

II.5.1. MEIO FÍSICO

Os Blocos BM-C-39 e BM-C-40 estão localizados na porção meridional da Bacia de Campos, a qual se situa na porção sudeste da margem continental brasileira, em frente aos Estados do Rio de Janeiro e do Espírito Santo.

A Bacia de Campos encontra-se situada a norte do Estado do Rio de Janeiro e a sul do Espírito Santo. Limita-se ao sul pelo Alto de Cabo Frio e a norte pelo Alto de Vitória. A sul dessa bacia temos a Bacia de Santos e a norte a Bacia do Espírito Santo. Os Blocos BM-C-39 e BM-C-40 encontram-se a aproximadamente 80 km da costa, próximo à cidade de Armação dos Búzios, conforme apresenta a Figura II.5.1.1. A área destacada representa a Bacia de Campos.

O item Meio Físico objetiva diagnosticar os principais fatores ambientais que caracterizam o meio físico da área potencialmente afetada pela atividade de desenvolvimento e escoamento da produção de petróleo nos Blocos BM-C-39 e BM-C-40, abrangendo os aspectos meteorológicos, oceanográficos, de qualidade de água e sedimentos, geológicos e geomorfológicos.



FIGURA II.5.1.1 – Localização dos Blocos BM-C-39 e BM-C-40, no Estado do Rio de Janeiro.

II.5.1.1. Meteorologia

A caracterização ambiental de uma determinada região representa uma importante ferramenta de planejamento do uso dos recursos naturais e de otimização de investimentos.

Assim sendo, o presente estudo aborda os aspectos meteorológicos mais relevantes da Bacia de Campos, mais precisamente, nas proximidades dos Blocos BM-C-39 e BM-C-40.

Para tanto, foram pesquisadas informações secundárias de bases regionais e globais, além de dados medidos *in situ*, sendo estes analisados através de procedimentos estatísticos, de forma a atender às exigências do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Renováveis (IBAMA).

Os parâmetros analisados no estudo são: temperatura, precipitação, evaporação, umidade relativa, pressão atmosférica, insolação e regime de ventos.

A. Caracterização climática

Devido à sua extensão territorial, o posicionamento geográfico e o relevo, a América do Sul apresenta características climáticas distintas, principalmente quanto ao seu regime de chuvas e temperaturas. Essa variabilidade climática está diretamente relacionada com as condições atmosféricas decorrentes da interação entre fenômenos pertencentes a várias escalas de tempo e espaço, que vão desde a planetária até a escala local.

A relação entre o padrão da circulação atmosférica sobre a América do Sul e a distribuição espacial e temporal dos sistemas meteorológicos apresenta várias características interessantes, tais como a Alta da Bolívia (AB), os Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCAN), a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), Complexos Convectivos de Mesoescala (CCMs), a Baixa do Chaco (que no verão interage com os sistemas frontais) e ondas de frios, que surgem na região equatorial e são chamadas de friagens no inverno. No Oceano Atlântico tropical, ocorre ainda a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) (RI PRO06, 2007). Registra-se também a presença de sistemas de meso escala como brisas marítimas e terrestres.

A América do Sul é também uma região de forte interação meridional entre os trópicos e os extra-trópicos. As regiões tropicais e subtropicais da América do Sul sofrem influência direta do fenômeno ENOS (El Niño-Oscilação Sul) e La Niña. É importante ressaltar que, embora exista essa relação direta para algumas regiões, tais como o norte da região Nordeste e o Sul do Brasil, o Estado do Rio de Janeiro está em uma região que ainda pode sofrer alguma influência do ENOS.

Características adicionais e descrições destes sistemas podem ser encontradas em Satyamurty *et al.* (1998) e Lima (1996).

Particularmente sobre a América do Sul, a circulação atmosférica modifica-se significativamente da estação de verão (dezembro-janeiro-fevereiro) para a de inverno (junho-julho-agosto), principalmente nos altos níveis (200 hPa). Isto pode ser visto na 200 hPa – Figura II.5.1.1.1, que compara os padrões de circulação

troposférico médio nessas duas estações em altos níveis e na Figura II.5.1.1.2, que faz o mesmo para baixos níveis (850 hPa).

Durante o verão, o clima da América do Sul é modulado por circulações quase-estacionárias. Na alta troposfera (aproximadamente 10 km de altura), observa-se um cavado sobre o Pacífico Leste e outro sobre o Atlântico associado à Alta da Bolívia (AB), que eventualmente se fecha, sendo denominado Vórtice Ciclônico do Nordeste do Brasil (Figura II.5.1.1.1 – a). No verão, a corrente de jato subtropical se desloca para latitudes mais altas, com máxima intensidade em aproximadamente 45°S. No inverno na alta troposfera (Figura II.5.1.1.1 – b), o padrão do escoamento é zonal e a corrente de jato de oeste é bastante intensa, com centro de máxima intensidade localizado entre 20°S e 40°S. Em baixos níveis, o padrão do escoamento sobre a América do Sul não muda significativamente entre o verão e o inverno (Figura II.5.1.1.2 – a e Figura II.5.1.1.2 – b, respectivamente). É importante destacar a presença do Jato de baixos níveis abaixo de 850 hPa que é responsável pelo transporte de vapor d'água e calor da Amazônia para a região Sul, o Paraguai e o norte da Argentina. No inverno, observam-se os centros do Anticiclone Subtropical do Pacífico Sul (ASPS) e do Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul (ASAS), mais forte que no verão. Observa-se também um ligeiro deslocamento do ASPS em direção à linha do Equador em relação à sua posição no verão e do ASAS para mais próximo do continente sul-americano, deslocado para oeste (RI PRO06, 2007).

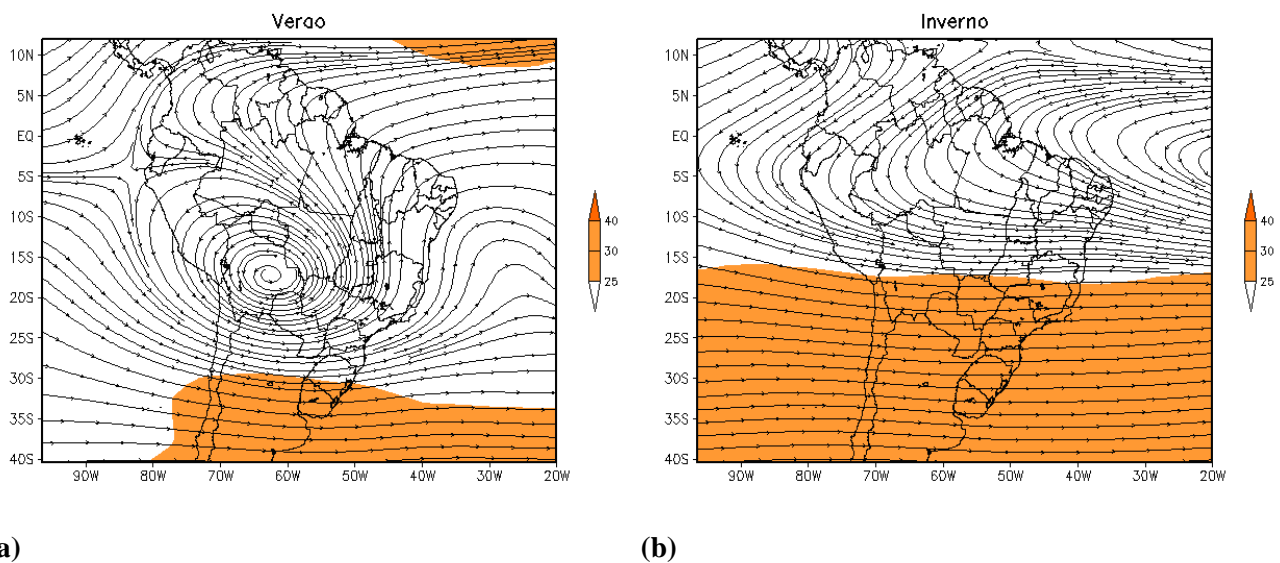


FIGURA II.5.1.1.1 – Campos médios sazonais do vento no nível de 200 hPa (m/s) referentes ao período de verão (a) e inverno (b).

Fonte: Reanálise do NCPE/NCAR.

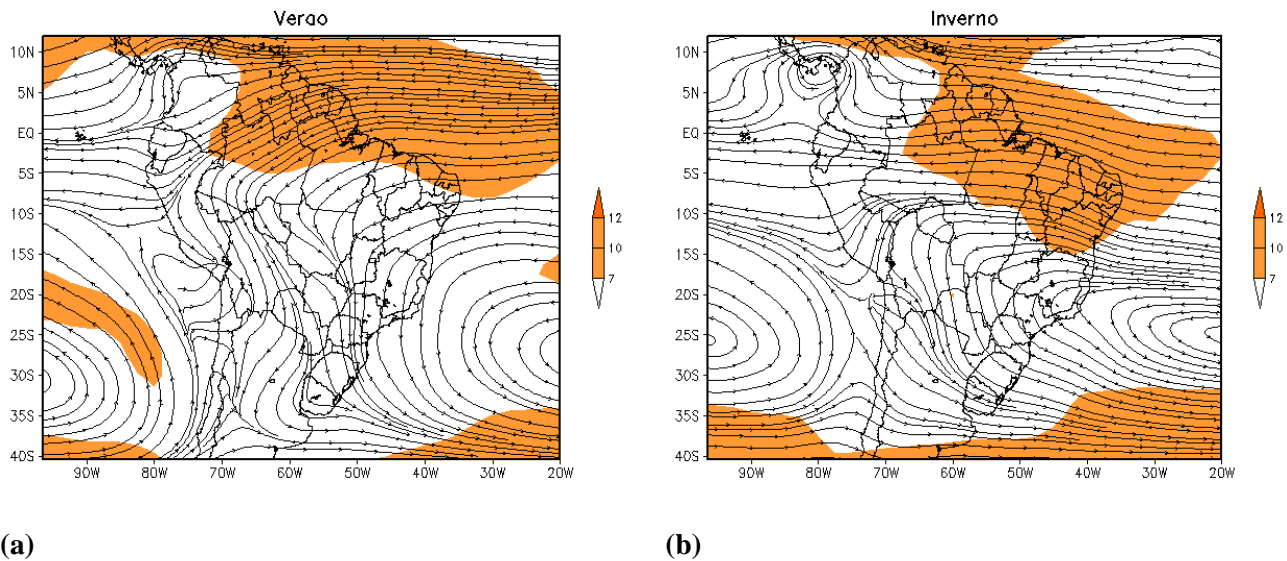


FIGURA II.5.1.1.2 – Campos médios sazonais do vento no nível de 850 hPa (m/s) referentes ao período de verão (a) e inverno (b).

Fonte: Reanálise do NCPE/NCAR.

A penetração de frentes (ou sistemas frontais) frias é um mecanismo de grande impacto no clima do Sudeste brasileiro durante todo o ano e possuem importante papel na transferência de calor, *momentum* e umidade das altas para as baixas latitudes.

No setor quente da frente, segundo Stech & Lorenzetti (1992), a velocidade média do vento é de 5 m/s, variando sua direção de predominantemente nordeste para noroeste com a aproximação da frente. Imediatamente após a passagem da frente fria, o vento tem direção sudoeste, com velocidades tipicamente em torno de 8 m/s (STECH; LORENZZETTI, 1992). 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).

De maneira geral, na América do Sul, os sistemas provenientes do Pacífico deslocam-se para leste adquirindo, depois da passagem pela Cordilheira dos Andes, uma componente em direção ao Equador. Esses sistemas podem avançar pelo continente ou deslocar-se para o oceano Atlântico.

Apesar de se observar sistemas frontais durante todo o ano, é no verão que eles atuam de modo a causar muita precipitação ao se associar a outros tipos de sistemas que provocam chuvas na região: os sistemas convectivos. A convecção é provocada pela associação das altas temperaturas com a umidade do ar. Estes dois fatores favorecem a formação de nuvens, causando instabilidades e chuvas isoladas em forma de pancadas, principalmente no período da tarde. No inverno os sistemas frontais estão mais relacionados com a penetração de massas de ar frio.

A penetração de sistemas frontais na América do Sul é influenciada por vários fatores, tais como o posicionamento da Alta do Atlântico Sul, da Alta da Bolívia, em altos níveis, durante o verão, e de fenômenos como El Niño e La Niña.

Durante o inverno, devido ao resfriamento do Hemisfério Sul e ao aquecimento do Hemisfério Norte, a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) ocupa a sua posição mais setentrional (MARTIN *et al.*, 1998). Nesse período, os sistemas frontais e os distúrbios de leste, que são aglomerados convectivos trazidos pelos ventos alísios de sudeste em direção ao continente, atuam com mais frequência sobre a Região do Sudeste brasileiro.

No verão, o resfriamento do Hemisfério Norte e o aquecimento do Hemisfério Sul deslocam a ZCIT para uma posição mais ao Sul, curvando-a em direção ao continente (MARTIN *et al.*, 1998). O deslocamento da ZCIT mais para Sul favorece a predominância dos ventos alísios de nordeste. Nesse período, os sistemas frontais não chegam a ultrapassar o Trópico de Capricórnio.

O outono é o período onde a ZCIT encontra-se em sua posição mais a sul, porém os sistemas frontais voltam a atuar com certa frequência, devido ao posicionamento mais a leste do ASAS neste período, e os ventos alísios passam a ser de sudeste, fechando desta forma o ciclo anual de atuação dos principais sistemas atmosféricos que atuam na região Sudeste.

O ASAS afeta o clima do Brasil oscilando em torno de sua posição média. No verão, o ASAS é encontrado predominantemente mais a sul e a oeste (30°S e 15°W), já no inverno, sua posição é deslocada a norte e a oeste (22°S e 30°W). Essa oscilação E-W decorre porque, durante o inverno, as temperaturas são menores sobre os continentes e, em consequência, os centros de alta pressão migram para o continente, enquanto no verão, as temperaturas sobre os continentes são maiores e os centros de alta pressão localizam-se sobre os oceanos. A migração do ASAS para sul resulta na sua intensificação, fazendo com que alcance máximos climatológicos em torno de 1026 HPa nos meses de agosto (HASTENRATH, 1985). O sistema ocupa a sua posição mais ao Norte nos meses de inverno, ficando mais próximo à linha do Equador.

As variações na Alta da Bolívia parecem estar vinculadas também às penetrações de sistemas frontais sobre o continente. Oliveira (1986) registrou nove casos de ocorrência da Alta da Bolívia, nos quais a passagem de uma frente sob a parte central do continente levava a Alta a deslocar-se para oeste. VCANs originam-se a partir da amplificação da crista associada à Alta da Bolívia (AB), e no período de verão, os sistemas frontais frequentemente ficam semi-estacionados no litoral da Região Sudeste, devido à presença de vórtices ciclônicos em altos níveis na Região Nordeste (Climanálise Especial, 1996).

Fedorova & Carvalho (2000) mostraram que nos períodos em que os fenômenos de La Niña e El Niño estão mais ativos, a quantidade de dias com frentes frias entre as latitudes de 20° e 40°S em ano de El Niño atingiu 90,3% dos dias analisados e, em ano de La Niña, diminuiu até 56,7%. Em ambos os casos, ou seja, La Niña e El Niño, a maior frequência dos sistemas frontais foi observada mais ao sul da América do Sul (e ainda sobre o Rio Grande do Sul e Uruguai, em anos de El Niño), sendo 49,7 e 44%, respectivamente.

Cabe acrescentar que o posicionamento latitudinal da ZCIT sobre o Atlântico pode ser afetado em função do fenômeno El Niño-Oscilação Sul (ENOS) (MARTIN *et al.*, 1998).

Em anos de El Niño, o ramo descendente da célula de Walker se desloca para a região sobre a Amazônia inibindo a convecção e enfraquecendo os ventos alísios de nordeste. Dessa forma, diminui-se o fluxo de

umidade vinda dos oceanos que penetra na região Amazônica, resultando em uma ZCIT posicionada bem mais ao norte do que sua posição normal.

Outro sistema típico de verão é a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), fenômeno semi-estacionário caracterizado pela presença de uma banda de nebulosidade orientada de noroeste-sudeste que se estende desde o sul da região Amazônica até a área central do Atlântico Sul. A ZCAS está relacionada ao posicionamento da Alta da Bolívia e os VCAN no nordeste brasileiro. Segundo Figueroa (1997 *apud* VITORINO, 2002) os sistemas ZCAS, VCAN e AB se acoplam de modo quase-estacionário, de tal forma que o VCAN depende da ZCAS, a ZCAS depende da convecção da Amazônia e dos transientes de latitudes médias e a convecção da Amazônia depende de fatores de grande escala. Figueroa (1997 *apud* VITORINO, 2002) ainda sugere que a interação entre cada sistema contribui para manter os sistemas por vários dias.

Outro fenômeno de grande escala associado à ZCAS é a oscilação de 30-60 dias, conhecida como Madden-Julian. Esta oscilação caracteriza-se pelo deslocamento para leste de uma célula zonal de número de onda 1, termicamente direta, que causa variações na convecção da região tropical (MADDEN; JULIAN, 1972). Isso irá causar variações na posição e velocidade da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) que, por sua vez, interfere na precipitação nas Regiões Sudeste, Norte e Nordeste do Brasil.

Os mecanismos físicos envolvidos no acoplamento oceano-atmosfera sobre a região tropical ainda não são muito bem entendidos. O que se tem como consenso por parte da comunidade científica é que os padrões anormais observados no campo das anomalias de Temperatura da Superfície do Mar (TSM) surgem da dinâmica interna do próprio oceano (TRENBERTH, 1997). Além disso, são forçados pelos processos dinâmicos e termodinâmicos que ocorrem na atmosfera que, por sua vez, agem mecanicamente sobre os oceanos tropicais redistribuindo as anomalias de TSM. Estas, por sua vez, através dos fluxos de calor (evaporação, processos convectivos, formação de nuvens, etc.) forçam simultaneamente a atmosfera e provocam mudanças no campo de vento em baixos níveis. Estes mecanismos de realimentação, sob certas condições, produzem instabilidades no sistema acoplado (RI PRO06, 2007).

O fenômeno El Niño-Oscilação Sul (ENOS) é um exemplo da manifestação dessa instabilidade. Portanto, o ENOS pode ser definido como sendo um fenômeno de escala global associado a um forte acoplamento oceano-atmosfera que se manifesta sobre o Oceano Pacífico Tropical. Tal fenômeno consiste de uma componente oceânica, o El Niño ou La Niña, e uma componente atmosférica, a Oscilação Sul representada pela diferença entre a pressão ao nível do mar entre o Pacífico Central (Taiti) e o Pacífico do Oeste (Darwin/Austrália) (RI PRO06, 2007).

Durante a ocorrência do fenômeno El Niño, as interações oceano-atmosfera de grande escala que se processam no Oceano Pacífico Tropical, provocam modificações na circulação geral da atmosfera, isto é, na Célula de Walker e, conseqüentemente, mudanças nos padrões da circulação e da precipitação, que podem desencadear adversidades climáticas (secas, enchentes, temperaturas altas, etc.) em diversas regiões continentais ao redor do globo (RI PRO06, 2007). No Brasil, normalmente, anos de El Niño ocasionam períodos de seca em estações chuvosas (fevereiro a março) na região Nordeste e a leste da Amazônia, enquanto no Sul brasileiro precipitações em abundância ocorrem, sendo que frentes frias que vêm do sul podem permanecer semi-estacionadas por vários dias sobre a região.

B. Caracterização Meteorológica

A caracterização meteorológica da região da Bacia de Campos, mais especificamente, da locação dos Blocos BM-C-39 e BM-C-40, baseou-se na análise e interpretação dos dados das seguintes fontes:

- Normais climatológicas de temperatura, precipitação, evaporação, umidade, pressão atmosférica e insolação, obtidas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) nas estações do Rio de Janeiro-RJ e Vitória-ES;
- Dados de temperatura do ar, precipitação, pressão atmosférica e umidade relativa na estação do INMET de Arraial do Cabo (RJ);
- Dados de ventos, temperatura do ar, precipitação, pressão atmosférica e umidade relativa das Reanálises II do NCEP/NCAR (National Centers for Environmental Prediction / National Center for Atmospheric Research);
- Dados de ventos medidos *in situ* pela estação meteorológica WXT520 (*Vaisala Weather Transmitter*), instalada na plataforma *Sea Explorer*.
- Dados de frequência de passagem de sistemas frontais do Boletim Climanálise do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC) do Instituto Nacional Pesquisas Espaciais (INPE);
- Dados bibliográficos existentes para a região.

As Normais Climatológicas do INMET 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 de temperatura, precipitação, evaporação, umidade relativa, pressão atmosférica e insolação, obtidas nas estações do Rio de Janeiro situada nas coordenadas 22,88° S e 43,18° W e de Vitória, situada nas coordenadas 20,32° S e 40,32° W, para os períodos de 1931 a 1960 e 1961 a 1990, perfazendo um total de 60 anos. Estas duas estações foram escolhidas por se localizarem próximas aos limites norte e sul da Bacia de Campos, permitindo assim uma avaliação da variação meridional dos parâmetros ao longo da Bacia.

Para avaliação da variabilidade dos parâmetros meteorológicos em menor período de tempo, também foram utilizados os dados de temperatura, precipitação, umidade relativa e pressão atmosférica da estação meteorológica do INMET de Arraial do Cabo – RJ, localizada em 22,98° S e 42,02° W. Estes dados foram coletados em intervalos de uma hora, entre janeiro de 2008 e março de 2010. Não estão disponíveis dados de evaporação e insolação para a estação do INMET de Arraial do Cabo, sendo suas caracterizações feitas apenas em função das normais climatológicas descritas anteriormente.

Os dados da Reanálise II do NCEP utilizados para as análises pontuais do vento foram obtidos do ponto de grade mais próximo aos Blocos BM-C-39 e BM-C-40, localizado em 23,81° S e 41,25° W com resultados a cada 6 horas, de janeiro de 1981 a dezembro de 2010, totalizando 30 anos e englobando 43.828 dados.

Com relação ao projeto R-2 (*NCEP - DOE AMIP-II Reanalysis*), trata-se de uma série global atualizada, de 1979 até o presente, que corrige os erros de processamento da Reanálise, utilizando um modelo de previsão e um sistema de assimilação de dados mais robustos. Assim, é gerada uma reanálise mais consistente e recomendada para usuários que eram afetados por alguns erros presentes anteriormente. Dentre estes erros, podemos citar as análises de transientes no Hemisfério Sul; o uso de temperaturas próximas à superfície e

cobertura de neve sobre os continentes no Hemisfério Norte durante o inverno; análise da umidade dos solos; análises do balanço de neve; e sensibilidade das análises à mudanças no modelo de assimilação (KANAMITSU *et al.*, 2002).

Para caracterização do regime de ventos na região do bloco, também foram obtidos dados medidos *in situ* pela estação meteorológica WXT520 (*Vaisala Weather Transmitter*), instalada na plataforma *Sea Explorer*, localizada 50 km à SW dos blocos, em 23,50°S e 41,45°W. Estas informações correspondem aos dados de direção e intensidade dos ventos medidos a cada 4 h, para o período de 1º de setembro de 2010 a 31 de janeiro de 2011. Esta estação é capaz de medir ventos com velocidades entre 0 e 60 m/s, com acurácia de 0,3 m/s para ventos de até 35 m/s e de 3% para ventos acima de 35 m/s. Quanto à direção, são medidos ventos com acurácia de 3º e precisão de 1º.

Para análise de extremos em períodos mais longos, foram utilizados os dados da Reanálise do NCEP de janeiro de 1959 a dezembro de 2008, novamente com observações de 6 em 6 horas.

A variação espacial dos parâmetros meteorológicos (temperatura, precipitação, umidade e pressão atmosférica) na região oceânica da Bacia de Campos, foi realizada através das médias mensais da Reanálise II do NCEP para o período compreendido entre janeiro de 1979 e dezembro de 2008.

Para avaliação da frequência de passagem de frentes frias na região, optou-se por apresentar as estatísticas mensais de passagens de sistemas frontais na cidade de Cabo Frio-RJ, para o período compreendido entre janeiro de 1996 e dezembro de 2007, publicadas pelo Boletim Climanálise, do CPTEC/INPE. Esta publicação consiste em boletins de monitoramento e análise climática, disponibilizados no site do CPTEC, que fazem uma análise mensal das ocorrências de sistemas frontais em estações de superfície no Brasil, separando-as em uma linha de estações costeiras.

As localizações das estações meteorológicas do INMET (Rio de Janeiro, Arraial do Cabo e Vitória), do CPTEC (Cabo Frio) e da posição dos pontos de grade do NCEP utilizados para as análises pontuais e espaciais são apresentadas na Figura II.5.1.1.3. Como as localizações das estações meteorológicas do INMET de Arraial do Cabo e do CPTEC de Cabo Frio são muito próximas, estas foram referenciadas a um mesmo ponto, para facilitar a visualização.

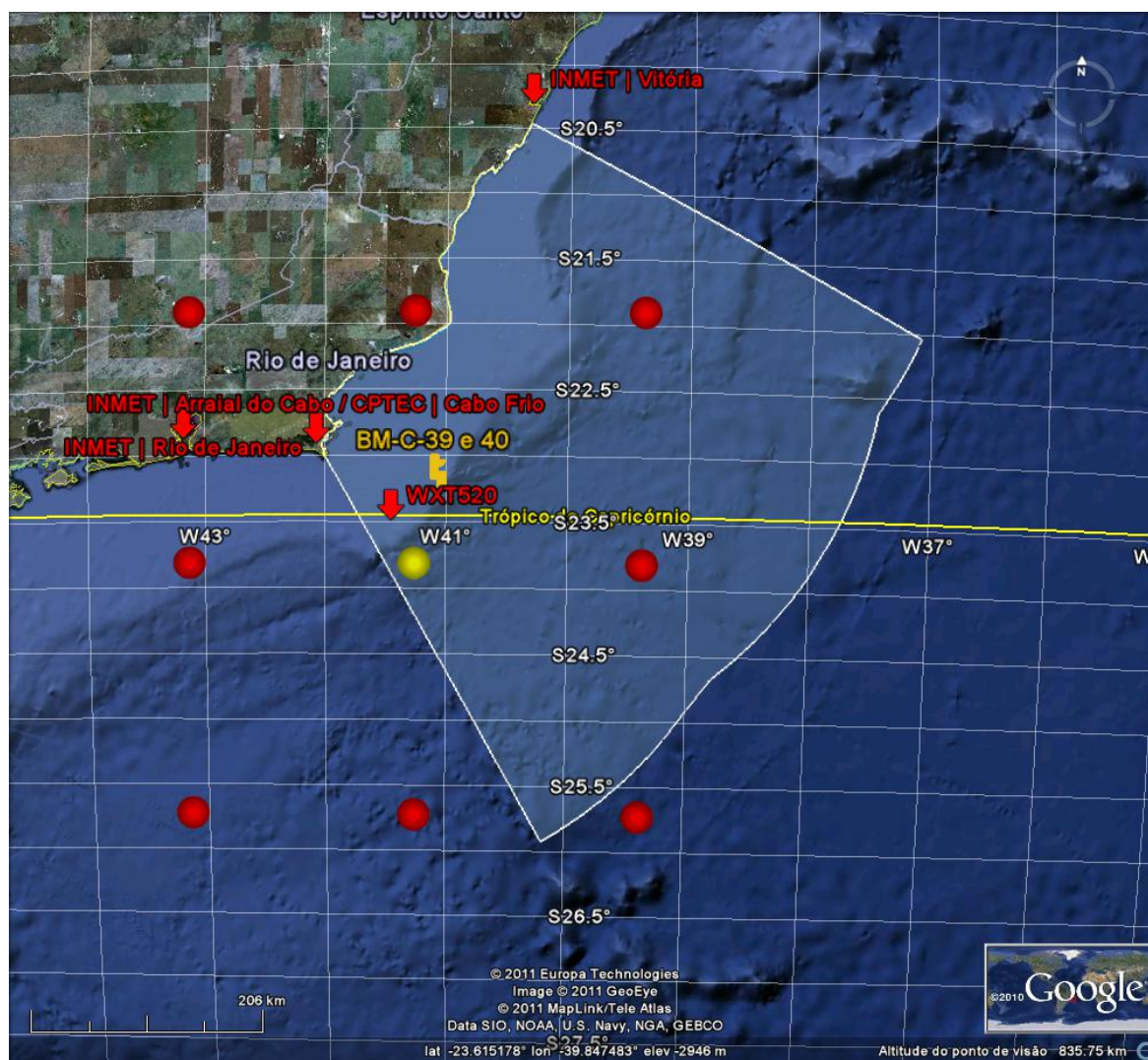


FIGURA II.5.1.1.3 – Localização das estações meteorológicas do INMET do Rio de Janeiro/RJ, Arraial do Cabo e Vitória/ES, da estação meteorológica do CPTEC de Cabo Frio, dos pontos de grade do NCEP utilizados para análises pontuais (ponto amarelo) e espaciais do regime de ventos (pontos vermelhos).

A Tabela II.5.1.1.1 apresenta um resumo dos dados utilizados para os diferentes parâmetros. Na Tabela II.5.1.1.2, apresenta-se as fontes de dados utilizados no estudo e suas respectivas localizações.

TABELA II.5.1.1.1 – Resumo dos parâmetros analisados, fontes e abrangência temporal e frequência dos dados utilizados.

	TA	P	PA	U	E	I	V	SF
INMET – Rio de Janeiro	Normais climatológicas (médias mensais) nos períodos de 1931 a 1960, e 1961 a 1990;							
INMET – Vitória	Normais climatológicas (médias mensais) nos períodos de 1931 a 1960, e 1961 a 1990;							

	TA	P	PA	U	E	I	V	SF	
INMET – Arraial do Cabo	Dados horários de janeiro de 2008 a março de 2010;								
NCEP/NCAR	Médias mensais de janeiro de 1979 a dezembro de 2008						Observações a cada 6 horas, dados de Jan/81 a Dez/10; Análise de extremos: dados a cada 6 horas no período de Jan/59 a Dez/08		
WXT520 <i>Sea Explorer</i>							Observações a cada 4 h, dados de Set/2010 a Jan/2011		
CPTEC/INPE								Boletim Climanálise - Passagem de frentes frias em Cabo Frio, entre Jan/96 e Dez/07	

TABELA II.5.1.1.2 – Localização das fontes de dados utilizadas.

Fontes	Coordenadas		Parâmetros
	Latitude	Longitude	
INMET - Rio de Janeiro	22,88° S	43,18° W	TA, P, E, UR, PA e I
INMET - Vitória	20,32° S	40,32° W	TA, P, E, UR, PA e I
INMET – Arraial do Cabo	22,98° S	42,02° W	TA, P, UR e PA
NCEP-NCAR (pontual)	23,81° S	41,25° W	V
WXT520 <i>Sea Explorer</i>	23,50° S	41,45° W	V
Climanálise/CPTEC/INPE	22,92° S	42,07° W	SF

Legenda: TA = Temperatura do Ar; P = Precipitação; E = Evaporação; UR = Umidade Relativa; UE = Umidade Específica; PA = Pressão Atmosférica; V = Ventos; I = Insolação; SF = Sistemas Frontais.

B.1. Temperatura

A temperatura média para as estações do Rio de Janeiro (Figura II.5.1.1.4) e de Vitória (Figura II.5.1.1.5), para os períodos de 1931 a 1960 e 1961 a 1990, apresentou o mesmo padrão de variação nas duas estações, sendo que na estação de Vitória, localizada mais ao norte, as temperaturas são ligeiramente superiores (~ 0,5°C). Em ambas as estações os meses mais quentes são os de verão, e os mais frios, os de inverno. O mês de fevereiro é, em média, o mais quente (~ 26,5°C no Rio de Janeiro e 27°C em Vitória), e julho o mais frio (~ 21,3°C no Rio de Janeiro e 21,7°C em Vitória). Os valores médios máximos ocorrem no mês de fevereiro, enquanto os valores médios mínimos são encontrados no mês de julho. As temperaturas médias máximas e mínimas apresentam o mesmo padrão. Pode-se observar que tanto na estação do Rio de Janeiro e de Vitória, o período compreendido entre 1961 e 1990 apresenta temperaturas mais elevadas.

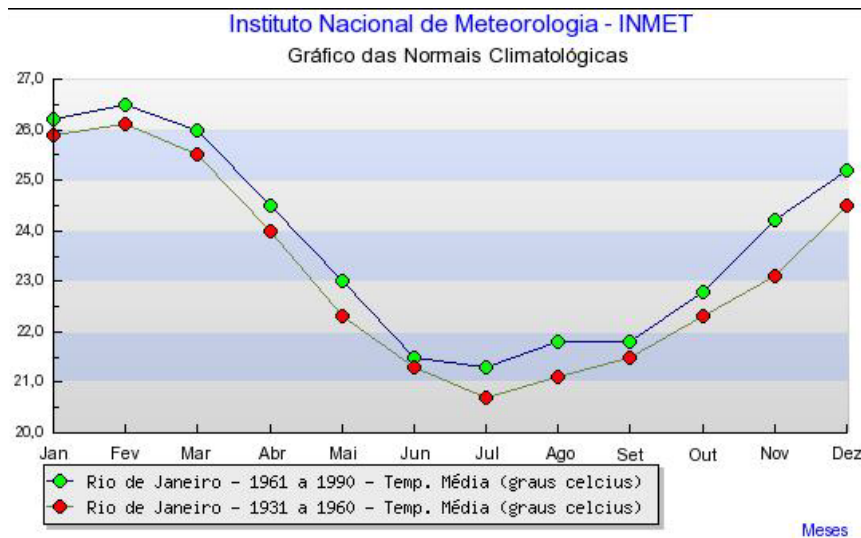


FIGURA II.5.1.1.4 – Temperatura média na estação do Rio de Janeiro

Fonte: INMET.

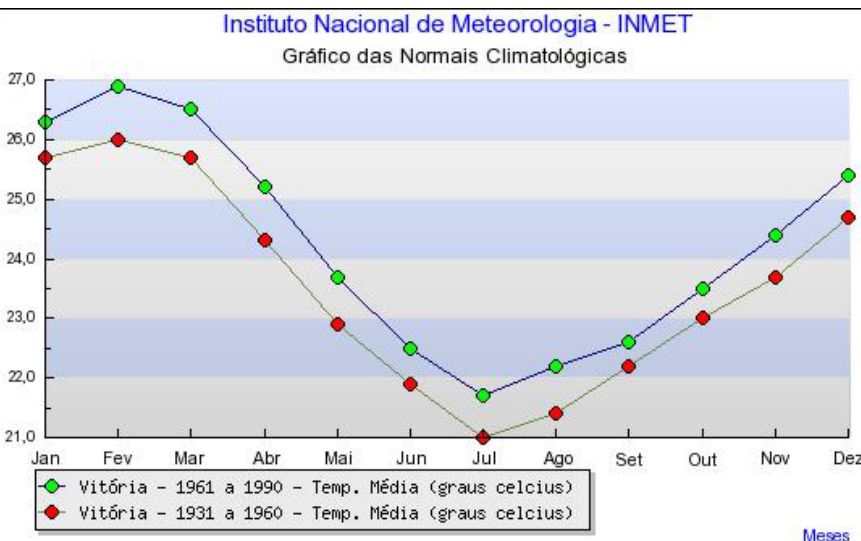


FIGURA II.5.1.1.5 – Temperatura média na estação de Vitória

Fonte: INMET.

Para avaliação das variações espaciais e sazonais da temperatura do ar na região da Bacia de Campos, são apresentadas, na Figura II.5.1.1.6 e na Figura II.5.1.1.7, médias sazonais dos dados de temperatura do ar a 2 m de altitude, obtidos a partir das reanálises do NCEP.

Como poderá ser verificado nas figuras a seguir, tanto para o período de verão – *dezembro a fevereiro* – (Figura II.5.1.1.6) quanto para o período de inverno – *junho a agosto* – (Figura II.5.1.1.7), há um aumento da temperatura em direção ao norte e ao leste da Bacia de Campos. Durante o verão, a região dos Blocos BM-C-39 e BM-C-40 se encontra com temperaturas médias entre 24,5 e 25,0°C, já no inverno, estas estão em ~ 21,5 e 22° C. De forma complementar, na Tabela II.5.1.1.3 é apresentada a estatística básica dos dados de temperatura do NCEP para toda área e período analisados.

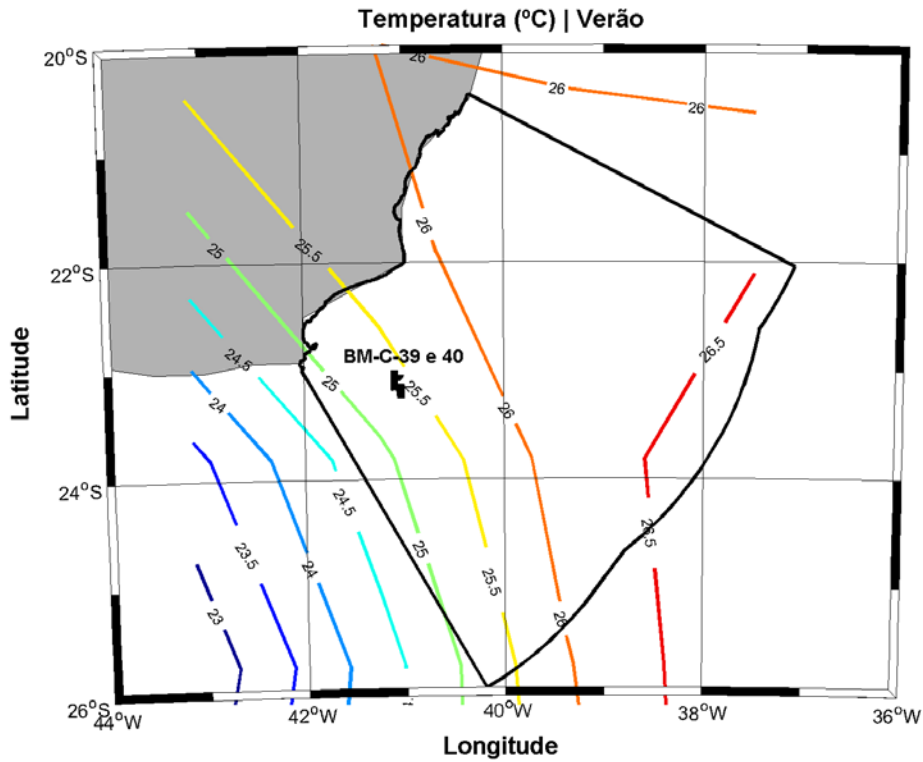


FIGURA II.5.1.1.6 – Temperatura média do ar (°C) na região da Bacia de Campos no período de verão (dezembro a fevereiro)

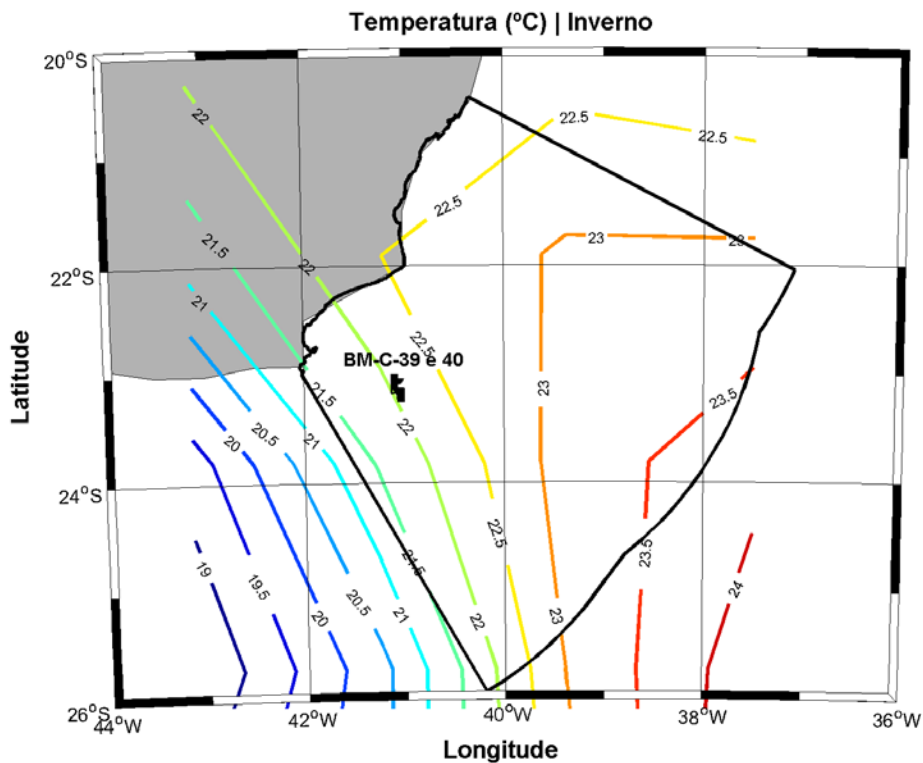


FIGURA II.5.1.1.7 – Temperatura média do ar (°C) na região da Bacia de Campos no período de inverno (junho a agosto)

TABELA II.5.1.1.3 – Estatística básica dos dados de temperatura do NCEP para todo período (1978 a 2007) e para toda região analisada.

Estação	Média (°C)	Média Máxima (°C)	Média Mínima (°C)	Desvio Padrão (°C)
Verão	24,55	27,49	21,99	0,36
Inverno	20,74	25,46	15,79	0,46

As temperaturas médias máximas nas estações meteorológicas do Rio de Janeiro (Figura II.5.1.1.8) e de Vitória (Figura II.5.1.1.9) também apresentam comportamento semelhante ao de temperatura média, com maiores e menores valores encontrados nos meses de fevereiro e julho, respectivamente, com exceção do período de 1961 a 1990 para estação do Rio de Janeiro, com menor temperatura média máxima em setembro.

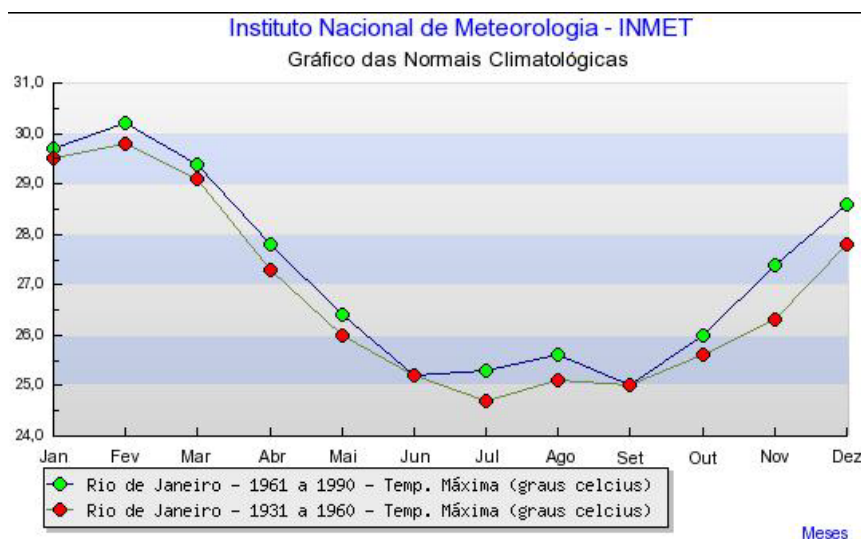


FIGURA II.5.1.1.8 – Temperatura máxima na estação do Rio de Janeiro

Fonte: INMET.

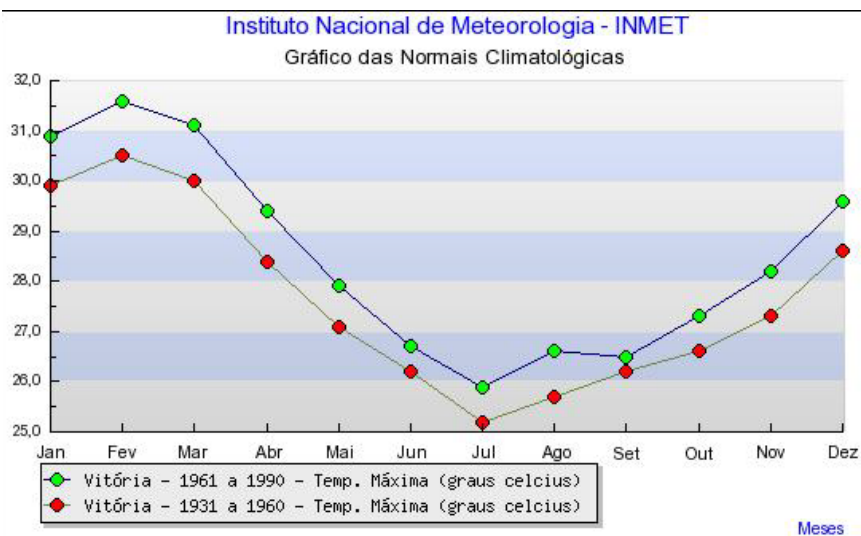


FIGURA II.5.1.1.9 – Temperatura máxima na estação de Vitória

Fonte: INMET.

As temperaturas médias mínimas nas duas estações (Figuras II.5.1.1.10 e II.5.1.1.11) também apresentam o mesmo padrão geral dos valores médios e máximos, com maiores e menores valores encontrados nos meses de fevereiro e julho, respectivamente. Observa-se que ambas as estações apresentam maiores valores no período compreendido entre 1961 e 1990.

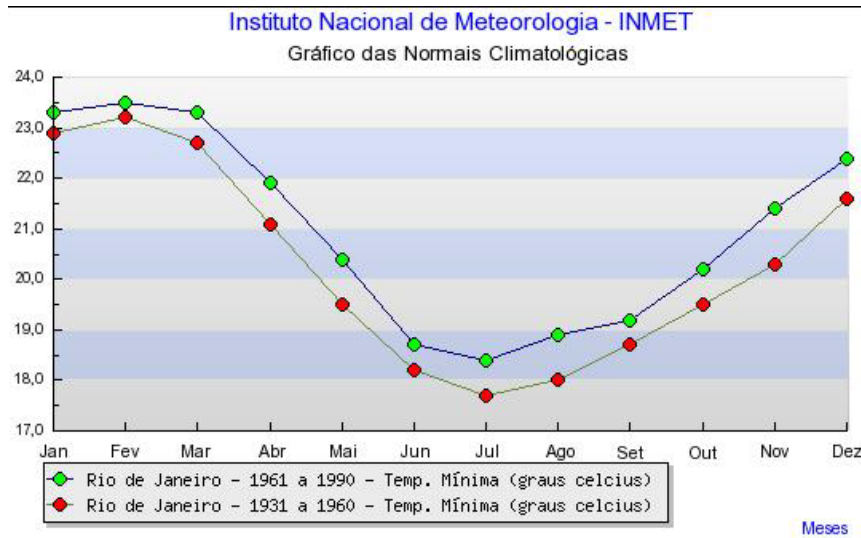


FIGURA II.5.1.1.10 – Temperatura mínima na estação do Rio de Janeiro
Fonte: Inmet

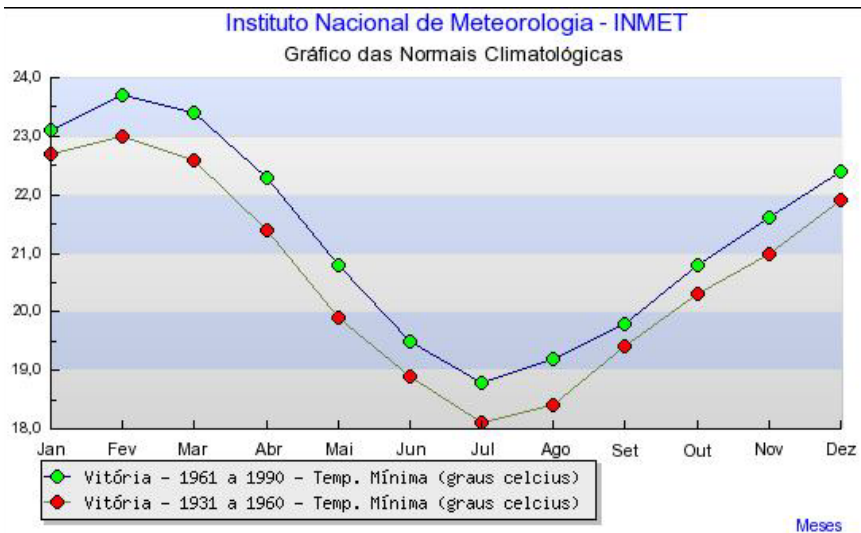


FIGURA II.5.1.1.11 – Temperatura mínima na estação de Vitória
Fonte: Inmet

Para análise da temperatura na região próxima aos Blocos BM-C-39 e BM-C-40, nas Figuras II.5.1.1.12 e II.5.1.1.13 são apresentados os dados da estação do INMET de Arraijal do Cabo, no período de janeiro de 2008 a março de 2010.

Verifica-se que na estação de Arraial do Cabo, durante o período de análise, as temperaturas médias (Figura II.5.1.1.12) apresentaram um comportamento distinto das normais climatológicas para as estações do Rio de Janeiro e de Vitória. Em média, o mês mais quente foi o de dezembro (temperatura média de 23,25°C) e o mais frio o de agosto (temperatura média de 21,5°C).

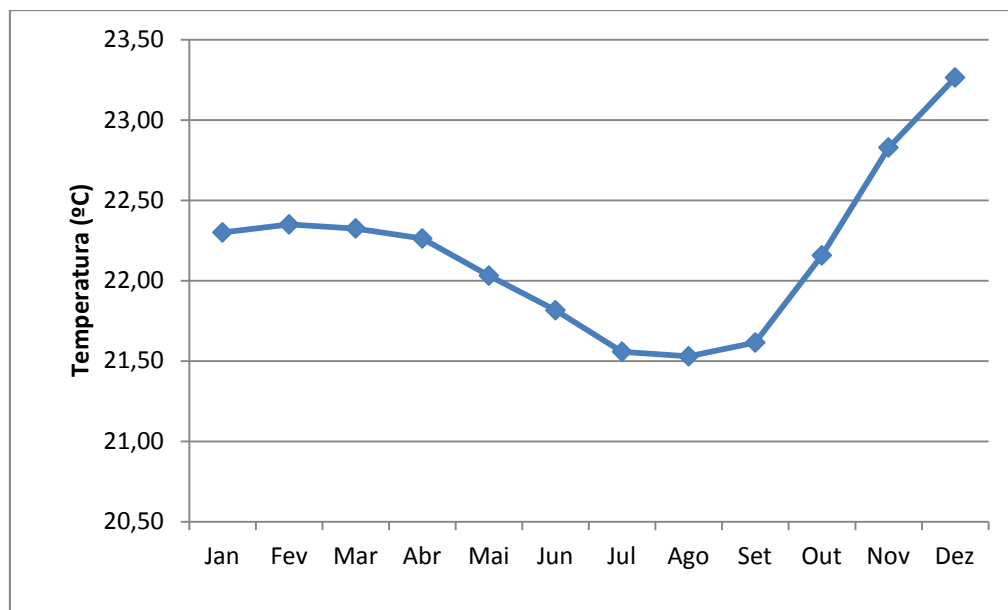


FIGURA II.5.1.1.12 – Temperatura média na estação de Arraial do Cabo/RJ

Na Figura II.5.1.1.13 é apresentada toda a série temporal, para avaliação da variabilidade da temperatura em menor período de tempo. Para verificação de eventos extremos, foram adotados dois limites em torno da média (23,58°C), um inferior (19,30°C) e outro superior (27,86°C) que, em módulo, correspondem a duas vezes o desvio padrão da média (2,14°C).

Como esperado, os dados apresentam tanto variações de alta frequência, da ordem de 1 dia, provocadas pelo aquecimento solar diário, como as variações de mais baixa frequência (período de 1 ano), associada aos ciclos sazonais (verão e inverno).

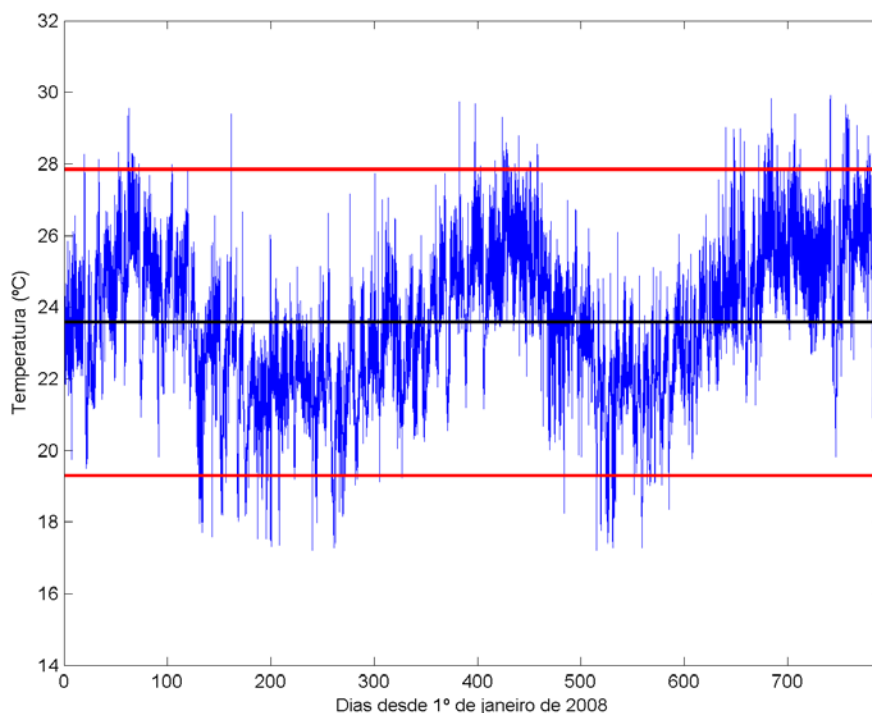


FIGURA II.5.1.1.13 – Série temporal de temperatura do ar na estação de Arraial do Cabo – RJ, para o período entre janeiro de 2008 e março de 2010. A linha central (preta) representa a média de temperatura, e as linhas vermelhas correspondem a duas vezes o desvio padrão.

Do total de 18.964 observações de temperatura, 252 excederam o limite superior, com o mês de março apresentando o maior número de eventos extremos (54 ocorrências). O limite inferior foi ultrapassado 363 vezes e, desse total, 63 ocorreram no mês de junho.

B.2 Precipitação

Em regiões tropicais, a precipitação reflete as características e comportamento de outros parâmetros, tais como temperatura, umidade relativa e regime de vento. Para as estações do Rio de Janeiro (Figura II.5.1.1.14) e de Vitória (Figura II.5.1.1.15), os valores médios de precipitação apresentam uma sazonalidade bem marcada, onde, são observadas maiores precipitações no verão, e menores no período de inverno. O mês com maior taxa de precipitação é o mês de dezembro, com precipitação de ~ 160 mm na estação do Rio de Janeiro e ~ 200mm na estação de Vitória. Agosto aparece como o mês com menor precipitação (~ 50 mm nas duas estações).

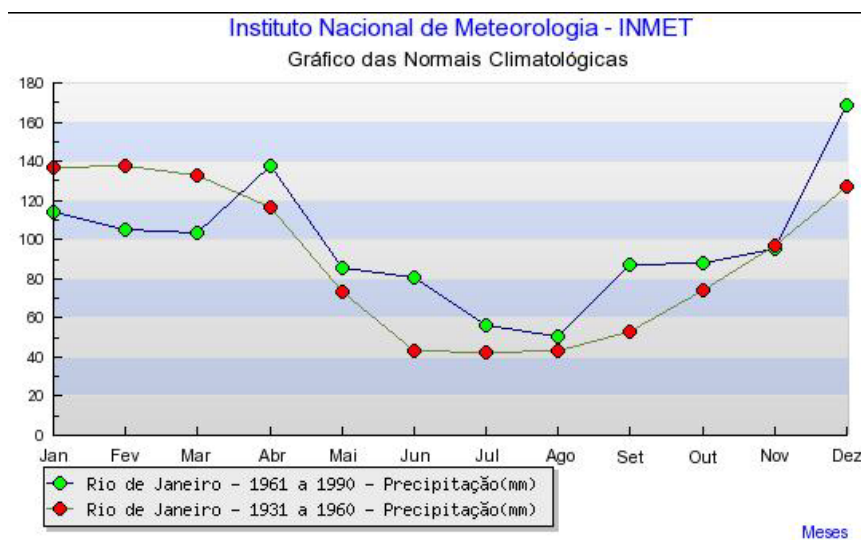


FIGURA II.5.1.1.14 – Precipitação na estação do Rio de Janeiro

Fonte: INMET.

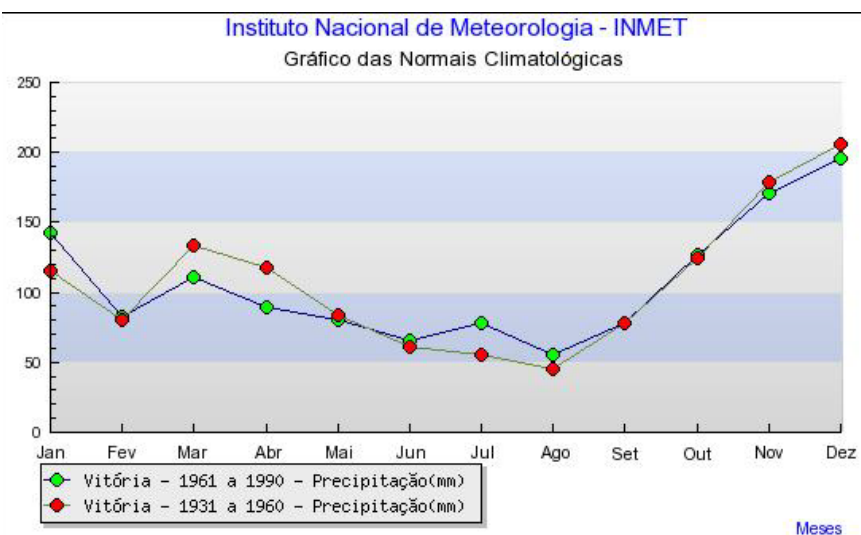


FIGURA II.5.1.1.15 – Precipitação na estação de Vitória

Fonte: INMET.

Para avaliação das variações espaciais e sazonais da precipitação na região da Bacia de Campos, são apresentadas, nas Figuras II.5.1.1.16 e II.5.1.1.17, médias sazonais dos dados de precipitação obtidos a partir das reanálises do NCEP. Nas duas situações médias, há um aumento da precipitação em direção ao sul da Bacia de Campos. Durante o verão as precipitações são mais elevadas, e este gradiente é mais acentuado.

A precipitação na região dos Blocos BM-C-39 e BM-C-40 é próxima de 40,0 kg/m² no período de verão – dezembro a fevereiro –, e é cerca de 27,5 kg/m² no período de inverno – junho a agosto. De forma complementar, na Tabela II.5.1.1.4 é apresentada a estatística básica dos dados de precipitação do NCEP para toda área e período analisados.

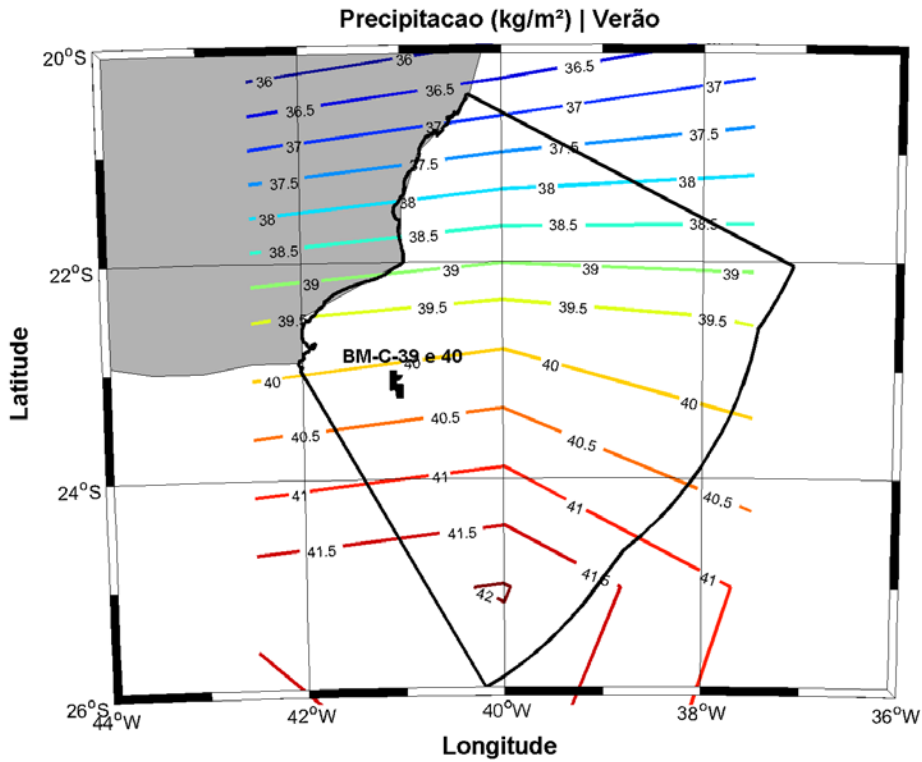


FIGURA II.5.1.1.16 – Precipitação (kg/m²) na região da Bacia de Campos no período de verão (dezembro a fevereiro)

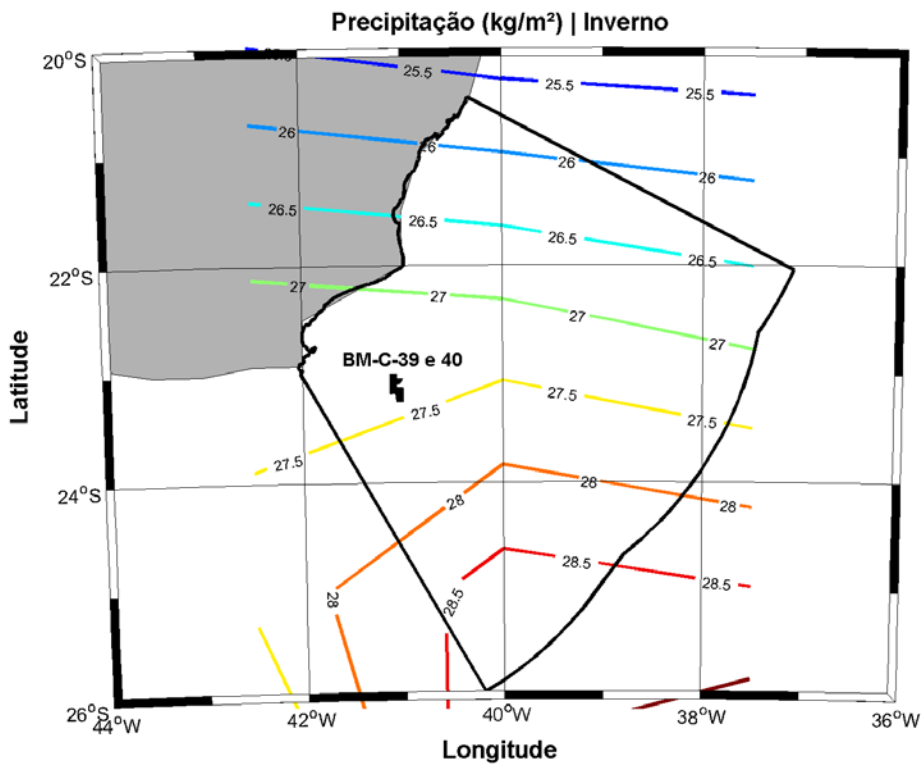


FIGURA II.5.1.1.17 – Precipitação (kg/m²) na região da Bacia de Campos no período de inverno (junho a agosto)

Tabela II.5.1.1.4 – Estatística básica dos dados de precipitação do NCEP para todo período (1978 a 2007) e para toda região analisada.

Estação	Média (kg/m ²)	Média Máxima (kg/m ²)	Média Mínima (kg/m ²)	Desvio Padrão (kg/m ²)
Verão	38,96	42,03	34,67	0,68
Inverno	26,8	29,1	25,35	0,42

Para análise da precipitação na região próxima aos Blocos BM-C-39 e BM-C-40, na Figura II.5.1.1.18 são apresentados os dados da estação do INMET de Arraial do Cabo, no período de janeiro de 2008 a março de 2010. A linha vermelha indicada no gráfico representa o limite de precipitação de 15 mm, no qual, apenas 0,1% das ocorrências têm valor superior.

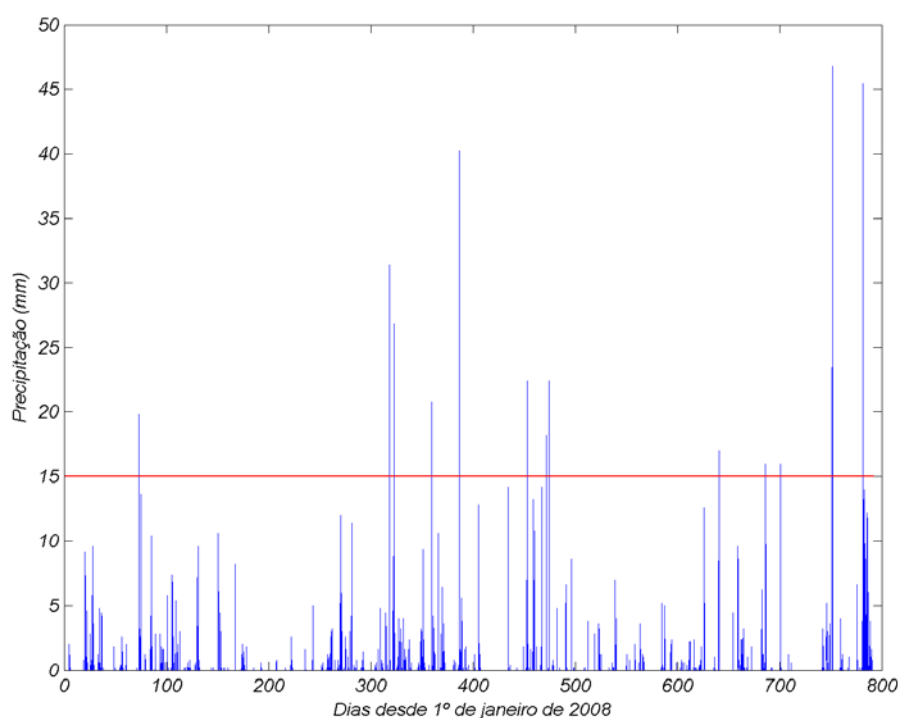


FIGURA II.5.1.1.18 – Série temporal de precipitação na estação de Arraial do Cabo – RJ, para o período entre janeiro de 2008 e março de 2010. A linha vermelha indica o limite definido para caracterização de eventos extremos.

O gráfico indica um máximo de precipitação de ~45mm ocorrendo no dia 7 de março de 2010. Do total de eventos extremos ocorridos, o mês de abril apresentou maior número de ocorrências, total de 6.

B.3. Evaporação

A evaporação, em geral, para ambas as estações (Figuras II.5.1.1.19 e II.5.1.1.20), apresenta menores valores no período de outono/inverno e maiores valores no período de primavera/verão. A estação do Rio de Janeiro tem taxas de evaporação maiores que as da estação de Vitória para o período de 1961 a 1990, e em ambas o máximo de evaporação ocorre em janeiro (112 mm – Rio de Janeiro e 88 mm – Vitória) e o mínimo em

junho (84 mm – Rio de Janeiro e 68 mm – Vitória). A evaporação média na estação do Rio de Janeiro apresenta valores mais altos no período de 1961 a 1990, enquanto a estação de Vitória o período com maiores valores é de 1931 a 1960.

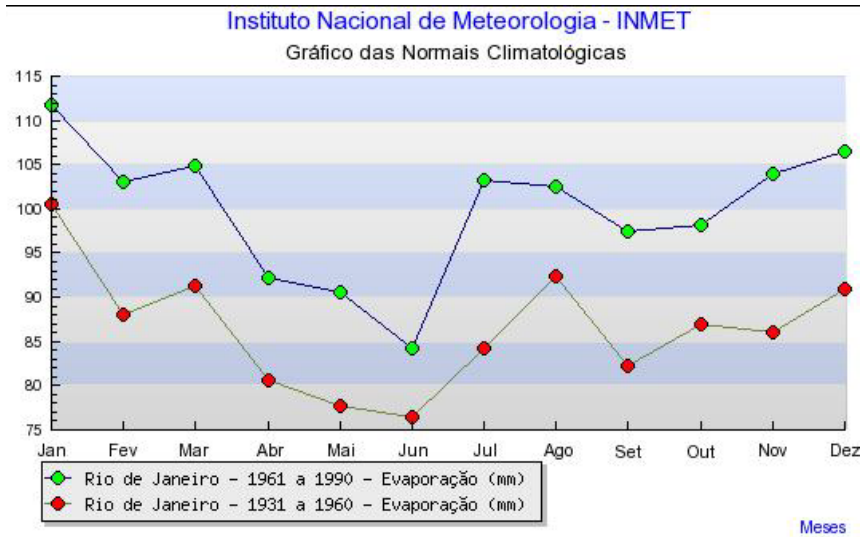


FIGURA II.5.1.1.19 – Evaporação na estação do Rio de Janeiro.

Fonte: INMET.

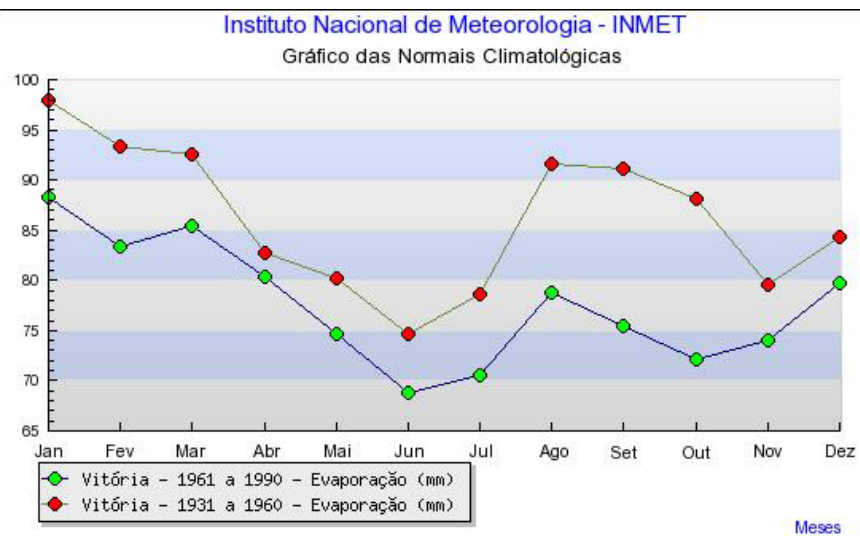


FIGURA II.5.1.1.20 – Evaporação na estação de Vitória.

Fonte: INMET.

B.4. Umidade relativa

Ao longo dos 60 anos amostrados nas duas estações (Figuras II.5.1.1.21 e II.5.1.1.22), a umidade relativa média variou de 81,5% a 75%. No período de 1931 a 1960, a estação do Rio de Janeiro apresentou o menor valor de umidade relativa no mês de agosto (75%) e o maior em março (~79%), enquanto na estação de Vitória, o valor mínimo ocorreu em fevereiro e o maior novembro (81,55%). No período de 1961 a 1990, os valores mínimos para estação do Rio de Janeiro (77%) foram registrados nos meses de julho e agosto e o

maior valor (80%) ocorreu nos meses de março, abril, maio, outubro e dezembro, enquanto que para a estação de Vitória, o valor mínimo (75%) ocorreu no mês de fevereiro e os maiores valores (78%) ocorreram em outubro, novembro e dezembro.

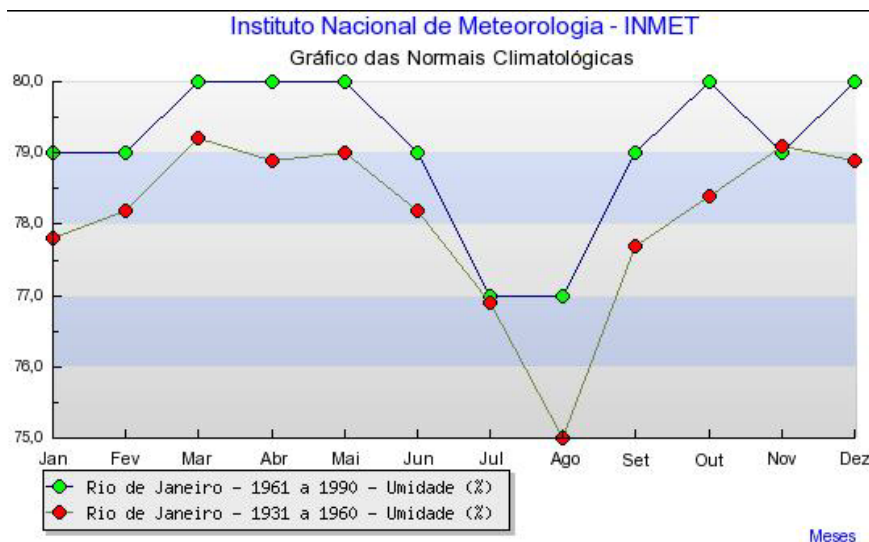


Figura II.5.1.1.21 – Umidade relativa na estação do Rio de Janeiro

Fonte: INMET.

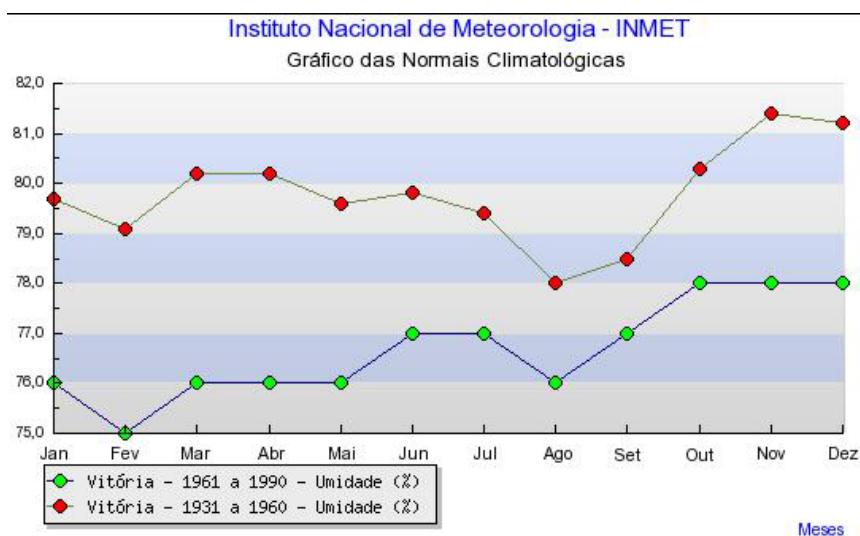


Figura II.5.1.1.22 – Umidade relativa na estação de Vitória

Fonte: INMET.

Para avaliação das variações espaciais e sazonais da umidade do ar na região da Bacia de Campos, são apresentadas, nas Figuras II.5.1.1.23 e II.5.1.1.24, as médias sazonais dos dados de umidade relativa do ar, obtidos a partir das reanálises do NCEP.

Durante o verão – *dezembro a fevereiro* – a umidade relativa aumenta em direção ao norte da Bacia de Campos. Na porção mais ao sul da Bacia, a umidade relativa é de aproximadamente 80%, passando para

umidades maiores que 81,5% ao norte da Bacia. Na área dos Blocos BM-C-39 e BM-C-40, a umidade relativa se encontra entre 80,5 e 81%. No inverno – *junho a agosto* – as maiores umidades são encontradas nas áreas centrais e ao norte da Bacia de Campos, diminuindo seus valores para leste e para oeste da Bacia. Na região dos Blocos BM-C-39 e BM-C-40, a umidade relativa esteve entre a faixa de 78,4 e 78,6%. De forma complementar, na Tabela II.5.1.1.5 é apresentada a estatística básica dos dados de umidade relativa do NCEP para toda área e período analisados.

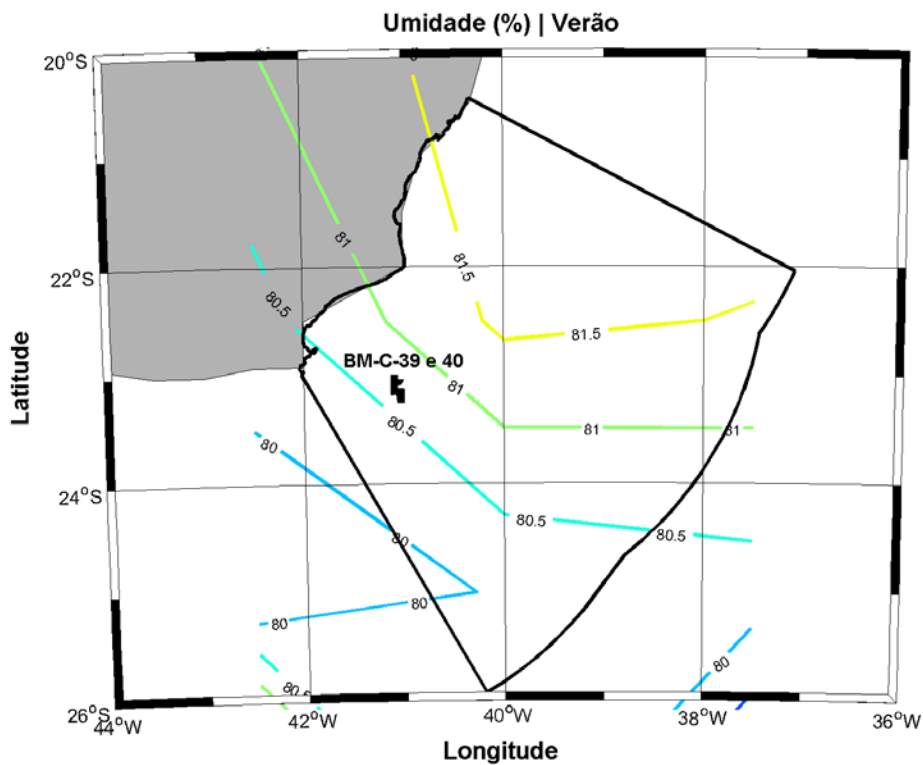


FIGURA II.5.1.1.23 – Umidade relativa do ar (%) na região da Bacia de Campos no período de verão (dezembro a fevereiro).

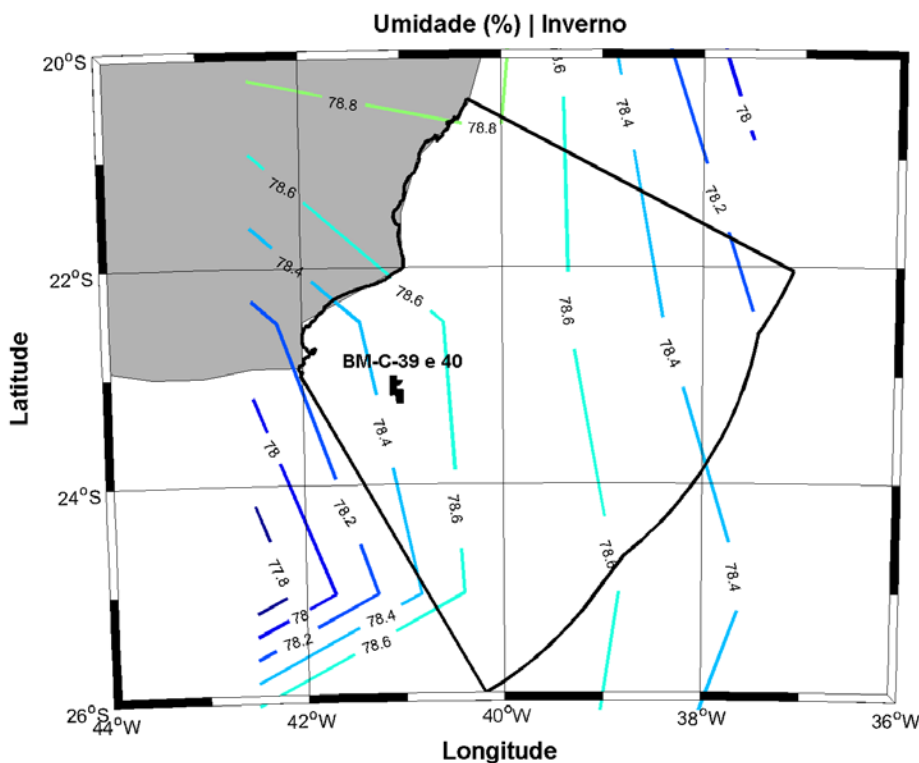


FIGURA II.5.1.1.24 – Umidade relativa do ar (%) na região da Bacia de Campos no período de inverno (junho a agosto).

TABELA II.5.1.1.5 Estatística básica dos dados de umidade específica do NCEP para todo período (1978 a 2007) e para toda região analisada.

Estação	Média (%)	Média Máxima (%)	Média Mínima (%)	Desvio Padrão (%)
Verão	80,99	81,78	79,53	0,29
Inverno	78,25	79,10	77,60	0,71

Para análise da umidade relativa na região dos Blocos BM-C-39 e BM-C-40, nas Figuras II.5.1.1.25 e II.5.1.1.26 são apresentados os dados da estação de Arraial do Cabo – RJ no período de 2008 a 2010.

Na estação de Arraial do Cabo, as médias mensais das umidades relativas apresentaram pequenas variações ao longo do ano, com mínimo (86,5%) em dezembro, e máximo (~91%) em julho, agosto e setembro.

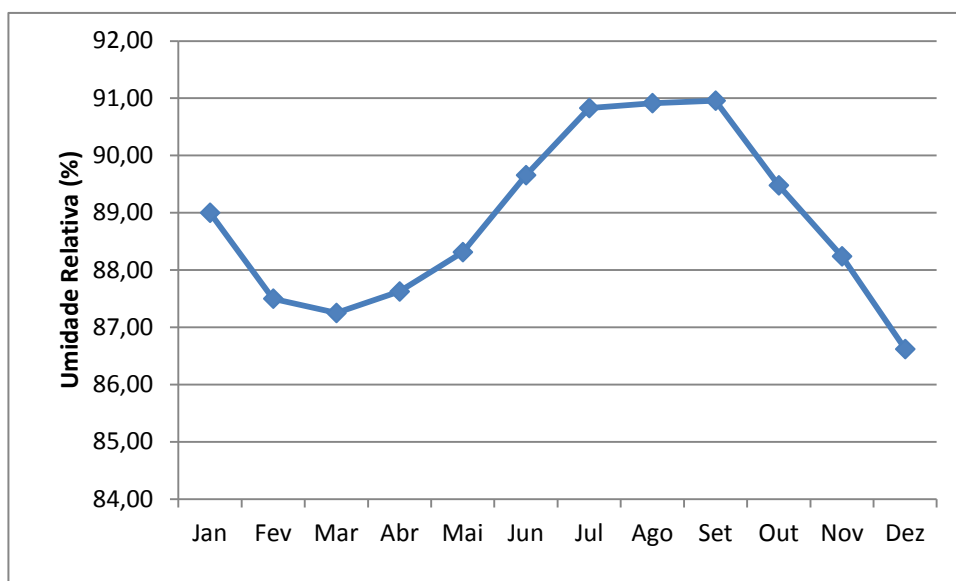


FIGURA II.5.1.1.25 – Umidade relativa do ar na estação de Arraial do Cabo – RJ

Na Figura II.5.1.1.26 é apresentada toda a série temporal, para avaliação da variabilidade da umidade relativa em menor período de tempo. No gráfico, a linha preta indica a média de umidade (83,66%), enquanto que as linhas vermelhas indicam no gráfico os limites superiores (~96%) e inferiores (~53) para avaliação de eventos extremos. Apenas 0,1% dos dados ultrapassaram os limites superiores e inferiores.

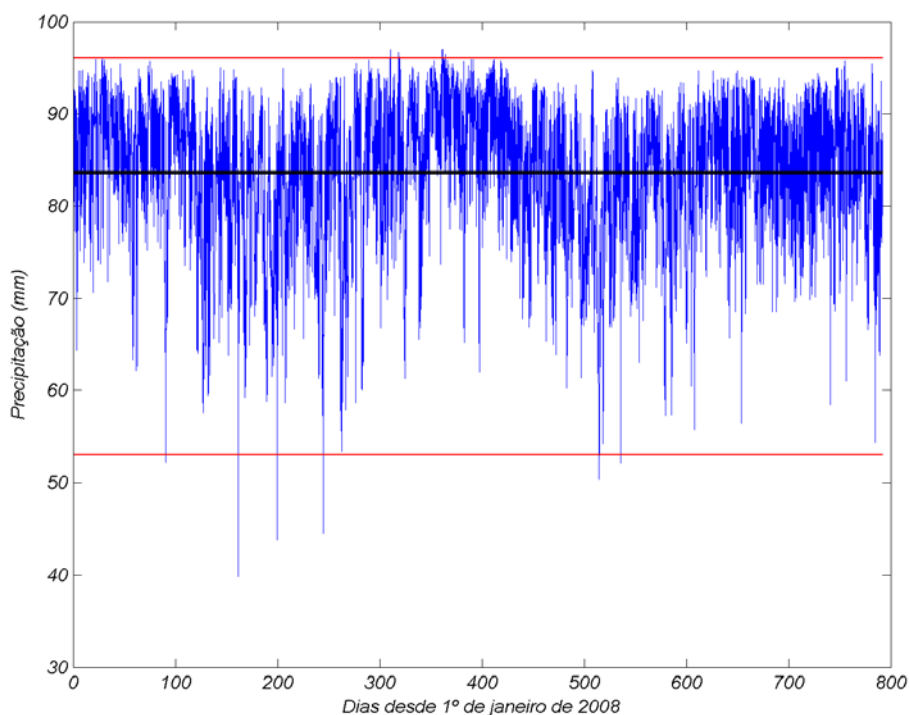


FIGURA II.5.1.1.26 – Série temporal de umidade relativa do ar na estação de Arraial do Cabo, para o período entre janeiro de 2008 e março de 2010

O gráfico indica um máximo de umidade de ~97%, ocorrendo no dia 27 de dezembro de 2008, e um mínimo de ~39% verificado no dia 10 de junho de 2008. Todos os eventos máximos que ultrapassaram o limite superior ocorreram nos meses de dezembro (10 ocorrências) e novembro (9 ocorrências). Dos 19 eventos extremos, o mês de junho foi o que apresentou mais ocorrências (11).

B.5. Pressão atmosférica

A média da pressão atmosférica, na estação do Rio de Janeiro (Figura II.5.1.1.27) e na estação de Vitória (Figura II.5.1.1.28), apresenta valores máximos no período de inverno, com um pico em julho, e menores valores no verão. Esse padrão de maiores valores no período de inverno coincide com a migração característica da ASAS para oeste, se aproximando do continente, e aos menores valores de temperatura do ar no período de inverno.

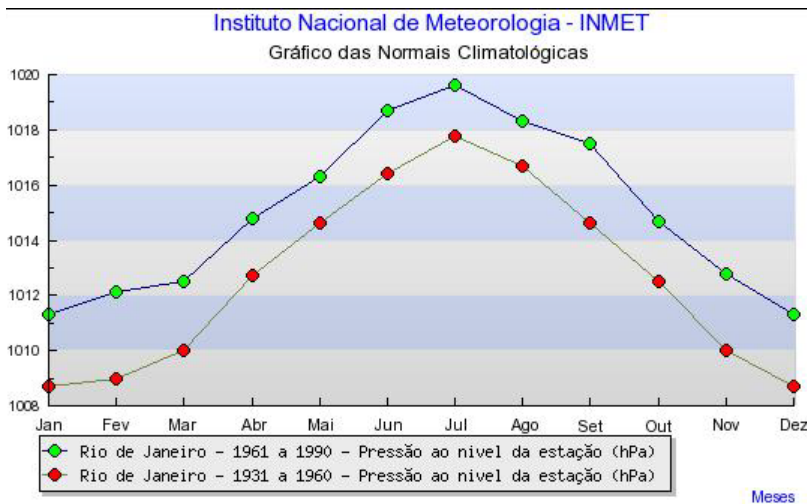


FIGURA II.5.1.1.27 – Pressão atmosférica na estação do Rio de Janeiro.

Fonte: INMET.

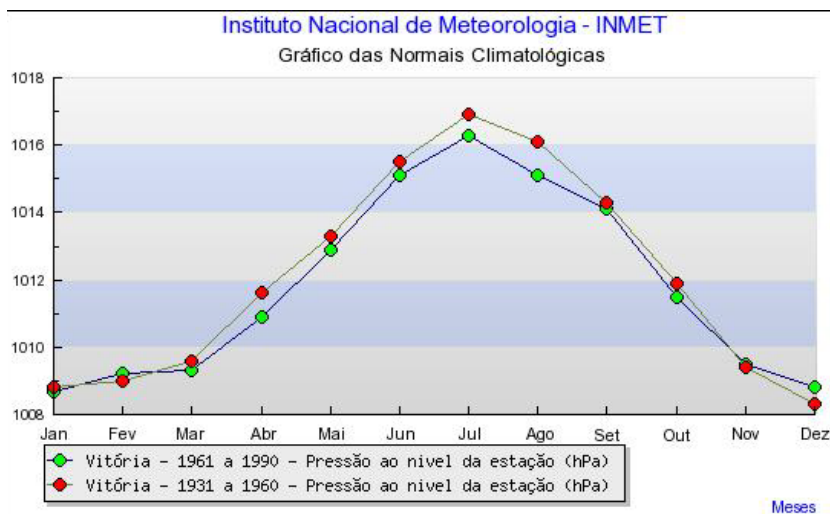


FIGURA II.5.1.1.28 – Pressão atmosférica na estação de Vitória

Fonte: INMET.

Para avaliação das variações espaciais e sazonais da pressão atmosférica na região da Bacia de Campos, são apresentadas, nas Figuras II.5.1.1.29 e II.5.1.1.30, médias sazonais dos dados de pressão atmosférica, obtidos a partir das reanálises do NCEP.

Como poderá ser verificado nas figuras apresentadas a seguir, tanto para o período de verão – *dezembro a fevereiro* – (Figura II.5.1.1.29) quanto para o período de inverno – *junho a agosto* – (Figura II.5.1.1.30), o padrão espacial apresentado pelo parâmetro é semelhante para as duas estações, sendo apenas verificados maiores valores de pressão no período de inverno, e a presença de um núcleo de alta pressão (1024 hPa) à sudeste dos Blocos BM-C-39 e BM-C-40 nesse mesmo período. De forma complementar, na Tabela II.5.1.1.6 é apresentada a estatística básica dos dados de pressão atmosférica do NCEP para toda a área e o período analisados.

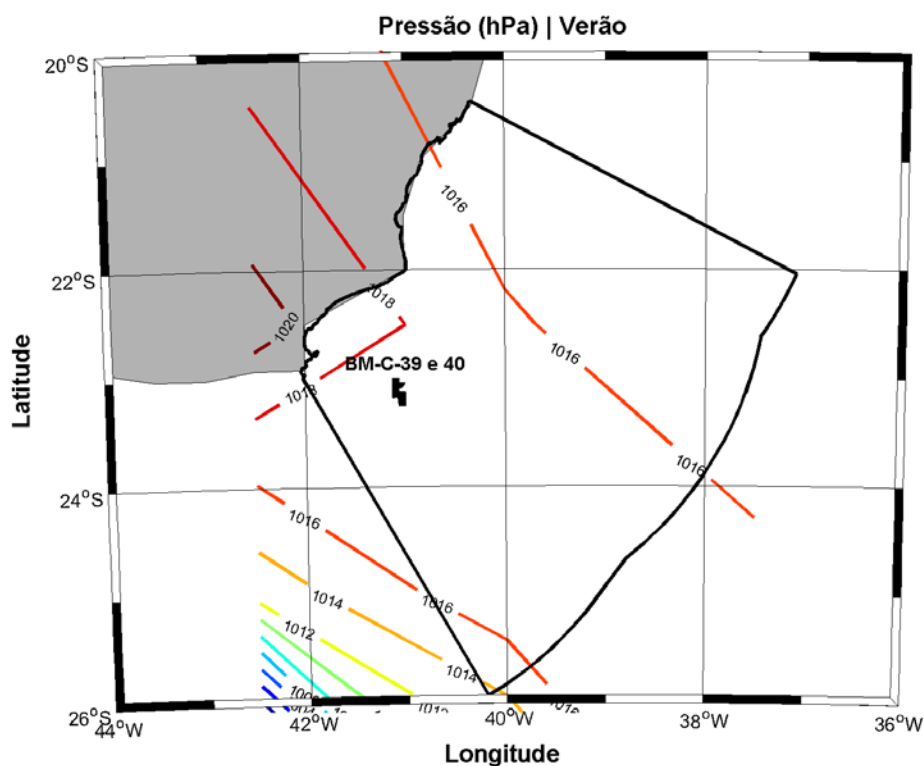


FIGURA II.5.1.1.29 – Pressão atmosférica (hPa) na região da Bacia de Campos no período de verão (dezembro a fevereiro).

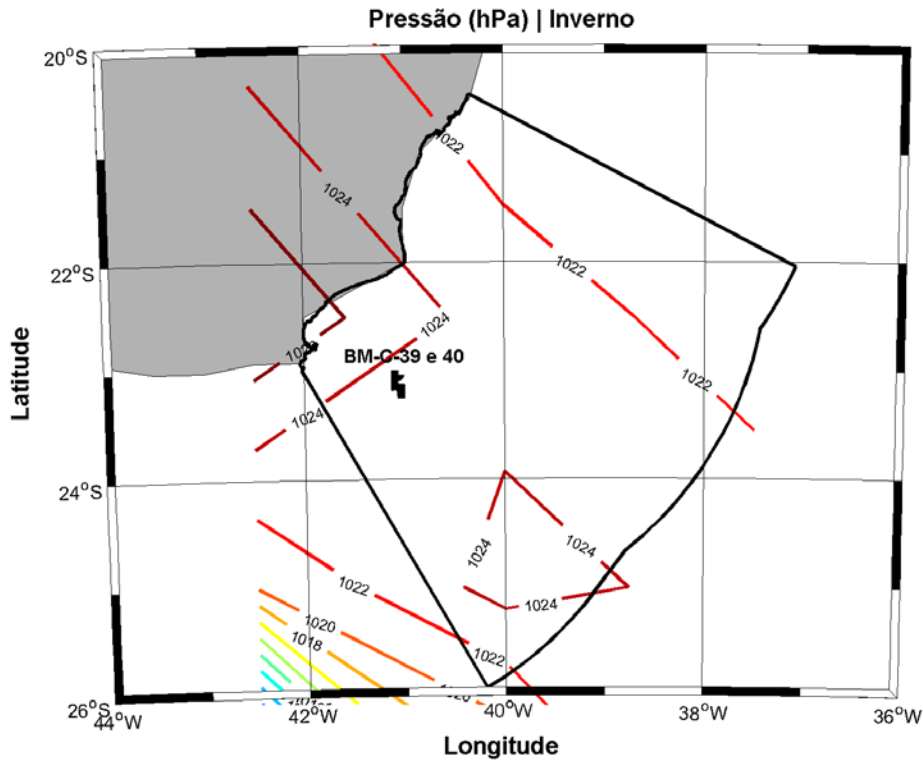


FIGURA II.5.1.1.30 – Pressão atmosférica (hPa) na região da Bacia de Campos no período de inverno (junho a agosto).

TABELA II.5.1.1.6 – Estatística básica dos dados de pressão atmosférica do NCEP para todo período (1980 a 2009) e para toda a região analisada.

Estação	Média (hPa)	Média Máxima (hPa)	Média Mínima (hPa)	Desvio Padrão (hPa)
Verão	1014,20	1020,80	1002,00	5,50
Inverno	1020,80	1027,80	1008,00	5,12

Para análise da Pressão Atmosférica na região próxima aos Blocos BM-C-39 e BM-C-40, nas Figuras II.5.1.1.31 e II.5.1.1.32 são apresentados os dados da estação de Arraial do Cabo - RJ no período de 2008 a 2010.

Na estação de Arraial do Cabo, as médias mensais de Pressão Atmosférica (Figura II.5.1.1.31) apresentaram padrão diferente dos verificados nas estações do Rio de Janeiro e Vitória com valores máximos no verão e mínimos no inverno.

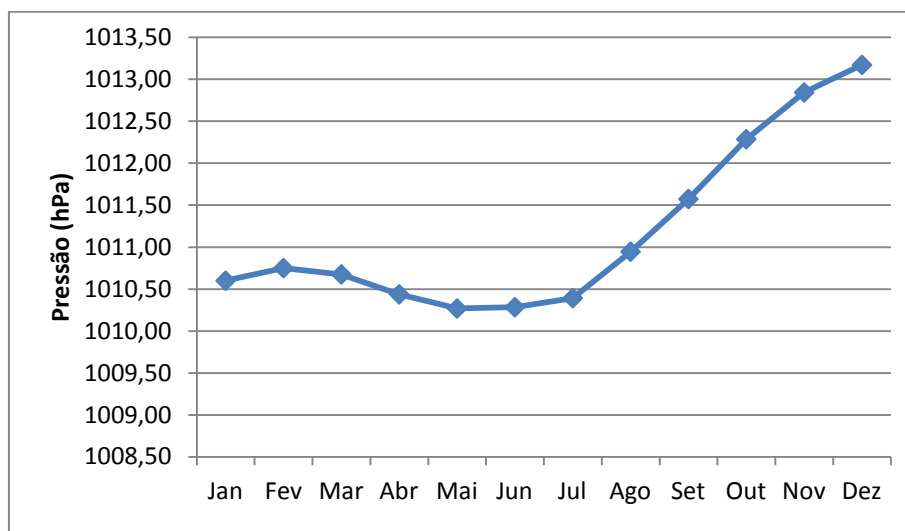


FIGURA II.5.1.1.31 – Pressão atmosférica na estação de Arraial do Cabo – RJ

Na Figura II.5.1.1.32 é apresentada toda a série temporal, para avaliação da variabilidade da Pressão Atmosférica em menor período de tempo. Para verificação de eventos extremos, foram adotados dois limites em torno da média (~1015 hPa), um inferior (1005,5 hPa) e outro superior (~1023 hPa), que em módulo correspondem a duas vezes o desvio padrão da média (~4.5 hPa).

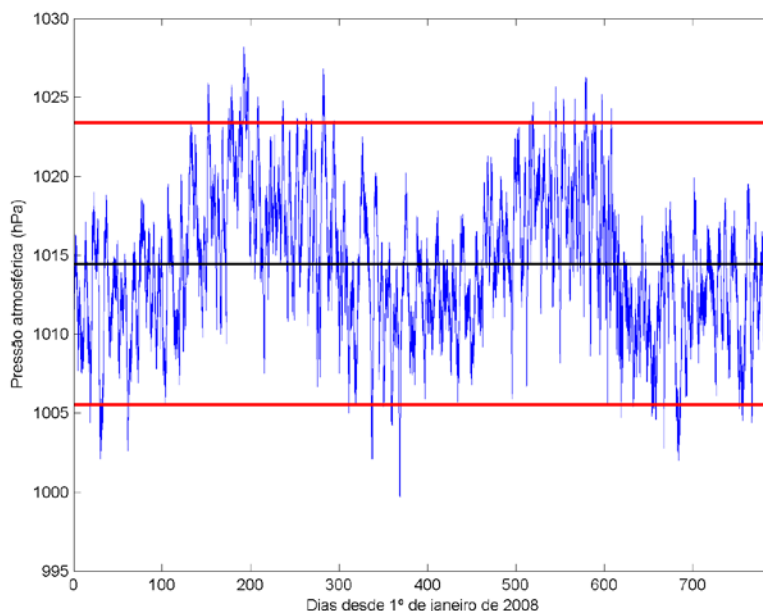


FIGURA II.5.1.1.32 – Série temporal de pressão atmosférica na estação de Arraial do Cabo – RJ, para o período entre janeiro de 2008 e março de 2010. A linha central (preta) representa a média de pressão, e as linhas vermelhas correspondem a duas vezes o desvio padrão.

O gráfico indica um máximo de pressão de 1028hPa, ocorrendo no dia 11 de julho de 2008, e um mínimo de 1000 hPa verificado no dia 3 de janeiro de 2009. O mês de julho aparece como o mês com maior número de eventos máximos, enquanto que o mês de dezembro apresentou maior ocorrência de eventos mínimos.

B.6. Insolação

A média de insolação para as estações do Rio de Janeiro (Figura II.5.1.1.33) e de Vitória (Figura II.5.1.1.34) apresenta valores máximos para o período de verão. Os valores mínimos de insolação diferem entre as estações, enquanto na estação do Rio de Janeiro a menor média é registrada no mês de setembro, na estação de Vitória o menor registro é encontrado no mês de outubro e novembro para o período de 1931 a 1960 e 1961 a 1990, respectivamente.

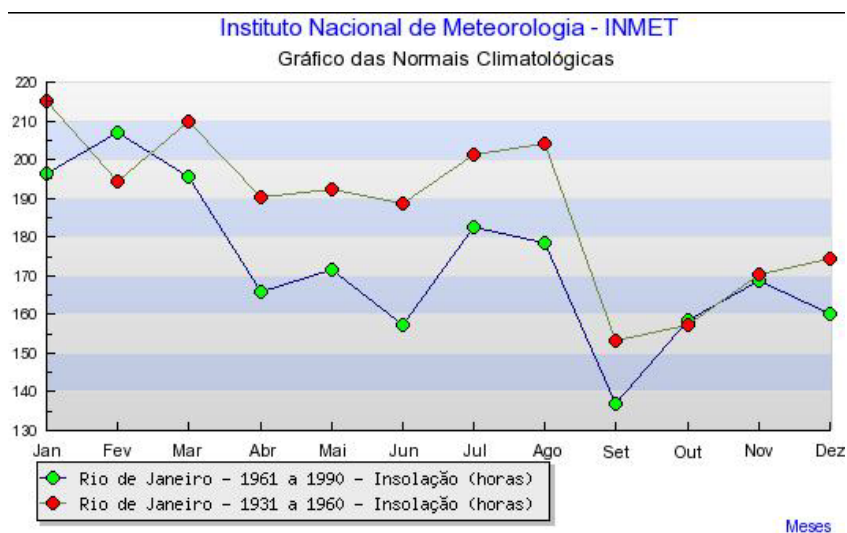


FIGURA II.5.1.1.33 – Insolação na estação do Rio de Janeiro
Fonte: INMET.

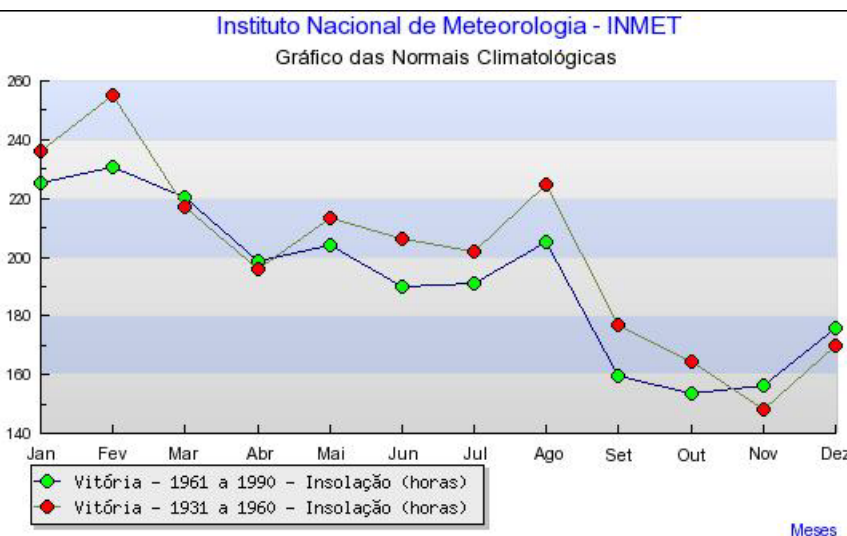


FIGURA II.5.1.1.34 – Insolação na estação de Vitória
Fonte: INMET.

B.7. Ventos

A partir dos histogramas direcionais de ventos elaborados com os dados da reanálise do NCEP, verifica-se que na região da Bacia de Campos, em média, não há grande variação espacial nos campos de ventos, como demonstra a Figura II.5.1.1.35. A situação típica na região é marcada por ventos com direção predominante de norte e nordeste. Esse regime, entretanto é perturbado por eventos transientes associados a sistemas frontais, onde predominam os ventos de direção sul, variando de sudeste a sudoeste, nessa ordem.

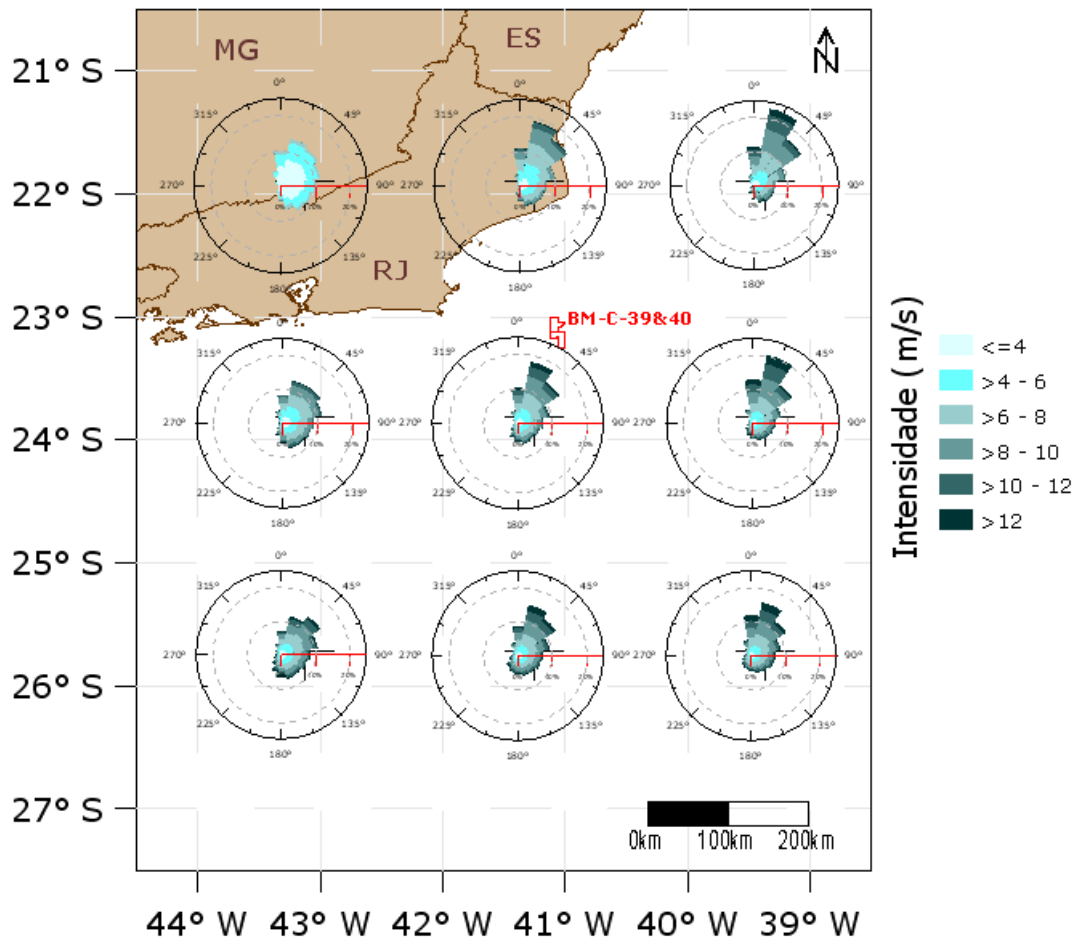


FIGURA II.5.1.1.35 – Histograma direcional dos ventos na região da Bacia de Campos. Dados de 1981 a 2010.

Fonte: NCEP.

Nas Figuras II.5.1.1.36 e II.5.1.1.37, são apresentadas as rosas mensais dos ventos para o ponto de grade do NCEP mais próximo aos Blocos BM-C-39 e BM-C-40 (23,81° S; 41,25° W).

A análise dos dados de vento obtidos a partir das reanálises II do NCEP demonstra que o período compreendido entre abril e julho, nesta região, é marcado pela predominância de ventos de direção Nordeste, porém com grande incidência de ventos de direção Sul. O período que vai de agosto a março, apresenta dominância de ventos cuja direção varia de Norte a Nordeste.

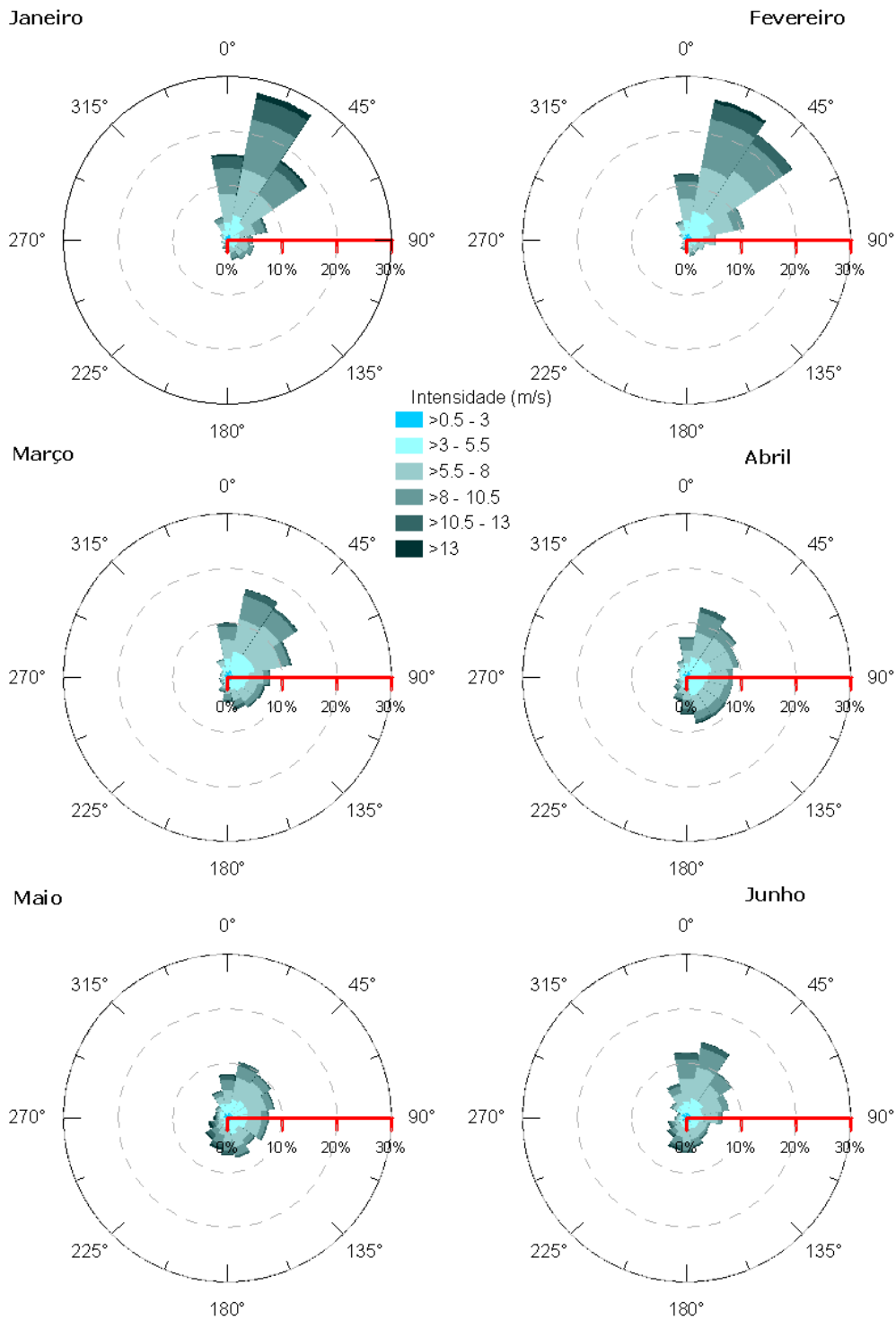


FIGURA II.5.1.1.36 – Rosa dos Ventos (m/s) para os meses de janeiro a junho.

Fonte: NCEP.

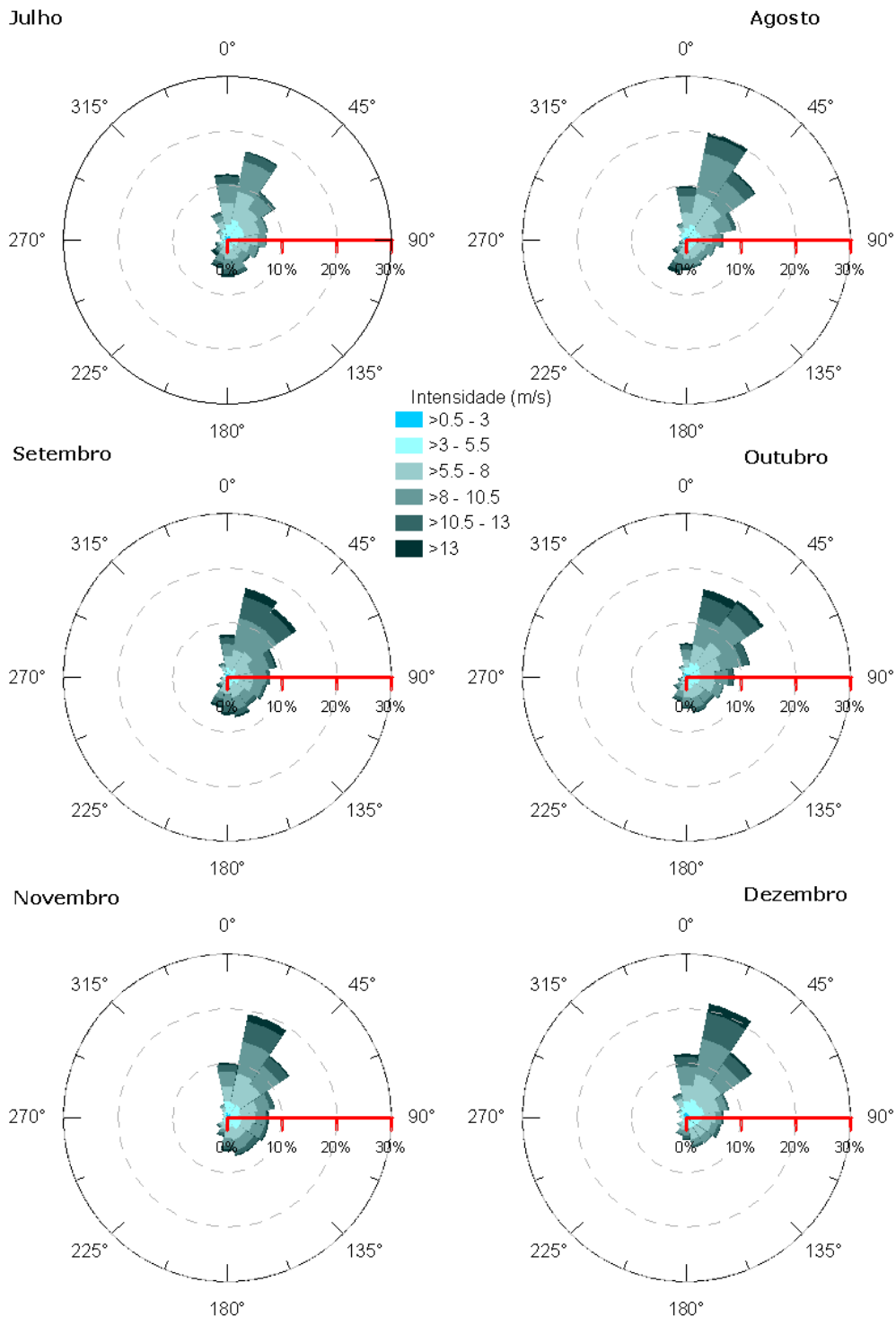


FIGURA II.5.1.1.37 – Rosa dos Ventos (m/s) para os meses de julho a dezembro.

Fonte: NCEP.

Na Tabela II.5.1.1.7, é apresentada a ocorrência conjunta de intensidade e direção dos ventos na região dos Blocos BM-C-39 e BM-C-40 usando como base os dados do NCEP para o período de 1981 a 2010. Nesta, as

direções representam as seguintes faixas de direção: N (337,5°-22,5°), NE (22,5°-67,5°), E (67,5°-112,5°), SE (112,5°-157,5°), S (157,5°-202,5°), SW (202,5°-247,5°), W (247,5°-292,5°) e NW (292,5°-337,5°).

TABELA II.5.1.1.7 – Ocorrência conjunta de intensidade e direção dos ventos nos Blocos BM-C-39 e BM-C-40 para o período de 1981 a 2010.

Direção >>		N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Total	Freq (%)
Intensidade (m/s)											
0,5	3	631	780	735	601	433	375	371	479	4405	9,42%
3	5,5	1930	2578	1971	1550	1196	592	390	613	10820	23,14%
5,5	8	2995	4638	2522	1892	1555	706	202	429	14939	31,95%
8	10,5	2770	3812	1259	1172	1214	551	98	181	11057	23,65%
10,5	13	1243	1478	288	331	540	320	46	62	4308	9,21%
>13		336	322	54	77	222	151	49	12	1223	2,62%
Total		9905	13608	6829	5623	5160	2695	1156	1776	46752	-
Freq (%)		21,19%	29,11%	14,61%	12,03%	11,04%	5,76%	2,47%	3,80%	-	-

Fonte: NCEP.

Nos 30 anos analisados observa-se que das 46.752 informações, a maior incidência foi de ventos de NE, com 13.608 ocorrências (29,11%) e N, 9.905 ocorrências (21,19%), com 31,95% das intensidades situadas entre 5,5 e 8,0 m/s. Os eventos com intensidades acima de 13,0 m/s representaram 2,62 % do total de ocorrências.

A estatística mensal apresentada na Tabela II.5.1.1.8 permite identificar a variabilidade apresentada pelo vento ao longo do ano.

TABELA II.5.1.1.8 – Estatística mensal dos ventos nos Blocos BM-C-39 e BM-C-40 para o período de 1981 a 2010

Meses	Direção (°)	Intensidade (m/s)	Desvio Padrão	Máxima Absoluta (m/s)	Média das Máximas (m/s)	Desvio Padrão
Jan	NE	7,16	2,85	17,88	13,62	1,83
Fev	NE	6,65	2,72	15,73	12,95	1,51
Mar	NE	6,12	2,68	17,25	12,97	1,67
Abr	E	6,19	2,63	18,45	13,51	2,00
Mai	E	6,41	2,97	19,70	14,61	2,72
Jun	NE	6,42	2,77	19,34	14,21	2,18
Jul	NE	7,06	2,89	19,89	14,85	2,09
Ago	NE	7,38	2,93	20,12	14,89	2,04
Set	E	8,05	3,10	17,96	15,65	1,41
Out	NE	7,52	3,08	17,37	14,68	1,59
Nov	NE	7,34	3,10	16,86	14,64	1,57
Dez	NE	7,14	3,15	18,86	14,90	1,99

Fonte: NCEP.

Observa-se que, em média, os ventos variam entre NE e E ao longo de todo o ano. Setembro aparece como o mês de maior intensidade média, 8,05 m/s, e maior média das máximas (15,65 m/s), e no mês de agosto, ocorreu a maior máxima absoluta, com ventos de 20,12 m/s, provavelmente associados à passagem de um sistema frontal.

De forma complementar a Figura II.5.1.1.38 apresenta a climatologia mensal de intensidade máxima por direção do vento. Eventos extremos de ventos parecem estar associados, na maior parte dos casos, com direções de E e SE.

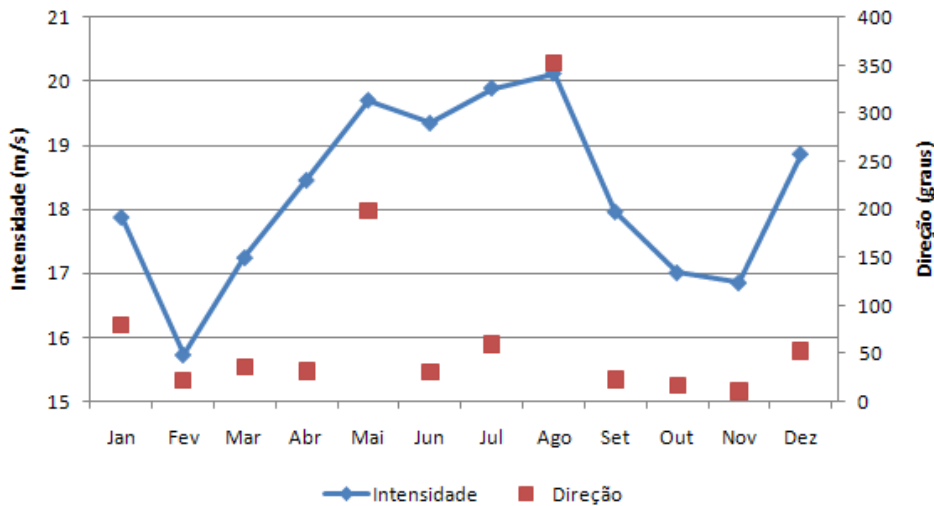


FIGURA II.5.1.1.38 – Intensidade máxima por direção do vento

Fonte: NCEP.

Analisando os dados de ventos coletados pela estação meteorológica WXT520, na região dos Blocos BM-C-39 e BM-C-40, podemos verificar que para todo o período de informações (setembro de 2010 a janeiro de 2011), predominaram os ventos de N e NE, como pode ser observado na Figura II.5.1.1.39.

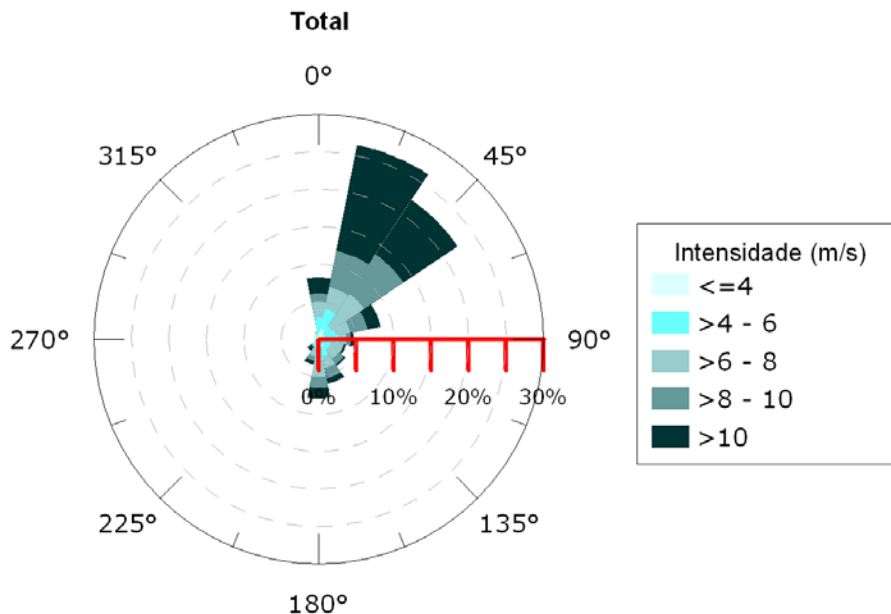


FIGURA II.5.1.1.39 – Rosa dos ventos na região dos Blocos BM-C-39 e BM-C-40, para o período entre setembro de 2010 e janeiro de 2011.

As rosas dos ventos mensais (Figura II.5.1.1.40), elaboradas com os mesmos dados, indicam que o mês de setembro apresentou um maior percentual de ventos com intensidades superiores a 10 m/s. Esses ventos mais intensos em setembro ocorrem tanto na direção NNE, associada a bom tempo, quanto na direção sul, característica da passagem de frentes frias. A maior ocorrência de ventos de S no período de primavera (setembro a novembro) indica que este período é mais propício à passagem de sistemas frontais na região. No período de verão (dezembro e janeiro), o fortalecimento do Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul (ASAS) dificulta a passagem das frentes frias, diminuindo a ocorrência de ventos de S.

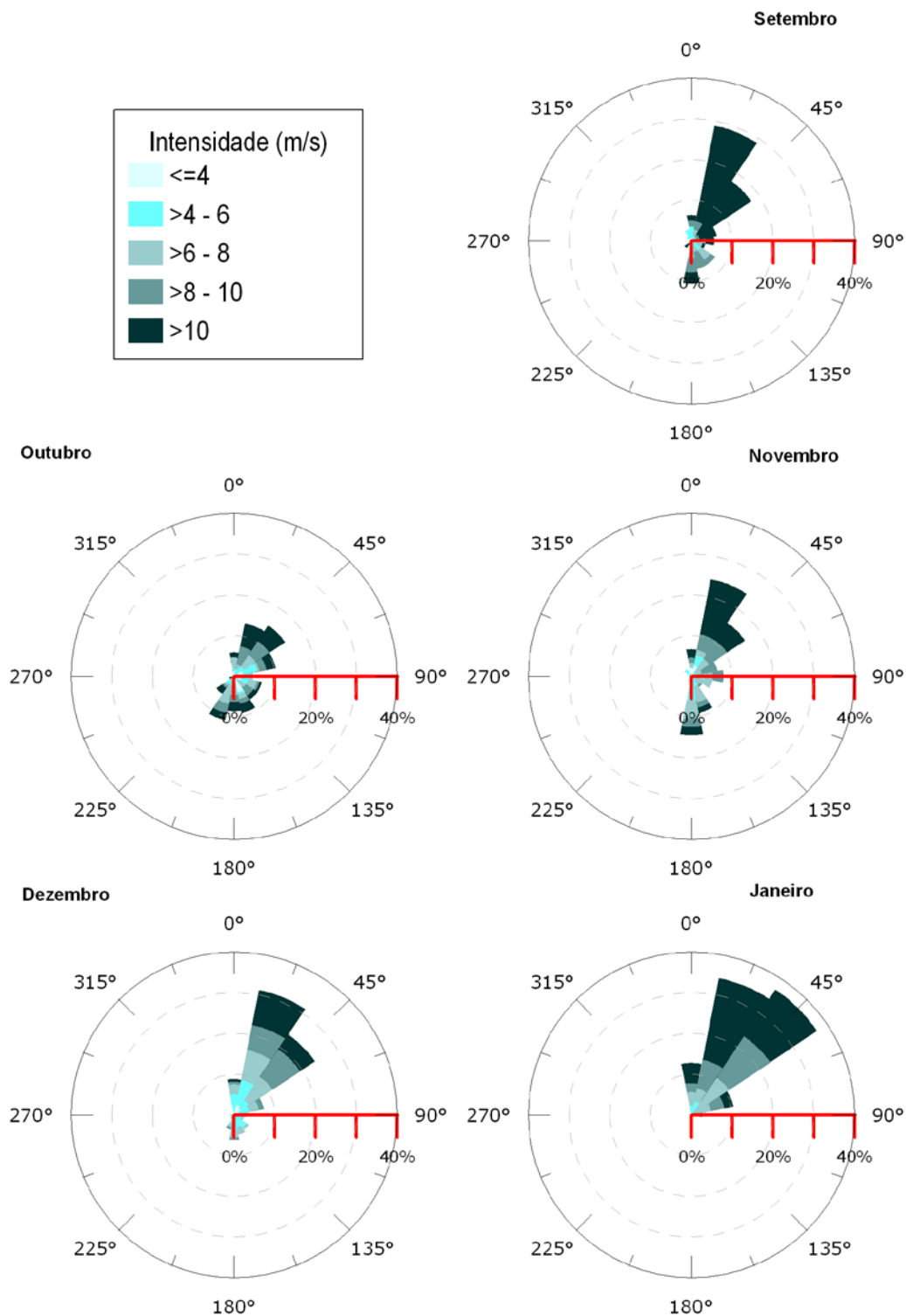


FIGURA II.5.1.1.40 – Rosas dos ventos mensais na região dos Blocos BM-C-39 e BM-C-40, para o período entre setembro de 2010 e janeiro de 2011.

Um exemplo da evolução temporal das velocidades dos ventos na região, pode ser visto na Figura II.5.1.1.41, que apresenta as duas séries temporais na forma de vetores.

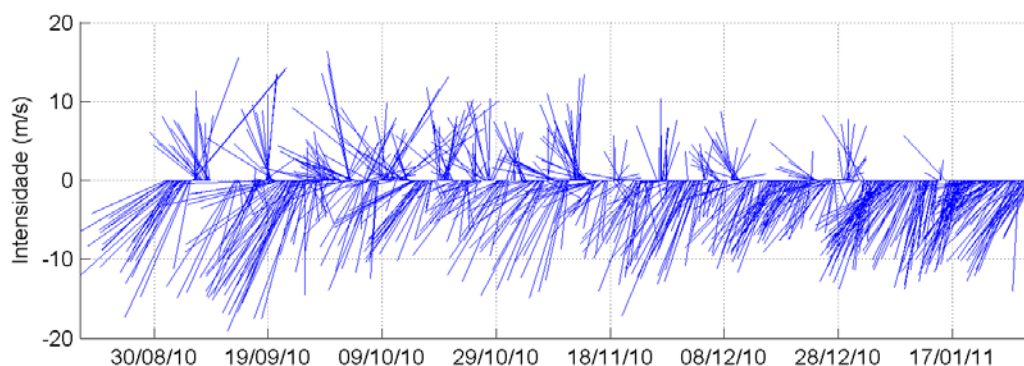


FIGURA II.5.1.1.41 – Série temporal de velocidade dos ventos na região dos Blocos BM-C-39 e BM-C-40, para o período entre setembro de 2010 e janeiro de 2011.

O mês de setembro, como exemplificado anteriormente, apresentou os ventos mais intensos, com ventos próximos a 20 m/s, associados à direção NE. De setembro para janeiro, observa-se uma nítida diminuição no número de sistemas frontais (representados pelos ventos do quadrante sul), e na intensidade dos ventos associados a esses sistemas.

As estatísticas básicas dos ventos, para todo o período e, para cada mês podem ser observadas na Tabela II.5.1.1.9. A média para todo o período foi de 8,39 m/s, e setembro, apresentou a maior média mensal (10,41 m/s) e a maior máxima absoluta (20,68 m/s).

TABELA II.5.1.1.9 – Estatística básica dos ventos na Bacia de Campos.

Meses	Média (m/s)	Máxima (m/s)	Mínima (m/s)	Desvio Padrão (m/s)	Dir. Média (°)
Total	8,39	20,68	1,03	3,63	47,75
Setembro	10,41	20,68	1,03	4,85	49,63
Outubro	7,62	16,54	1,03	3,39	93,55
Novembro	7,96	18,61	2,59	3,38	58,46
Dezembro	6,85	13,96	2,07	2,67	42,77
Janeiro	9,28	14,48	1,55	2,64	33,66

A análise dos dados coletados na região dos Blocos BM-C-39 e BM-C-40 apresentou-se bastante coerente com os dados obtidos do NCEP, tanto no aspecto direcional, como nas intensidades médias e máximas. Desta forma, embora o período de dados medidos seja relativamente curto (5 meses), esta análise corrobora a utilização dos dados do NCEP para avaliação do regime de ventos na região.

B.8. Sistemas frontais

Na Tabela II.5.1.1.10 é apresentado o número de passagens de sistemas frontais na Bacia de Campos entre os anos de 1996 a 2007. A tabela utiliza as informações do Boletim Climanálise/CPTEC/INPE para sistemas frontais que atingem a cidade de Cabo Frio, no RJ.

TABELA II.5.1.1.10 – Ocorrência de passagem de sistemas frontais em Cabo Frio entre os anos de 1996 e 2007.

Mês	Ano													Média
	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Total	
Janeiro	1	2	4	1	3	1	1	2	1	3	1	1	21	1,75
Fevereiro	2	1	1	1	4	0	2	0	4	3	1	1	20	1,67
Março	2	2	4	2	3	1	1	2	4	1	4	0	26	2,17
Abril	-	4	4	3	3	2	0	3	2	4	4	3	32	2,67
Maio	2	5	4	6	4	2	1	3	6	2	3	3	41	3,42
Junho	4	4	4	4	2	2	2	2	2	2	2	4	34	2,83
Julho	6	3	3	3	5	2	5	2	3	3	1	6	42	3,5
Agosto	3	3	3	3	5	0	1	5	4	3	2	3	35	2,92
Setembro	5	6	5	4	2	4	4	5	3	6	2	3	49	4,08
Outubro	4	4	7	4	2	2	3	2	4	4	2	0	38	3,17
Novembro	4	7	3	5	3	3	1	5	4	4	1	4	44	3,67
Dezembro	3	4	2	6	4	3	3	-	3	4	1	2	35	2,92
Total	36	45	44	42	40	22	24	31	40	39	24	30		

Fonte: CPTEC/INPE.

Observa-se, conforme destacado na tabela, que a frequência de ocorrência de sistemas frontais na região foi superior nos anos de 1997 a 1999, indicando a ocorrência de variações interanuais, apesar da série temporal relativamente curta. Os meses de julho, setembro e novembro também apresentam as maiores ocorrências de frentes frias. A Tabela II.5.1.1.11 apresenta o intervalo médio (em dias) entre a passagem de dois sistemas frontais consecutivos na região da Bacia de Campos para os anos de 1996 a 2007, obtidos do CPTEC. Verifica-se que os meses de junho, setembro e outubro apresentam, em média, menores intervalos entre a passagem de dois sistemas frontais consecutivos, enquanto que os meses de janeiro a março, característicos de verão, apresentam os maiores intervalos.

TABELA II.5.1.1.11 – Intervalo médio de passagem de dois sistemas consecutivos na Bacia de Campos (dias).

Mês	Ano												Média
	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	
Janeiro	31	15,5	7,75	31	10,33	31	31	15,5	31	10,33	31	31	23,03
Fevereiro	14	28	28	28	7	-	14	0	7	9,33	28	28	21
Março	15,5	15,5	7,75	15,5	10,33	31	31	15,5	7,75	31	7,75	-	17,14
Abril	-	7,5	7,5	10	10	15	-	10	15	7,5	7,5	10	10
Mai	15,5	6,2	7,75	5,17	7,75	15,5	31	10,33	5,17	15,5	10,33	10,33	11,71
Junho	7,5	7,5	7,5	7,5	15	15	15	15	15	15	15	7,5	7,5
Julho	5,17	10,33	10,33	10,33	6,2	15,5	6,2	15,5	10,33	10,33	31	5,17	11,37
Agosto	10,33	10,33	10,33	10,33	6,2	-	31	6,2	7,75	10,33	15,5	10,33	10,33
Setembro	6	5	6	7,5	15	7,5	7,5	6	10	5	15	10	8,38
Outubro	7,75	7,75	4,43	7,75	15,5	15,5	10,33	15,5	7,75	7,75	15,5	-	7,75
Novembro	7,5	4,29	10	6	10	10	30	6	7,5	7,5	30	7,5	11,36
Dezembro	10,33	7,75	15,5	5,17	7,75	10,33	10,33	-	10,33	7,75	31	15,5	12,92

Fonte: CPTEC/INPE.

A Figura II.5.1.1.42 apresenta a estatística mensal do número de passagens de sistemas frontais na região da Bacia de Campos no período analisado (1996 a 2007). Observa-se, a partir desta, que os meses de janeiro a março, característicos de verão, apresentam menor incidência desses sistemas na região de estudo, enquanto que o mês de setembro, ao longo de todo o período analisado, apresentou a maior constância na incidência de frentes frias, totalizando o maior número de ocorrências (49).

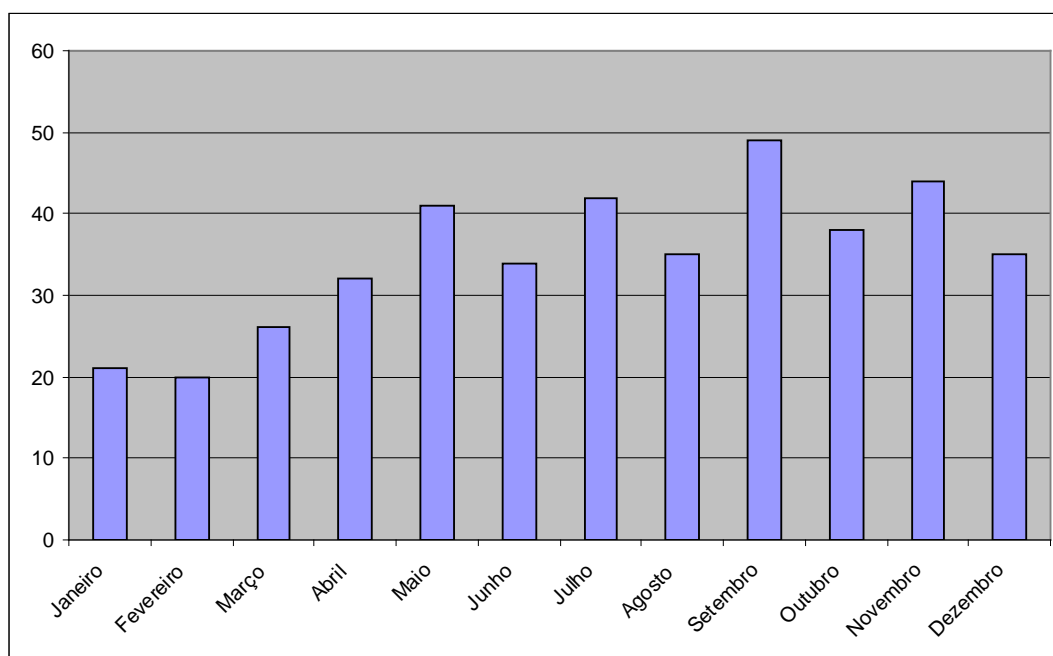


FIGURA II.5.1.1.42 – Sistemas frontais ao longo do ano entre os anos de 1996 e 2007.

Fonte: CPTEC/INPE.

B.9. Condições Extremas

Através dos 50 anos (1960 - 2009) de dados da Reanálise do NCEP podemos ter uma boa estimativa da ocorrência de eventos extremos por longos períodos de tempo na região próxima aos Blocos BM-C-39 e BM-C-40. A partir da ocorrência conjunta de direção e intensidade dos ventos (Tabela II.5.1.1.12), podemos verificar que das 73.052 observações, apenas 198 indicaram ventos com intensidades superiores a 13 m/s. Destes eventos, 76,67% (138 ocorrências) correspondem a ventos do quadrante SW (direções S, SW e W), estando provavelmente associados à passagem de sistemas frontais na região.

Analisando a estatística mensal dos ventos (Tabela II.5.1.1.13), conclui-se que o período de verão aparece como o menos propício à ocorrência de ventos intensos, com os eventos extremos mais concentrados no outono, inverno e primavera. O evento extremo observado, com velocidades de 16,93 m/s ocorreu em 22 de maio de 1997. Setembro aparece como o mês de ventos mais intensos, com média de 7,02 m/s e média das máximas de 13,04 m/s.

TABELA II.5.1.1.12 – Ocorrência conjunta de direção (°) e intensidade (m/s) dos ventos na Bacia de Campos para o período de 1960 a 2009.

Direção ->		N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Total	Freq (%)
Intensidade (m/s)											
0,5	3	1317	1583	1380	1172	982	795	707	886	8822	12,08
3	5,5	3813	5760	3992	2902	2407	1296	654	1037	21861	29,93
5,5	8	5188	9577	4200	2728	2619	1367	288	380	26347	36,07
8	10,5	2948	5567	1487	847	1247	1008	132	81	13317	18,23
10,5	13	566	982	129	82	238	445	59	6	2507	3,43
> 13,0		15	40	1	4	16	86	36	0	198	0,27
Total		13847	23509	11189	7735	7509	4997	1876	2390	73052	
Freq (%)		18,95	32,18	15,32	10,59	10,28	6,84	2,57	3,27		

Fonte: NCEP.

TABELA II.5.1.1.13 – Estatística mensal dos ventos na Bacia de Campos, para o período de 1960 a 2009.

Meses	Direção Predominante (°)	Velocidade Média (m/s)	Desvio Padrão (m/s)	Velocidade Máxima Absoluta (m/s)	Média das Velocidades Máximas (m/s)	Desvio Padrão (m/s)
Janeiro	NE	5,97	2,33	14,1	11,02	1,06
Fevereiro	NE	5,82	2,23	12,97	10,87	0,99
Março	NE	5,28	2,23	12,73	10,75	0,95
Abril	E	5,34	2,24	14,06	11,29	1,38
Maio	E	5,53	2,49	16,93	12,46	1,82
Junho	NE	5,68	2,4	15,22	12,37	1,49
Julho	NE	6,15	2,42	15,8	12,55	1,43
Agosto	NE	6,52	2,52	15,84	12,61	1,19
Setembro	NE	7,02	2,65	16,14	13,04	1,06
Outubro	E	6,58	2,54	15,6	12,61	1,07
Novembro	NE	6,32	2,53	13,85	12,06	1,1
Dezembro	NE	6,08	2,56	14,76	11,96	1,07

Fonte: NCEP.

Além das variações sazonais já citadas, podem ser verificadas variações interanuais nas intensidades dos ventos na região. Na Figura II.5.1.1.43, são apresentadas as intensidades médias e máximas anuais para o período entre 1960 e 2009.

Entre 1960 e 1973, a intensidade média dos ventos apresentou tendência ao decréscimo, e a partir deste ano, houve tendência a intensificação, com a média mais elevada (~6,6 m/s) sendo encontrada no ano de 1999. Deste ano em diante, em média, novamente é verificada uma menor intensidade dos ventos.

As intensidades máximas anuais apresentam oscilações bem marcadas com períodos variando entre aproximadamente 3 e 5 anos. A intensidade máxima de aproximadamente 17 m/s foi verificada no ano de 1997.

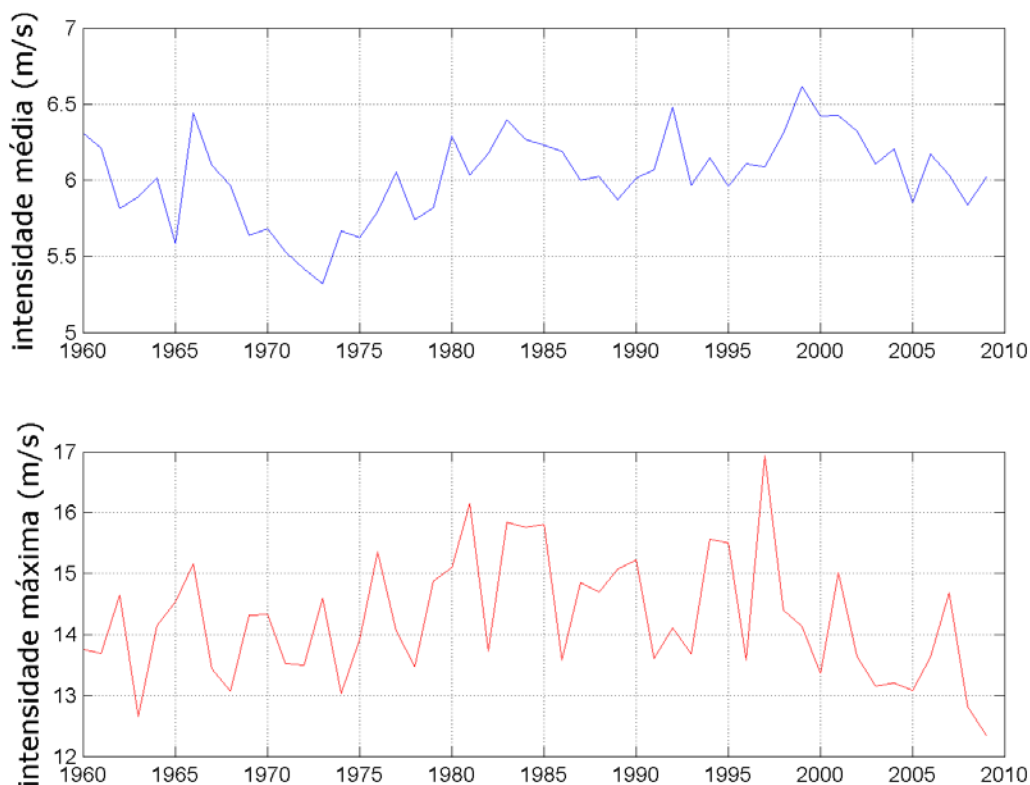


FIGURA II.5.1.1.43 – Intensidade média (painel superior) e máxima (painel inferior) dos ventos na região próxima aos Blocos BM-C-39 e BM-C-40 entre os anos de 1960 e 2009.

Fonte: NCEP.

C. Considerações Finais

Primeiramente, é realizada neste relatório uma caracterização climática, elucidando os principais aspectos da climatologia na região. Posteriormente, são apresentados dados e gráficos de maneira a caracterizar a meteorologia da Bacia de Campos, em especial da região próxima aos Blocos BM-C-39 e BM-C-40. As seguintes variáveis e parâmetros são estudados: temperatura, precipitação, evaporação, umidade relativa, pressão atmosférica, insolação, ventos, os sistemas frontais incidentes na região e as condições extremas atuantes.

A temperatura apresentou uma média de 24,5 a 25 °C para o período analisado no verão e de 21,5 a 22 °C no inverno. A umidade relativa apresentou valores próximos a 80% no verão, diminuindo para aproximadamente 78,3% no inverno. A diferença entre a precipitação para ambos os períodos foi acentuada, de 40,5 kg/m² no verão e de 27,5 kg/m² no inverno. A pressão atmosférica foi aproximadamente 1017 e 1023 hPa no verão e no inverno, respectivamente. Por último, a evaporação variou entre 84 e 112 mm na estação do Rio de Janeiro, localizada mais próxima aos blocos em questão.

Os ventos, de maneira geral, apresentaram uma orientação predominante de N e NE, sendo a incidência de ventos de NE de 29,11%. A maior faixa de intensidade apresentada foi de 5,5 a 8,0 m/s, correspondendo a 31,95% do total. A partir de uma análise anual, o mês que apresentou a maior intensidade média foi setembro, com ventos chegando a 8,05 m/s.

Os sistemas frontais foram mais incidentes nos anos de 1997 a 1999. A incidência de condições mais extremas tornou-se maior a partir do ano de 1973. Intensidades maiores a 13 m/s representaram 0,27% dos casos apresentados. Desse percentual, 76,67% foram associados à chegada de ventos do quadrante SW, provavelmente associados à passagem de frentes.