

## **Estudo das condições atmosféricas associadas a um evento de neve em Pinheiro Machado – RS, com auxílio de sensoriamento remoto**

Flavio Tiago do Couto <sup>1</sup>  
Aline Falck Jeske <sup>2</sup>  
Paulo Roberto Pelufo Foster<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Pelotas - UFPEL  
Bolsista de Iniciação Científica do CNPq. Faculdade de Meteorologia  
Caixa Postal 354 – CEP 96010-900 – Pelotas – RS, Brasil  
flaviotiago.couto@gmail.com

<sup>2</sup> Universidade Federal de Pelotas - UFPEL  
Programa de Pós-Graduação/Faculdade de Meteorologia  
Bolsista de Mestrado do CNPq  
Caixa Postal 354 – CEP 96010-900 – Pelotas – RS, Brasil  
asfalck@yahoo.com.br

<sup>3</sup> Universidade Federal de Pelotas - UFPEL  
Prof. Doutor da Faculdade de Meteorologia. Departamento de Meteorologia  
Caixa Postal 354 – CEP 96010-900 – Pelotas – RS, Brasil  
pfoster@ufpel.edu.br

**Abstract.** In day 05 of September of 2008, several cities of the state of the Rio Grande Do Sul had been affected by precipitation in snow form. As a result, this work focused on the purpose of analyzing the conditions that favored the atmosphere of the event in the region of Pinheiro Machado-RS, with the objective of evaluating the performance of the use of radar and satellite images to characterize the phenomenon. For the elaboration of this study, synoptic surface maps, data of temperature of air in the surface and data aerologic of superior air were analyzed. A set of images of meteorological satellite GOES-10, enhanced in the infra-red ray, deriving of the CPTEC/INPE and images of the Doppler Radar located in the City of Canguçu – RS, available for the REDEMET also were used. The analysis of the data showed some characteristics that had favored the occurrence of the event, the fall of the zero isotherm degree, as well as next lower temperatures the surface and an unstable atmosphere. The data of remote sensing if had shown efficient tools for the characterization of meteorological event, being that both had described the degree of activity associated with the system of satisfactory form.

**Palavras-chave:** remote sensing, atmosphere, snow, radar, sensoriamento remoto, atmosfera, neve, radar.

### **1. Introdução**

Muitas vezes a precipitação na superfície da Terra cai em forma de neve ou pingos de chuva que vem do derretimento de flocos de neve. De acordo com BATTAN (1979) uma análise dos flocos de neve mostra que esses podem ser grandes cristais de gelo ou, mais comumente, agregados de cristais de gelo. Os cristais de gelo individuais possuem forma hexagonal e formam a neve quando o nível de congelamento está tão próximo da superfície que a agregação dos cristais de gelo não tem tempo de derreter antes de alcançar o solo (BARRY, 1998).

Durante os meses do inverno, é possível presenciar em alguns lugares da serra do Rio Grande do Sul, bem como nas cidades de Gramado e Canela, a queda de precipitação em forma de neve, o que chama a atenção de várias pessoas por ser um evento não muito freqüente no Brasil, desempenhando assim, considerável papel no setor turístico de alguns

municípios da serra gaúcha. Em uma destas situações, no dia 05 de setembro de 2008, vários municípios do estado do Rio Grande do Sul foram afetados por esse tipo de precipitação.

Embora esteja localizado na região da campanha do Rio Grande do Sul (Figura 1), o município de Pinheiro Machado (31°34' S; 53°22' O; altitude de 436 metros) foi o mais atingido. O início do evento pôde ser presenciado por volta das 12 UTC (9 horas da manhã - Hora Local), onde a neve caía bem fina, mas a partir das 16 UTC (13 horas - Hora Local), os flocos aumentaram de tamanho e puderam ser visíveis em toda cidade (ZERO HORA, 2008).

Como a ocorrência deste fenômeno meteorológico é extremamente raro sobre a região de estudo, este trabalho tem como principal objetivo analisar as condições atmosféricas que favoreceram a ocorrência do evento na região de Pinheiro Machado.



**Figura 1:** Localização do município de Pinheiro Machado – RS (31°34'S, 53°22'W). FONTE: Wikipédia

## 2. Materiais e Métodos

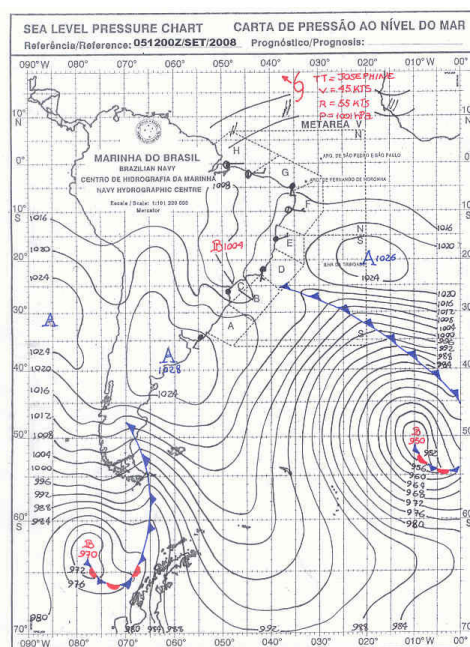
Com o intuito de avaliar a situação de grande escala associada ao evento foram analisadas cartas sinóticas de pressão ao nível médio do mar, elaboradas pelo Departamento de Hidrografia e Navegação da Marinha (<http://mar.mil.br/dhn/meteoro/>). A temperatura do ar na superfície foi verificada a partir dos dados da Estação Meteorológica de Canguçu – RS (31,41°S; 52,70°O; altitude: 464 metros), disponibilizados pelo Instituto Nacional de Meteorologia (<http://www.inmet.gov.br>). Dados aerológicos da estação 83928 (SBUG) (<http://weather.uwyo.edu/upperair/sounding.html>) localizada em Uruguaiana foram utilizados para determinar os índices de instabilidade aerodinâmica da atmosfera, bem como para determinar o nível de pressão em que estava localizada a isoterma de 0 °C.

Utilizaram-se, também, um conjunto de imagens geradas pelo satélite meteorológico GOES-10 (canal infravermelho, realçadas) distribuídas pelo Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos do Instituto de Pesquisas Espaciais (<http://www.cptec.inpe.br/>) e imagens geradas pelo radar Doppler localizado no município de Canguçu – RS (31°24'S; 52°42'O; altitude 466 metros) disponibilizadas pela Rede de Meteorologia do Comando da Aeronáutica (<http://redemet.aer.mil.br>). As imagens de radar são do tipo MAXDISPLAY (Max CAPPI) e fornecem as projeções cartesianas nas direções verticais, norte-sul e leste-oeste, dos valores

máximos de refletividade, taxa de precipitação, velocidade radial média ou largura espectral, observados durante uma varredura volumétrica para um alcance de 400 km e resolução temporal de 15 minutos. Para o radar RMT0100D, a correlação estimada de intensidade dos produtos de refletividade (dBz) indicam a intensidade da nebulosidade dos sistemas meteorológicos: muito fraco (0 a 16 dBz), fraco (17 a 26 dBz), moderado (27 a 42 dBz), forte (43 a 64 dBz) e muito forte (valores maiores do que 64 dBz).

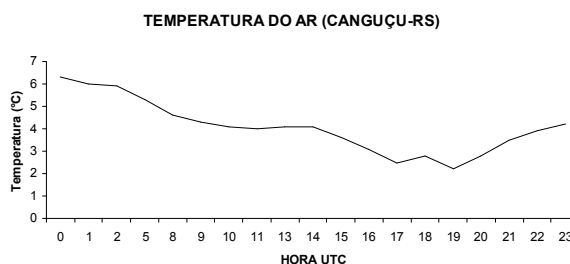
### 3. Resultados e Discussão

A partir da carta sinótica referente ao dia 5 às 12 UTC (Figura 2), nota-se a existência de uma região de baixa pressão sobre a região central do Brasil, favorecendo o aparecimento de uma zona de instabilidade sobre o norte da região sul do Brasil. Observa-se também que esta região estava sobre a influência do ar polar decorrente da passagem de uma frente fria e também da borda norte do anticiclone localizado sobre o litoral da Argentina.



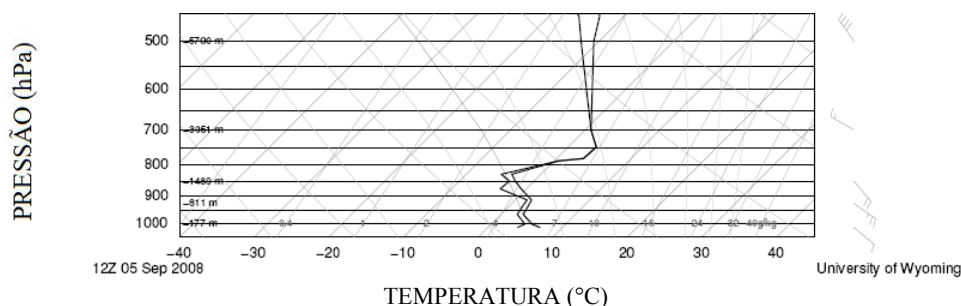
**Figura 2:** Carta sinótica de pressão ao nível médio do mar para o dia 05/09/2008 às 1200 UTC.

A influência do ar polar pode ser verificada a partir dos dados de temperatura à superfície da cidade de Canguçu (Figura 3), onde se observa temperaturas baixas durante toda tarde, chegando a um mínimo de 2,2°C às 19 UTC.



**Figura 3:** Dados de superfície referente à temperatura do ar em Canguçu no dia 05/09/2008.

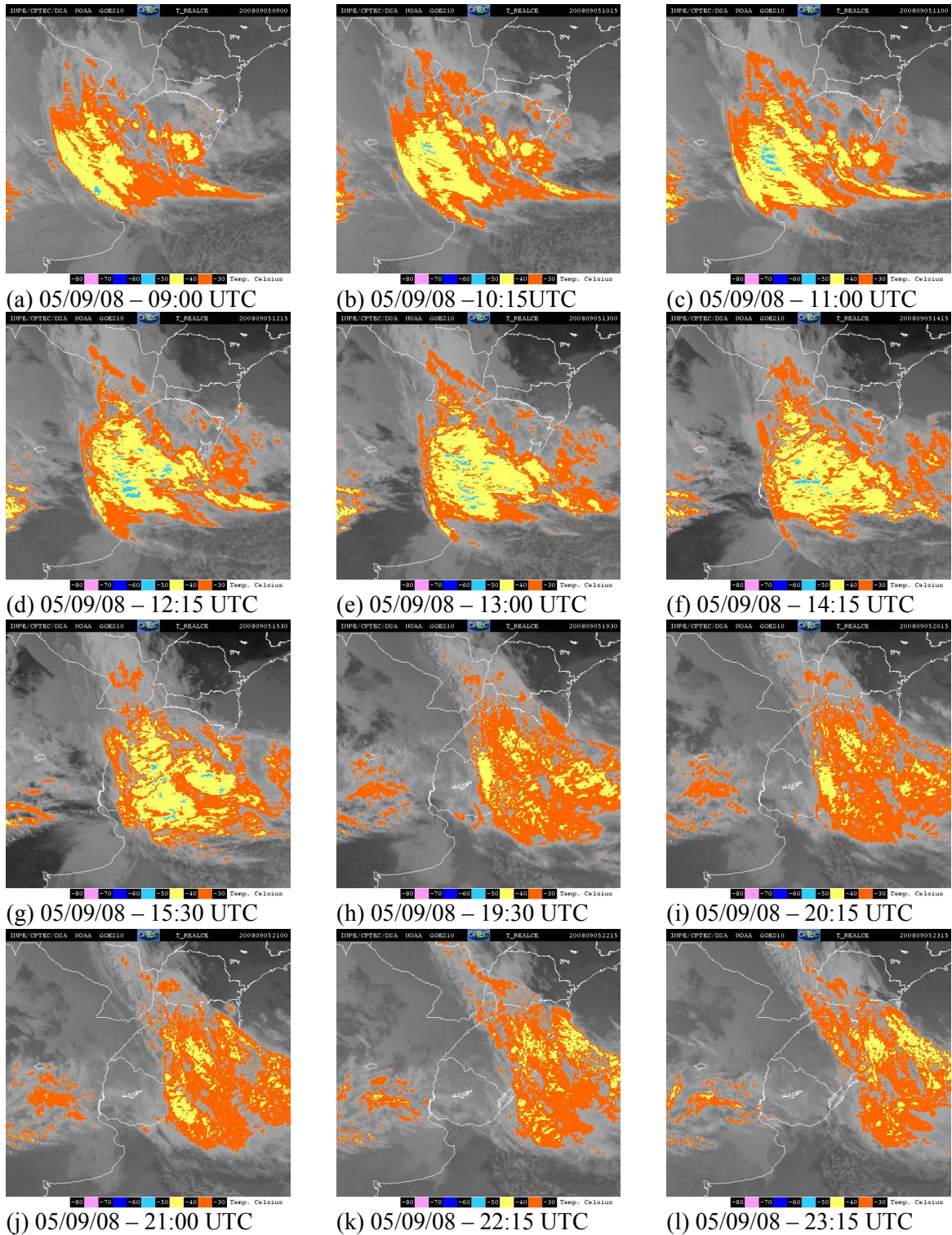
A análise do diagrama termodinâmico Skew-T / Log-p do dia 5 de setembro, às 12 UTC para a cidade de Uruguaiana (Figura 4), mostra que o ar próximo a superfície se encontrava com grande quantidade de umidade, pois as curvas de temperatura da superfície e temperatura do ponto de orvalho estavam bem próximas. Dados aerológicos indicam que a isoterma de 0°C estava próxima ao nível de 900 hPa (aproximadamente 1 km), mostrando que nível de congelamento estava próximo da superfície, favorecendo assim, a formação de cristais de gelo nas camadas mais baixas da atmosfera.



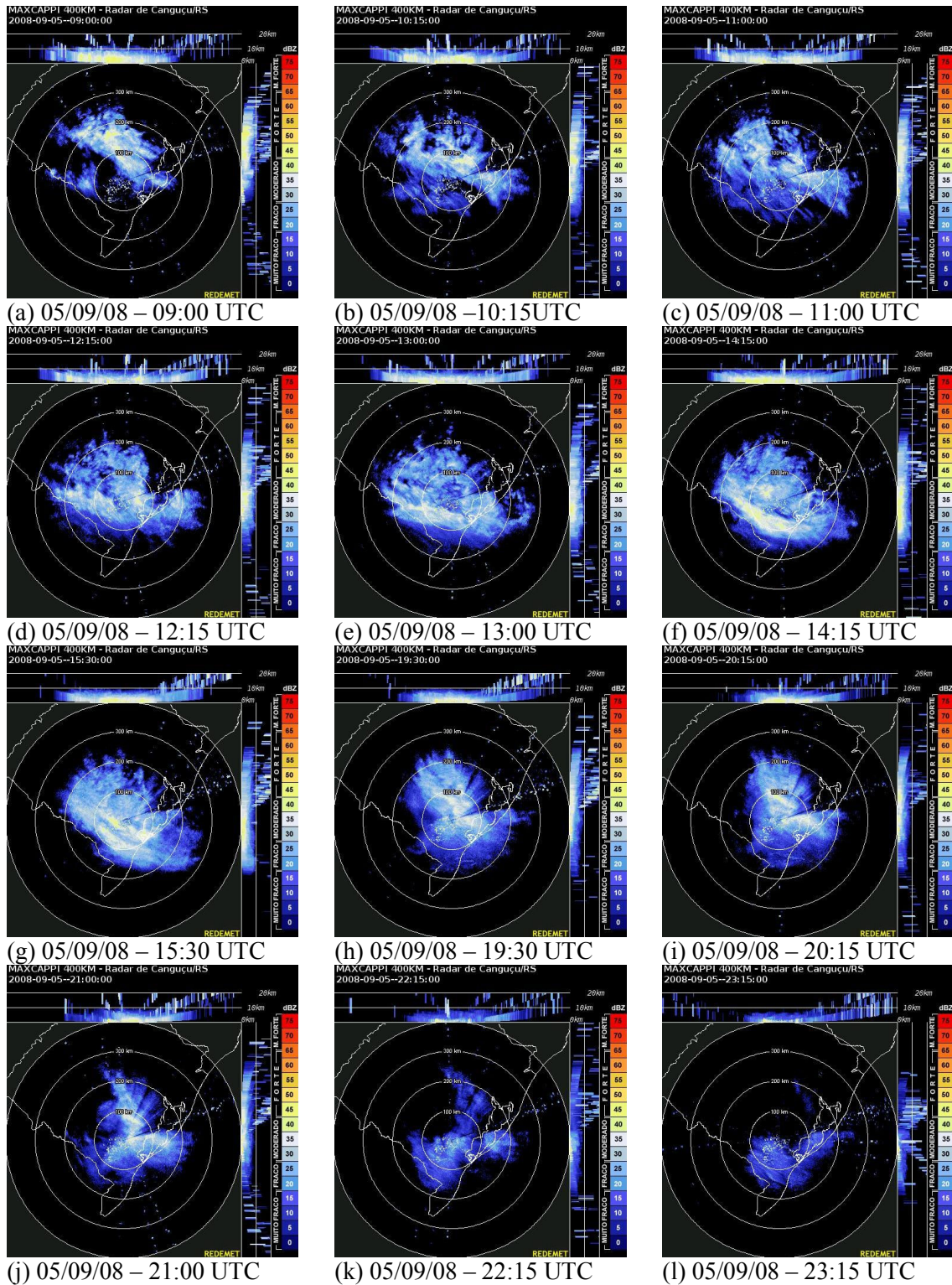
**Figura 4:** Diagrama termodinâmico da cidade de Uruguaiana-RS para as 12 UTC do dia 05/09/2008.

O conjunto de imagens de satélite representa os momentos em que o sistema se encontrava sobre a região de Pinheiro Machado, sendo possível acompanhar a atividade convectiva associada ao mesmo a partir das temperaturas de topo das nuvens. Pelas imagens das 09:00 UTC (Figura 5.a) até as 15:30 UTC (Figura 5.g), é possível observar que a maior parte do sistema apresentava nebulosidade com temperatura de topo por volta de -40°C de acordo com a Figura 5, em alguns momentos podem ser observados pequenos núcleos com temperaturas de -50°C. No entanto, esses valores não indicam forte convecção, representando assim, nuvens de topo relativamente baixo. A partir da imagem das 19:30 UTC (Figura 5.h), é possível notar uma diminuição da atividade convectiva do sistema, pois observa-se a maior presença de nuvens com temperatura de topo de -30°C. Essa característica perdura pelo menos até o sistema passar pela região em análise.

No horário das 09:00 UTC (Figura 6.a), observa-se que o radar ainda não detectava nenhuma atividade convectiva sobre a região de Pinheiro Machado. Alguma atividade pode ser observada das 10:15 UTC (Figura 6.b) em diante, entretanto, com refletividade muito fraca, entre 5 dBZ e 10 dBZ, e nebulosidade com topo inferior a 10 km. Conforme o sistema avança na direção nordeste do estado do Rio Grande do Sul é possível notar um aumento da atividade associada, podendo ser verificada na seqüência de imagens a partir das 12:15 UTC (Figura 6.d), onde sobre a região de Pinheiro Machado o radar começa a detectar nebulosidade com pontos de refletividade moderada e topo de nuvens atingindo até 10 km. Entre às 14:15 UTC (Figura 6.f) e 15 UTC (Figura 6.g), o radar detecta vários alvos de forte atividade distribuídos neste intervalo de tempo, com pontos de até 45 dBZ, no entanto com topo de nuvem inferior a 10 km. Depois das 19:30 UTC (Figura 5.h), nota-se a diminuição da atividade convectiva, pois o sistema volta a apresentar refletividade muito fraca e topo de nuvens bem inferiores a 10 km.



**Figura 5:** Imagens do satélite GOES-10, representando temperatura do topo de nuvens para os momentos em que o sistema se fez mais evidente.



**Figura 6:** Conjunto de imagens de radar, apresentando a refletividade e topo das nuvens associadas ao sistema para os horários em que este se fez mais evidente.

#### 4. Conclusões

Pela análise dos dados conclui-se que o evento de neve foi causado por uma linha de instabilidade que se formou devido à influência de um centro de baixa pressão. A baixa temperatura registrada próximo ao solo favoreceu a aproximação da isoterma de 0°C da superfície, facilitando a formação de cristais de gelo e tornando possível que estes alcançassem a superfície em forma de flocos de neve sem que houvesse o derretimento.

A utilização dos dados de sensoriamento remoto (Radar/Satélite) mostrou que essas ferramentas são bem eficientes para uma caracterização de eventos meteorológicos. Para esse caso em particular, foi possível observar pelos dados de radar que o fenômeno esteve associado a uma refletividade moderada. Confrontando as imagens de satélite com as de radar é evidente que ambas descreveram o grau de atividade associada ao sistema de forma satisfatória, tanto em escala espacial quanto temporal.

#### Agradecimentos

Este trabalho foi realizado com o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Brasil.

#### Referências Bibliográficas

- Barry, R. G. Chorley, R. J. **Atmosphere, weather and climate**. 7 ed. London: Routledge, 1998. 409p.
- Battan, L. J. **Fundamentals of meteorology**. New Jersey: Prentice-Hall, 1979. 321p.
- Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos/ Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais(CPTEC/INPE). Disponível em <<http://www.cptec.inpe.br/>>. Acesso em: 20.set.2008.
- Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Disponível em <<http://www.inmet.gov.br/>>. Acesso em: 25.set.2008.
- Departamento de Hidrografia e Navegação da Marinha (DHN/MARINHA). Disponível em <<http://www.mar.mil.br/dhn/chm/meteo/>>. Acesso em: 10.set.2008.
- Rede de Meteorologia do Comando da Aeronáutica (REDEMET). Disponível em <<http://www.redmet.aer.mil.br/>>. Acesso em: 20.set.2008.
- Universidade do Wyoming. Disponível em <<http://weather.uwyo.edu/>>. Acesso em: 25.set.2008.
- ZERO HORA. Disponível em <<http://zerohora.clicrbs.com.br/zerohora/jsp>>. Acesso em: 06.set.2008.
- Wikipédia. Disponível em: [http://pt.wikipedia.org/wiki/Imagem:RioGrandedoSul\\_Municip\\_PinheiroMachado.svg](http://pt.wikipedia.org/wiki/Imagem:RioGrandedoSul_Municip_PinheiroMachado.svg)  
Acesso em: 29.set.08