

# VARIABILIDADE E PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA DAS TEMPERATURAS MÉDIAS DO AR DECENDIAIS NO ESTADO DE SANTA CATARINA

Angelo M. Massignam<sup>1</sup>, Cristina Pandolfo<sup>2</sup>, Luiz A. Hammes<sup>3</sup>, Emanuela S. P. Pinto<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Engenheiro Agrônomo, Mestre em Agrometeorologia, Ph D em Fisiologia Vegetal da Produção. EPAGRI, EECN. CP.116,— Campos Novos – SC, Fone/Fax (049) 541-0748. 89.620-000, massigna@epagri.rct-sc.br

<sup>2</sup> Engenheira Agrônoma, Mestre em Fitotecnia - A.C. Agrometeorologia, AGROCONSULT/ EPAGRI/CIRAM, Florianópolis - SC.

<sup>3</sup> Engenheiro Agrônomo, AGROCONSULT//EPAGRI/CIRAM, Florianópolis - SC.

<sup>4</sup> Analista de Sistemas, AGROCONSULT/ /EPAGRI/CIRAM, Florianópolis - SC.

Apresentado no XV Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 02 a 05 de julho de 2007-  
Aracajú – SE

**RESUMO:** O estudo da probabilidade de ocorrência das temperaturas médias decendiais tem grande aplicabilidade para a elaboração dos zoneamentos agrícola com o objetivo de redução do risco climáticos na agricultura. Os objetivos deste estudo foram analisar a variabilidade espacial e temporal das temperaturas médias do ar e desenvolver equações para estimativas da probabilidade de ocorrência das temperaturas médias decendiais para o Estado de Santa Catarina. Os valores de desvio padrão da temperatura média decendial do ar apresenta maior variação temporal do que espacial no estado de Santa Catarina. As probabilidades da ocorrência das temperaturas médias decendiais podem ser estimadas em função das coordenadas geográficas para as regiões do Estado de Santa Catarina.

**PALAVRAS CHAVES:** longitude, latitude, altitude, probabilidade, distribuição normal.

## PROBABILITY OF AVERAGE AIR TEMPERATURE FOR TEN DAYS PERIODS IN SANTA CATARINA STATE

**ABSTRACT:** The study of probability of average air temperature for ten days periods has applicability to elaborate the climatic agricultural zoning that aims the reduction of climatic risk in agriculture. The objectives of this study were to analyze the spatial and temporal variability of average air temperature and estimate the probability of average air temperature for ten days periods in Santa Catarina State. The standard deviation of average air temperature for ten days periods shows greater temporal variability when compared with spatial variability. The probability of occurrence of average air temperature for ten days periods can be estimated according to altitude, latitude and longitude in Santa Catarina State.

**KEYWORDS:** probability, maximum air temperature, longitude, latitude, altitude, normal distribution.

**INTRODUÇÃO:** A temperatura do ar é a variável climática que apresenta a maior frequentemente de leituras quando comparadas com outras variáveis climáticas. Para o crescimento e desenvolvimento os seres vivos, tanto animais como vegetais, necessitam de condições térmicas adequadas para que os processos fisiológicos transcorram dentro de sua normalidade (Pereira et al., 2007). Nas culturas, a temperatura tem influência no desenvolvimento (incluindo fenologia e morfologia), fotossíntese, respiração, partição da

---

biomassa, e em menor extensão absorção dos nutrientes (White & Reynolds, 2001). Nos animais, de uma forma geral, a temperatura tem efeito no consumo de alimento e água, digestibilidade, na habilidade de suar (Berbigier, 1986).

É importante o conhecimento da variabilidade climática para minimizar os impactos das adversidades climáticas na agricultura. Embora as condições média climática na Região sul do Brasil (climas sub-tropical e temperado) são favoráveis para a agricultura em geral, a variabilidade sazonal e anual de algumas variáveis meteorológica são responsáveis pela grande variabilidade dos rendimentos de e produção das culturas nesta região (Berlato & Fontana, 2001). Portanto, a determinação da probabilidade de ocorrência dos eventos climáticos, em especial da temperatura média do ar, tem grande aplicabilidade para a elaboração dos zoneamentos agrícola com o objetivo de redução do risco climáticos na agricultura, isto é, através de uma abordagem probabilística que permita estabelecer, para as culturas e/ou cultivares, as épocas adequadas de plantio que venham a minimizar os riscos de adversidades nas fases críticas do crescimento e desenvolvimento das culturas. O objetivo deste trabalho foi determinar a probabilidade da ocorrência de temperaturas médias do ar decendiais para o Estado de Santa Catarina. Os objetivos específicos foram: i. analisar a variabilidade espacial e temporal das temperaturas médias do ar, e ii. desenvolver equações para estimativas da probabilidade de ocorrência das temperaturas médias decendiais para o Estado de Santa Catarina, em função das coordenadas geográficas: latitude, longitude e altitude.

**MATERIAL E MÉTODO:** Foram utilizados dados das temperaturas médias do ar decendiais de vinte e oito locais do Estado de Santa Catarina, provenientes de séries históricas de períodos não uniformes, com no mínimo 9 anos de registros (Tabela 1).

A probabilidade de ocorrência das temperaturas médias decendiais foi estimada utilizando a distribuição normal, a qual utiliza 2 parâmetros: média e desvio padrão. Foram utilizadas as equações que estimam as temperaturas médias decendiais em função da altitude, da latitude e da longitude no Estado de Santa Catarina (Massignam & Pandolfo, 2006), porém desvio padrão foi estimado utilizando as equações estabelecidas neste estudo. Para determinar o conjunto das variáveis independentes (altitude, latitude e longitude) que melhor explicam a variável dependente (desvio padrão das temperaturas médias decendiais) foi aplicado o método de regressão “Stepwise” (regressão passo a passo) com probabilidade de erro  $\alpha$  igual a 0,05 para a variável entrar ou sair do modelo, segundo a expressão geral:

$$DP = a + b \times alt + c \times lon + d \times lat$$

onde: DP é o desvio padrão das temperaturas médias decendiais (°C), *alt* é a altitude em metros, *lon* é a longitude em graus e décimos positiva, *lat* é a latitude em graus e décimos positiva e *a*, *b*, *c* e *d* são os parâmetros do modelo.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** A Figura 1 apresenta um exemplo dos coeficientes de variação percentual da temperatura média decendial do ar para três locais de estudo. Os valores de desvio padrão, para todas as localidades, apresentaram variação temporal semelhantes a Figura 1, sendo que os maiores valores foram obtidos nos meses de inverno e os menores nos meses de verão. Resultados similares foram encontrados por Buriol et al. (1989) e Cargnelutti et al. (2006) para a temperatura mínima no Rio Grande do Sul. Esta maior variabilidade das temperaturas pode explicar a maior taxa de sinistralidade na agricultura brasileira. Segundo Göepfert et al apud Cunha & Assad (2001) as maiores taxas de sinistros ocorreu com as culturas de inverno (21,64%) do que com as nas culturas de verão (16,27%).

Tabela 1. Local, altitude, latitude e longitude das estações meteorológicas, período e número de anos utilizados e fonte das séries históricas.

Local	Altitude	Lat	Long	Período	Número de anos	Fonte
Araranguá	13	-49°31'	-28°55'	1948 - 2003	37	Epagri/Inmet
Caçador	960	-51°0'	-26°46'	1961 - 2003	43	Epagri
Campo Erê	900	-53°4'	-26°26'	1987 - 2003	15	Epagri
Campos Novos	946	-51°12'	-27°24'	1948 - 2003	45	Epagri/Inmet
Chapecó	679	-52°37'	-27°7'	1973 - 2003	31	Epagri/Inmet
Curitibanos	1016	-50°36'	-27°17'	1986 - 2003	18	Epagri/Inmet
Florianópolis	1,84	-48°34'	-27°34'	1968 - 2003	36	Epagri/Inmet
Fraiburgo	1145	-50°55'	-27°3'	1973 - 2000	21	Inmet
Indaial	86	-49°13'	-26°54'	1986 - 2003	14	Inmet
Itá	386	-52°19'	-27°18'	1981 - 1991	11	Epagri/Eletrosul
Itajaí	5	-48°39'	-26°54'	1980 - 2003	24	Epagri
Itapiranga	200	-53°38'	-27°10'	1986 - 2003	18	Epagri
Ituporanga	475	-49°37'	-27°25'	1985 - 2003	19	Epagri
Joinville	30	-48°93'	-26°18'	1987 - 1999	13	Epagri/Fundação 25 Julho
Lages	937	-50°19'	-27°49'	1948 - 2003	53	Epagri/Inmet
Laguna	30	-48°48'	-28°28'	1968 - 1989	22	Inmet
Lebon Régis	1040	-50°52'	-26°59'	1991 - 2003	13	Ass. de fruticultores
Major Vieira	765	-50°20'	-26°21'	1987 - 2003	17	Epagri
Matos Costa	1200	-51°9'	-26°28'	1991 - 2003	13	Epagri
Ponte Serrada	1100	-52°1'	-26°52'	1986 - 2003	18	Epagri
Porto União	778	-51°4'	-26°13'	1948 - 1989	39	Inmet
Rio Negrinho	862	-49°35'	-26°14'	1990 - 2003	14	Epagri
São Joaquim	1415	-49°55'	-28°18'	1955 - 2003	49	Epagri/Inmet
São Miguel d' Oeste	700	-53°30'	-26°47'	1988 - 2003	16	Epagri
Urussanga	48	-49°19'	-28°31'	1948 - 2003	53	Epagri
Videira	774	-51°9'	-27°0'	1970 - 2003	34	Epagri
Xanxerê	840	-52°19'	-26°42'	1983 - 2003	21	Epagri/Inmet

O método de regressão “Stepwise” selecionou a variável longitude como significativa em 15 decêndios (63% das regressões), a variável latitude em 2 decêndios (8% das regressões) e a variável altitude em 8 decêndios (33% das regressões). O coeficiente de determinação médio ( $r^2 = 0,41$ ) foi baixos variam de 0,17 à 0,77. Entretanto, em 12 decêndios nenhuma variável independente estuda foi significativa no modelo de regressão linear múltipla (Tabela 2). A latitude, longitude e altitude também tiveram pouca influência no desvio padrão das temperaturas mínimas absolutas mensais e anuais no Rio Grande do Sul (Estefanel et al., 1978). Os valores de desvio padrão das temperaturas médias nas estações estudadas de Santa Catarina apresentaram uma pequena variação espacial e estas variações dos desvios padrões foram devidas principalmente às variações da longitude.

As probabilidades de ocorrência das temperaturas médias decendiais apresentaram um bom ajuste entre o observado e o estimado, usando a distribuição normal, com as temperaturas médias decendiais estimadas pelas equações publicadas por Massignam & Pandolfo (2006) e desvio padrão pelas equações apresentadas na Tabela 2. Os coeficientes de determinação ( $r^2$ ) da regressão entre as temperaturas médias decendiais observadas e estimadas variaram de 0,52 a 0,97, dependendo do decêndio e da probabilidade usada de 1 a 99%. Em geral, os

menores valores dos coeficientes de determinação foram encontrados no inverno. As probabilidades de ocorrência das temperaturas médias decendiais podem ser estimadas para locais do Estado de Santa Catarina carentes de informações meteorológicas, necessitando apenas as coordenadas geográficas do respectivo local.

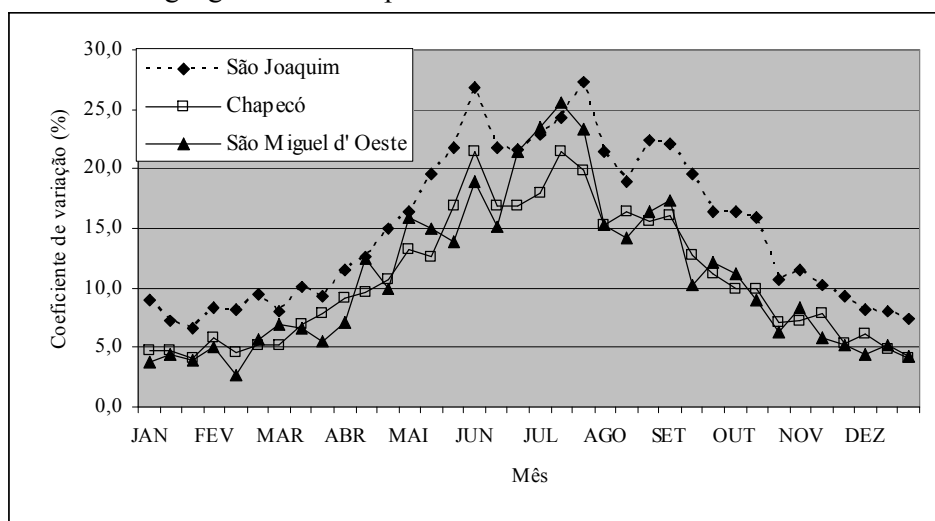


Figura 1. Coeficiente de variação percentual da temperatura média decendial do ar para São Miguel do Oeste, Chapecó e São Joaquim – SC.

**CONCLUSÕES:** Os valores de desvio padrão da temperatura média decendial do ar apresenta maior variação temporal do que espacial no estado de Santa Catarina. As probabilidades da ocorrência das temperaturas médias decendiais podem ser estimadas em função das coordenadas geográficas para as regiões do Estado de Santa Catarina.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- BERBIGIER, P. (1986) Effect of heat on intensive meat production in the tropics: cattle, sheep and goats, pigs. In Anais do 1º Ciclo Internacional de Palestras sobre Bioclimatologia Animal. Botucatu. (Ed. M. J. R. P. d. Costa), pp. 7-44. (FUNESP)
- BERLATO, M.A.; FONTANA, D.C. 2001. Impacts of El Niño and La Niña on agricultural production in southern Brazil and the use of climate forecasts in agriculture, In: G. R. Cunha, et al., eds. Applications of climate forecasting for better decision-making processes in agriculture. Passo Fundo: EMBRAPA trigo, 2001. 217-241p.
- BURIOL, G.A.; SACCOL, A.V.; SCHNEIDER, F.M.; HELDWEIN, A.B.; MANFRON, P.A.; ESTEFANEL, V. Análise das temperaturas mínimas do ar registradas em Santa Maria, RS. III - Caracterização do comportamento das temperaturas mínimas diárias do ar ao longo do ano. *Revista do Centro de Ciências Rurais*, v. 19, n.1-2, p. 93-111, 1989.
- CARGNELUTTI, A.C.; MATZENAUER, R.; MALUF, J.R.T. Variabilidade temporal e espacial do tamanho de amostra da temperatura mínima do ar no Rio Grande do Sul, Brasil. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 36, n.4, p. 1156-1163, 2006.
- CUNHA, G.R.D.; ASSAD, E.D. Uma visão geral do número especial da RBA sobre zoneamento agrícola no Brasil. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, v. 9, n.3 (Nº Especial: Zoneamento Agrícola), p. 377-385, 2001.
- ESTEFANEL, V.; BURIOL, G.A.; SANTOS, J.M.D.; ROMANI, L.B. Variabilidade e probabilidade de ocorrência de temperaturas absolutas do ar no Estado do Rio Grande do Sul. *Revista do Centro de Ciências Rurais*, v. 8, n.4, p. 363-384, 1978.

MASSIGNAM, A.M.; PANDOLFO, C. *Estimativa das médias das temperaturas máximas, médias e mínimas do ar decendiais e anuais do Estado de Santa Catarina*. Florianópolis - SC: Epagri, 2006. 26p. (Epagri. Documentos, 224).

PEREIRA, A.R.; ANGELOCCI, L.R.; SENTELHAS, P.C. *Meteorologia Agrícola*. Revista e ampliada ed. Piracicaba - SP: USP - ESALQ, 2007. 192p.

WHITE, J.W.; REYNOLDS, M.P. (2001) A physiological perspective on modeling temperature response in wheat and maize crops. In Modeling temperature response in wheat and maize: Proceedings of a workshop. El Batán, Mexico. (Ed. J. W. White), pp. 8-17.

(CIMMYT)

Tabela 2. Coeficientes das equações de regressão da estimativa do desvio padrão das temperaturas médias decendiais em função da altitude, latitude e longitude no Estado de Santa Catarina.

Decêndio	intercepto	Longitude	Latitude	Altitude	r <sup>2</sup>
1	1,18				
2	1,00				
3	1,01				
4	1,27				
5	1,08				
6	1,21			0,0001	0,17
7	1,39				
8	-2,05	0,07			0,32
9	1,29				
10	1,49				
11	9,59		-0,29		0,25
12	1,50			0,0003	0,24
13	-5,27	0,14			0,42
14	-2,35	0,08			0,20
15	-4,88	0,14			0,28
16	-5,79	0,17			0,57
17	-5,53	0,15			0,45
18	-6,35	0,17			0,36
19	-12,61	0,29			0,77
20	-16,00	0,37			0,62
21	-11,58	0,28			0,63
22	-4,14	0,12			0,30
23	1,70			0,0003	0,18
24	-8,32	0,20		0,0005	0,64
25	-4,94	0,14		0,0004	0,46
26	-8,51	0,20			0,41
27	-4,97	0,12		0,0005	0,74
28	1,50			0,0004	0,27
29	-4,37	0,12			0,27
30	-4,39	0,11			0,40
31	-2,41	0,07		0,0002	0,60
32	1,28				
33	1,04			0,0003	0,27
34	1,01				
35	1,10				
36	1,04				