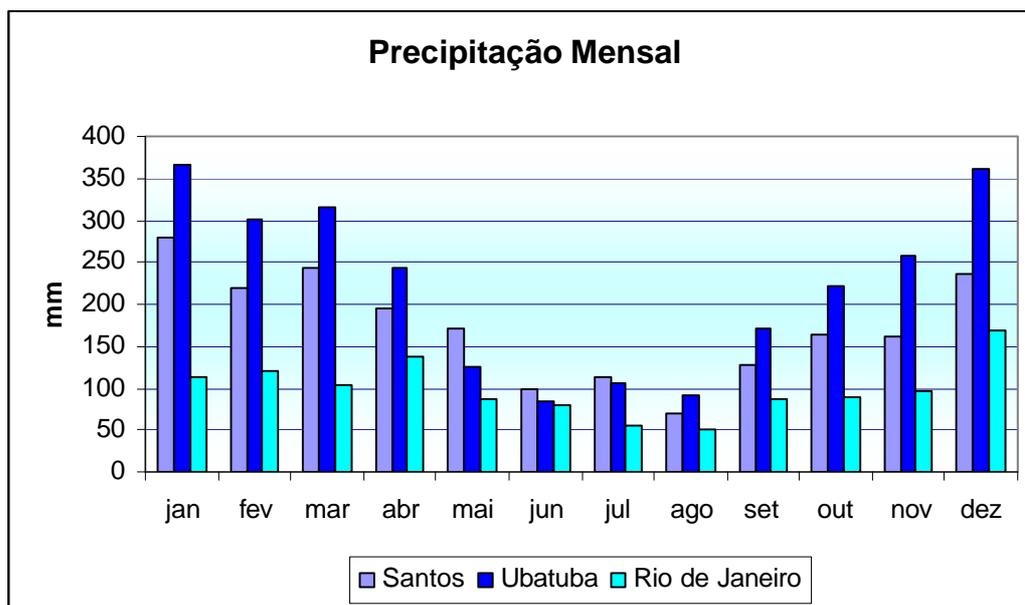


Figura II.5.1.1-7: Valores de precipitação média mensal (em mm) para Santos, Ubatuba e Rio de Janeiro de 1961 a 1990.

Fonte: INMET (2004).

Evaporação

De acordo com os dados do INMET (2004), os valores de evaporação variam de 70,4mm em julho a 104,3mm em abril em Santos, de 29,8mm em junho a 51,1mm em agosto em Ubatuba e de 84,2mm em junho a 111,8mm em janeiro no Rio de Janeiro.

Tabela II.5.1.1-3: Valores de evaporação média mensal (em mm) para Santos, Ubatuba e Rio de Janeiro para o período de 1961 a 2001.

	SANTOS	UBATUBA	RIO DE JANEIRO
Janeiro	93,4	41,1	111,8
Fevereiro	84,5	37,3	103
Março	87,3	38,4	104,8
Abril	104,3	32,2	92,2
Mai	74,7	31,4	90,6
Junho	71	29,8	84,2
Julho	70,4	33	103,2
Agosto	72,8	51,1	102,6
Setembro	72,1	29,8	97,4
Outubro	77,2	32	98,2
Novembro	83,1	36,1	104
Dezembro	92,1	38,8	106,5
Total	982,9	431	1198,5

Fonte: INMET (2004).

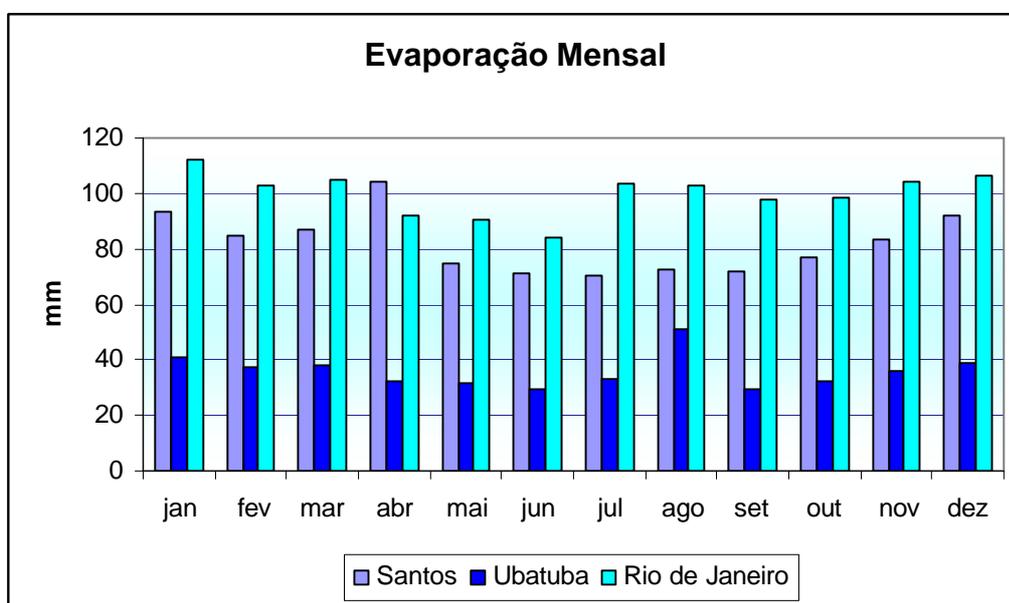


Figura II.5.1.1-8: Valores de evaporação média mensal (em mm) para Santos, Ubatuba e Rio de Janeiro de 1961 a 1990.

Fonte: INMET (2004).

Vento

Os dados de vento de reanálise indicam a predominância de ventos do quadrante E durante o ano inteiro. Os valores estão na Tabela II. b.1- 4.

Tabela II.5.1.1-4: Direção e intensidade dos ventos na Área de Influência Indireta.

	DIREÇÃO	INTENSIDADE (M/S)
Janeiro	E	1,5 – 3,5
Fevereiro	E - ENE	1,5 – 3,5
Março	E - ESE	1,5 – 3,0
Abril	E – ESE	1,0 – 2,5
Maio	E - N	0,5 – 1,5
Junho	NE - NW	0,5 – 1,0
Julho	E - NW	0,5 – 1,5
Agosto	E - ENE	1,0 – 2,5
Setembro	ESE – E	2,0 – 3,5
Outubro	ESE - E	2,0 – 3,5
Novembro	E	2,0 – 3,0
Dezembro	E	2,0 – 3,5

Fonte: INMET (2004).

No verão, de dezembro a fevereiro (Figura II.5.1.1-9 a Figura II.5.1.1-11), predominam ventos de E, com intensidade entre 2,5 e 3,0m/s próximo ao Campo de Merluza. Os menores valores ocorrem sobre a costa de São Paulo e os maiores à sudeste da área de influencia indireta.

No outono, entre março e maio, as intensidades começam a enfraquecer. Tem-se em março ventos em torno de 3,0m/s e de E (Figura II.5.1.1-12), em abril os valores baixam para 2,0 a 2,5m/s (Figura II.5.1.1-13) e a direção é de ESE e em maio está em torno de 1,0m/s e de E (Figura II.5.1.1-14) na região do Campo de Merluza.

Em junho (Figura II.5.1.1-15) são encontrados os menores valores, ventos com 0,5m/s e de ENE na área do campo. Em julho (Figura II.5.1.1-16) os ventos intensificam levemente, sendo cerca de 1,5m/s e de E. No fim do inverno, em

agosto (Figura II.5.1.1-17), a direção predominante continua de E, porém a intensidade elevou para 2,0 e 2,5m/s.

A primavera começa com os valores máximos de vento ao longo do Campo de Merluza, no mês de setembro predominam ventos de cerca de 3,5m/s, oriundos de ENE (Figura II.5.1.1-18). Em outubro o campo de vento é semelhante ao de setembro, porém a intensidade varia de 3,0 a 3,5m/s (Figura II.5.1.1-19). No fim da primavera, novembro, a direção permanece de E e os valores estão em torno de 3,0m/s (Figura II.5.1.1-20).

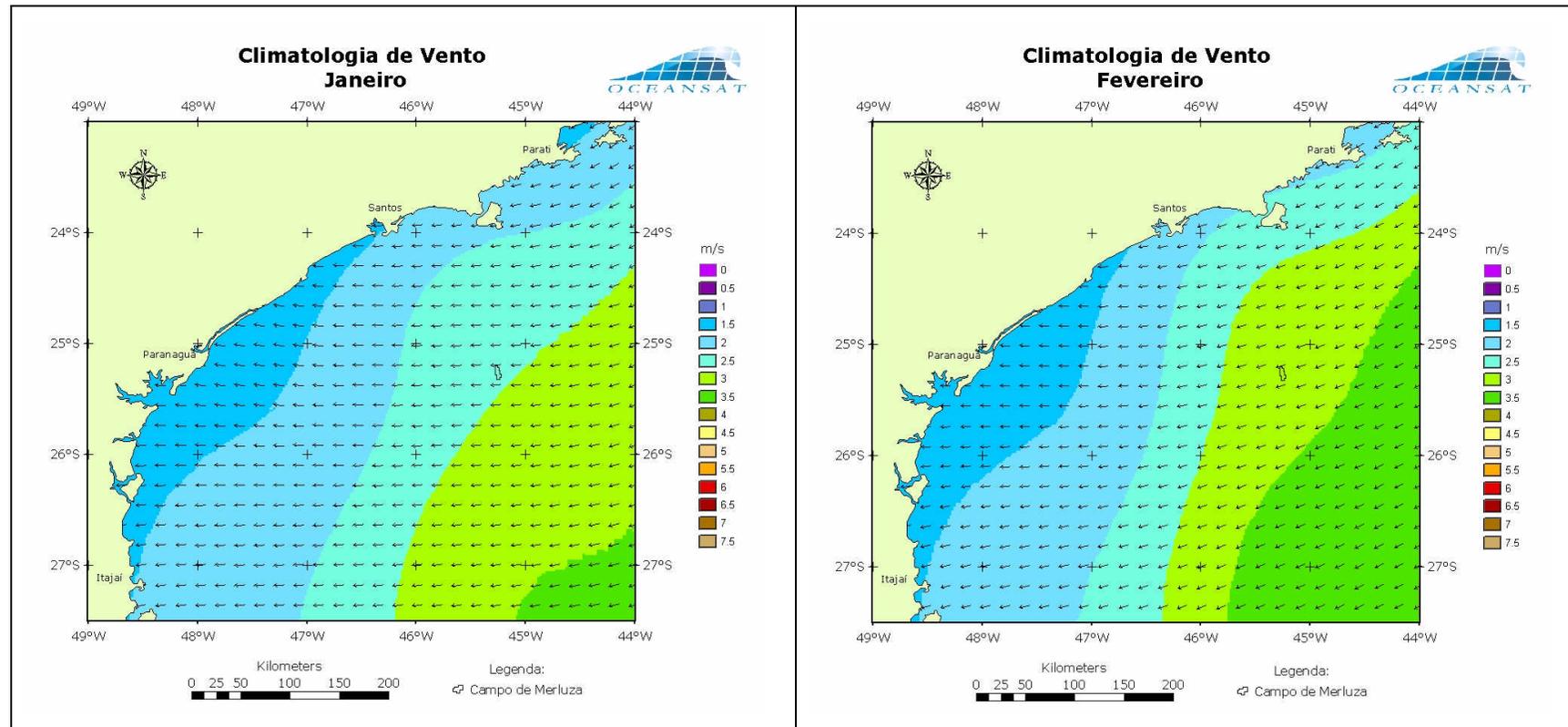


Figura II. 5.1.1-9 e 10: Campo de vento sobre a Área de Influência Indireta em janeiro e fevereiro. Fonte: SOMAR (2004).

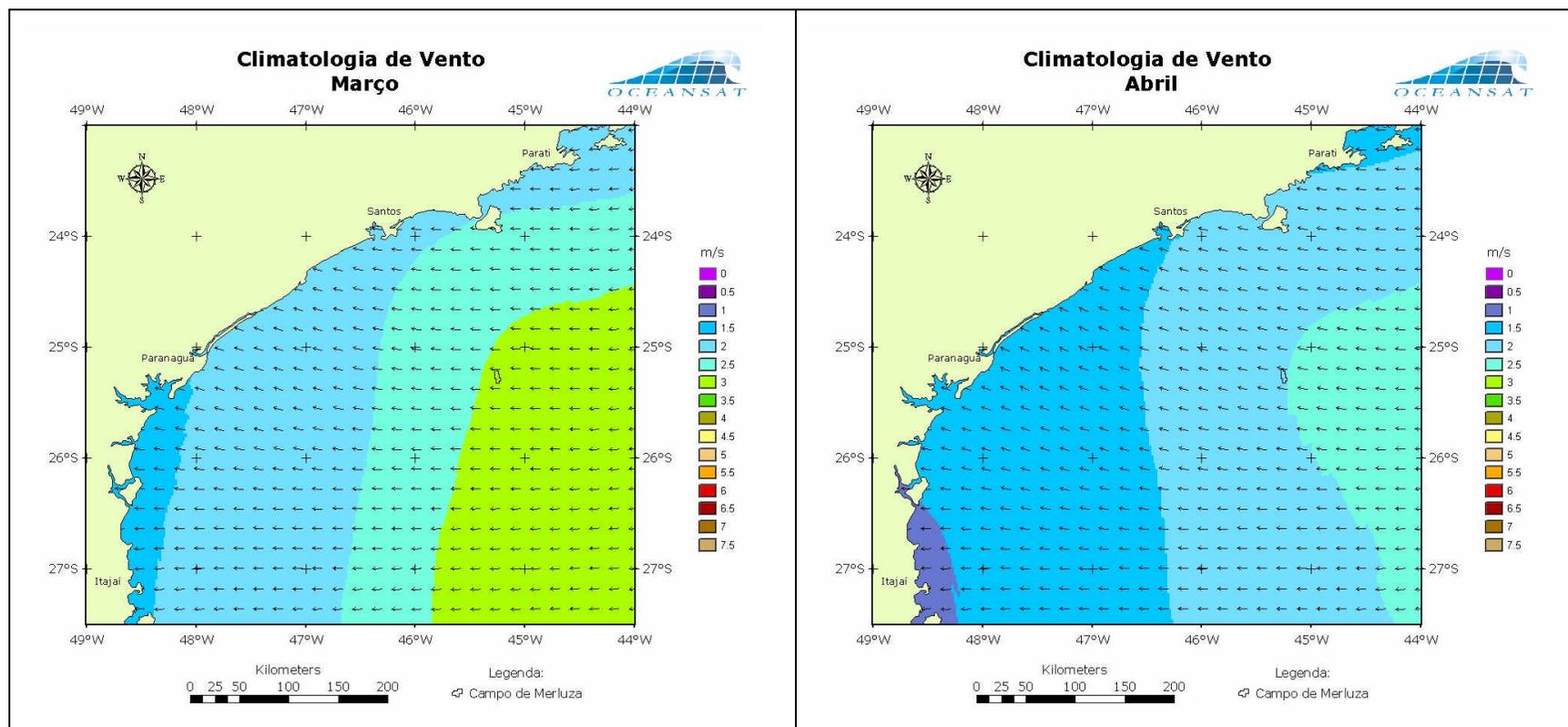


Figura II. 5.1.1-11 e 12: Campo de vento sobre a Área de Influência Indireta em março e abril. Fonte: SOMAR (2004).

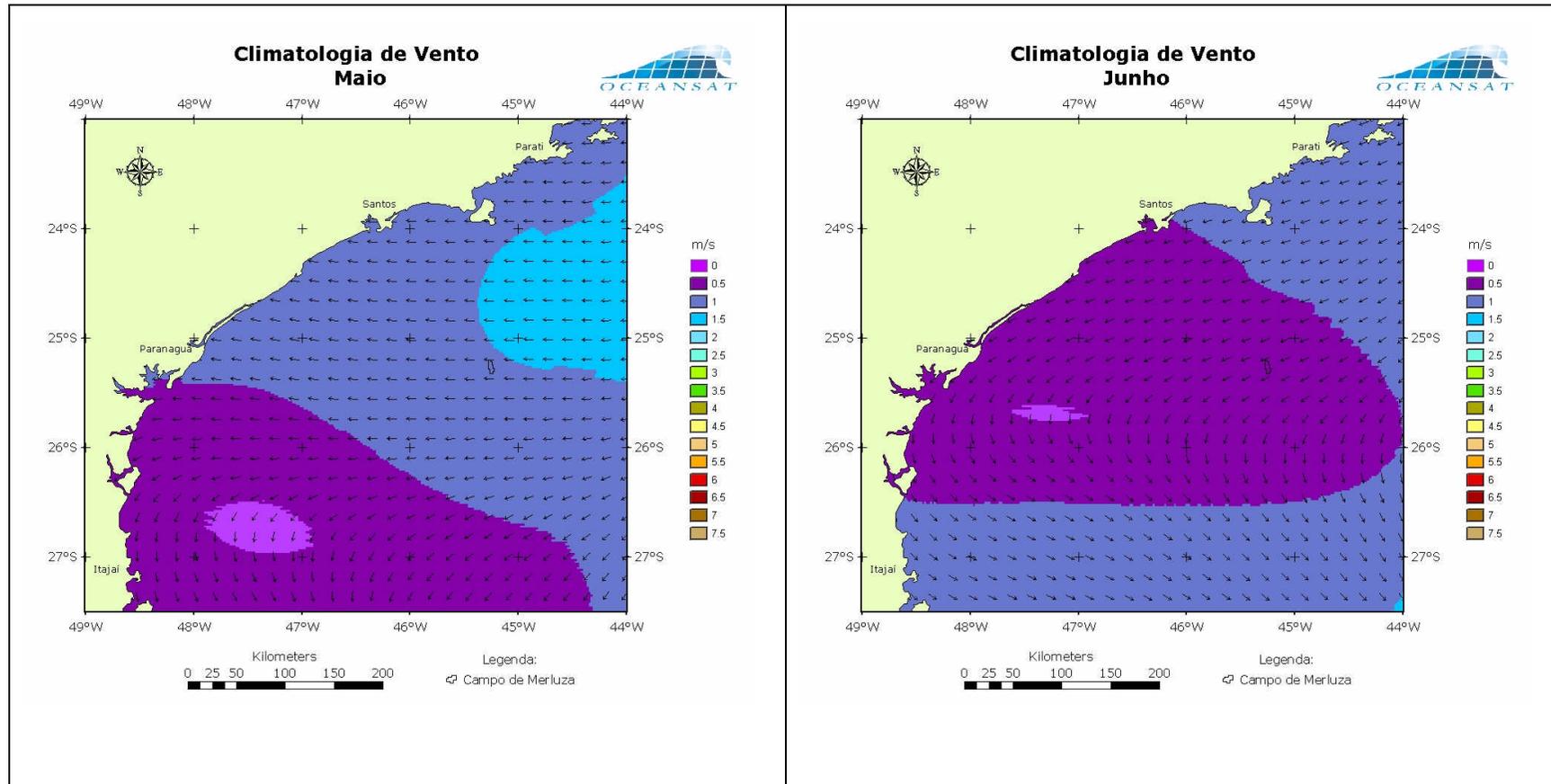


Figura II. 5.1.1-13 e 14: Campo de vento sobre a Área de Influência Indireta em maio e junho. Fonte: SOMAR (2004).

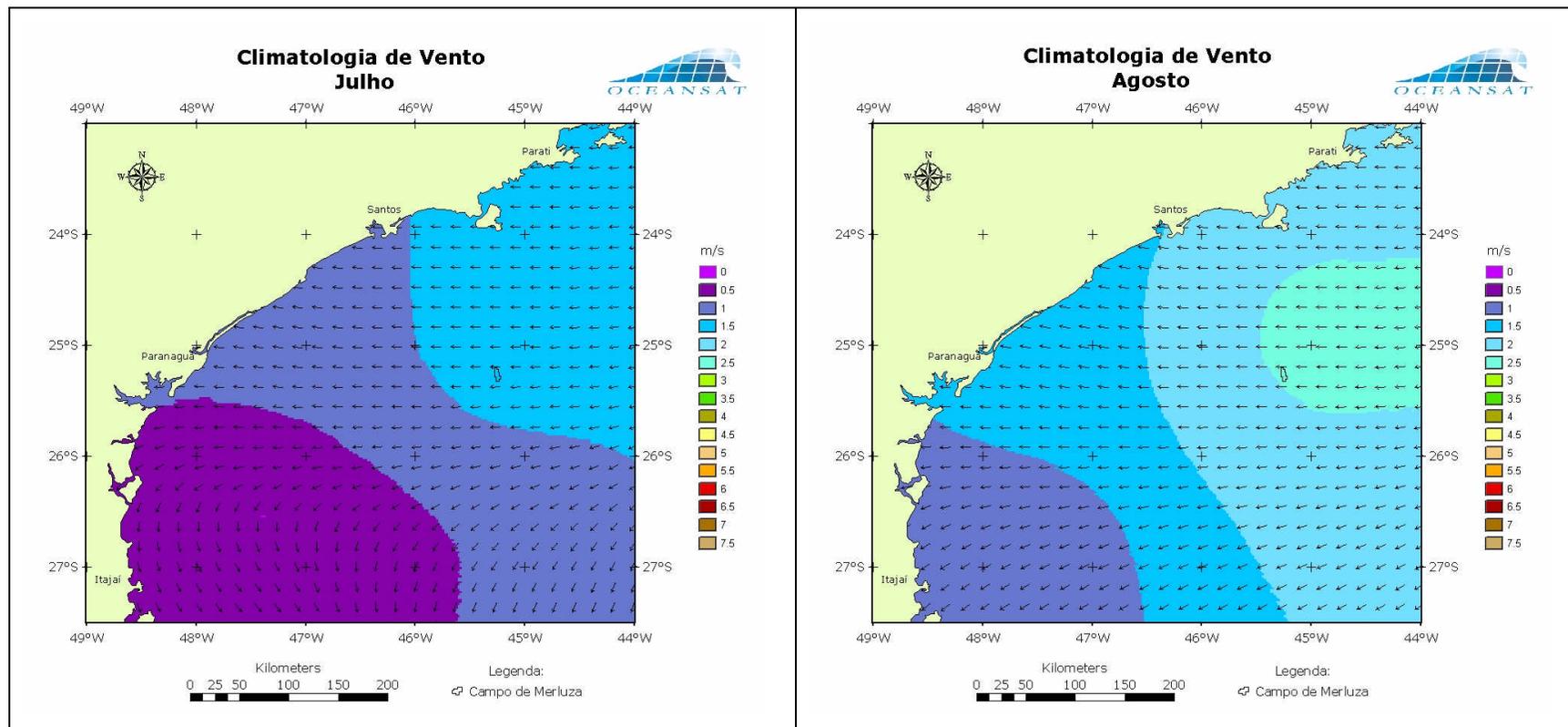


Figura II. 5.1.1-15 e 16: Campo de vento sobre a Área de Influência Indireta em julho e agosto. Fonte: SOMAR (2004).

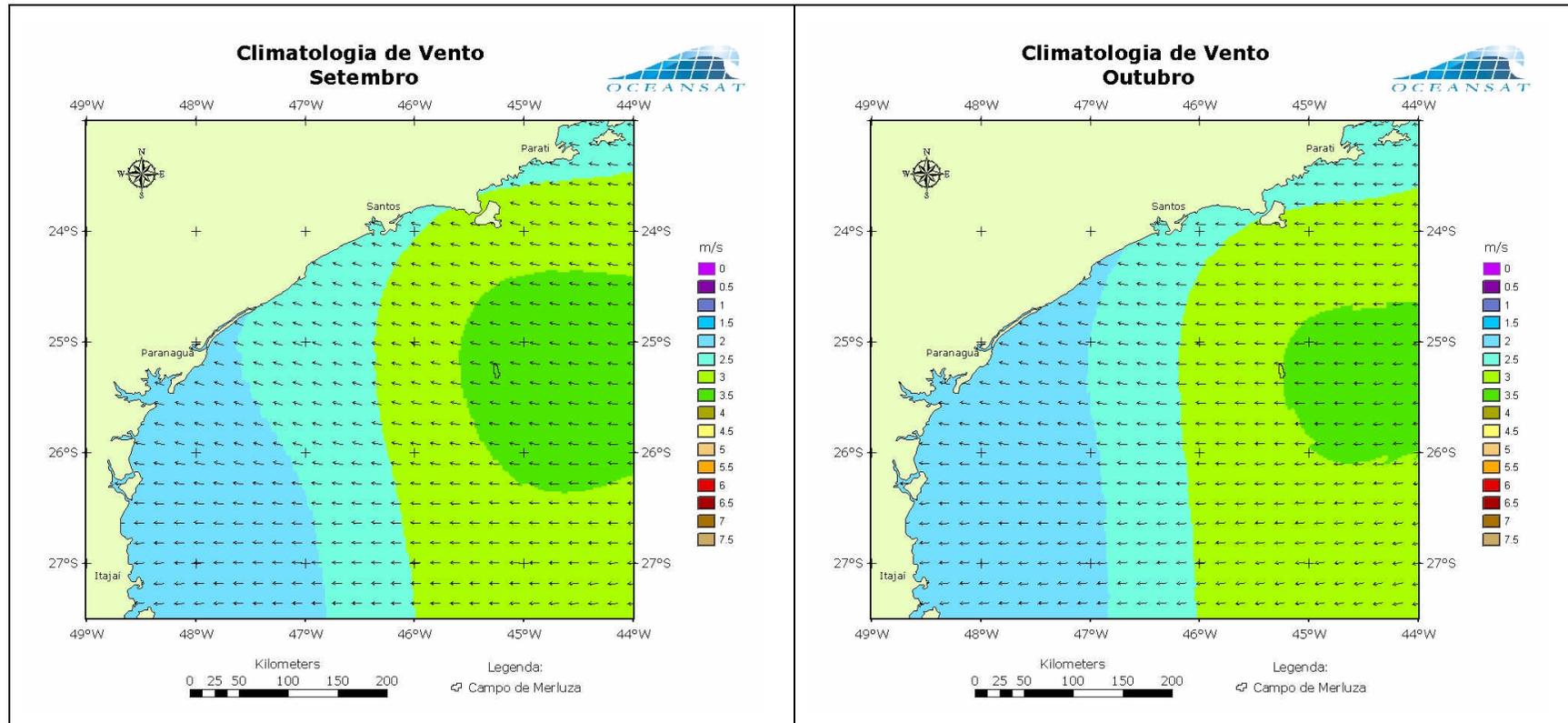


Figura II. 5.1.1-17 e 18: Campo de vento sobre a Área de Influência Indireta em setembro e outubro. Fonte: SOMAR (2004).

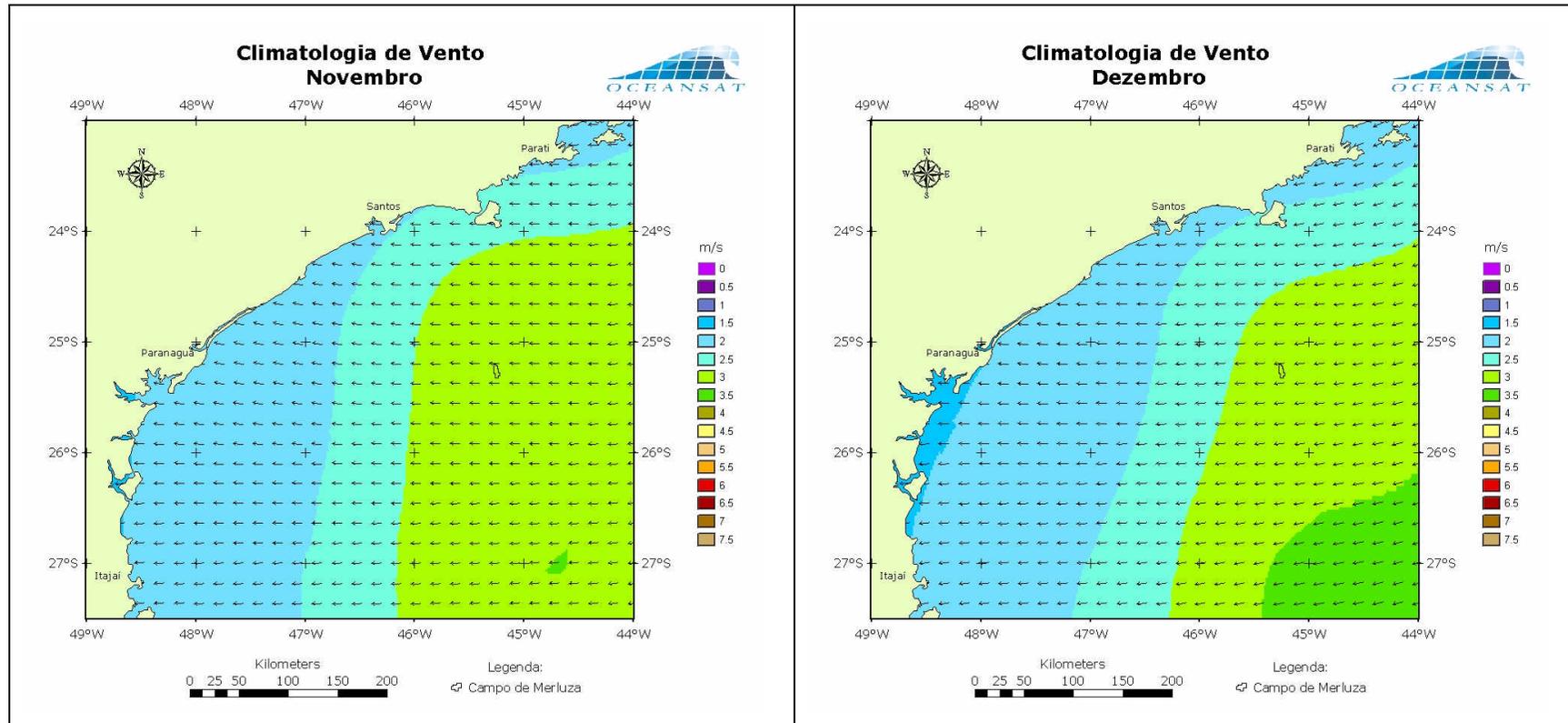


Figura II. 5.1.1-19 e 20: Campo de vento sobre a Área de Influência Indireta em novembro e dezembro. Fonte: SOMAR (2004).

Conclusão

O litoral de São Paulo, onde se localiza grande porção da Área de Influência Indireta, é regida pelo clima subquente e úmido, ou seja, temperaturas elevadas no verão e moderadas no inverno e sem estação seca.

A estação onde ocorre a maior pluviosidade é o verão. Isto está associado às comuns chuvas provenientes de Instabilidades Tropicais (IT) e Frentes Polares (FP). A mínima ocorre no inverno, pois, apesar de serem mais freqüentes as frentes frias e de avançarem por maiores áreas, é rara a presença de chuvas de IT e nesta época as chuvas de FP são pouco expressivas devido a menor umidade específica da massa de ar tropical marítima e maior estabilidade do anticiclone polar.

Outro fator importante é a predominância de ventos do quadrante E ao longo do ano. As intensidades médias são maiores no verão e menores no inverno. No entanto estes são os dados médios, vale ressaltar que no inverno, apesar das médias serem menores, ocorre a maior incidência de frentes frias e tempestades.