

A DINÂMICA ATMOSFÉRICA E A GÊNESES DAS CHUVAS NA ZONA DE TRANSIÇÃO CLIMÁTICA – CAMPO MOURÃO PR.

BORSATO, V. A.; Professor, adjunto do Departamento de Geografia
FECILCAM -, Campo Mourão e FAFIJAN-, Jandaia do Sul.

victorborsato@yahoo.com.br. **BORSATO, F. H.**

Bacharel em Informática e Professor titular do Departamento de Informática da
UTFPR de Campo Mourão - PR frankhelbert@utfpr.edu.br.

INTRODUÇÃO

Campo Mourão é uma cidade localizada nas proximidades do trópico de Capricórnio. Por isso, tanto os sistemas atmosféricos polares como os tropicais influenciam nos tipos de tempo que se sucedem ao decorrer das estações do ano. Os estudos da evolução e o deslocamento dos sistemas atmosféricos ao longo de um transepto que cruza o município de Campo Mourão no sentido sudoeste / nordeste, mostram que a região está sob uma zona de transição climática e que mesmo na estação de verão os sistemas polares, de alta pressão atuam na região. Embora, os de baixa pressão se intensifiquem e dominem os tipos de tempo.

Os meios de comunicação, nos boletins de previsão do tempo, alertam para as possibilidades de chuva no período da tarde. Por isso se associam às chuvas convectivas. Os estudos mostram que a participação das chuvas frontais é às vezes maior do que as convectivas, mesmo na estação de verão. A dinâmica climática, através do estudo do índice de participação das massas de ar e a análise rítmica na estação de verão do ano de 2007/2008, contribuem para com a caracterização da dinâmica atmosférica e com o levantamento da porcentagem das chuvas convectivas e frontais.

Para caracterizar a dinâmica climática na estação do verão em Campo Mourão Paraná, apoiou-se nos resultados da análise rítmica e também no levantamento do índice de participação das massas de ar em cinco estações climatológicas automática e uma convencional, a operada pela Faculdade Estadual de Ciências e Letras de Campo Mourão – FECILCAM e pertencente ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). As análises mostraram a gênese das chuvas e o tempo cronológico de participação da massa de ar Polar atlântica (mPa), da Topical continental (mTc), da Tropical atlântica (mTa) e da Equatorial continental (mEc).

O objetivo deste estudo foi caracterizar os tipos de tempo, a dinâmica das massas de ar e as gênese das chuvas no verão de 2007/2008 em Campo Mourão e ao longo do transepto que se estende do Centro Sul do Paraná até o Sudeste do estado de Minas Gerais, partido da

cidade de Dois Vizinhos, passando por Campo Mourão e Maringá no estado do Paraná, Rancharia e Ariranha no estado de São Paulo e terminando em Carangola no estado de Minas Gerais. A caracterização se fundamentou nos estudos da dinâmica dos sistemas atmosféricos atuantes no período e nas análises das cartas sinóticas da Marinha do Brasil e dos dados dos elementos do tempo das estações climatológicas dessas mesmas cidades. Os resultados das análises possibilitaram caracterizar a dinâmica atmosférica em Campo Mourão na estação do verão 2007/2008.

O verão é o período mais úmido e se pregam que as massas de ar a que prevalecem são as de baixa pressão e as chuvas as do tipo convectivas. Este estudo mostra que na zona de transição e na latitude do trópico de Capricórnio, as chuvas frontais e os sistemas de alta pressão têm importante participação nos tipos de tempo e na gênese da chuva.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Os sistemas atmosféricos considerados no estudo foram aqueles que atuaram no Centro-Sul do Brasil, ou seja: Os sistemas frontais (SF), a mPa, a mTc, a mTa, a mEc. (VIANELLO: 2000; VAREJÃO-SILVA: 2000; FERREIRA: 1989).

Para identificar a atuação de cada um dos sistemas, foram elaboradas tabelas e planilha com colunas para os dias e para os sistemas atmosféricos atuantes. Os sistemas foram caracterizados e acompanhados por imagens de satélite no canal infravermelho (CPTEC.INPE.... 2008) e pelas cartas sinóticas da Marinha do Brasil (MAR.MIL.BR...2007). De posse dos dados e gráficos, foi realizada a análise rítmica (MONTEIRO: 1971, BORSATO *et al*, 2004 e BORSATO, BORSATO 2008) e levantado o índice de participação dos sistemas atmosféricos (PÉDELABORDE 1970) e classificado as chuvas como frontal ou convectivas em função dos sistema atuante.

Para acompanhar a evolução dos sistemas atmosféricos selecionaram-se seis estações climatológicas, sendo cinco automáticas e uma convencional, operada pelo INMET - FECILCAM. As mesmas se encontram distribuídas numa seqüência sudoeste/nordeste, aproximadamente a mesma direção seguido, habitualmente pelos sistemas frontais e pela mPa. Como a escala climática adotada foi a regional, o transepto é representativo dos sistemas atmosféricos no interior do continente sobre o trópico de Capricórnio. As estações climatológicas estão assim distribuídas: Dois Vizinhos PR, (Latitude: -25.6948° e Longitude: -53.0946°). Campo Mourão PR (Latitude: $-24,0393^{\circ}$ e Longitude: $-52,3726^{\circ}$) Maringá PR

(Latitude $-23,2448^\circ$ e Longitude $-51,5600^\circ$) Rancharia SP (Latitude $-22,3725^\circ$ e Longitude de $-50,9742^\circ$) Ariranha SP (Latitude $-21,1328^\circ$ e longitude $-48,840^\circ$), Carangola MG (Latitude $-20,7333^\circ$ e Longitude $-42,0166^\circ$).

A partir dos dados organizados nas planilhas, foram somadas as horas de atuação para cada sistema e calculada a porcentagem de atuação de cada sistema atmosférico na estação, assim como a elaboração de gráficos.

Os gráficos da análise rítmica foram confeccionados pelo programa computacional (BORSATO *ET AL.*, 2004 E BORSATO, BORSATO 2008). Os sistemas frontais puderam ser acompanhados por imagens de satélite no canal infravermelho (CPTEC-INPE, 1996). De posse dos dados e gráficos, procedeu-se à análise e interpretação dos resultados.

A estação do verão é caracterizada pelas elevadas temperaturas e pelas chuvas abundantes, principalmente no período da tarde. Chuva essa atribuída às convecções do ar atmosférico intensificadas pelo aquecimento diurno. Os estudos sintéticos das massas de ar e dos tipos de tempo permitiram classificar a gênese das chuvas.

ANÁLISE E RESULTADOS

A cidade de Campo Mourão se localizado nas proximidades do trópico e é características da estação do verão, elevado índice pluviométrico e temperaturas altas. Essa região, caracteriza-se como zona de transição climática, tanto pela participação da mPa, que embora menos atuante e com menor intensidade, atua freqüentemente, também na estação do verão, como também pela participação dos sistemas frontais, revelados na gênese das chuvas. A Figura 01 mostra a localização da cidade de Campo Mourão e também esboça o transepto.

O clima do Centro Sul do Brasil é comandado basicamente por quatro massas de ar, a massa Equatorial continental, a massa Tropical atlântica, a massa Tropical continental e a massa Polar atlântica. Eventualmente a massa Tropical pacífica atua em território brasileiro. No período mais quente, que se estende de outubro a abril predomina nessa região a atuação dos sistemas de baixa pressão e nos demais meses do ano há uma alternância entre os sistemas de alta e de baixa pressão (BORSATO 2006a).

Na estação de verão a mTc e mEc se ampliam e passam a dominar os tipos tempo no Centro Oeste do Brasil e as vezes, atua também no norte e noroeste do Paraná. Os avanços dos sistemas frontais em contrastes com a baixa pressão e a elevada umidade relativa, características da mEc, desestabilizam a atmosfera contribuindo com a maior altura pluviométrica.

Os sistemas de baixa pressão, representados pela mTc, cujo centro de origem localiza-se no interior do continente (Chaco), se amplia rapidamente depois da passagem dos sistemas



Figura 01 – Recorte do mapa rodoviário do Brasil (Guia Geográfico 2008). A sequência tracejada corresponde ao transepto. (modificado – Autor)

frontais e da mPa, por essa razão o tempo de atuação da mTc nos tipos de tempo aumenta do interior para o leste (Figura 02). Verifica-se que a mTc domina os tipos de tempo em Campo Mourão e Dois Vizinhos com 28,6 e 31,5% para as duas localidades respectivamente, e cai para 6,6% para Carangola. A mEc, também de baixa pressão atuou em todas as estações climatológicas e na de Rancharia foi a que teve a maior participação, 29,1%. A explicação para o caso foi que a mEc ao se ampliar a partir da Amazônia, avança no sentido noroeste sudeste, como Rancharia e Ariranha se encontram no interior do estado de São Paulo, são as primeiras sob a atuação desse sistema ao longo do transepto.

Outro resultado importante foi a maior participação nos tipos de tempo sob a atuação dos sistemas frontais em Ariranha e Carangola. A explicação é a mesma para a grande participação das chuvas frontais para essas estações, ou seja, os sistemas frontais avançam pelo Sul do Brasil e nessa faixa latitudinal evoluem para uma frontólise e frequentemente se configuram na Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZACA).

A mTc foi o sistema com maior participação no tempo atmosférico na região de Campo Mourão (32,3%), Figura 03. É um sistema de baixa pressão e por isso a nebulosidade

é variável e as chuvas se limitam a episódios esporádicos, já que a mTc se origina no interior do continente e apresenta baixo teor de umidade. O Segundo sistema mais atuante foi mPa (24,2%), principal responsável pela evolução e avanços dos sistemas frontais e de proporcionar dias ensolarados com baixa cobertura de nuvens. O terceiro sistema atmosférico mais atuante foi o SF, responsáveis por 73,2% das chuvas registradas na estação do INMET de Campo Mourão.

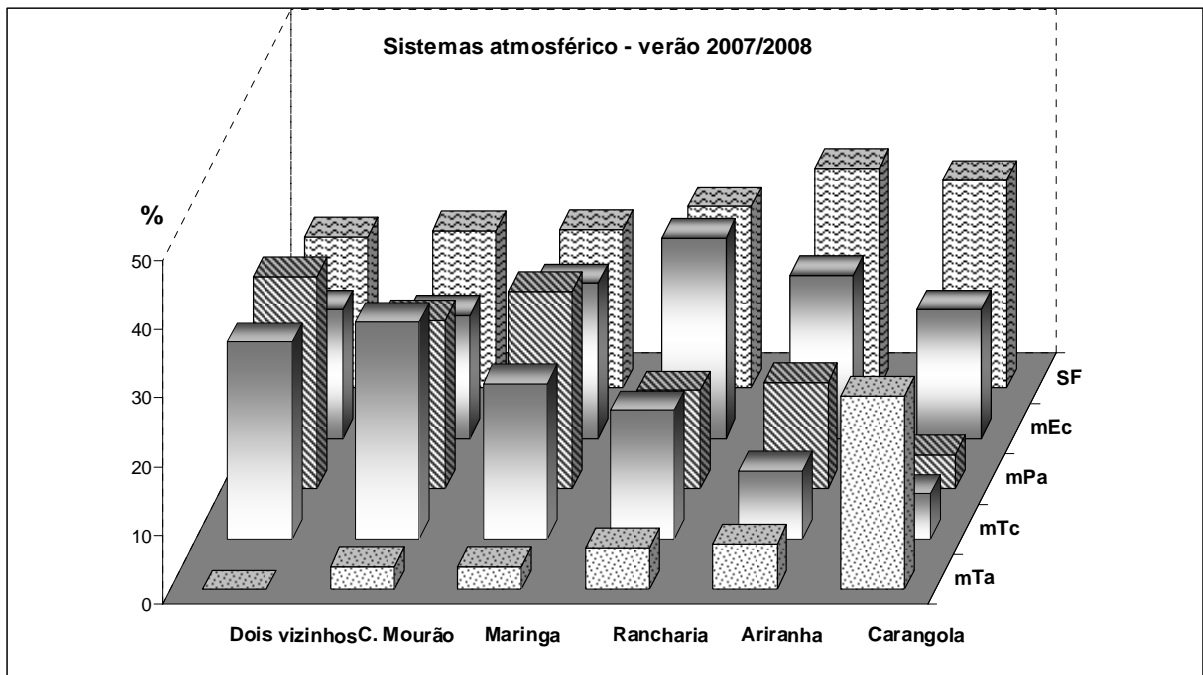


Figura 02 – Porcentagem da participação dos sistemas atmosféricos, mTa, mTc, mPa, MEC e SF nas estações climatológicas de Dois Vizinhos, Campo Mourão, Maringá, Rancharia, Ariranha e Carangola.

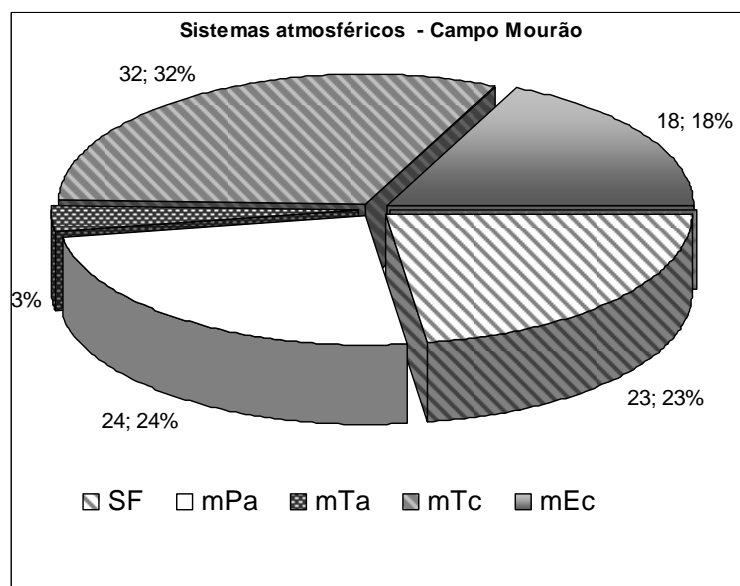


Figura 03 - Porcentagem da atuação dos sistemas atmosféricos na estação do verão 2007/2008 na cidade de Campo Mourão Paraná.

Verificou-se que o volume de chuva aumenta com o escoamento de umidade vinda Amazônia através da ampliação da mEc. Esse sistema é de baixa pressão e geralmente úmido. Com o início do verão no hemisfério sul e com a ampliação do fotoperiodismo, a mEc se amplia e às vezes chega a atuar até o no Rio Grande do Sul. Esse sistema foi o quarto em tempo de atuação na região de Campo Mourão e se não contribuiu diretamente com os principais episódios chuvosos, foi responsável pelo transporte de umidade da Amazônia para o Centro Sul do Brasil. A Figura 03 mostrou a porcentagem de atuação dos sistemas atmosféricos para a cidade de campo mourão. A mTa teve a participação extremamente reduzida (3,2%), considerando que a mesma se limita à fachada atlântica do Sudeste e Nordeste Brasileiro, principalmente. Na década de 1980 e início da de 1990 a participação da mTa foi mais expressiva. As análises evidenciaram que a partir da década de 1990 houve uma ampliação da mEc em detrimento da mTa (BORSATO 2006b).

A estação de verão 2007/2008, pode ser considerada climatologicamente normal, ou seja, não houve desvios além do esperado para o período, apesar da irregular distribuição das chuvas. Em climatologia, o esperado é quando os parâmetros temperatura, pressão, precipitações e outros oscilam dentro do desvio padrão de uma série histórica para a estação climatológica ou ainda, em torno das normais climatológicas. Com relação às precipitações, Campo Mourão acumulou 354,1 mm, (INMET 2008). Sendo que, desse total 73,2 % (259,2 mm) foram chuvas frontais e 26,8% (94,9 mm) convectivas.

A análise rítmica para Monteiro (1971), consiste na interpretação da seqüência sobreposta dos elementos fundamentais do tempo, como: temperatura, pressão atmosférica, nebulosidade ou insolação, vento e precipitação de um local determinado e da circulação atmosférica observadas nas cartas sinóticas. A circulação regional foi obtida por meio da leitura e interpretação das cartas sinóticas da Marinha do Brasil (MAR.MIL 2008). A evolução dos sistemas ciclônicos e anticiclônicos, representados pelas massas de ar, forneceram os tipos de tempos em sua sucessão habitual.

A análise rítmica de cada uma das estações climatológica revelou, basicamente o mesmo que se verificou na análise da participação dos sistemas atmosféricos. O sistema de alta pressão, a mPa, avança a partir do sul do Brasil e ao bordejar o trópico, desloca-se para o Atlântico, por isso, em Campo Mourão, os tipos de tempo resultante da participação do anticiclone polar é facilmente verificado na nebulosidade e raramente se mantém sobre a região por mais de dois dias na estação do verão. A mTc, por ser de origem continental apresenta baixa umidade, mesmo proporcionando elevadas temperatura, raramente se registra chuva. A mTa teve a participação bastante reduzida e na estação do verão, raramente avança

para o interior do continente. A figura 02 mostrou que esse sistema atua principalmente na costa Atlântica, pois em Carangola, esse sistema atuou em 28% do tempo cronológico nesse verão. As Figuras 04, 05 e 06 mostram os gráficos sínteses da análise rítmica para a Campo Mourão.

Toda a chuva registrada no inverno de 2007 em Maringá ocorreu durante as passagens de sistemas frontais (BORSATO 2006b). Embora a ocorrência de precipitações dependa das condições da umidade relativa, intensidade do sistema, da baroclina. Por isso, é comum a passagem de sistemas frontais sem registro de precipitações. Para MONTEIRO (1969), a participação da Frente Polar Atlântica, através dos seus eixos principal e reflexo, assume a liderança na origem da precipitação pluvial no território Paulista em todas as estações do ano. As análises, rítmica, o estudo da participação dos sistemas atmosféricos e da gênese das chuvas mostraram que em todo o transepto 61% das chuvas foram frontais e apenas 31% convectivas. Esperava-se que a participação das convectivas aumentasse principalmente para o norte de São Paulo e Sudeste de Minas Gerais e pelas razões já apontadas.

A participação dos sistemas atmosféricos na estação do verão 2007/2008 para Campo Mourão oscilou dentro da média histórica (1080 – 2003) – (BORSATO 2006a). A exposição do relevo através das vertentes voltadas para o interior do continente favorece o avanço dos ventos que acompanham a evolução dos sistemas atmosféricos (BOIM 2000), principalmente o ramo da mPa que avança pela calha do rio Paraná.

Campo Mourão recebeu na estação 354,1 mm de chuva (INMET 2008), desse total, 73,2% foram frontais e 26,8% convectivas. Dois Vizinhos recebeu 72,2% frontal e 27,8% convectivas, Maringá 66,6% e 33,4%, Rancharia 59,5% e 40,5%, Ariranha 78,0 % e 22,0 % e Carangola 64,8 % e 35,2%. Os resultados foram sintetizados na Figura 07. A mesma mostra que a medida que se segue para nordeste a partir da origem (Dois Vizinhos) a participação das chuvas frontais diminui, sendo que em Ariranha e Carangola, localizadas no norte do estado de São Paulo e Sudeste de Minas Gerais a porcentagem das chuvas frontais voltam a aumentar e a explicação consiste na própria dinâmica dos sistemas. É bastante comum na estação de verão o estabelecimento da ZACA sobre essa região Sudeste e Centro Oeste do Brasil. A ZACA sob o ponto de vista das cartas sinóticas da Marinha do Brasil, principalmente nos primeiros dois ou três dias de sua manifestação é caracterizado como sistema frontal. A imagem de satélite no canal infravermelho também possibilita essa mesma interpretação.

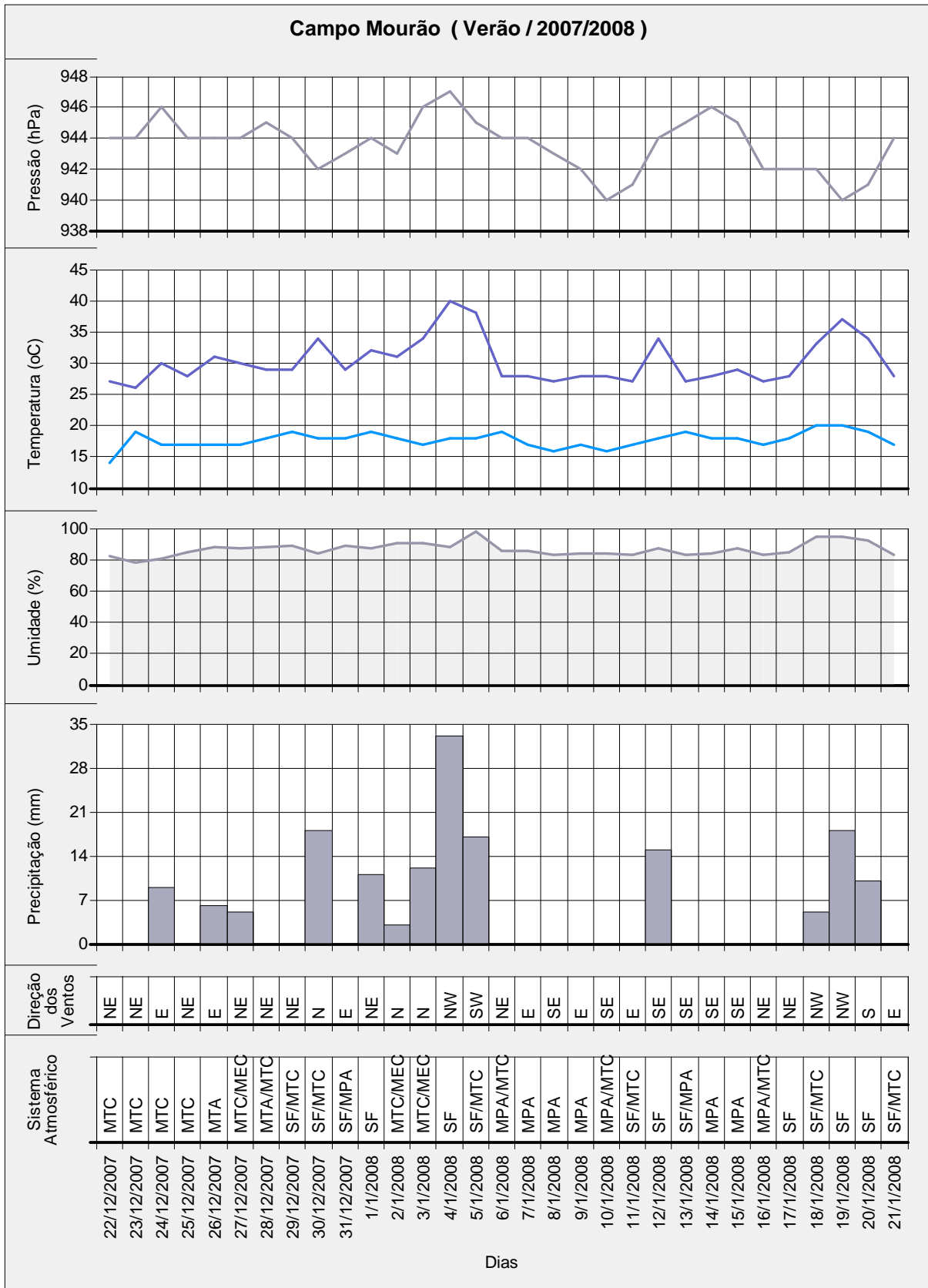


Figura 04 – Dados diários da pressão atmosférica, temperatura (média e mínima), umidade relativa, precipitação, direção do vento e os sistemas atmosféricos atuantes em Campo Mourão, PR, do dia 22 de dezembro de 2007 a 21 de janeiro de 2008.

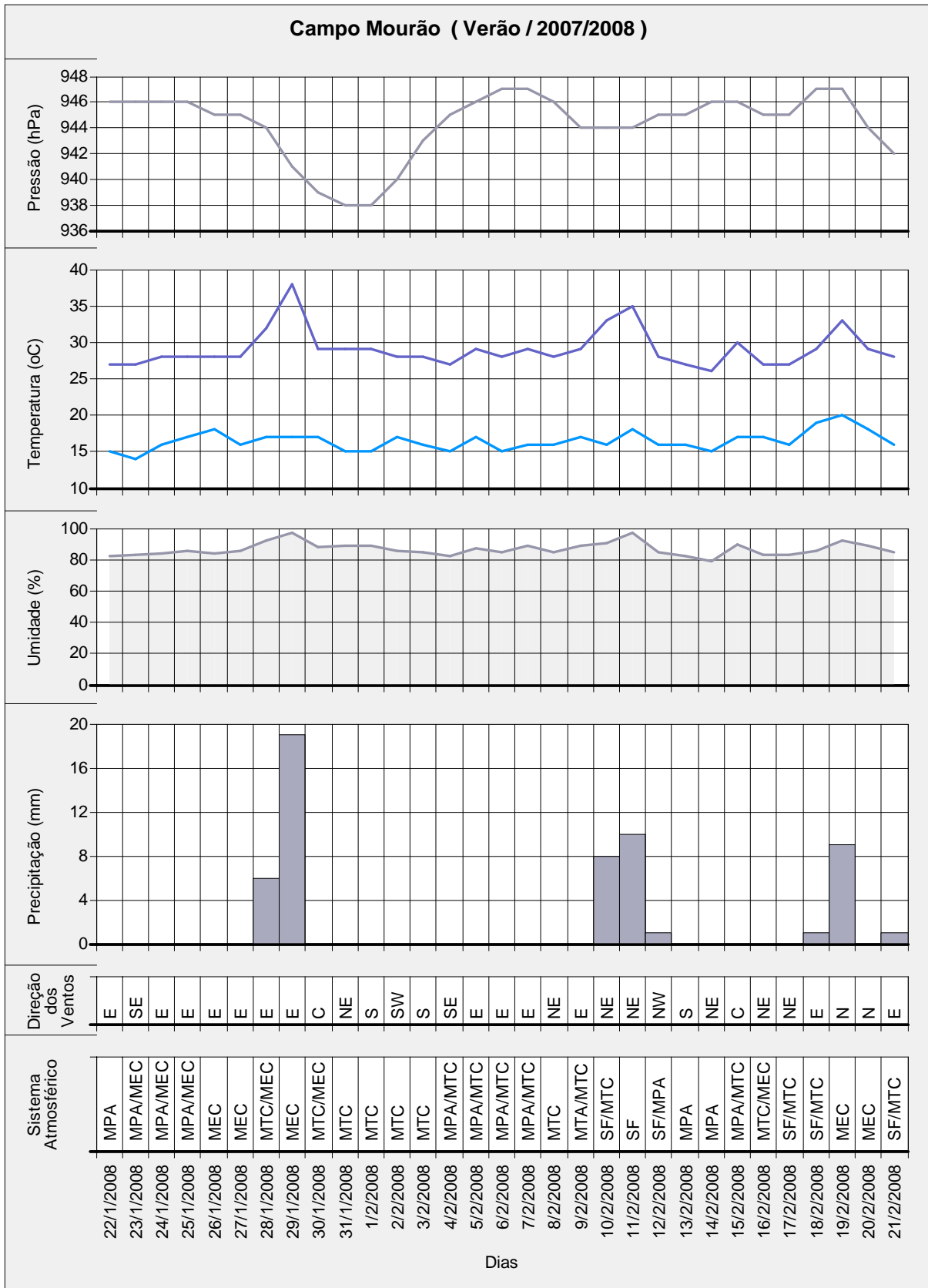


Figura 05 – Dados diários da pressão atmosférica, temperatura (média e mínima), umidade relativa, precipitação, direção do vento e os sistemas atmosféricos atuantes em Campo Mourão, PR, do dia 22 de janeiro a 21 de fevereiro de 2008.

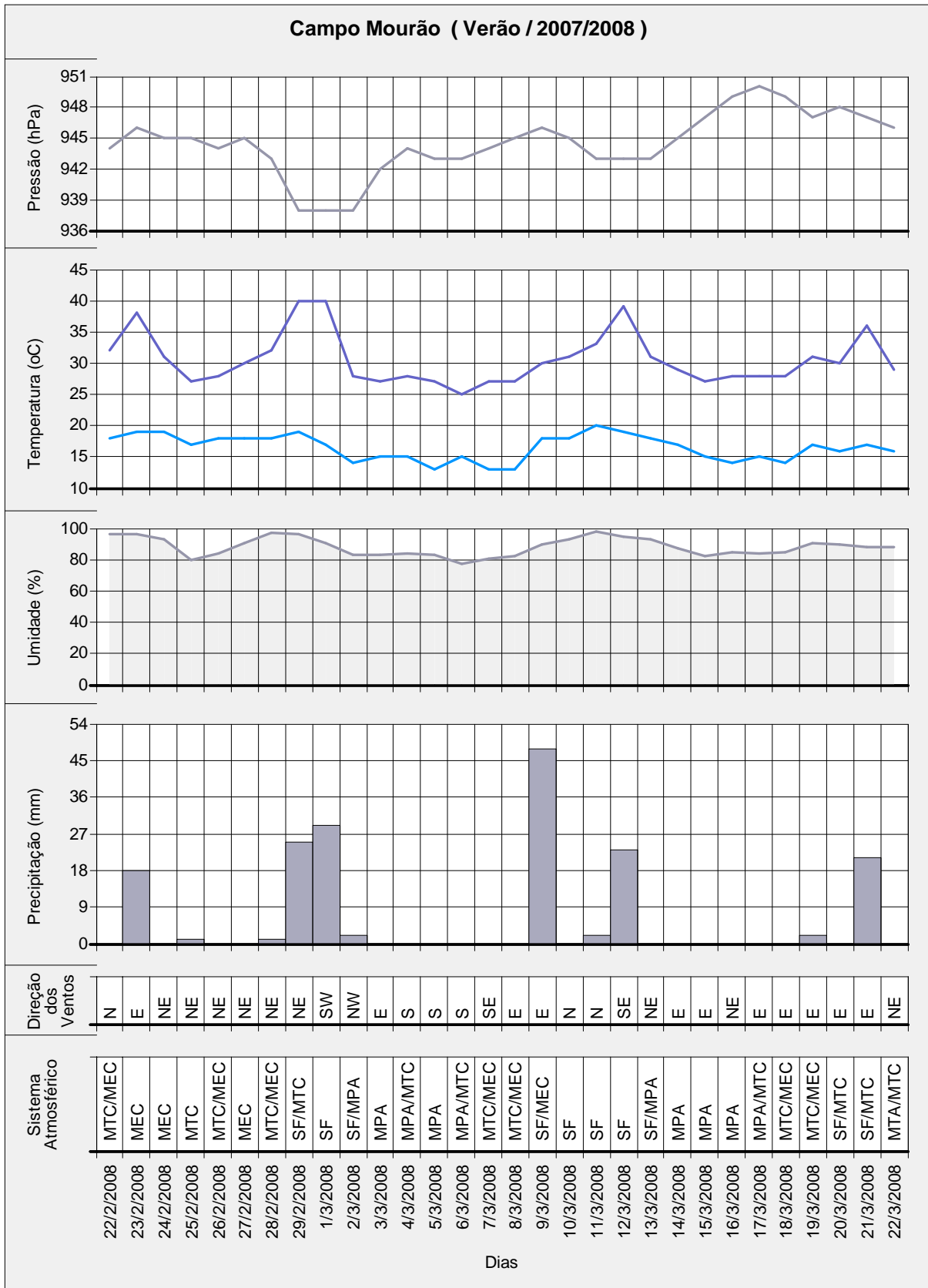


Figura 06 – Dados diários da pressão atmosférica, temperatura (média e mínima), umidade relativa, precipitação, direção do vento e os sistemas atmosféricos atuantes em Campo Mourão, PR, do dia 22 de fevereiro a 22 de março de 2008.

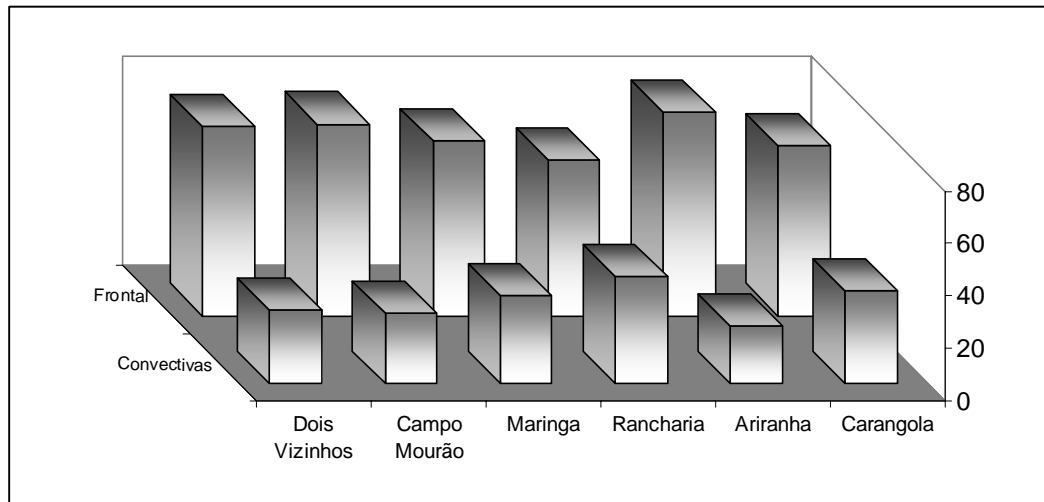


Figura 07 – Distribuição das chuvas convectivas e frontais das estações climatológicas localizadas ao longo do transecto que se estende de Dois Vizinhos no Paraná até Carangola em Minas Gerais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na estação de verão a mTc e mEc se ampliam e passam a dominar os tipos tempo no Centro Oeste do Brasil e as vezes, atua também no norte e noroeste do Paraná. Os avanços dos sistemas frontais em contrastes com a baixa pressão e a elevada umidade relativa, características da mEc, desestabilizam a atmosfera contribuindo com a maior altura pluviométrica.

Mesmo com o predomínio do sistema de baixa pressão nos meses mais quente a mPa que é de alta pressão avança pelo Sul do Brasil e desvia-se para o interior do Atlântico Sul. O deslocamento desse anticiclone dá origem aos sistemas frontais que com frequência avançam pelo Sul do Brasil e causam as chuvas frontais. Os estudos já realizados sobre a dinâmica climática em Maringá mostraram que mesmo no mês de janeiro que é o mais quente a porcentagem das chuvas frontais com relação à precipitação total pode ser superior a 50% em alguns anos (BORSATO 2006a e 2006b).

As chuvas frontais somaram mais de 70% para esse verão, embora estudos (BORSATO 2007), já realizado na região mostraram que as chuvas frontais e as convectivas se equilibram no verão. Neste caso, a altura registrada em Campo de Mourão ficou a quem da média histórica para o verão (354,1 mm – média histórica 1980 – 2007 = 540,0 mm). Em todos os verões que a altura é próxima da média ou ligeiramente a acima dela, o incremento é para as chuvas convectiva. (BORSATO 2006a). Na área de transição climática as oscilações

na dinâmica das massas de ar, na altura pluviométrica e na gênese das chuvas apresentam uma ampla variação interanual.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BORSATO, V. A. BORSATO F. H e SOUSA E. E., **Análise Rítmica e a Variabilidade Têmpora – Espacial**. In: VI Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica. Teoria e Metodologia em Climatologia. Universidade Federal de Sergipe, Núcleo de pós Graduação Geográfica, Aracaju SE. Outubro 2004. Eixo 3 tema 3 - CD-ROM

BORSATO, V. A., A Participação dos sistemas atmosféricos atuantes na bacia do rio Paraná no período de 1980 a 2003. Tese (parcial), (Doutorado) Nupélia, Universidade Estadual de Maringá. Maringá, 2006a.

BORSATO, V. A., **A Gênese das chuvas de Janeiro em Maringá Paraná**. IN: IV Seminário Latinoamericano de Geografia Física: Novos Paradigmas e Políticas Ambientais. Universidade Estadual de Maringá. Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes, Programa de Pós-Graduação UEM Departamento de Geografia. Maringá Paraná, Outubro 2006b, eixo Hidro – Climatologia. CD-ROM

BORSATO, V. A. BORSATO F. H, **A dinâmica atmosférica e a influência da tropicalidade no inverno de 2007 em Maringá PR – Espacial**. In: 8º Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica. Evolução Tecnológica e Climatológica. Universidade Federal de Uberlândia. Agosto 2008. Eixo 5 – Técnica em Climatologia - CD-ROM

BORSATO, V. A., **Chuvas convectivas e frontais; base metodológica**: IN, I Encontro I Encontro Regional de Geografia Aplicada à Gestão da Saúde e XVI Semana da Geografia da Universidade Estadual de Maringá, de 28 a 30 de maio de 2007. Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes, Departamento de Geografia. Maringá Paraná, Maio de 2007 Anais, eixo 02 – CD-ROM.

BRASIL - Instituto Nacional de Meteorologia - INMET, Ministério da Agricultura e Abastecimento. Rede de Estações, Superfície e automáticas - 2007 http://www.inmet.gov.br/html/rede_obs.php consultado em 22/03/2008.

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia CPTEC/INPE.– Imagens de Satélite, Cachoeira Paulista, Disponível em: <http://www.cptec.inpe.br/satélite>. Acessado 25/03/2008.

BRASIL. Ministério da Marinha. Serviço Meteorológico da Marinha. **Cartas sinóticas**. On line, <http://www.mar.mil.br/dhn/chm/meteo/prev/cartas/cartas.htm>, consultado em 23/01/2007 e 23/03/2008.

FERREIRA, C. C. 1989: **Ciclogêneses e ciclones extratropicais na Região Sul-Sudeste do Brasil e suas influências no tempo**, INPE-4812-TDL/359.

GUIA GEOGRÁFICO – Mapas do Brasil. **Mapa Político do Brasil** disponível em <http://www.brasil-turismo.com/mapas/mapa-politico.htm> acessado 20/07/2008

MONTEIRO, C.A.F. A frente polar atlântica e as chuvas de inverno na fachada sul (Oriental do Brasil contribuição metodológica à análise rítmica dos tipos de tempo no Brasil). São Paulo: IGEOG/USP, 1969. (Série Teses e monografias, 1).

MONTEIRO, C. A. de F. **Análise rítmica em Climatologia**: problemas da atualidade climática em São Paulo e achegas para um programa de trabalho. **Climatologia**, São Paulo, n. 1, 1971 p. 1-21,

PÉDELABORDE, P. **Introducion a l'étude scientifique du climat**. SEDES, Paris, 1970. Neide Aparecida Zamuner Barrios, IPEA/UNESP. p. 246.

VAREJÃO-SILVA M. A., **Meteorologia e Climatologia**. Instituto Nacional de Meteorologia Brasília, DF, 2000 p 515.

VIANELLO, R. L., **Meteorologia básica e Aplicações**. Universidade Federal de Viçosa. Editora UFV 2000. p 450.