

II.5.1 MEIO FÍSICO

II.5.1.1 Meteorologia

A seguir, será apresentada uma descrição das condições meteorológicas vigentes na região do *Campo de Polvo*, na Bacia de Campos, atendendo às exigências do Termo de Referência N^o 011/05, emitido pelo Escritório de Licenciamento das Atividades de Petróleo e Nuclear do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Renováveis (ELPN/IBAMA).

II.5.1.1.1 Caracterização dos Dados

Para a caracterização meteorológica da região, foram utilizados dados contidos do Banco Nacional de Dados Oceanográficos (BNDO) da Marinha do Brasil, do Centro de Previsão de Tempo e Clima (CPTEC) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), das reanálises do NCEP/NCAR (*National Centers for Environmental Prediction / National Center for Atmospheric Research*) e dados obtidos da Estação Meteorológica da INFRAERO, em Macaé.

Os dados do INMET foram obtidos das normais climatológicas, que fornecem médias mensais de parâmetros meteorológicos de um determinado local, pelo período de 30 anos, caracterizando a distribuição dos dados dentro de uma faixa de incidência habitual. Serão apresentadas as normais climatológicas obtidas da Estação do Rio de Janeiro, situada nas coordenadas 22° 53' S e 43° 11' W, e da Estação de Vitória, situada em 20° 19' 10" S e 40° 20' 16" W. Os períodos analisados são de 1931 a 1960 e 1961 a 1990, perfazendo um total de 60 anos.

Os dados do BNDO foram coletados no período de 1957 a 2001, na região adjacente ao *Campo de Polvo*. Tais dados são coletados ao longo da rota dos navios, não havendo uma regularidade nas frequências, temporal e espacial de amostragem. No entanto, a análise destes dados permite caracterizar, sazonalmente, a variação do parâmetro em questão, desde que exista em um volume representativo, como é o caso do período aqui analisado.

Os dados do NCEP/NCAR correspondem a uma série de 22 anos, no período de 1983 a 2004, para a latitude de 23° 48' 33" S e longitude de 41° 51' W. Os dados primários utilizados pelo NCEP para produzir as reanálises são de diferentes origens:

- Dados globais de radiossondas.
- Dados da superfície do mar obtidos através do projeto COADS (*Comprehensive Ocean-Atmosphere Data Set*), no período de 1983 a 1996 (13 anos), originados de diversas fontes, dentre elas, observações de navios, bóias fixas, bóias móveis e estações oceânicas próximas à superfície.

- Dados aéreos, originados de observações por aeronaves em todo o globo, geralmente associados aos projetos como GARP (*Global Atmospheric Research Program*) e GATE (*Global Atlantic Tropical Experiment*), por exemplo.
- Dados de satélite, que começaram a ser obtidos em 1967, através de diversos programas. Atualmente, o NCEP/NCAR utiliza dados fornecidos pelo projeto *Operational Vertical Sounder System* (TOVS), com variáveis em três dimensões, cuja resolução espacial média é de 2,5 graus.
- Dados de vento em superfície, obtidos pelo sensor espacial *Microwave/Imager* (SSM/I), a partir de 1987, submetidos ao tratamento feito pela rede neural de KRANSNOPOLSKY *et al.* (1995) apud KALNAY *et al.* (1996).
- Dados de cobertura de nuvem, obtidos por estimativas dos dados de satélites Meteorológicos Geoestacionários (SMG). Esses dados estão disponíveis desde 1978.

Todos os dados utilizados nas reanálises passam por um rigoroso controle de qualidade e recebem um tratamento diferenciado, de acordo com a forma de obtenção. Utilizando-se técnicas de interpolação espaço-temporal, que levam em consideração não somente a estatística como também a dinâmica dos fenômenos meteorológicos (análise objetiva), esses dados são dispostos em matrizes com resolução espacial de 2,5 graus, cobrindo todo o globo. As reanálises são gratuitamente disponibilizadas, na internet, para a comunidade científica.

Os dados da INFRAERO foram coletados ao longo do ano de 1999, com taxa de amostragem horária, no aeroporto de Macaé, situado em 20° 15' 30" S e 40° 17' 13" W.

Foram, ainda, analisados os dados de frequência de passagem de sistemas frontais da climanálise do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC) do Instituto Nacional Pesquisas Espaciais (INPE).

Nos itens a seguir, são apresentadas as análises dos parâmetros meteorológicos de maior interesse para essa caracterização, a saber: direção e velocidade dos ventos; temperatura da superfície; umidade relativa; evaporação; precipitação; e insolação.

II.5.1.1.2 Direção e Velocidade dos Ventos

O vento na região do *Campo de Polvo* é bastante influenciado pelo sistema sinótico denominado Alta Subtropical do Atlântico Sul (ASAS). Esse sistema sofre um deslocamento em torno de sua posição média durante o ano, gerando uma variação no campo de vento atuante na região da Bacia de Campos. Nos meses de verão, o núcleo do ASAS está posicionado mais a Sul e a Leste, sobre o oceano, intensificando o vento de Nordeste e Leste. Durante o inverno, este

sistema está posicionado mais ao Norte e a Oeste, próximo ao continente, intensificando o vento de Norte e Nordeste.

Para a caracterização do vento na região do *Campo de Polvo*, foram utilizados os dados obtidos no BNDO, nas reanálises do NCEP e dados amostrados na Estação Meteorológica da INFRAERO, localizada no aeroporto de Macaé.

Na **Figura II.5.1.1-1**, é apresentada a rosa dos ventos elaborada com os dados do BNDO, para os meses de janeiro a junho, com o número de observações existentes em cada mês analisado.

Pode-se observar uma alta frequência de ocorrência dos ventos de Norte a Leste, nos meses de janeiro a março, sendo mais intensos no mês de janeiro. No período de abril a junho, a predominância ainda é dos ventos de Nordeste, no entanto, os ventos de quadrante Sul (SE e SW) se fazem também presentes.

A rosa dos ventos, para o período de julho a dezembro, é apresentada na **Figura II.5.1.1-2**. Observa-se, ainda, a predominância dos ventos de Leste e Nordeste, ao longo de todos os meses, com a ocorrência dos ventos de Sul, em menor frequência. De maneira geral, a incidência dos ventos de quadrante Sul é maior nos meses de abril e maio.

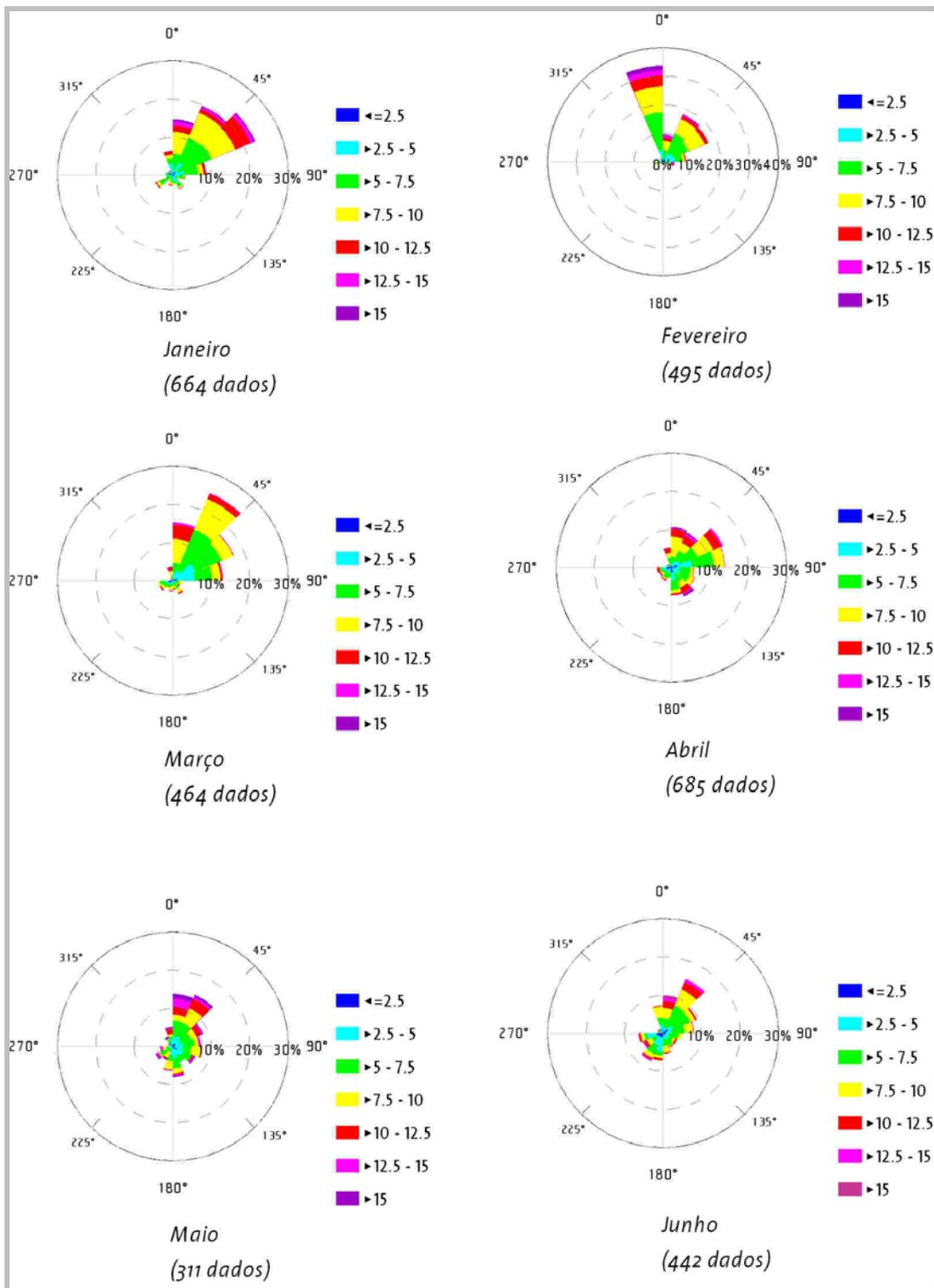


FIGURA II.5.1.1-1: ROSA DOS VENTOS (m/s) ELABORADA COM OS DADOS DO BNDO, PARA OS MESES DE JANEIRO A JUNHO.

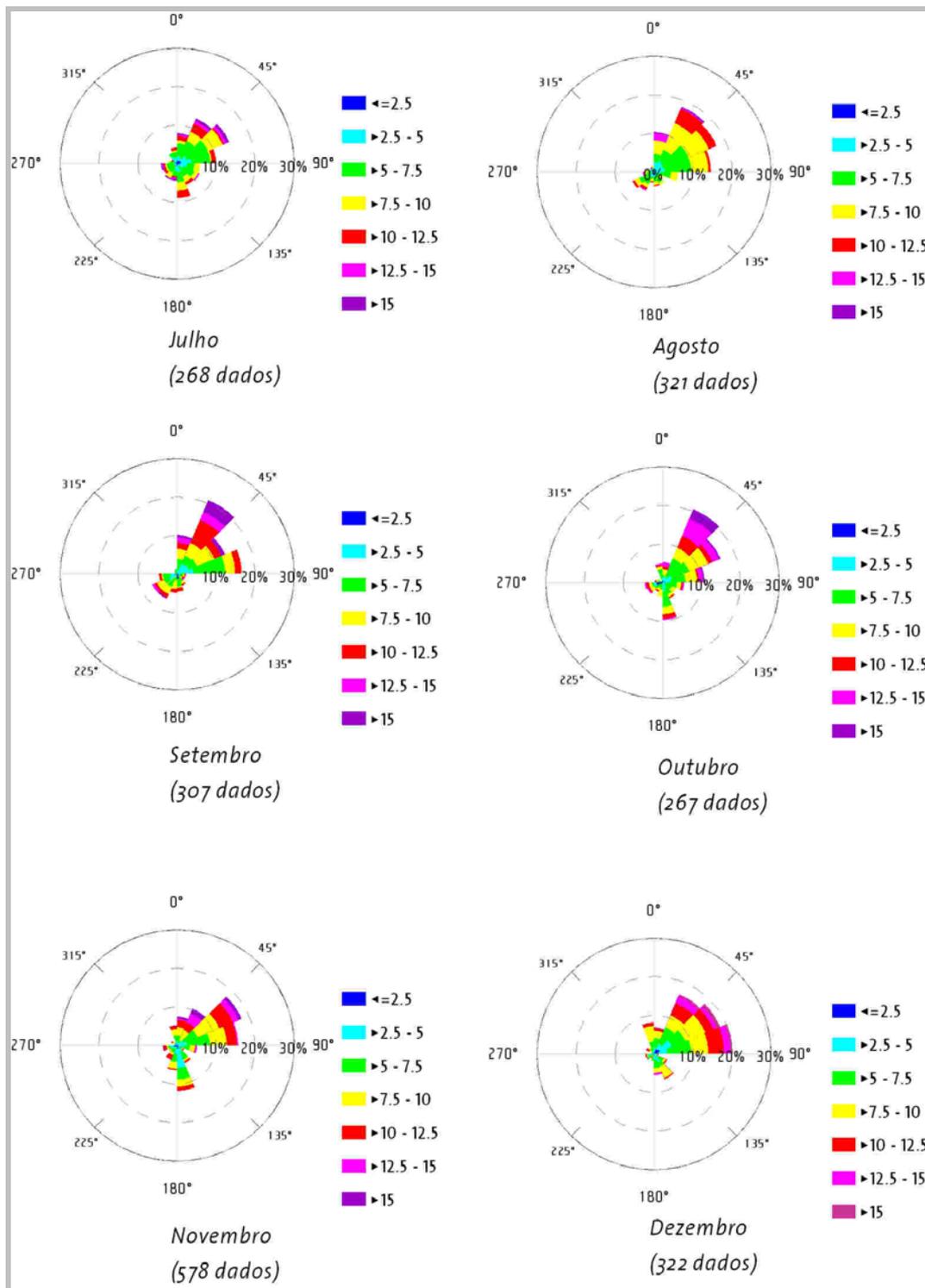


FIGURA II.5.1.1-2: ROSA DOS VENTOS (M/S) ELABORADA COM OS DADOS DO BND0, PARA OS MESES DE JULHO A DEZEMBRO.

Na **Figura II.5.1.1-3 (a)**, é apresentada a rosa dos ventos elaborada com os dados do BNDO, para todo o período analisado (1957 a 2001), com os valores médios, máximos e mínimos mensais, **Figura II.5.1.1-3 (b)**. Como esses dados são medidos a bordo de navios, através de diferentes instrumentos e métodos, alguma inconsistência nas medições é encontrada, o que explica os valores máximos extremos, por exemplo.

Pode-se observar que os valores médios mais intensos ocorrem nos meses de setembro e novembro e, os mínimos, nos meses de maio.

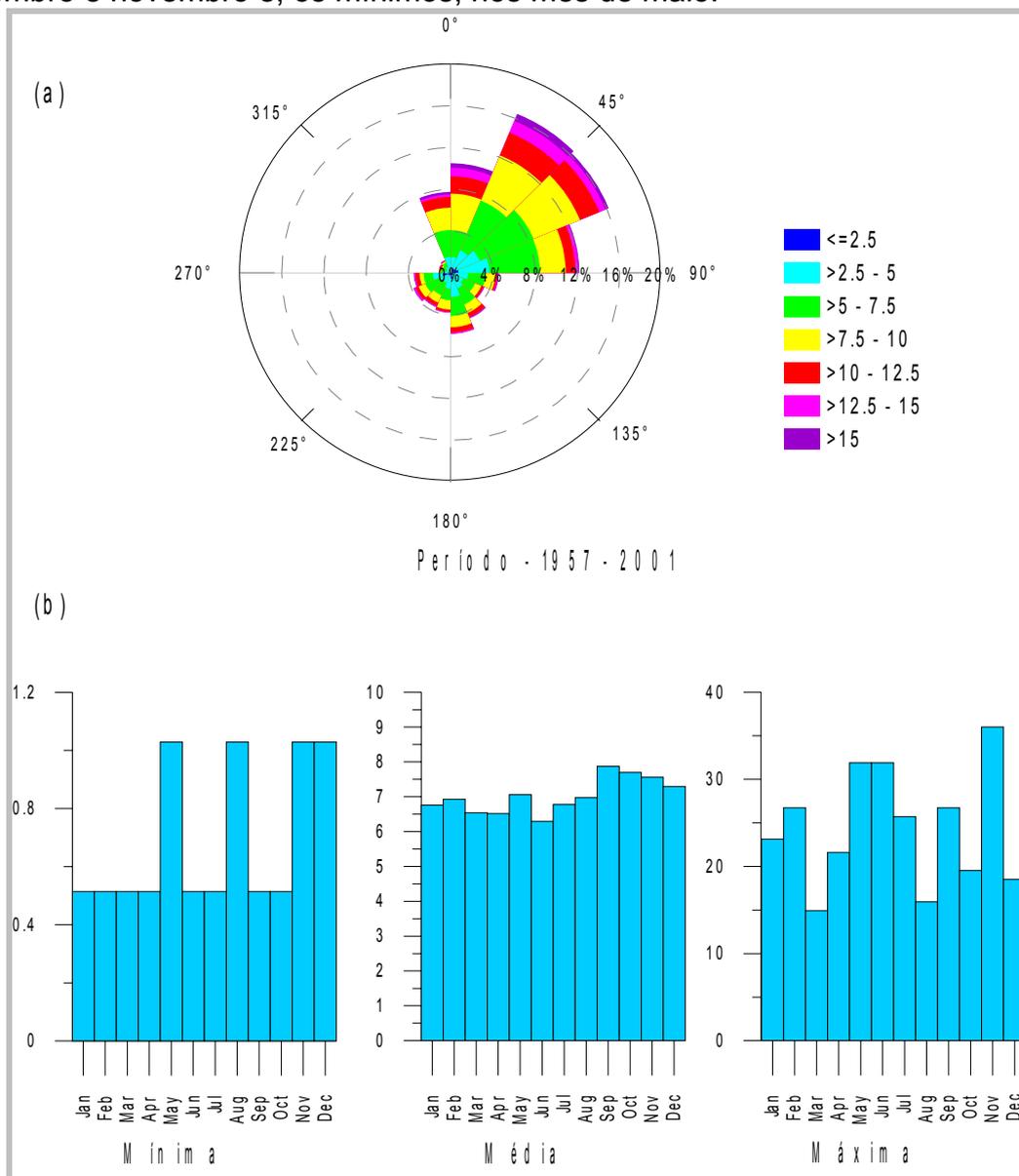


FIGURA II.5.1.1-3: (A) ROSA DOS VENTOS (M/S) ELABORADA COM OS DADOS DO BNDO, PARA TODO O PERÍODO. (B) VALORES MÁXIMOS E MÉDIOS PARA A REGIÃO.

Nas **Figuras II.5.1.1-4** e **II.5.1.1-5**, são apresentadas as rosas dos ventos elaboradas com os dados da reanálise do NCEP, para os períodos de janeiro a junho e julho a dezembro, respectivamente.

Pode-se observar um comportamento semelhante ao apresentado nos dados do BNDO para os ventos de Nordeste, com predominância, ao longo de todos os meses do ano, com valores máximos de intensidade associados, ocorrendo entre os meses de novembro a março.

A incidência dos ventos de Sul é, no entanto, menor ao longo de todo o ano, com o máximo em julho, associado à direção SE.

Embora haja diferenças na frequência de ocorrência, as direções e as intensidades mostradas nas duas bases de dados são semelhantes ao longo de todo o ano.

Na **Figura II.5.1.1-6 (a)**, é apresentada a rosa dos ventos elaborada com os dados da reanálise do NCEP, para todo o período (1983 a 2004), com os valores mínimos, médios e máximos mensais, **Figura II.5.1.1-6 (b)**. Pode-se observar um comportamento semelhante entre os valores médios obtidos com esses dados e com os do BNDO.

Analisando os valores máximos, notam-se grandes diferenças entre estes e os apresentados com os dados do BNDO, fato que pode ser explicado pelas diferenças entre as metodologias de obtenção dos dados e pelos erros associados aos valores extremos em ambas as bases analisadas.

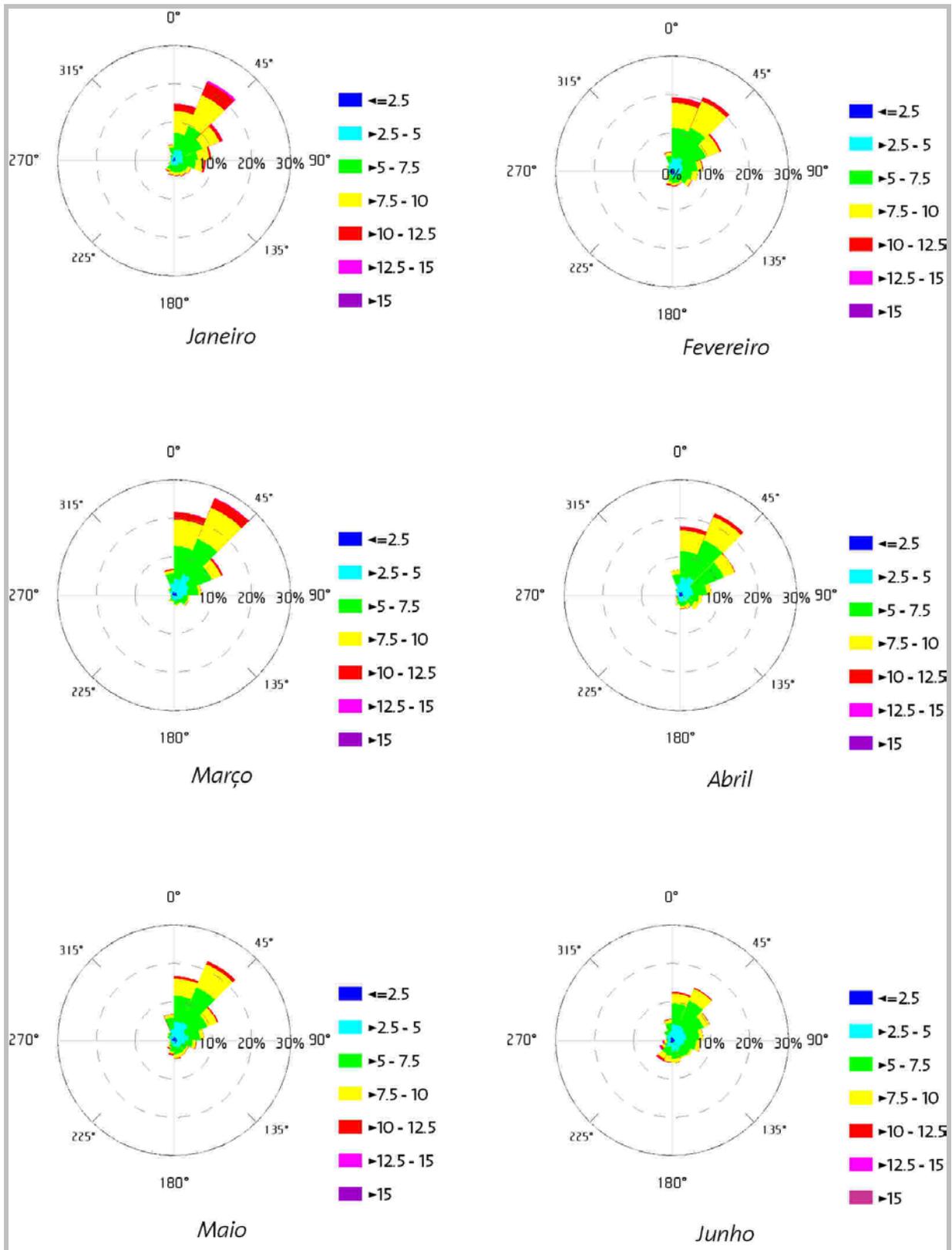


FIGURA II.5.1.1-4: ROSA DOS VENTOS (M/S) ELABORADA COM OS DADOS DA REANÁLISE, PARA OS MESES DE JANEIRO A JUNHO.

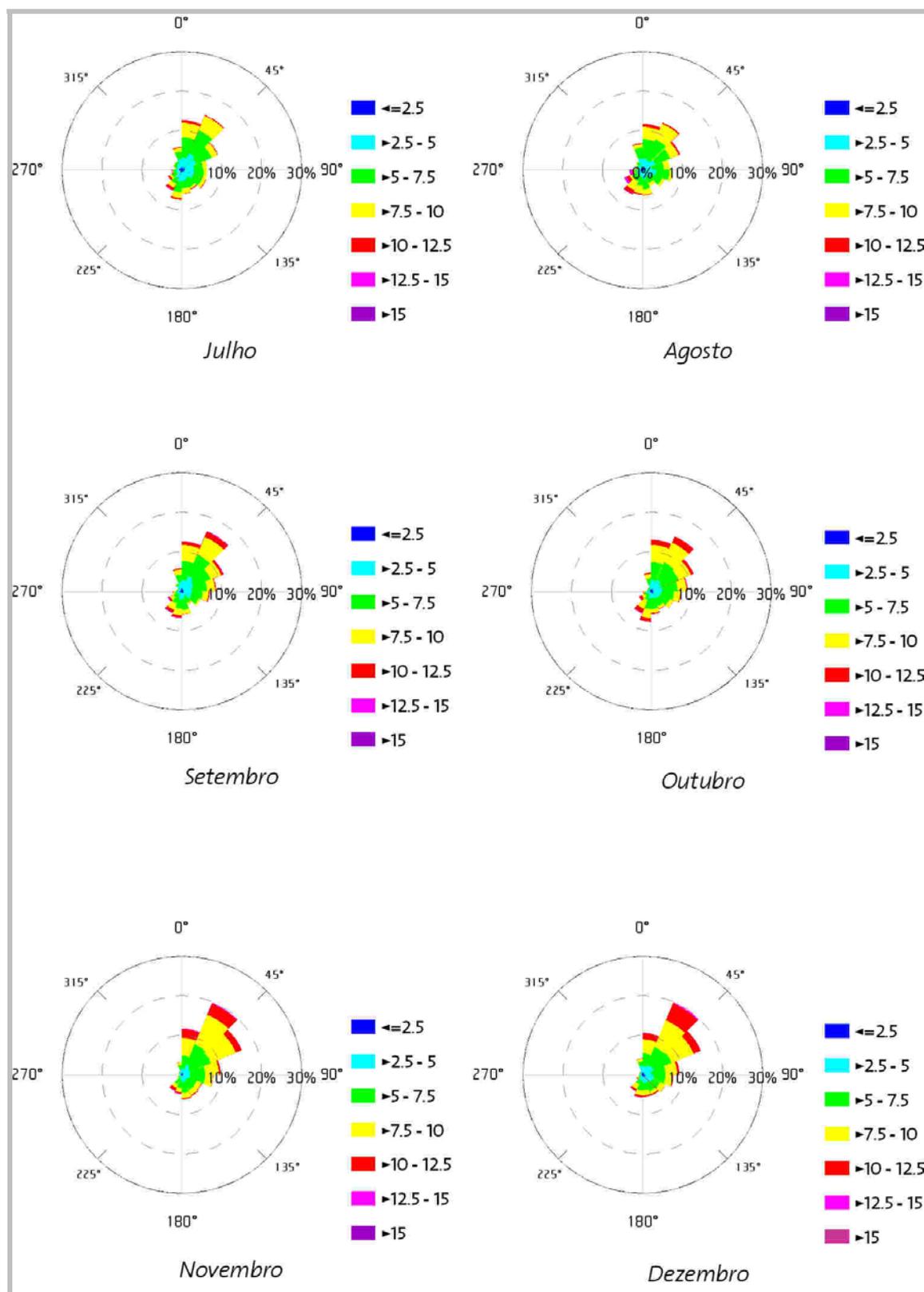


FIGURA II.5.1.1-5: ROSA DOS VENTOS (M/S) ELABORADA COM OS DADOS DA REANÁLISE, PARA OS MESES DE JULHO A DEZEMBRO.

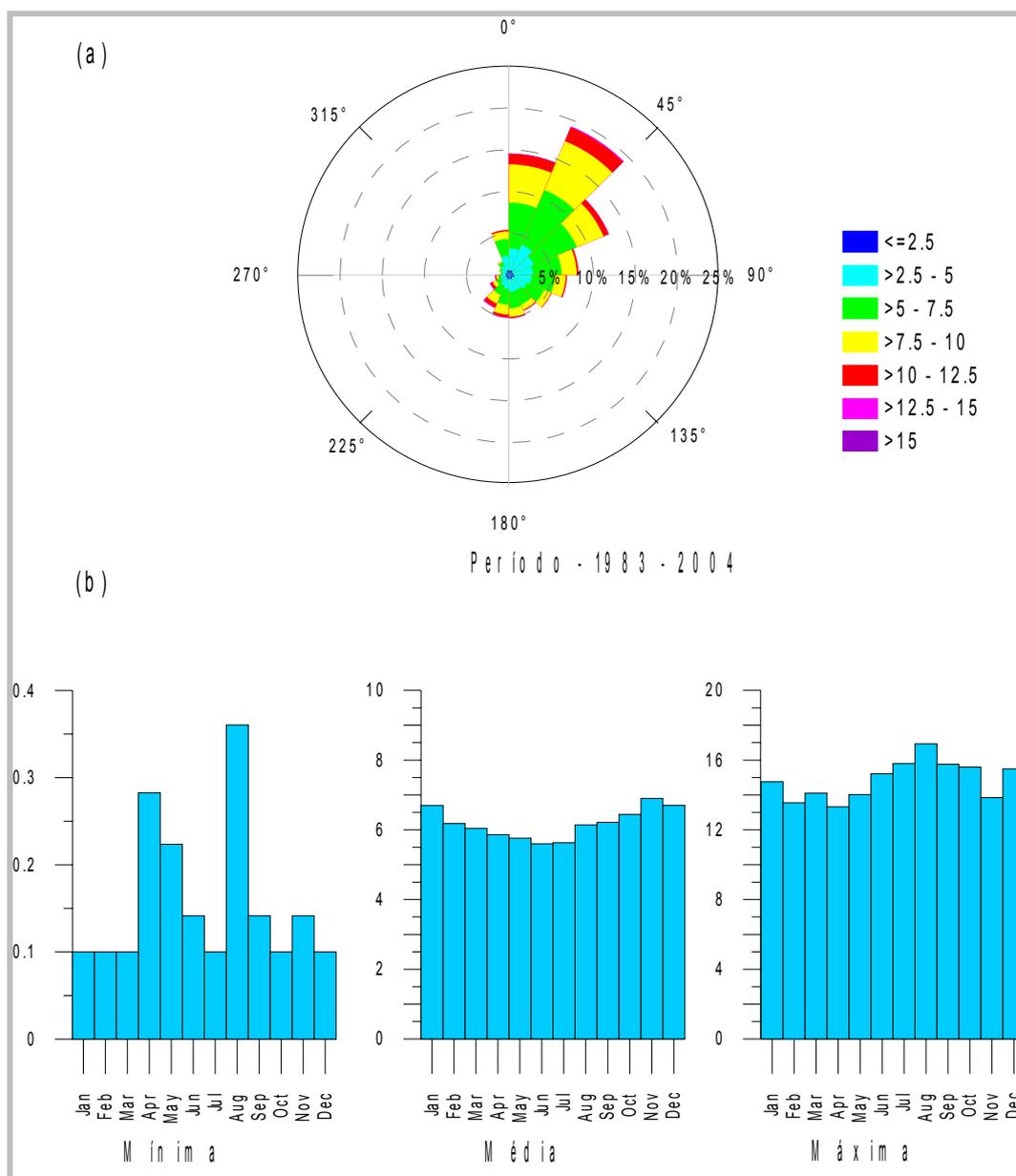


FIGURA II.5.1.1-6: (A) ROSA DOS VENTOS (M/S) ELABORADA COM OS DADOS DA REANÁLISE, PARA TODO O PERÍODO. (B) VALORES MÍNIMOS, MÉDIOS E MÁXIMOS PARA A REGIÃO.

No **Quadro II.5.1.1-1**, observam-se os valores médios mensais de intensidade e direção predominante dos ventos na Estação Meteorológica da INFRAERO, localizada no aeroporto de Macaé, no ano de 1999.

QUADRO II.5.1.1-1 - INTENSIDADE E DIREÇÃO DOS VENTOS DA ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DA INFRAERO, DE MACAÉ

MÊS	DIREÇÃO	INTENSIDADE (M/S)
Janeiro	Nordeste	6
Fevereiro	Norte/Nordeste	6
Março	Leste	5
Abril	Noroeste	5
Maio	Sudoeste	6
Junho	Norte	5
Julho	Norte	6
Agosto	Nordeste	6
Setembro	Nordeste	7
Outubro	Nordeste	6
Novembro	Norte/Nordeste	6
Dezembro	Nordeste	7

Fonte: INFRAERO

Pode-se, aqui, também, observar a predominância dos ventos de Nordeste e intensidade média em torno dos 6 m/s. Destaca-se, ainda, a predominância do vento Sudoeste, no mês de maio.

II.5.1.1.3 Temperatura

Nas **Figuras II.5.1.1-7, II.5.1.1-8 e II.5.1.1-9**, são apresentados os valores de temperaturas média, máxima e mínima, respectivamente, obtidos das normais climatológicas do INMET, para a Estação do Rio de Janeiro e para a Estação de Vitória.

As curvas **vermelhas** representam as normais calculadas para o período de 1931 a 1960, enquanto as **verdes**, para o período de 1961 a 1990, na Estação do Rio de Janeiro. Para a Estação de Vitória, as curvas **azul-escuras** representam as normais calculadas para o período de 1931 a 1960, enquanto as **azul-claras**, para o período de 1961 a 1990.

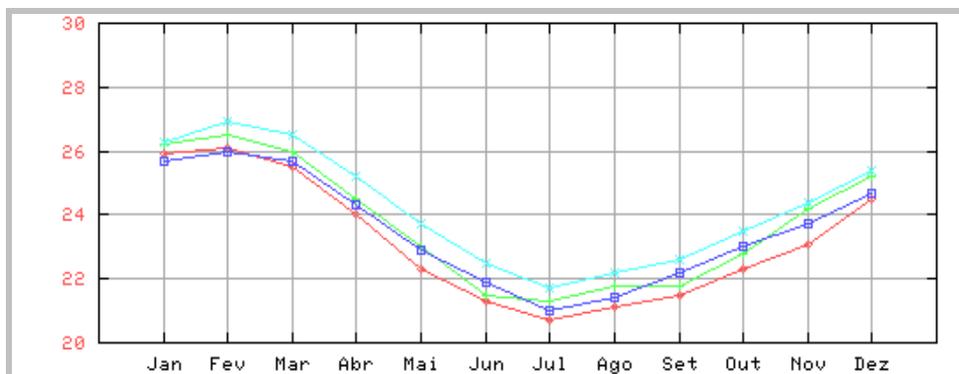


FIGURA II.5.1.1-7: GRÁFICO DE TEMPERATURA (°C) MÉDIA OBTIDO DAS NORMAIS CLIMATOLÓGICAS DO INMET (1931 A 1960 – CURVAS VERMELHA E AZUL-ESCURA E 1961 A 1990 – CURVAS VERDE E AZUL-CLARA), PARA AS ESTAÇÕES DO RIO DE JANEIRO E DE VITÓRIA.

FONTE: INMET, ACESSADO EM 2005.

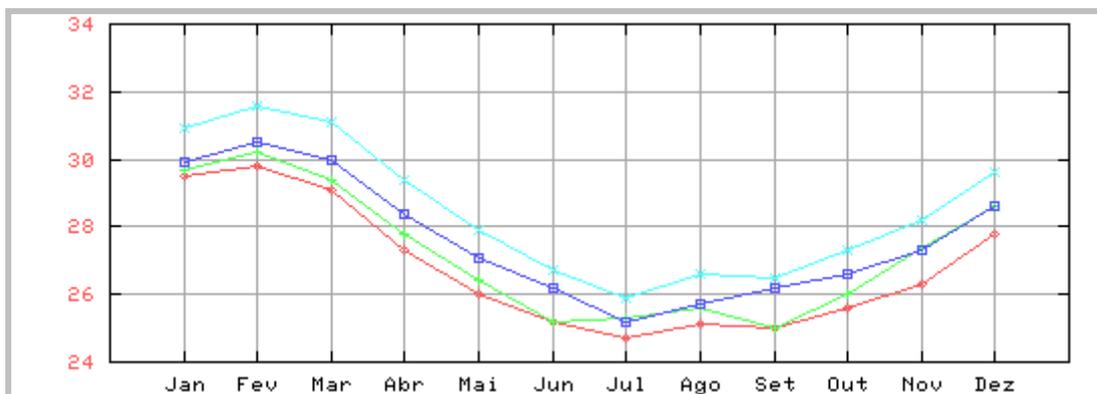


FIGURA II.5.1.1-8: GRÁFICO DE TEMPERATURA (°C) MÁXIMA OBTIDO DAS NORMAIS CLIMATOLÓGICAS DO INMET (1931 A 1960 – CURVAS VERMELHA E AZUL-ESCURA E 1961 A 1990 – CURVAS VERDE E AZUL-CLARA), PARA AS ESTAÇÕES DO RIO DE JANEIRO E DE VITÓRIA.
FONTE: INMET, ACESSADO EM 2005.

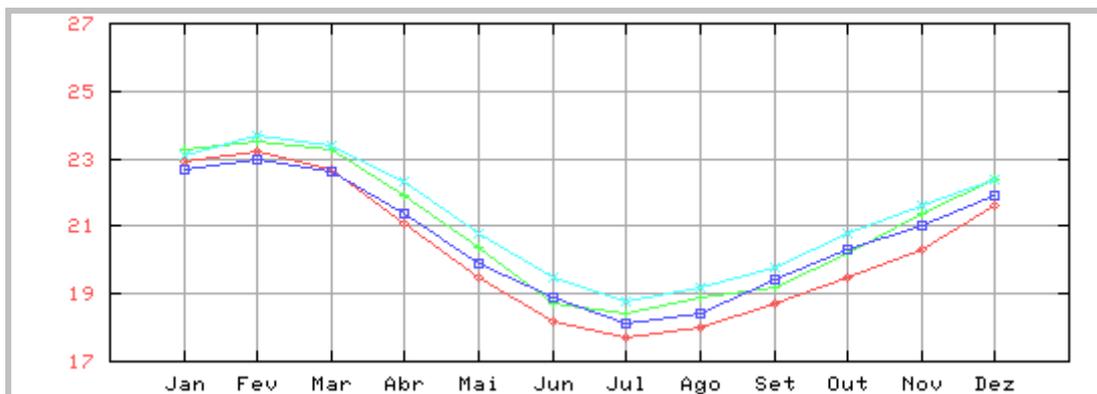


FIGURA II.5.1.1-9: GRÁFICO DE TEMPERATURA (°C) MÍNIMA OBTIDO DAS NORMAIS CLIMATOLÓGICAS DO INMET (1931 A 1960 – CURVAS VERMELHA E AZUL-ESCURA E 1961 A 1990 – CURVAS VERDE E AZUL-CLARA), PARA AS ESTAÇÕES DO RIO DE JANEIRO E DE VITÓRIA.
FONTE: INMET, ACESSADO EM 2005.

Pode-se observar que os valores das normais para o período de 1961 a 1990 são mais elevados, em ambas as estações. E que o comportamento sazonal desse parâmetro, para os dois períodos, é semelhante, como mostra a correlação entre as curvas.

Os valores extremos ocorrem nos meses de fevereiro, para as máximas (**Figura II.5.1.1-8**), e em julho, para as mínimas (**Figura II.5.1.1-9**). Na **Figura II.5.1.1-7**, pode-se observar que a variação da temperatura média ao longo do ano é de 6° C.

Na **Figura II.5.1.1-10**, são apresentados os valores de temperatura obtidos da reanálise do NCEP, para o período de 1983 a 2004.

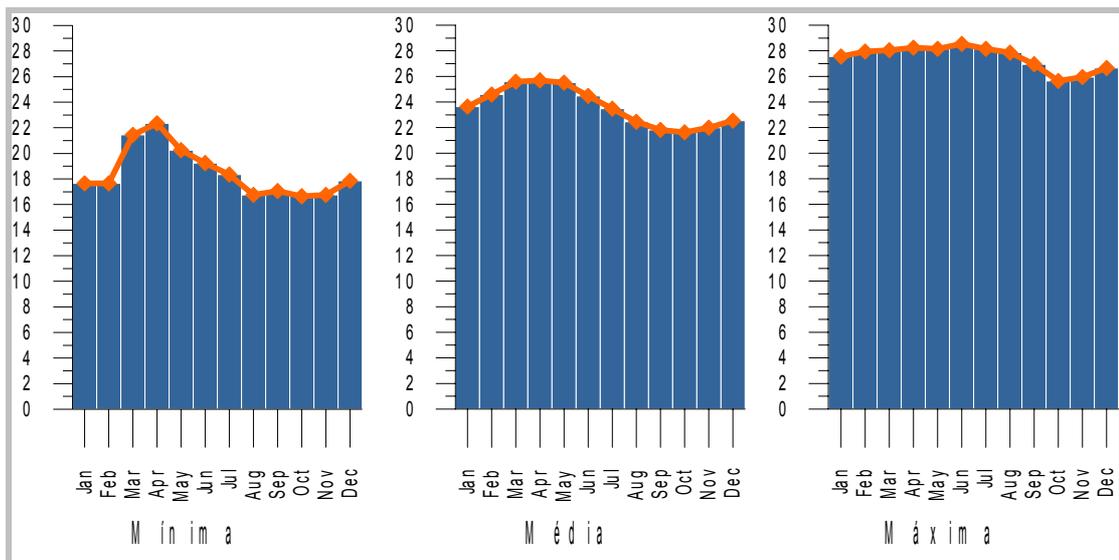


FIGURA II.5.1.1-10: GRÁFICOS DE TEMPERATURA (°C) MÍNIMA, MÁXIMA E MÉDIA OBTIDOS DA REANÁLISE DO NCEP, PARA O PERÍODO DE 1983 A 2004.
 FONTE: NCEP, ACESSADO EM 2004.

Pode-se observar que os valores das máximas variam apenas 3° C. Os valores máximos e mínimos ocorrem em março e novembro, respectivamente. Nota-se uma defasagem entre os picos registrados nas normais e nas reanálises, esse fato pode ser atribuído à diferença de aquecimento entre continente e oceano, uma vez que os dados das reanálises foram amostrados no oceano.

II.5.1.1.4 Umidade

Na **Figura II.5.1.1-11**, são apresentados os valores de umidade relativa obtidos das normais climatológicas do INMET, para a Estação do Rio de Janeiro e para a Estação de Vitória.

Notam-se diferenças significativas, no comportamento das curvas, com relação tanto aos períodos analisados quanto às estações.

De maneira geral, há uma redução da umidade no mês de agosto, com exceção da curva **azul-clara**, referente às normais obtidas para a Estação de Vitória, no período de 1961 a 1990, onde, embora se observe essa redução, os valores para os meses de janeiro a maio são inferiores.

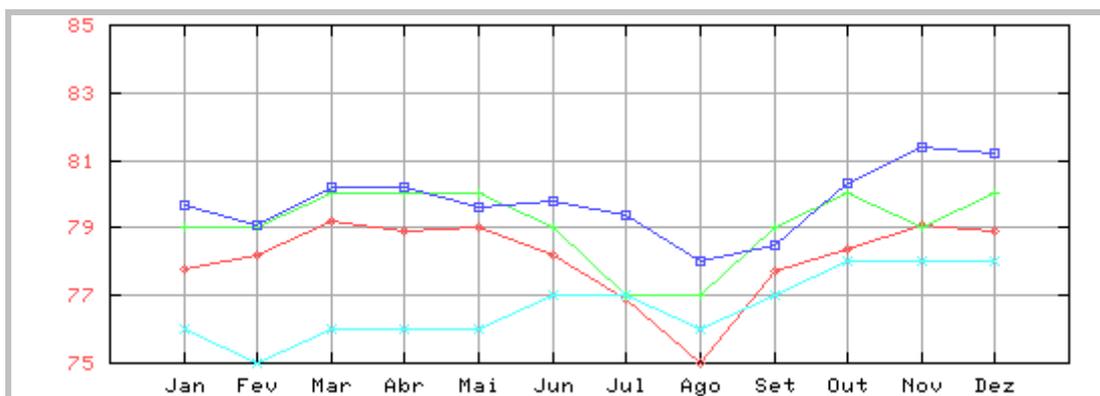


FIGURA II.5.1.1-11: GRÁFICO DE UMIDADE RELATIVA (%) OBTIDO DAS NORMAIS CLIMATOLÓGICAS DO INMET (1931 A 1960 – CURVAS VERMELHA E AZUL-ESCURA E 1961 A 1990 – CURVAS VERDE E AZUL-CLARA), PARA AS ESTAÇÕES DO RIO DE JANEIRO E DE VITÓRIA.
 FONTE: INMET, ACESSADO EM 2005.

II.5.1.1.5 Evaporação

Os valores de evaporação obtidos das normais climatológicas, na Estação do Rio de Janeiro e de Vitória, são apresentados na **Figura II.5.1.1-12**.

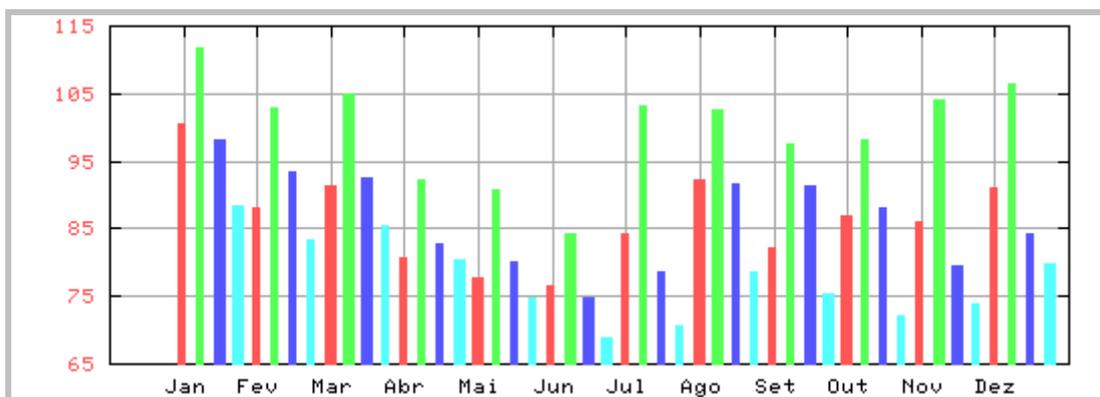


FIGURA II.5.1.1-12: GRÁFICO DE EVAPORAÇÃO (MM) OBTIDO DAS NORMAIS CLIMATOLÓGICAS DO INMET (1931 A 1960 – COLUNAS VERMELHA E AZUL-ESCURA E 1961 A 1990 – COLUNAS VERDE E AZUL-CLARA), PARA AS ESTAÇÕES DO RIO DE JANEIRO E DE VITÓRIA.
 FONTE: INMET, ACESSADO EM 2005.

Podem-se observar maiores valores de evaporação, em ambas as estações e períodos, nos meses de novembro a março. O valor mínimo ocorre no mês de junho.

II.5.1.1.6 Precipitação

Na **Figura II.5.1.1-13**, são apresentados os valores de precipitação obtidos das normais climatológicas das Estações do Rio de Janeiro e Vitória.

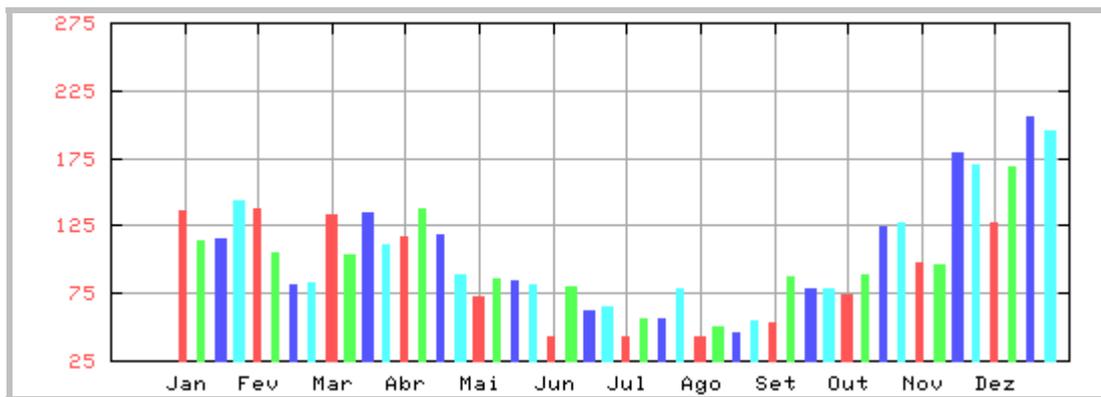


FIGURA II.5.1.1-13: GRÁFICO DE PRECIPITAÇÃO (MM) OBTIDO DAS NORMAIS CLIMATOLÓGICAS DO INMET (1931 A 1960 – COLUNAS VERMELHA E AZUL-ESCURA E 1961 A 1990 – COLUNAS VERDE E AZUL-CLARA), PARA AS ESTAÇÕES DO RIO DE JANEIRO E DE VITÓRIA.
 FONTE: INMET, ACESSADO EM 2005.

Notam-se valores de precipitação mais elevados nos meses de novembro e dezembro e mínimos, entre os meses de junho a setembro.

Os valores de precipitação máxima em 24 horas são apresentados na **Figura II.5.1.1-14**.

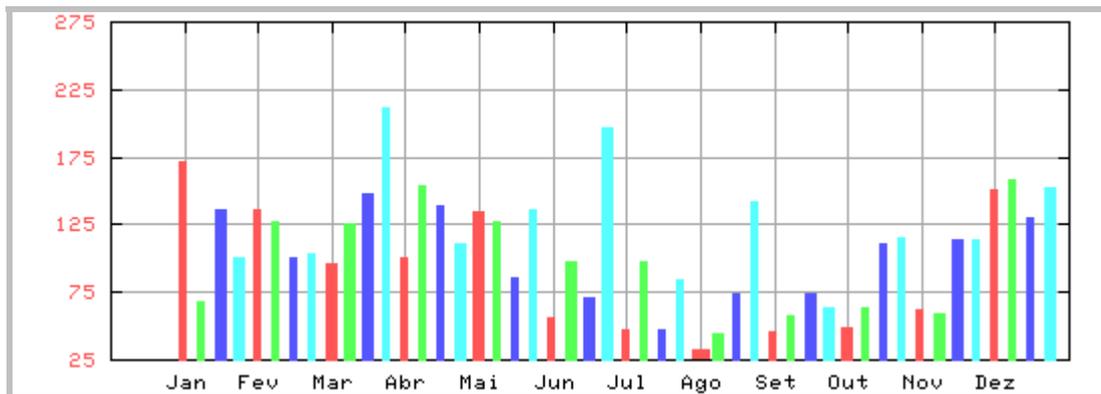


FIGURA II.5.1.1-14: GRÁFICO DE PRECIPITAÇÃO MÁXIMA EM 24 HORAS (MM) OBTIDO DAS NORMAIS CLIMATOLÓGICAS DO INMET (1931 A 1960 – COLUNAS VERMELHA E AZUL-ESCURA E 1961 A 1990 – COLUNAS VERDE E AZUL-CLARA), PARA AS ESTAÇÕES DO RIO DE JANEIRO E DE VITÓRIA.
 FONTE: INMET, ACESSADO EM 2005.

Observa-se que os valores mínimos e máximos encontram-se em meses diferentes, para cada estação e período. Caracterizando diferenças significativas entre as estações analisadas, em relação à precipitação máxima em 24 horas.

II.5.1.1.7 Insolação

Na **Figura II.5.1.1-15**, são apresentados os valores de insolação, para os períodos e estações analisados.

Pode-se observar que as curvas têm a mesma tendência, entretanto, os valores, para o período de 1931 a 1960, são maiores em quase todo o ano.

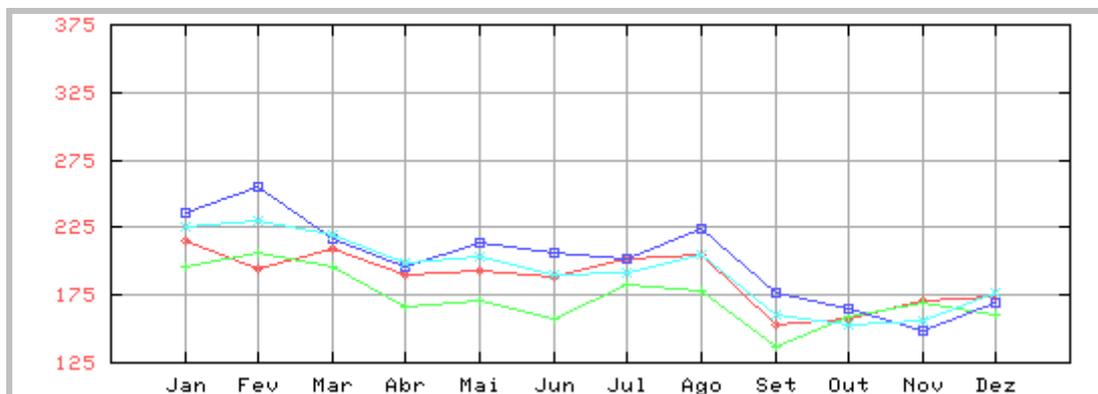


FIGURA II.5.1.1-15: GRÁFICO DE INSOLAÇÃO (HORAS) OBTIDO DAS NORMAIS CLIMATOLÓGICAS DO INMET (1931 A 1960 – CURVAS VERMELHA E AZUL-ESCURA E 1961 A 1990 – CURVAS VERDE E AZUL-CLARA), PARA AS ESTAÇÕES DO RIO DE JANEIRO E DE VITÓRIA.

FONTE: INMET, ACESSADO EM 2005.

II.5.1.1.8 Sistemas Frontais

A Região Sudeste do Brasil é, freqüentemente, influenciada pela passagem de sistemas frontais. Esses sistemas são formados quando as massas de ar frio, provenientes do Sul do Atlântico se deslocam de encontro às massas de ar quente, localizadas nos trópicos. Esse encontro cria uma região de instabilidade, com intensa atividade convectiva, onde ocorre a formação de nuvens de acentuado desenvolvimento vertical, como cumulonimbus (CB), provocando pancadas de chuvas e, algumas vezes, rajadas de vento na superfície (PINHO, 2003).

No setor quente da frente, a velocidade média do vento é de 5 m/s, variando sua direção do predominante Nordeste, para Noroeste, com a aproximação da frente.

Imediatamente após a passagem da frente fria, o vento tem direção Sudoeste, com velocidades em torno de 8 m/s. Aproximadamente um dia após a passagem da frente pela região, o vento novamente gira no sentido anti-horário, de Sudoeste para Nordeste (STECH & LORENZZETTI, 1992).

No **Quadro II.5.1.1-2**, é apresentada a freqüência de ocorrência de sistemas frontais na Bacia de Campos, para os anos de 1998 a 2003, obtidos do CPTEC.

QUADRO II.5.1.1-2: FREQUÊNCIA DE PASSAGENS DE SISTEMAS FRONTAIS NA REGIÃO DO CAMPO DE POLVO

Mês	1999	2000	2001	2002	2003	TOTAL
Janeiro	1	4	1	2	2	12
Fevereiro	2	4	0	2	0	8
Março	2	3	1	1	2	13
Abril	3	3	3	1	3	15
Mai	6	4	3	2	3	20
Junho	4	3	3	2	3	16
Julho	4	5	2	5	2	20
Agosto	3	5	0	3	5	17
Setembro	4	3	4	4	4	24
Outubro	4	3	2	3	3	20
Novembro	5	4	3	2	5	20
Dezembro	6	3	2	3	4	18
TOTAL	44	44	24	30	36	-

Fonte: CPTEC, 2005

Os meses de maio e de novembro e os anos de 1999 e 2000 destacam-se pela maior incidência de sistemas frontais na região em questão, 24 e 23, respectivamente.

II.5.1.1.9 Considerações Finais

Os dados de precipitação permitem separar a região em duas estações distintas; a chuvosa (verão), que vai de outubro a abril, e a seca, que vai de maio a setembro (inverno).

Comparando-se as duas, pode-se observar que a estação chuvosa apresenta maiores níveis de precipitação, temperaturas do ar mais elevadas (em torno de 25° C), maior insolação e, conseqüentemente, maior evaporação. Os ventos possuem, em média, direção Nordeste e velocidade média de 7 m/s.

Já a estação seca apresenta menores temperaturas (em torno de 19° C), menor insolação e menor evaporação. Nesta estação, os ventos possuem direção Nordeste e velocidades em torno de 6 m/s. Ocorre, também, uma maior incidência de ventos de quadrante Sul (SW a SE), com intensidades também em torno de 6 m/s.

É importante ressaltar que os fenômenos atmosféricos, nessa região, apresentam transientes importantes, que são mascarados quando se considera o fluxo médio.

Esses transientes podem ser sistemas frontais, linhas de instabilidade, entre outros, que são significativos e possuem frequências e intensidades distintas durante as estações do ano, conforme o apresentado.