

PREVISÃO PROBABILÍSTICA DO CLIMA DE PELOTAS, RS

João Baptista da SILVA ¹, Eliane Gonçalves LARROZA ², Ana Paula Reis de ÁVILA ²

RESUMO

O objetivo do trabalho foi reunir as tabelas de probabilidades das temperaturas mínimas (média das mínimas e mínima absoluta), das precipitações pluviais (total de chuva e chuva máxima) e das velocidades do vento (velocidade média e velocidade máxima), de modo a permitir uma previsão probabilística do clima, nas pântadas, em Pelotas, RS, em função destas variáveis. As tabelas aqui reunidas foram construídas sob a hipótese de que as variáveis seguem aproximadamente à distribuição normal. Quando isto não se comprovou encontrou-se uma transformação de dados adequada que introduziu esta propriedade. Os valores estimados nas tabelas, para os níveis de probabilidade de 1% a 99%, foram obtidos pela distribuição de t, para os graus de liberdade convenientes. As tabelas foram testadas (exceto a da velocidade máxima do vento) por meio de novos conjuntos de valores, podendo-se concluir pela adequação do processo de construção das mesmas. As informações das seis variáveis reunidas numa tabela, para os níveis de probabilidade de 90%, 67,5% e 45%, objeto deste estudo, representam um tipo de previsão climatológica para determinados períodos de um ano médio, mas não para cada ano em particular.

Palavras-chave: probabilidade, variáveis climáticas, modelagem

INTRODUÇÃO

O clima é a expressão da performance de diversas variáveis meteorológicas que, agindo conjuntamente, estabelecem um padrão próprio para uma determinada região. Uma previsão deste comportamento pode ser buscada através do estudo probabilístico dos elementos climáticos que são seus agentes.

¹ Eng^o Agr^o, Livre Docente, Doutor em Ciências, Bolsista do CNPq, Professor Titular (Aposentado) do Instituto de Física e Matemática da UFPel, Caixa Postal 354, CEP 96001-970, Pelotas, RS. E-mail: JBSILVA@ufpel.tche.br.

² Estudantes de Meteorologia e de Engenharia Agrícola, Bolsistas do PIBIC/CNPq/UFPel e da FAPERGS.

Diversos autores (Barger *et al.*,1959; Coligado *et al.*, 1969; Stuff, 1969) tem estudado no mundo inteiro o comportamento probabilístico das mais importantes variáveis climáticas, principalmente, chuvas e temperaturas.

Com os dados de Pelotas,RS, foram estabelecidas tabelas de probabilidades das precipitações pluviais (total de chuva e chuva máxima), das temperaturas mínimas (média das mínimas e mínima absoluta) e das intensidades dos ventos (velocidade média e velocidade máxima), para as 73 pântadas do ano, divulgadas pelos trabalhos de Amaral e Baptista da Silva (1970), Amaral *et al.* (1975), Baptista da Silva (1979), Baptista da Silva e Amaral (1984), Baptista da Silva e Amaral (1987) e Baptista da Silva e Larroza (Inédito).

É indiscutível a importância de uma previsão do aspecto climático de uma região. As mais diversas atividades humanas são afetadas pelas variações do clima. Todos aqueles que necessitam programar as suas atividades de modo a evitar as inclemências do tempo, encontrarão nestas tabelas orientações muito valiosas. Segundo James Thurber " **um grama de probabilidade vale mais do que um quilograma de talvez** ".

O objetivo do presente trabalho foi reunir as tabelas de probabilidades já citadas de modo a permitir uma previsão probabilística do clima de Pelotas, RS, nas pântadas, em função destas variáveis.

MATERIAL E MÉTODOS

Para o presente trabalho o material utilizado foram as tabelas de probabilidades pentadais construídas para as seis variáveis: chuvas (totais e máxima), temperaturas mínimas (médias e mínima absoluta) e velocidade dos ventos (média e máxima). Na construção das tabelas de probabilidades individuais de cada variável foram usados os dados diários existentes (séries climáticas de 20 a 52 anos) na Estação Agroclimatológica de Pelotas, situada no Campus da Universidade Federal de Pelotas-UFPel, a 15 quilômetros do centro da cidade (latitude: 31°52'S, longitude: 52°21'W, altitude: 13,2 m).

Na reunião das tabelas escolheu-se, inicialmente, apenas tres níveis de probabilidade (45%, 67,5% e 90%), em virtude do grande volume de informações geradas com as seis variáveis. O nível mínimo de 45% foi selecionado por ser o menor nível de probabilidade para o qual estimaram-se chuvas diferentes de zero em todas as pântadas. As probabilidades de chuva , totais e máximas, foram calculadas, para os níveis correspondentes, a partir das probabilidades condicionais expressas nas tabelas individuais, antes de reuni-las.

A construção de cada tabela individual baseou-se na hipótese de que os dados observados seguissem a distribuição normal. Quando isto não se verificou, o que ocorreu com a maioria das variáveis, buscou-se uma transformação de dados que homogeneizasse as variâncias e, concomitantemente, normalizasse a distribuição. As tabelas foram construídas pela distribuição de t , nos níveis de probabilidade de 1% a 99%, para os graus de liberdade convenientes.

Posteriormente, as tabelas foram testadas, através de três testes, com novos conjuntos de observações, para verificar a adequação do processo de construção. A velocidade máxima do vento não pode ser testada por indisponibilidade de dados.

A metodologia de construção e testes das tabelas está descrita em detalhes em Baptista da Silva (1979).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na construção das tabelas individuais todas as variáveis foram transformadas, exceto a velocidade máxima do vento, visando à homogeneidade de variâncias e à normalidade da distribuição. Para a chuva total e chuva máxima utilizou-se a raiz cúbica e raiz quinta, respectivamente. Para a velocidade média do vento foi usada a raiz quarta, enquanto a velocidade máxima não necessitou de transformação. No caso das temperaturas mínimas, as transformações foram, respectivamente, $Y = (1 + X / 273)^{13,255}$ e $Y = (1 + X / 273)^{6,553}$, para a média das mínimas e para a mínima absoluta.

Cada tabela foi testada, com um novo conjunto de observações, segundo os intervalos interquartilícos, os desvios em relação à mediana, à assimetria e à dispersão e pelo valor esperado e respectivo intervalo de confiança (95%) do maior valor da variável. Todas as variáveis climáticas, exceto a velocidade máxima do vento que não pode ser testada por indisponibilidade de dados, em todos os três testes, apresentaram um bom acordo entre os valores observados e os estimados, indicados pelas tabelas.

Na Tabela 1, encontram-se os valores estimados (menores ou iguais) das seis variáveis que ocorrem nas 73 pênadas do ano em Pelotas,RS, nos níveis de probabilidade de 90%, 67,5% e 45%. Pode-se destacar situações mais moderadas ou mais extremas do clima nas pênadas, quando se observa, num determinado nível de probabilidade, os valores da chuva total, combinados com aqueles da média das temperaturas mínimas e da velocidade média do vento ou, noutro caso, quando se agrupam as informações da chuva máxima com a temperatura mínima absoluta e a velocidade máxima do vento. Nas figuras 1 e 2, exemplificamos estas duas situações para o nível de probabilidade de 90%. Nota-se na figura 1 que, embora ocorra uma quantidade apreciável de chuva na pênada 10 (84 mm) a

média das temperaturas mínimas é elevada (21° C), o que difere da pântada 31, onde ocorre bastante chuva (78 mm) mas com média das mínimas baixa (15° C). A velocidade média do vento é praticamente constante (4,5 m/s) para todas as pântadas.

Numa condição de clima mais extrema (figura 2), encontra-se uma chuva máxima apreciável na pântada 10 (66 mm) acompanhada de uma mínima absoluta próxima de 20° C e com velocidade máxima do vento de 17 m/s, o que configura uma característica climática distinta daquela da pântada 31, ainda com uma grande quantidade de chuva (56 mm), com uma mínima absoluta de cerca de 12° C e ventos com velocidade máxima de 15 m/s. Por outro lado, da pântada 57 até a 73, observa-se uma baixa quantidade de precipitação, com as temperaturas mínimas crescendo e com ventos de notáveis intensidades, indicando uma variante climática própria de primavera.

Para cada pântada isoladamente ou para um conjunto determinado de pântadas, pode-se encontrar um padrão característico do clima de Pelotas, baseado nos valores estimados destas seis variáveis estudadas. Os efeitos interativos que ocorrem dentre estas variáveis, acredita-se estarem expressos nos próprios dados, que correspondem, certamente, aos mesmos períodos de observação. Pretende-se estender os estudos incluindo outras variáveis climáticas, como por exemplo, a umidade relativa.

As tabelas completas, com os valores estimados das seis variáveis climáticas, para os níveis de probabilidade de 45%, 67,5% e 90%, para todas as 73 pântadas não foram apresentadas em virtude do extenso volume de informações. Assim como os demais gráficos, correspondentes às probabilidades de 67,5% e 45%, estão disponíveis com os autores.

CONCLUSÕES

As tabelas foram reunidas apenas para os níveis de probabilidade de 45%, 67,5% e 90%, em virtude do grande volume de informações, mas podem ser facilmente completadas no atendimento de algum estudo específico. Pela observação das tabelas e gráficos, pode-se avaliar, em cada pântada, o comportamento das diversas variáveis climáticas, em conjunto ou agrupadas, de acordo com um determinado nível de interesse na informação. As previsões probabilísticas das seis variáveis climáticas permitem aplicações úteis e variadas; desde a agropecuária até o lazer, pode-se programar as atividades de caráter permanente, quando se tem estas indicações sugeridas nas tabelas.

BIBLIOGRAFIA

- AMARAL, E., BAPTISTA DA SILVA, J., BASSOLS, M.C. **Tabelas de probabilidades da temperatura mínima em Pelotas, RS** (média da mínimas e mínima absoluta). Boletim Técnico n^o9, Departamento Nacional de Meteorologia, Brasília, 1975, 61p.
- BAPTISTA DA SILVA, J. **Tabela de probabilidades das precipitações pluviométricas máximas em Pelotas, RS**. Universidade Federal de Pelotas, 1979, 114p. Tese (Concurso para Professor Titular).
- BAPTISTA DA SILVA, J., AMARAL, E. **Precipitações pluviométricas em Pelotas, RS** (totais pentadais e máximas pentadais) – **Tabelas de probabilidades**. Instituto de Física e Matemática, UFPel, Editora da Universidade, 1984, 41p.
- BAPTISTA DA SILVA, J., LARROZA, E.G. **Probabilidades da velocidade dos ventos em Pelotas, RS**. Revista Brasileira de Meteorologia (Inédito).
- BARGER, G.L. , SHAW, R.H., DALE, R.R. **Changes of receiving selected amounts of precipitation in the north central region of the United states**. Ames, Iowa. University, 1959,277p.
- COLIGADO, M.C., BAIER, W., SLY, W.K. **Risk analysis of weekly climatic data for agricultural and irrigation planning Wistaria, British Columbia**. Plant Research Institute, Ottawa, Canadá, 1969, 22p. (Tech. 77).
- STUFF, R. **Probabilidades de lluvias en la zona de la Estación Experimental Agropecuaria Pergamino**. Estación Experimental Agropecuaria Pergamino, INTA, Argentina, 1969, 25p. (Informe Tecnico n^o33).

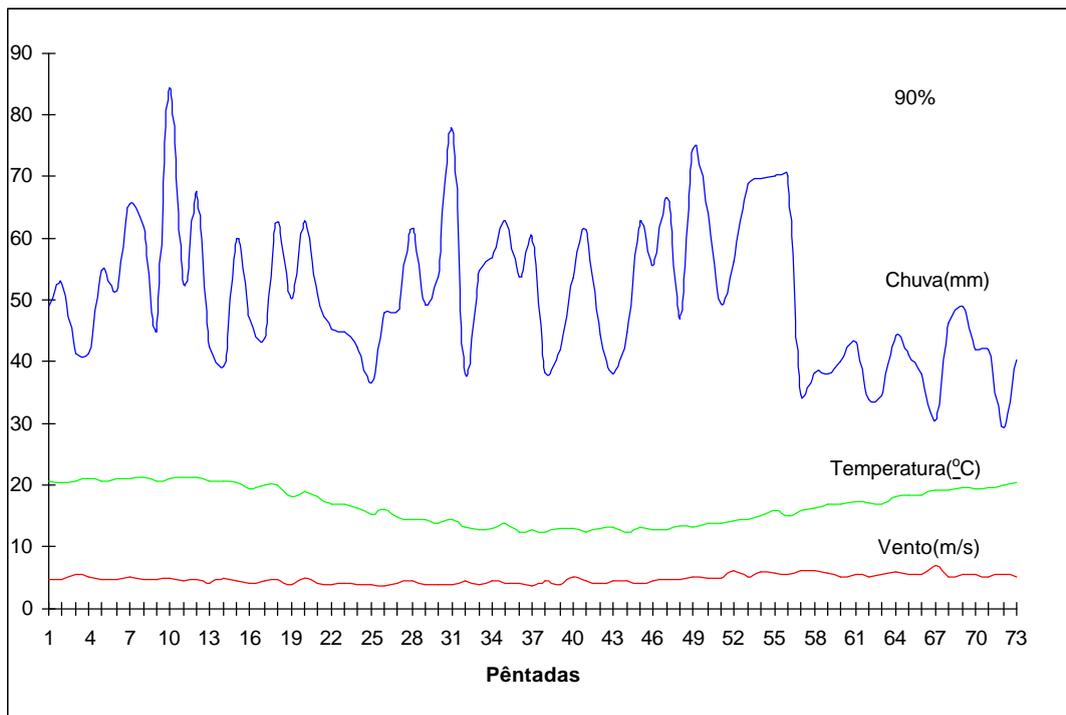


Figura 1 - Chuva total, média das temperaturas mínimas e velocidade média da vento, para o nível de probabilidade de 90%, nas 73 pêntadas do ano, em Pelotas, RS.

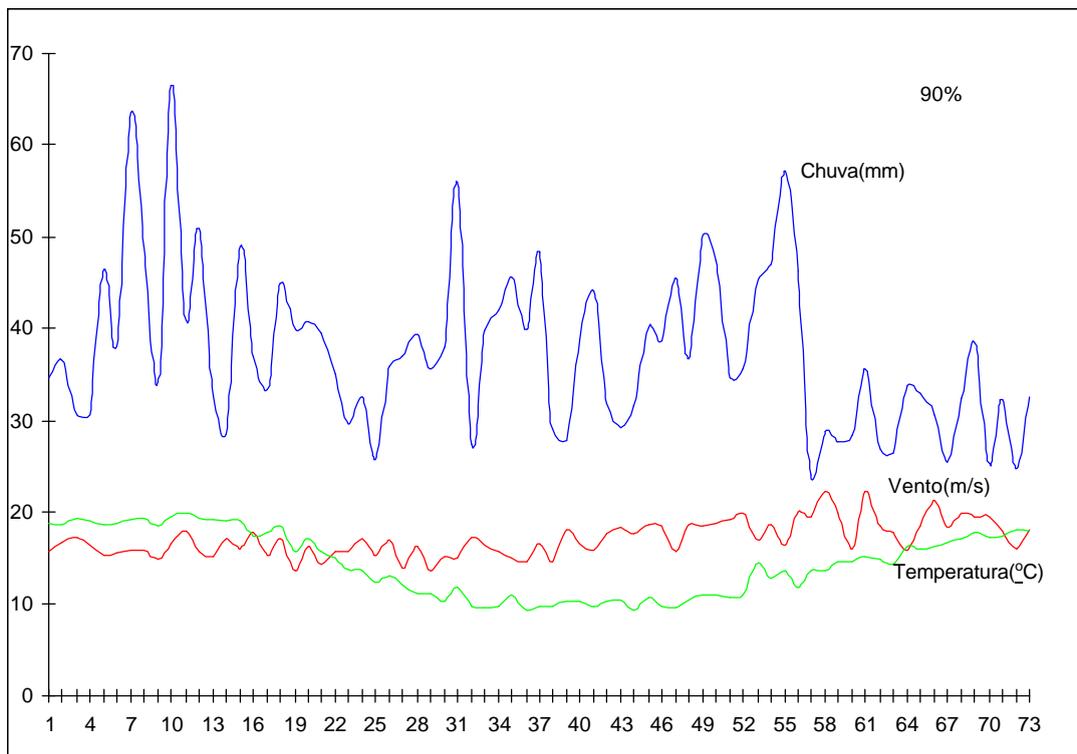


Figura 2 - Chuva máxima, mínima absoluta e velocidade máxima do vento, para o nível de probabilidade de 90%, nas 73 pêntadas do ano, em Pelotas, RS.

Tabela 1 - Probabilidades de 90%, 67,5% e 45% de que ocorram valores menores ou iguais aos das variáveis meteorológicas apresentadas, nas 73 pântadas, em Pelotas, RS.

PROBABILIDADES	VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS	PÊNTA DA - 1 01/01-05/01	PÊNTA DA - 2 06/01-10/01	PÊNTA DA - 3 11/01 - 15/01	PÊNTA DA - 4 16/01 - 20/01	PÊNTA DA - 5 21/01 - 25/01
0,900	Velocidade média do vento (m/s)	4,7	4,7	5,5	5,3	4,7
	Velocidade máxima do vento (m/s)	15,7	16,8	17,2	16,3	15,4
	Média das temperaturas mínimas (°C)	20,8	20,4	20,8	20,9	20,8
	Mínima absoluta (°C)	18,8	18,7	19,4	19,0	18,7
	Chuva total (mm)	48,8	52,7	41,3	41,3	54,8
	Chuva máxima (mm)	34,6	36,6	30,7	30,7	46,5
0,675	Velocidade média do vento (m/s)	3,7	3,7	4,1	4,2	3,8
	Velocidade máxima do vento (m/s)	13,7	14,1	14,6	13,7	13,1
	Média das temperaturas mínimas (°C)	18,9	18,6	19,1	19,2	19,3
	Mínima absoluta (°C)	16,2	16,3	16,9	16,5	16,5
	Chuva total (mm)	16,1	13,1	14,7	15,5	19,5
	Chuva máxima (mm)	12,1	10,0	11,9	12,1	17,1
0,450	Velocidade média do vento (m/s)	3,1	3,0	3,3	3,5	3,3
	Velocidade máxima do vento (m/s)	12,4	12,3	12,9	11,9	11,5
	Média das temperaturas mínimas (°C)	17,5	17,3	17,9	18,0	18,2
	Mínima absoluta (°C)	14,4	14,6	15,1	14,7	15,0
	Chuva total (mm)	4,9	0,6	4,2	6,4	7,4
	Chuva máxima (mm)	3,9	0,6	3,6	5,3	6,6