

CLIMATOLOGIA DE GEADAS DO PARANÁ

Alexandre K. GUETTER¹ e Marcelo B. ZAICOVSKI²

RESUMO

A geada é um fenômeno freqüente no estado do Paraná durante o outono-inverno. A região Sul do Estado pode sofrer geadas no período abril-setembro, a região centro-oeste no período maio-agosto, enquanto que as regiões noroeste e norte sofrem geadas com menor freqüência, tendo os meses de junho-julho como período crítico. Esse estudo atualiza a análise climatológica de ocorrência de geadas no Estado do Paraná, assimilando os dados diários de temperatura mínima registrados pela rede de estações meteorológicas do IAPAR até o ano de 1997. Assumiu-se que a ocorrência de geadas é caracterizada pelo registro de temperatura mínima em abrigo meteorológico inferior a 3 °C. Determinou-se o número de ocorrências de geadas em cada mês para cada estação e estimou-se o número mensal de ocorrência de geadas associado às probabilidades de 50%, 25% e 10%. As probabilidades foram derivadas da distribuição empírica (amostral) de ocorrência de geadas. Parte da região Central e região Sul do Paraná apresentam mais de 6 geadas por mês durante o período Maio-Junho-Julho, com probabilidade de 10% (tempo de retorno de 10 anos). As regiões Norte e Noroeste do Paraná sofrem até duas geadas durante o período Junho-Julho-Agosto, com 10% de probabilidade.

PALAVRAS CHAVE: Geada, Climatologia, Temperatura Mínima

INTRODUÇÃO

Geadas e baixas temperaturas limitantes para a agricultura no Paraná estão associadas com a entrada de massas de ar frio provenientes de altas latitudes. Essas massas de ar frio são observadas durante o período entre abril e setembro. Marengo et al. (1997) descreveu as características sinóticas da entrada de massas de ar frio no Sul do Brasil, associadas com ocorrências de geadas, indicando que (1) há a atuação de um sistema crista/cavado em altos níveis, (2) há a passagem de um sistema frontal pelo sul/sudeste do Brasil, (3) há o acompanhamento de alta pressão com o escoamento de sul/sudeste dirigido para o continente. O monitoramento da região central Argentina é muito importante no monitoramento e previsão de geadas no Paraná. Os processos dinâmicos

¹ Dr., Pesquisador Consultor. Sistema Meteorológico do Paraná, SIMEPAR. Caixa Postal 318, 80001-970, Curitiba, PR. E-mail: guetter@simepar.br.

² Meteorologista. Sistema Meteorológico do Paraná, SIMEPAR. Caixa Postal 318, 80001-970, Curitiba, PR. E-mail: brauer@simepar.br

associados à entrada de ar frio no Paraná têm previsibilidade de ordem de 48 horas (Marengo et al., 1997).

Esse estudo climatológico de ocorrência de geadas fornece informações temporais e espaciais do risco de geadas relativas aos meses do período outono-inverno, subsidiando o processo de monitoramento e previsão de geadas ao apresentar as fases e locais com maior frequência do fenômeno.

A geada é um fenômeno freqüente no estado do Paraná durante o outono-inverno. As regiões sul e centro-oeste do estado podem sofrer geadas no período de abril, enquanto que as regiões nordeste e noroeste sofrem geadas com menor freqüência durante o período junho-julho. O efeito das geadas é devastador para várias culturas, particularmente para cafezais se não tiverem proteção adequada (Caramori e Manetti, 1993). A caracterização da geada utiliza a temperatura de relva. Contudo, normalmente se emprega uma correlação entre temperatura de relva e temperatura em abrigo meteorológico com a série de temperaturas mínimas de abrigo para se identificar períodos de geada (Sentelhas et al., 1996). Temperaturas mínimas de abrigo inferiores a 3 °C estão associadas com a ocorrência de geadas no Paraná (Grodzki et al., 1996), tendo sido o critério adotado para a definição de geada nesse estudo. Não se fez distinção entre geadas fortes e fracas, tendo-se mantido unicamente o critério de que $T_{min} < 3^{\circ}C$ corresponde à ocorrência de geadas. Portanto, podem haver casos de ocorrência de geadas fracas que estiveram associadas a $T_{min} > 3^{\circ}C$ e não foram incluídas nas estatísticas desse estudo.

DADOS

Analisaram-se as séries diárias de temperatura mínima (T_{min}) para um conjunto de 28 estações meteorológicas mantidas pelo IAPAR. Excluíram-se da análise os dados de 5 das 33 estações da rede do IAPAR por apresentar: (1) índice de falha superior a 1,5% e (2) falhas consecutivas de observação de T_{min} durante o outono-inverno. A Figura 1 ilustra a localização e número de anos de observação das estações selecionadas. O período de observação de T_{min} variou de 19 a 44 anos, com 70% das estações apresentando entre 20 e 25 anos de observações. Há apenas duas estações com mais de 40 anos de observações: (1) Ponta Grossa, no Centro (centro-leste) do Paraná e (2) Cambará no Norte (nordeste).

O controle de qualidade dos dados de temperatura mínima e máxima foram realizados simultaneamente com rotinas desenvolvidas pelos autores usando os procedimentos descritos por Kunkel et al. (1998). O processo de controle de qualidade consiste em quatro testes: (1) *Verificação de Extremos*: os limites extremos tanto superior quanto inferior foram determinados para cada estação ao longo de sua série histórica, obtidos através da classificação de todos os seus

dados diários. O limite de aceitabilidade ficou definido entre 1% e 99%. Valores acima do limite superior e abaixo do inferior foram considerados suspeitos e os períodos de 5 dias centrados no valor suspeito foram analisados individualmente para manutenção ou exclusão do dado suspeito.

(2) *Verificação de Inconsistência dos Valores Máximos e Mínimos*: a temperatura máxima de um determinado dia deve ser, no mínimo, maior que a temperatura mínima do dia anterior, e também maior que a mínima do respectivo dia. A temperatura mínima de um dia específico deve ser equivalente ou menor que a temperatura máxima do dia anterior.

(3) *Persistência*: dados de temperatura máxima e mínima foram considerados suspeitos quando ocorreram pelo menos durante três dias consecutivos com o mesmo valor.

(4) *Salto*: A série de dados de temperaturas máximas e mínimas foram verificadas para cada salto de temperatura, com seus limites definidos ao longo da série histórica de cada estação, de forma semelhante a da verificação dos extremos. Um salto é definido como um valor central sendo superior ou inferior aos valores anterior e seguinte. Para saltos superiores ao limite, apenas o valor central foi considerado suspeito. Confirmado que o dado não é bom, considerou-se que o dado é impróprio e atribuiu-se o código de falha a esse valor.

O processo de controle de qualidade sobre a base de dados históricos é fundamental para a correta caracterização dos casos de geadas, que correspondem a T_{min} próximas dos extremo inferior da distribuição.



FIGURA 1 – Localização das estações da rede do IAPAR utilizadas na análise.

METODOLOGIA

Desenvolveu-se um procedimento para computar o número de ocorrências de geada (ou $T_{min} < 3^{\circ}C$) por mês para cada estação, e calcular as estatísticas climatológicas (número de geadas médio, máximo e mínimo). Determinou-se o número mensal de ocorrências de geada associado às probabilidades de 10%, 25% e 50% através das propriedades amostrais do período de observação. A série mensal do número de geadas foi ordenada em ordem decrescente para cada mês do ano e o número de geadas correspondentes a um determinado percentil correspondeu à sua posição na série ordinal. Por exemplo, para uma estação com 40 anos de observações, classificou-se em ordem decrescente os 40 registros mensais de geada, e o número de geadas associado com as probabilidades de 10%, 25% e 50% correspondem ao 4º, 8º, e 20º valores da série ordinal, respectivamente. Portanto, quanto menor a probabilidade (ou maior o tempo de recorrência), maior é o número de geadas. O nível de 10% de probabilidade está associado ao tempo de recorrência de 10 anos, ou seja, ao risco de ocorrer um conjunto de geadas no mês de referência, uma vez a cada 10 anos. O número de geadas com 10% de probabilidade é superior ao número de geadas com 25% ou 50% de probabilidade; conforme ilustra a Figura 2 para a estação de Ponta Grossa.

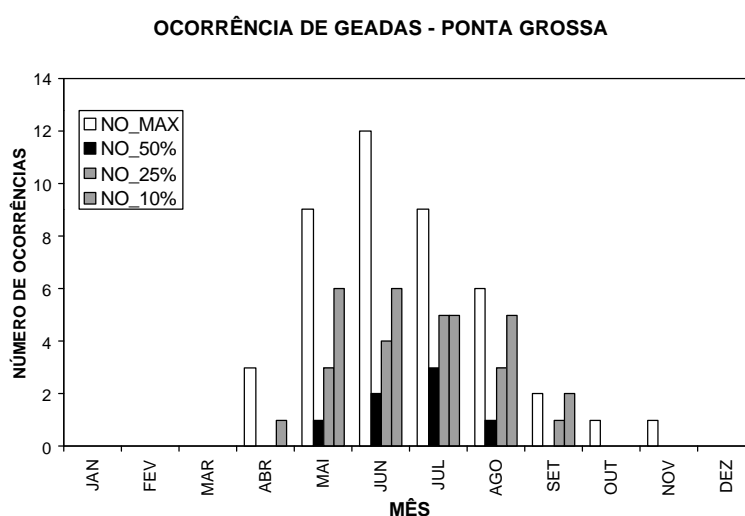


FIGURA 2 – Número de geadas em Ponta Grossa para as probabilidades de 10%, 25%, 50% e número máximo de ocorrências da série histórica.

A estação de Ponta Grossa, correspondendo à região Central do Paraná (Figura 1) já apresentou até 3 geadas em Abril e ainda teve registros de geadas nos meses de outubro e novembro. Contudo, a ocorrência de geadas, com 10% de probabilidade, limita-se ao período abril-setembro, e com 50% de probabilidade (tempo de recorrência de 2 anos) no período Maio-Agosto.

RESULTADOS

A Figura 3 ilustra o número de geadas com 10% e 50% de probabilidade para o mês de maio, e as Figuras 4, 5, 6, e 7 para os meses de junho, julho, agosto e setembro, respectivamente. É freqüente a ocorrência de uma ou mais geadas (por mês) na Capital, Centro, Sul e Oeste do Paraná nos meses de Junho e Julho, conforme ilustram os mapas das Figuras 4 e 5 (50% de probabilidade). Ocorrências de geadas na região norte podem ocorrer nos meses de Junho-Julho e Agosto, porém associadas a probabilidades de 10%. As geadas precoces (em abril) e tardias (em outubro) têm ocorrência limitada à região Sul, ao nível de 10% de probabilidade.

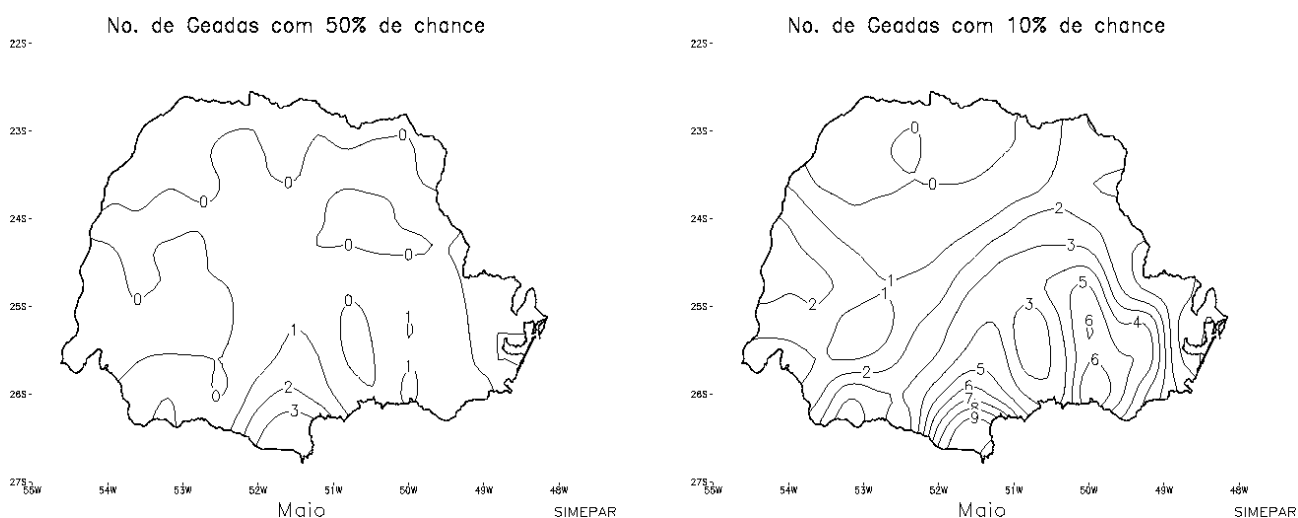


FIGURA 3 – Distribuição de ocorrências de geadas no mês de **maio** associadas com 50% de probabilidade (esquerda) e 10% de probabilidade (direita).

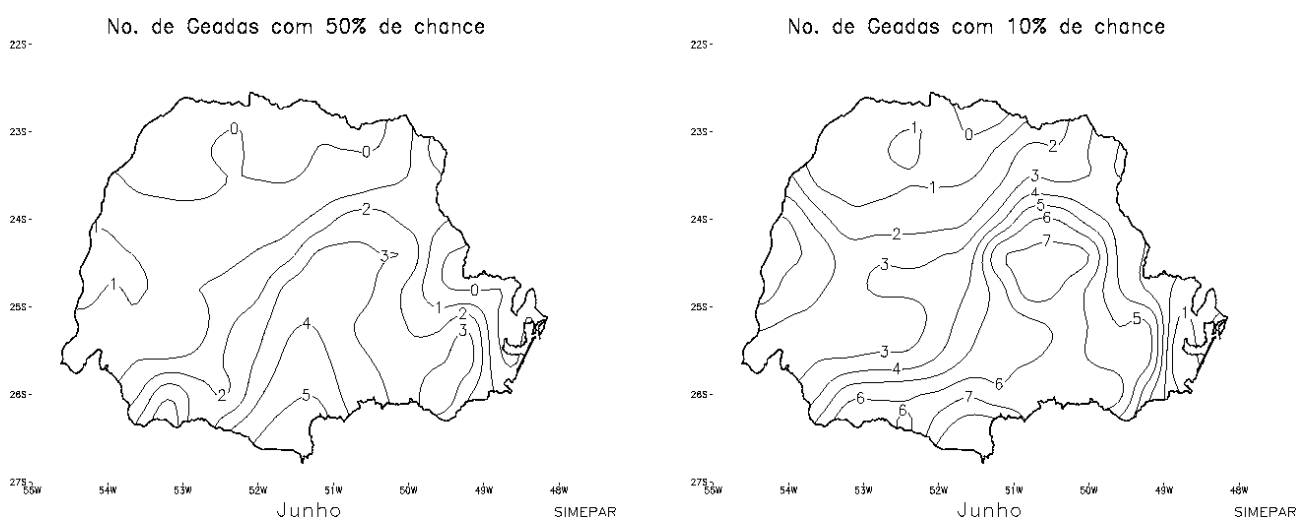


FIGURA 4 – Distribuição de ocorrências de geadas no mês de **junho** associadas com 50% de probabilidade (esquerda) e 10% de probabilidade (direita).

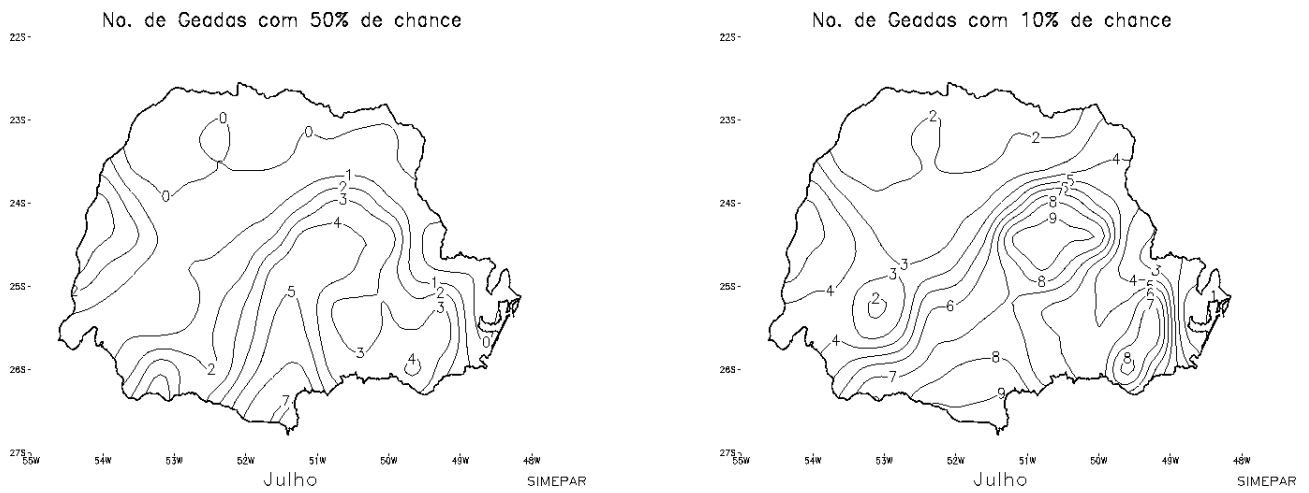


FIGURA 5 – Distribuição de ocorrências de geadas no mês de **julho** associadas com 50% de probabilidade (esquerda) e 10% de probabilidade (direita).

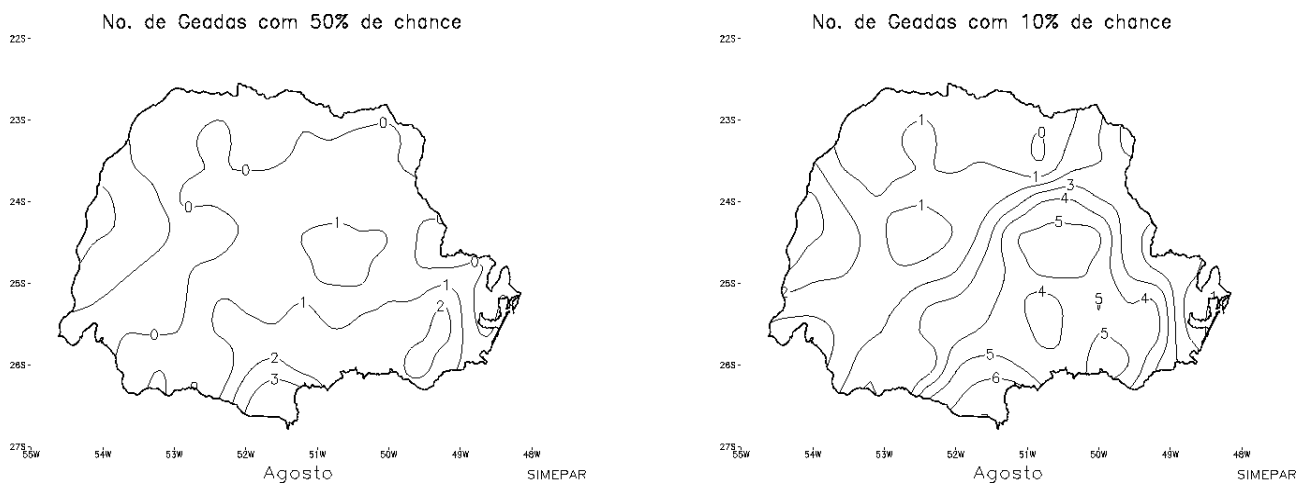


FIGURA 6 – Distribuição de ocorrências de geadas no mês de **agosto** associadas com 50% de probabilidade (esquerda) e 10% de probabilidade (direita).

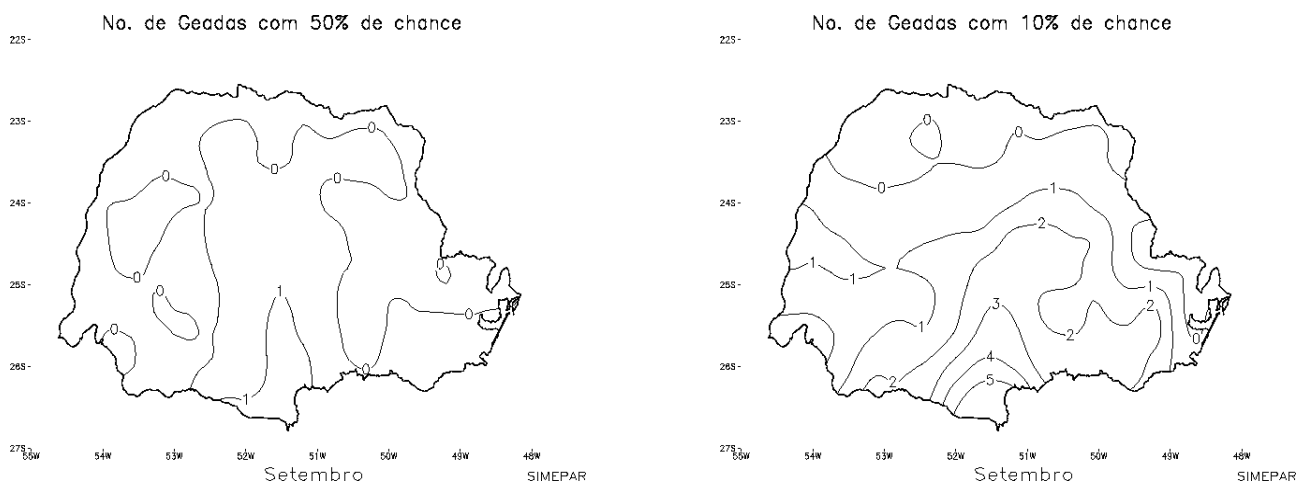


FIGURA 7 – Distribuição de ocorrências de geadas no mês de **setembro** associadas com 50% de probabilidade (esquerda) e 10% de probabilidade (direita).

CONCLUSÃO

Esse estudo atualiza a análise climatológica de geadas para o Paraná apresentada por Grodzki et al. (1996) e estende a representação espacial da ocorrência de geadas para todo o Paraná. A apresentação dos resultados foi expressa em termos de probabilidades (50%, 25% e 10%) de ocorrência. O número de ocorrências de geada em um determinado local ao nível de 10% (tempo de recorrência de 10 anos) de probabilidade é significativamente maior do que o número de geadas para 50% de probabilidade (tempo de recorrência de 2 anos). A ocorrência de geadas precoces (abril) e tardias (outubro), ao nível de 10% de probabilidade, estão limitadas à região Sul do Paraná. Contudo, outras regiões também podem sofrer geadas precoces (como a registrada em abril/1999), embora o risco seja muito baixo, sendo inferior a 10%

BIBLIOGRAFIA

- CARAMORI, P.H. e J. MANETTI FO, Proteção dos cafeeiros contra geadas. *IAPAR-Circular 79*, Londrina, IAPAR, 28 pp, 1993.
- GRODZKI, L., P.H. CARAMORI, A. BOOTSMA, D. OLIVEIRA e J. GOMES, Riscos de Ocorrência de Geada no Estado do Paraná. *Rev. Bras. Agrometeorol.*, **4**(1), 93-99, 1996.
- GUETTER, A.K. e C.G. DUQUIA, O Uso de Previsão Climática de Temperatura e o Prognóstico de Geadas. *Anais do X Congresso Brasileiro de Meteorologia, Brasília, 26-30 Outubro, 1998*.
- GUETTER, A.K. e M.B. ZAICOVSKI, Prognóstico Probabilístico da Ocorrência de Geadas no Paraná com o Uso de Previsões Climáticas e Climatologia Mensal das Temperaturas Mínimas. *Relatório Técnico no. 009/98*, SIMEPAR, Curitiba, PR, 62 pp, 1998.
- KUNKEL, K.E., K. ANDSAGER, G. CONNER, W.L. DECKER, H.J. HILLAKER JR., P.N. KNOX, F.V. NURNBERGER, J.C. ROGERS, K. SCHEERINGA, W.M. WENDLAND, J. ZANDLO, J.R. ANGEL, 1998: An Expanded Digital Daily Database for Climatic Resources Applications in the Midwestern United States. *Bulletin of the American Meteorological Society*, **79**, 1357-1366.
- SENTELHAS, P.C., A.A. ORTOLANI, e J.R. M. PEZZOPANE, 1996: Estimativa da Temperatura Mínima de Relva e da Diferença de Temperatura entre Abrigo e a Relva em Noites de Geada no Estado de São Paulo. *IX Congresso Brasileiro de Meteorologia, Campos do Jordão, 1, Novembro 1996*, 228-230.
- MARENGO, J.A., A.G. CORNEJO, N. C. OYAMBURO e I.F.A. CAVALCANTI, 1997: Estudo de Caso da primeira Massa de Ar Frio em 1996 no Sul do Brasil. Observações e Resultados do Modelo de Circulação Geral da Atmosfera do CPTEC/COLA. *Rev. Bras. Meteorologia*, **12**(2), 9-24.