

## Temperaturas máximas prejudiciais ao feijoeiro no Estado do Rio Grande do Sul, Brasil<sup>1</sup>

### Maximum temperature harmful to bean crop in the state Rio Grande do Sul, Brazil

Alberto Cargnelutti Filho<sup>2</sup> Ronaldo Matzenauer<sup>2</sup> Jaime Ricardo Tavares Maluf<sup>3</sup>  
Nerinéia Dalfollo Ribeiro<sup>4</sup> Júlio Kuhn da Trindade<sup>5</sup>  
Joaquim Taizo Sawasato<sup>5</sup> Álvaro Prestes Stolz<sup>5</sup>

#### RESUMO

Com o objetivo de verificar a existência de variabilidade temporal e espacial da probabilidade de ocorrência de temperatura máxima média decedial prejudicial à cultura do feijoeiro ( $\geq 28^{\circ}\text{C}$ ), em 23 municípios do Estado do Rio Grande do Sul, utilizaram-se os dados de temperatura máxima do período de 1954 a 2004, obtidos na Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária. Determinou-se a probabilidade de a temperatura máxima média decedial ser igual ou superior a  $28^{\circ}\text{C}$  (PROB), em cada decêndio e município no período de outubro a março. Realizou-se análise de correlação entre as coordenadas geográficas e a PROB em cada decêndio do período de outubro a março e os municípios foram agrupados pelo método hierárquico 'vizinho mais distante'. Há variabilidade de ocorrência de temperatura máxima média decedial prejudicial a cultura do feijoeiro no Estado do Rio Grande do Sul no tempo e no espaço. Maior risco de a temperatura máxima média decedial prejudicar à cultura do feijoeiro no Rio Grande do Sul, ocorre no terceiro decêndio do mês de janeiro, com diminuição gradativa em direção ao primeiro decêndio de outubro e ao terceiro de março. Há associação da probabilidade de ocorrência de temperatura máxima média decedial prejudicial à cultura do feijoeiro no Estado do Rio Grande do Sul com as coordenadas geográficas, com maiores riscos em regiões de menor altitude e longitude.

**Palavras-chave:** *Phaseolus vulgaris* L., probabilidade, risco climático, floração.

#### ABSTRACT

The objective of this study was to verify temporal and spatial variability of the probable occurrence of decedial mean maximum temperature harmful ( $\geq 28^{\circ}\text{C}$ ) to bean crop, in 23 locations of the Rio Grande do Sul State. The maximum temperature data were collected at the Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária from 1954 to 2004. With the data, it was calculated the probability of harmful decedial mean maximum temperature equal to greater than  $28^{\circ}\text{C}$  for each decedial and locations, from October to March. The correlation analyses were performed between geographic coordinates and probabilities in each decedial for the October-March period. Location were clustered by the complete linkage method. There are variabilities in the occurrence of the harmful decedial mean maximum temperature for bean crop in the Rio Grande do Sul State both on a temporal and spatial scale. Highest climatic risk of decedial maximum temperature harmful bean crop in Rio Grande do Sul State occur in January the third decedial, with gradative decrease up to October the first decedial and to March the third decedial. There is association between the probability of occurrence of the harmful decedial mean maximum temperature for bean crop in the Rio Grande do Sul State and geographic coordinates, with higher climatic risk in regions with low altitude and low longitude.

**Key words:** *Phaseolus vulgaris*, probability, climatic risk, flowering.

<sup>1</sup>Matzenauer, bolsista do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Stolz, estagiário do Laboratório de Agrometeorologia da FEPAGRO.

<sup>2</sup>Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (FEPAGRO), Rua Gonçalves Dias, 570, Bairro Menino Deus, 90130-060, Porto Alegre, RS, Brasil. E-mail: alberto-cargnelutti@fepagro.rs.gov.br

<sup>3</sup>Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS, Brasil. E-mail: maluf@cnpt.embrapa.br

<sup>4</sup>Departamento de Fitotecnia, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil. E-mail: neidr@smail.ufsm.br

<sup>5</sup>Curso de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, RS, Brasil.

## INTRODUÇÃO

O conhecimento da variabilidade da precipitação pluvial, temperatura e umidade relativa do ar, evaporação, direção e velocidade do vento, radiação solar global, ocorrência de granizo, geada e neve, entre outros, é importante instrumento na tomada de decisões relacionadas às atividades agropecuárias, turísticas e esportivas. Entre esses elementos meteorológicos, a temperatura do ar é fundamental, principalmente em relação às atividades agropecuárias.

A visualização dos dados amostrais de uma variável em um histograma de frequência é insuficiente para inferir, entre as diversas funções de distribuição de probabilidade conhecidas, a que melhor se ajusta aos dados em estudo. Portanto, faz-se necessário o uso de testes de aderência, como o Qui-quadrado, Kolmogorov-Smirnov, Lilliefors, Shapiro-Wilk e Cramer-von Mises (CAMPOS, 1983; ASSIS et al., 1996; MORETTIN & BUSSAB, 2004), para verificar se a distribuição de probabilidade dos dados de uma variável em análise pode ser estudada por uma função de distribuição de probabilidade conhecida. Conhecendo a função de distribuição de probabilidade e seus parâmetros para uma determinada variável, é possível calcular probabilidade dentro de limites de intervalo desejados, auxiliando no planejamento de atividades que minimizem riscos climáticos.

Trabalhos demonstram reduções no rendimento de grãos de feijoeiro em presença de temperaturas máximas superiores a 28°C (MASSIGNAM et al., 1998) e 30°C (GONÇALVES et al., 1997), principalmente quando estas coincidirem com a floração (estádio fenológico R6) e estiverem associadas à deficiência hídrica (GONÇALVES et al., 1997; MASSIGNAM et al., 1998). Temperaturas superiores a 30°C no florescimento causam abscisão de flores, provocando diminuição do número de vagens por planta e redução de rendimento (GONÇALVES et al., 1997).

Estudos relacionados à probabilidade de ocorrência de determinados níveis de temperatura do ar (ESTEFANEL, et al., 1994; ESTEFANEL, et al., 1995; GONÇALVES, et al., 1997; MASSIGNAM, et al., 1998; MOTA et al., 1999; BURIOL et al., 2000a; BURIOL et al., 2000b; STEINMETZ, et al., 2003) têm sido desenvolvidos, enfatizando os benefícios no planejamento de atividades agrícolas que minimizem os riscos climáticos.

Não há consenso entre os pesquisadores em relação ao valor exato acima do qual a

temperatura do ar causa danos à cultura do feijoeiro. Deve-se considerar que o efeito prejudicial da temperatura interage com variáveis como a disponibilidade hídrica. No entanto, o efeito negativo causado por temperaturas extremas do ar ao feijoeiro, pode ser minimizado por meio da semeadura em época na qual o período crítico coincida com a menor probabilidade de ocorrência de temperaturas prejudiciais à cultura.

O objetivo deste trabalho foi verificar a existência de variabilidade temporal e espacial da probabilidade de ocorrência de temperatura máxima média decendial prejudicial à cultura do feijoeiro no período de outubro a março, em 23 municípios do Estado do Rio Grande do Sul.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os dados de temperatura máxima das estações meteorológicas, localizadas em 23 municípios do Estado do Rio Grande do Sul, foram obtidos no Banco de Dados do Laboratório de Agrometeorologia da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária – Fepagro/SCT-RS (Tabela 1 e Figura 1). Esses dados foram coletados no período de 1954 a 2004, totalizando 51 anos de observações. Em cada município, com os dados diários de temperatura máxima, calculou-se a média decendial dos 36 decêndios do ano, formando 828 séries temporais (23 municípios x 36 decêndios), com número diferenciado de anos de observações em cada série em função da disponibilidade de dados meteorológicos (Tabela 1).

O teste de aderência de Kolmogorov-Smirnov (CAMPOS, 1983; ASSIS et al., 1996) foi aplicado em outro estudo por CARGNELUTTI FILHO et al. (2005), nas 828 séries de dados de temperatura máxima média decendial, para verificar o ajuste dos dados às distribuições normal, log-normal, gama, gumbel e weibull (ASSIS et al., 1996; MORETTIN & BUSSAB, 2004; SPIEGEL et al., 2004), totalizando 4.140 testes (828 séries de dados x 5 distribuições).

Determinou-se a probabilidade de a temperatura máxima média decendial ser igual ou superior a 28°C (PROB), em cada decêndio e município do Rio Grande do Sul, no período de outubro a março, e considerou-se a temperatura de 28°C como prejudicial ao feijoeiro. Realizou-se análise de correlação linear de Pearson entre as variáveis de uma matriz 23 x 21, ou seja, 23 municípios e 21 variáveis (altitude, latitude, longitude e a PROB em cada decêndio do período

Tabela 1 - Coordenadas geográficas das estações meteorológicas do Estado do Rio Grande do Sul, período de coleta dos dados de temperatura máxima média decendial em cada município, e respectiva região Ecoclimática.

Município	Região ecoclimática	Coordenadas geográficas			Período
		Altitude (m)	Latitude (S)	Longitude (W)	
Alegrete	Depressão Central	130	29°48'33"	55°50'54"	1968-2001
Cachoeirinha	Depressão Central	5	29°57'03"	51°07'25"	1975-2004
Caxias do Sul	Planalto Superior - Serra do Nordeste	840	29°08'31"	50°59'12"	1986-2004
Cruz Alta	Planalto Médio	430	28°36'11"	53°40'22"	1973-2004
Encruzilhada do Sul	Serra do Sudeste	410	30°33'10"	52°24'24"	1958-2003
Erechim	Planalto Médio	760	27°39'26"	52°18'18"	1966-2004
Farroupilha	Planalto Superior - Serra do Nordeste	680	29°12'08"	51°20'06"	1963-2004
Ijuí	Missioneira	280	28°26'16"	54°00'14"	1963-2004
Júlio de Castilhos	Planalto Médio	490	29°10'34"	53°41'19"	1956-2004
Maquiné	Litoral	25	29°29'36"	50°13'45"	1956-2004
Passo Fundo	Planalto Médio	690	28°14'35"	52°24'11"	1961-2004
Quaraí	Campanha	100	30°23'06"	56°28'32"	1966-2004
Rio Grande	Litoral	5	32°00'06"	52°18'57"	1954-2004
Santa Maria	Depressão Central	125	29°40'54"	53°54'35"	1963-2004
Santa Rosa	Alto e Médio Vale do Uruguai	330	27°51'32"	54°27'41"	1975-2004
Santana do Livramento	Campanha	205	30°52'20"	55°26'00"	1965-2004
Santo Augusto	Alto e Médio Vale do Uruguai	450	27°50'05"	53°53'19"	1966-1986
São Borja	Baixo Vale do Uruguai	90	28°41'34"	55°58'41"	1956-2004
São Gabriel	Campanha	120	30°20'07"	54°16'45"	1963-2004
Taquari	Depressão Central	65	29°47'28"	51°50'37"	1963-2004
Uruguiana	Campanha	80	29°50'22"	57°05'51"	1963-2004
Vacaria	Planalto Superior - Serra do Nordeste	915	28°27'13"	50°58'47"	1966-1994
Veranópolis	Planalto Superior - Serra do Nordeste	705	28°53'18"	51°32'32"	1956-2004

de outubro a março). A partir da PROB, em cada decêndio de outubro a março, determinou-se a matriz de distância euclidiana média padronizada entre os 23 municípios, que foi utilizada como medida de dissimilaridade para a análise de agrupamento dos municípios pelo método hierárquico 'vizinho mais distante' (CRUZ & REGAZZI, 1997), adotando-se o nível de 40% de parença como critério para separação dos grupos. As análises foram realizadas com o auxílio do aplicativo Office Excel e do programa Genes (CRUZ, 2001).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estudo desenvolvido por CARGNELUTTI FILHO et al. (2005), com esse banco de dados, revelou que a distribuição de probabilidade normal é adequada para representar a temperatura máxima média decendial. Assim, as estimativas dos parâmetros média ( $\hat{\mu}$ ) e desvio padrão ( $\hat{\sigma}$ ), da temperatura máxima média decendial em cada decêndio e município do Estado do Rio Grande do Sul (RS) (Tabela 2), possibilitam calcular as probabilidades acima e/ou abaixo de qualquer valor

de temperatura máxima média decendial, visando minimização de riscos.

De modo geral, a maior probabilidade de a temperatura máxima média decendial ser igual ou superior a 28°C (PROB) no RS, ocorreu no terceiro decêndio do mês de janeiro (média dos 23 municípios = 73%), diminuindo gradativamente em direção ao primeiro decêndio de outubro e terceiro de março (Tabela 3). Portanto, semeadura de feijão que evite a ocorrência de períodos críticos no terceiro decêndio do mês de janeiro minimiza riscos quanto à temperatura máxima. Isso é particularmente importante, pois reduções no rendimento de grãos de feijoeiro são observadas com a ocorrência de temperaturas máximas superiores a 28°C, principalmente quando estas coincidirem com a floração (MASSIGNAM et al., 1998).

Caso temperaturas máximas superiores a 28°C fossem consideradas como prejudiciais, é de esperar comportamento semelhante, ou seja, que o terceiro decêndio de janeiro seja o de maior risco no RS, pelo fato dos dados ajustarem-se à distribuição normal. Esses resultados podem ser explicados pelo registro de temperaturas médias máximas mais elevadas no terceiro decêndio de janeiro (média dos 23 municípios = 29,6°C), ocorrendo diminuição em

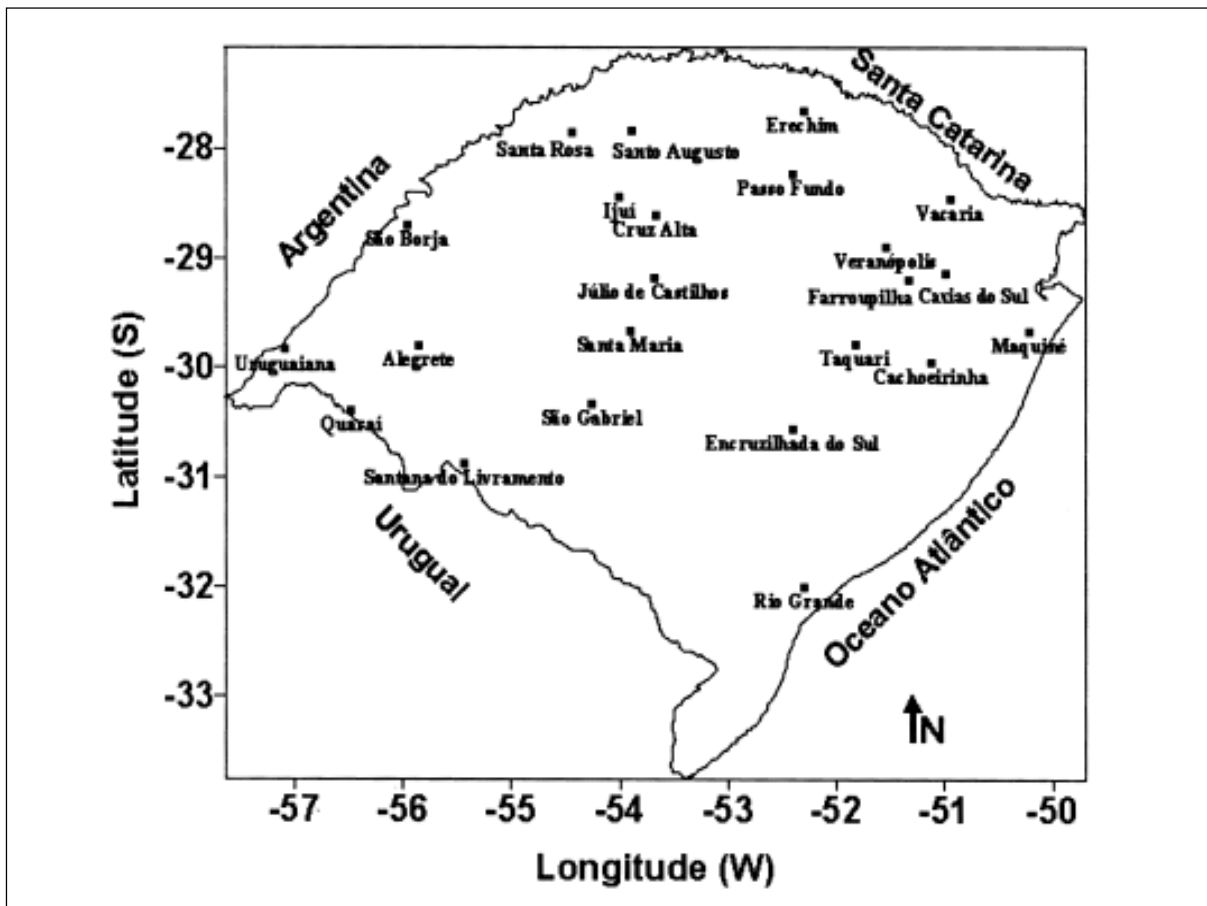


Figura 1 - Localização geográfica dos 23 municípios avaliados no Estado do Rio Grande do Sul.

direção ao primeiro decêndio de outubro ( $23,2^{\circ}\text{C}$ ) e ao terceiro de março ( $26,7^{\circ}$ ) (Tabela 2). Assim, pode-se constatar a existência de variabilidade temporal da PROB e a possibilidade de planejamento para minimizar riscos.

Pode-se inferir, de maneira geral, que há acréscimo da probabilidade de ocorrência de temperatura máxima média decenal prejudicial à cultura do feijoeiro no RS com o decréscimo da altitude e longitude – sentido Leste-Oeste (Tabela 4). A latitude apesar de não manifestar correlação significativa, com exceção do primeiro decêndio de outubro, não deve ser desconsiderada, pois efeitos indiretos via altitude podem impedir a manifestação de tal correlação. Assim, em estudos que visem estimar a probabilidade de ocorrência de temperatura máxima média decenal prejudicial à cultura do feijoeiro no RS em função das coordenadas geográficas, essa variável deve ser incluída em estudo de análise de trilha (CRUZ & REGAZZI, 1997), que possibilite desdobrar os coeficientes de correlações simples em efeitos

diretos e indiretos das variáveis causais (altitude, latitude e longitude) sobre a variável principal (PROB).

Houve correlação positiva em relação à PROB em todos os decêndios, mostrando que, de outubro a março, as relações da PROB entre os municípios se mantêm, ou seja, municípios com maior PROB no primeiro decêndio de outubro apresentam maior PROB nos demais decêndios e vice-versa. Isso sugere que o agrupamento de municípios com comportamentos semelhantes quanto ao risco é adequado.

A formação de quatro grupos de municípios foi possível, pelo método hierárquico do vizinho mais distante, utilizando-se 40% de parença como critério para definição dos mesmos (Figura 2 e Tabela 5). Municípios que compuseram o grupo um, localizados ao Noroeste do RS, com exceção de Cachoeirinha, são os de maior risco aos efeitos prejudiciais da temperatura máxima. Em outro extremo, no grupo quatro, os municípios localizados no Nordeste do RS, com exceção de Encruzilhada do Sul, são os de menor

Tabela 2 - Estimativa dos parâmetros média ( $\hat{\mu}$ ) e desvio padrão ( $\hat{\sigma}$ ), da temperatura máxima média decenal, em °C, de cada município e decêndio do período de outubro a março no Estado do Rio Grande do Sul.

Mês	Decêndio	Alegrete		Cachoeirinha		Caxias do Sul		Cruz Alta		Encruzilhada do Sul		Erechim		Farroupilha		Ijuí		Júlio de Castilhos		Maquiné		Passo Fundo		Quaraí			
		$\hat{\mu}$	$\hat{\sigma}$	$\hat{\mu}$	$\hat{\sigma}$	$\hat{\mu}$	$\hat{\sigma}$	$\hat{\mu}$	$\hat{\sigma}$	$\hat{\mu}$	$\hat{\sigma}$	$\hat{\mu}$	$\hat{\sigma}$	$\hat{\mu}$	$\hat{\sigma}$	$\hat{\mu}$	$\hat{\sigma}$	$\hat{\mu}$	$\hat{\sigma}$	$\hat{\mu}$	$\hat{\sigma}$	$\hat{\mu}$	$\hat{\sigma}$	$\hat{\mu}$	$\hat{\sigma}$	$\hat{\mu}$	$\hat{\sigma}$
Out.	1	23,9	2,3	24,7	2,1	20,6	2,3	24,3	2,3	21,0	2,1	22,4	2,5	21,4	2,2	25,0	2,1	22,8	2,2	23,5	1,8	22,9	2,2	23,4	2,0		
Out.	2	24,9	1,1	25,8	2,3	21,7	2,1	25,6	2,0	21,3	1,8	23,1	2,1	22,3	2,1	26,3	2,0	23,8	1,8	24,0	1,8	23,8	2,0	24,6	1,4		
Out.	3	26,6	1,9	26,9	1,9	22,3	1,4	26,7	2,1	22,5	1,5	24,5	1,8	23,4	1,8	27,5	1,9	24,7	2,0	24,8	1,6	25,0	1,6	25,8	1,7		
Nov.	1	26,7	2,4	27,2	2,0	22,5	2,2	27,0	2,0	23,0	2,0	24,6	1,8	23,5	1,9	27,6	1,8	25,1	1,7	25,2	1,6	25,2	1,8	26,0	1,7		
Nov.	2	27,8	2,6	28,5	2,3	23,9	1,5	28,2	2,0	24,0	2,0	25,5	1,9	24,4	1,9	28,7	2,2	26,0	2,2	25,7	1,6	26,2	1,9	27,3	2,2		
Nov.	3	29,2	1,9	29,0	1,5	24,0	1,5	29,0	1,6	25,0	1,5	26,3	1,4	25,3	1,5	29,6	1,8	27,3	1,8	26,7	1,2	27,1	1,4	28,2	1,8		
Dez.	1	30,2	2,2	29,9	2,1	25,0	1,5	29,7	2,3	25,6	1,6	26,8	1,6	26,0	1,6	30,3	2,0	27,5	2,0	27,3	1,1	27,6	1,6	29,5	2,0		
Dez.	2	31,3	2,5	30,8	1,5	25,2	1,6	30,5	2,3	26,3	1,8	27,4	1,5	26,7	1,7	30,7	1,9	28,4	2,1	28,1	1,5	28,1	1,6	30,5	2,1		
Dez.	3	31,2	1,8	30,9	1,7	25,4	1,4	30,9	2,3	26,6	1,8	27,3	1,4	26,7	1,6	30,8	1,9	28,5	1,9	28,0	1,3	28,1	1,5	31,0	2,2		
Jan.	1	31,4	3,6	31,3	1,9	25,8	1,2	30,6	2,1	27,0	1,4	27,7	1,4	26,9	1,4	30,9	2,0	28,7	2,0	28,6	1,3	28,3	1,6	31,4	2,2		
Jan.	2	31,5	2,2	31,5	1,3	25,6	1,3	30,2	1,9	27,4	1,6	27,8	1,4	27,2	1,4	30,9	1,7	28,8	1,6	28,7	1,3	28,2	1,4	31,5	1,7		
Jan.	3	31,3	1,9	32,0	1,5	26,1	1,5	30,3	1,8	27,4	1,9	27,9	1,7	27,8	1,5	31,2	1,6	28,9	1,7	29,1	1,3	28,5	1,5	31,2	2,0		
Fev.	1	30,4	2,0	31,3	2,2	25,6	1,9	29,4	2,0	27,0	2,0	27,5	2,2	27,4	1,9	30,4	1,5	28,3	1,8	29,1	1,6	28,2	1,8	30,2	2,0		
Fev.	2	29,7	1,6	31,2	1,7	24,8	1,2	29,3	2,0	26,5	1,8	27,0	1,9	26,7	1,6	29,9	1,5	28,0	1,6	28,4	1,5	27,5	1,4	29,7	1,8		
Fev.	3	29,9	1,6	31,7	2,2	25,7	1,9	29,2	2,3	26,9	2,1	27,1	1,9	27,0	2,0	30,0	2,0	27,9	1,9	28,9	1,6	27,5	1,8	29,7	2,1		
Mar.	1	30,0	2,0	31,3	2,3	25,6	2,0	29,0	1,6	26,6	2,0	27,3	1,8	26,9	2,0	30,1	2,0	28,0	1,8	28,7	1,8	27,6	1,7	29,8	2,1		
Mar.	2	28,5	2,3	30,1	2,3	24,7	1,9	28,4	1,8	25,2	2,2	26,3	2,1	25,7	2,1	29,1	2,2	26,7	2,3	27,8	1,7	26,8	2,0	28,2	2,3		
Mar.	3	27,3	1,6	29,3	2,2	24,0	1,8	27,8	2,1	24,5	2,0	25,5	2,3	24,7	1,8	28,3	2,0	26,3	1,9	27,3	1,5	26,0	1,8	27,3	2,1		
Rio Grande																											
Mês	Decêndio	$\hat{\mu}$	$\hat{\sigma}$	$\hat{\mu}$	$\hat{\sigma}$	$\hat{\mu}$	$\hat{\sigma}$	$\hat{\mu}$	$\hat{\sigma}$	$\hat{\mu}$	$\hat{\sigma}$	$\hat{\mu}$	$\hat{\sigma}$	$\hat{\mu}$	$\hat{\sigma}$	$\hat{\mu}$	$\hat{\sigma}$	$\hat{\mu}$	$\hat{\sigma}$	$\hat{\mu}$	$\hat{\sigma}$	$\hat{\mu}$	$\hat{\sigma}$	$\hat{\mu}$	$\hat{\sigma}$	$\hat{\mu}$	$\hat{\sigma}$
Out.	1	22,0	2,4	23,8	2,3	26,3	2,4	21,6		2,0	24,9	2,5	25,6	2,3	23,6	2,2	23,6	1,9	24,2	2,5	21,0	1,9	22,0	2,3			
Out.	2	22,4	1,6	24,7	1,9	26,9	1,9	23,1		1,5	26,1	1,5	26,7	1,8	24,7	2,0	24,6	1,8	25,2	2,2	21,9	2,4	22,3	2,1			
Out.	3	24,1	2,4	25,9	1,8	27,9	1,8	24,4		2,2	27,3	2,0	27,3	2,0	26,0	1,9	25,8	1,6	26,4	2,4	22,9	1,7	23,3	1,9			
Nov.	1	24,2	1,9	26,3	2,3	28,1	2,1	24,6		1,9	27,0	1,5	27,7	1,7	26,1	2,0	26,2	1,8	26,6	2,4	22,7	1,4	23,7	1,9			
Nov.	2	25,2	2,4	27,1	2,4	29,2	2,3	25,5		1,8	27,8	2,7	28,7	2,3	27,2	2,5	27,1	2,0	27,8	2,9	23,8	2,0	24,6	1,9			
Nov.	3	25,8	1,5	28,3	2,0	30,1	1,6	26,5		2,1	28,7	1,7	29,9	1,6	28,5	1,9	28,0	1,6	28,8	1,9	24,4	1,4	25,5	1,6			
Dez.	1	26,7	1,8	29,0	2,2	30,9	2,0	27,1		1,3	29,0	1,9	30,6	2,0	29,4	1,9	28,7	1,6	29,9	2,3	25,2	1,6	25,8	1,8			
Dez.	2	27,5	2,1	29,9	2,4	31,0	1,9	28,7		1,8	30,0	1,5	31,3	2,2	30,3	2,2	29,7	1,8	31,1	2,8	25,6	1,1	26,9	1,9			
Dez.	3	27,7	2,2	30,1	1,8	31,3	1,6	28,7		2,0	30,2	1,5	31,9	2,0	30,6	2,0	29,9	1,8	31,2	2,3	25,8	1,4	26,5	1,9			
Jan.	1	28,4	1,5	30,2	2,0	31,6	1,7	29,0		2,0	29,5	1,8	32,2	2,0	31,1	2,1	30,3	1,4	31,8	2,2	26,3	1,5	27,0	1,7			
Jan.	2	28,6	1,9	30,3	1,5	31,2	1,8	29,8		2,3	30,2	1,5	32,1	1,8	31,2	1,7	30,5	1,4	31,8	2,3	26,6	1,3	27,1	1,5			
Jan.	3	28,6	2,1	30,3	1,6	31,3	1,7	29,4		1,8	30,5	1,9	32,2	1,8	31,0	1,8	30,5	1,6	31,8	2,4	26,7	1,4	27,4	1,7			
Fev.	1	28,6	1,8	30,0	1,6	30,4	1,9	29,6		2,1	29,8	2,2	31,5	1,8	30,2	1,9	30,3	1,7	30,8	2,6	26,2	1,6	27,0	1,9			
Fev.	2	28,5	2,1	29,5	1,6	30,2	1,3	28,5		2,0	29,5	1,3	31,1	1,8	29,8	2,2	29,6	1,7	30,2	2,3	26,7	1,5	26,3	1,6			
Fev.	3	28,3	2,0	29,3	2,2	30,2	1,6	29,2		2,0	29,1	2,1	31,0	1,7	30,0	2,1	30,0	1,9	30,6	2,3	26,0	1,8	26,6	2,1			
Mar.	1	28,2	1,9	29,3	1,9	30,1	1,8	28,8		2,1	29,0	1,3	30,7	2,0	29,6	2,0	29,8	2,0	30,3	2,4	25,7	1,4	26,6	1,9			
Mar.	2	26,9	2,1	28,1	2,2	29,3	1,9	26,9		2,3	27,7	2,1	29,6	2,3	28,4	2,1	28,6	2,0	28,7	1,9	24,9	1,9	25,3	2,2			
Mar.	3	26,5	2,5	27,2	2,0	28,8	2,1	26,1		1,7	27,8	1,7	29,2	2,0	27,4	1,9	27,6	1,9	27,6	2,5	23,8	1,7	24,7	1,9			
Veranópolis																											
Vacaria																											
Uruguaiana																											
Taquari																											
São Gabriel																											
São Borja																											
Santo Augusto																											
Santana do Livramento																											
Santa Rosa																											
Santa Maria																											

Tabela 3 - Probabilidade (%) de a temperatura máxima média decendial ser maior ou igual a 28°C, em cada decêndio dos meses de outubro a março, em municípios do Estado do Rio Grande do Sul.

Município	Mês/Decêndio																	
	Outubro			Novembro			Dezembro			Janeiro			Fevereiro			Março		
	1°	2°	3°	1°	2°	3°	1°	2°	3°	1°	2°	3°	1°	2°	3°	1°	2°	3°
Alegrete	3	0	23	30	47	73	84	91	96	83	94	96	89	86	88	84	59	33
Cachoeirinha	6	16	27	34	58	74	83	97	96	96	100	100	93	97	95	92	82	72
Caxias do Sul	0	0	0	1	0	0	2	4	3	4	4	11	10	0	11	11	4	1
Cruz Alta	6	11	26	31	55	74	78	86	90	89	87	91	76	74	71	74	58	46
Encruzilhada do Sul	0	0	0	1	2	2	7	17	22	23	34	38	30	21	29	25	10	4
Erechim	1	1	3	3	10	12	24	35	32	43	44	47	42	30	32	35	21	13
Farroupilha	0	0	0	1	3	4	9	23	20	23	29	44	38	21	30	28	14	3
Ijuí	8	20	39	41	62	82	88	92	93	93	95	97	94	90	84	86	69	57
Júlio de Castilhos	1	1	4	5	18	34	40	58	61	63	69	70	57	49	48	51	29	18
Maquiné	1	1	3	4	7	15	26	53	49	69	70	81	75	61	72	65	45	31
Passo Fundo	1	2	3	5	17	28	41	53	52	56	57	62	54	35	40	42	27	14
Quaraí	1	1	10	13	38	55	76	88	91	94	98	94	87	82	79	80	54	36
Rio Grande	1	0	5	2	12	7	24	40	44	61	61	62	63	60	57	53	31	27
Santa Maria	4	5	13	23	35	56	68	78	88	87	94	93	90	81	72	75	52	35
Santa Rosa	23	28	49	52	70	91	92	95	98	98	96	97	90	95	92	88	74	64
Santana do Livramento	0	0	5	3	8	23	26	66	64	68	78	78	77	60	73	65	32	13
Santo Augusto	10	11	36	25	46	66	70	90	93	81	92	91	78	87	70	78	44	46
São Borja	14	23	37	43	61	88	89	93	98	98	99	99	97	96	96	92	76	71
São Gabriel	2	5	14	17	37	61	77	85	90	92	97	95	88	80	83	78	57	38
Taquari	1	3	9	15	32	50	67	83	85	95	96	95	92	82	85	81	61	43
Uruguaiana	7	10	25	28	47	66	79	86	91	96	95	94	87	84	87	84	63	44
Vacaria	0	1	0	0	2	1	4	2	5	12	14	19	20	11	13	6	5	1
Veranópolis	0	0	1	1	4	5	11	28	22	27	27	35	30	15	26	23	11	4
Média	4	6	14	16	29	42	51	63	64	67	71	73	68	61	62	61	43	31

Tabela 4 - Coeficientes de correlação de Pearson entre as coordenadas geográficas (latitude S, longitude W e altitude) e a probabilidade de a temperatura máxima média decendial ser maior ou igual a 28°C, em cada decêndio dos meses de outubro a março de 23 municípios do Estado do Rio Grande do Sul.

Característica	Altitude (m)	Latitude (S)	Longitude (W)	Out		Nov		Dez		Jan		Fev		Mar	
				1°	2°	1°	2°	1°	2°	1°	2°	1°	2°		
Latitude (S)	0,59 *														
Longitude (W)	0,44 *	0,11 <sup>ns</sup>													
Out/1°	-0,24 <sup>ns</sup>	0,44 *	-0,41 <sup>ns</sup>												
Out/2°	-0,28 <sup>ns</sup>	0,41 <sup>ns</sup>	-0,33 <sup>ns</sup>	0,93*											
Out/3°	-0,40 <sup>ns</sup>	0,34 <sup>ns</sup>	-0,52 *	0,91*	0,92*										
Nov/1°	-0,46 *	0,29 <sup>ns</sup>	-0,52 *	0,87*	0,91*	0,97*									
Nov/2°	-0,52 *	0,23 <sup>ns</sup>	-0,58 *	0,80*	0,85*	0,94*	0,97*								
Nov/3°	-0,55 *	0,20 <sup>ns</sup>	-0,64 *	0,76*	0,79*	0,91*	0,95*	0,99*							
Dez/1°	-0,63 *	0,12 <sup>ns</sup>	-0,65 *	0,68 *	0,71*	0,85*	0,90*	0,97*	0,98*						
Dez/2°	-0,72 *	0,02 <sup>ns</sup>	-0,65 *	0,60*	0,63*	0,79*	0,82*	0,90*	0,94*	0,96*					
Dez/3°	-0,73 *	-0,01 <sup>ns</sup>	-0,68 *	0,60*	0,63*	0,79*	0,83*	0,91*	0,94*	0,97*	0,99*				
Jan/1°	-0,79 *	-0,08 <sup>ns</sup>	-0,62 *	0,56*	0,60*	0,73*	0,78*	0,86*	0,89*	0,93*	0,98*	0,98*			
Jan/2°	-0,81 *	-0,12 <sup>ns</sup>	-0,65 *	0,53*	0,56*	0,72*	0,75*	0,84*	0,88*	0,92*	0,98*	0,98*	0,99*		
Jan/3°	-0,81 *	-0,09 <sup>ns</sup>	-0,61 *	0,53*	0,57*	0,72*	0,76*	0,84*	0,88*	0,92*	0,98*	0,98*	0,99*	0,99*	
Fev/1°	-0,84 *	-0,14 <sup>ns</sup>	-0,60 *	0,53*	0,57*	0,71*	0,76*	0,82*	0,86*	0,90*	0,96*	0,96*	0,98*	0,99*	0,99*
Fev/2°	-0,81 *	-0,09 <sup>ns</sup>	-0,60 *	0,62*	0,65*	0,80*	0,83*	0,89*	0,91*	0,93*	0,97*	0,97*	0,98*	0,98*	0,98*
Fev/3°	-0,86 *	-0,17 <sup>ns</sup>	-0,60 *	0,57 *	0,61*	0,74*	0,79*	0,84*	0,87*	0,90*	0,95*	0,95*	0,97*	0,97*	0,98*
Mar/1°	-0,82 *	-0,10 <sup>ns</sup>	-0,62 *	0,59*	0,63*	0,77*	0,81*	0,87*	0,90*	0,93*	0,98*	0,98*	0,98*	0,98*	0,99*
Mar/2°	-0,76 *	0,00 <sup>ns</sup>	-0,52 *	0,66*	0,74*	0,81	0,88*	0,92*	0,93*	0,95	0,94*	0,94*	0,95*	0,93*	0,94*
Mar/3°	-0,67 *	0,10 <sup>ns</sup>	-0,43 *	0,76*	0,84*	0,88*	0,91*	0,94*	0,91*	0,91*	0,89*	0,88*	0,89*	0,86*	0,86*

\* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste t, com 21 graus de liberdade; ns = não significativo.

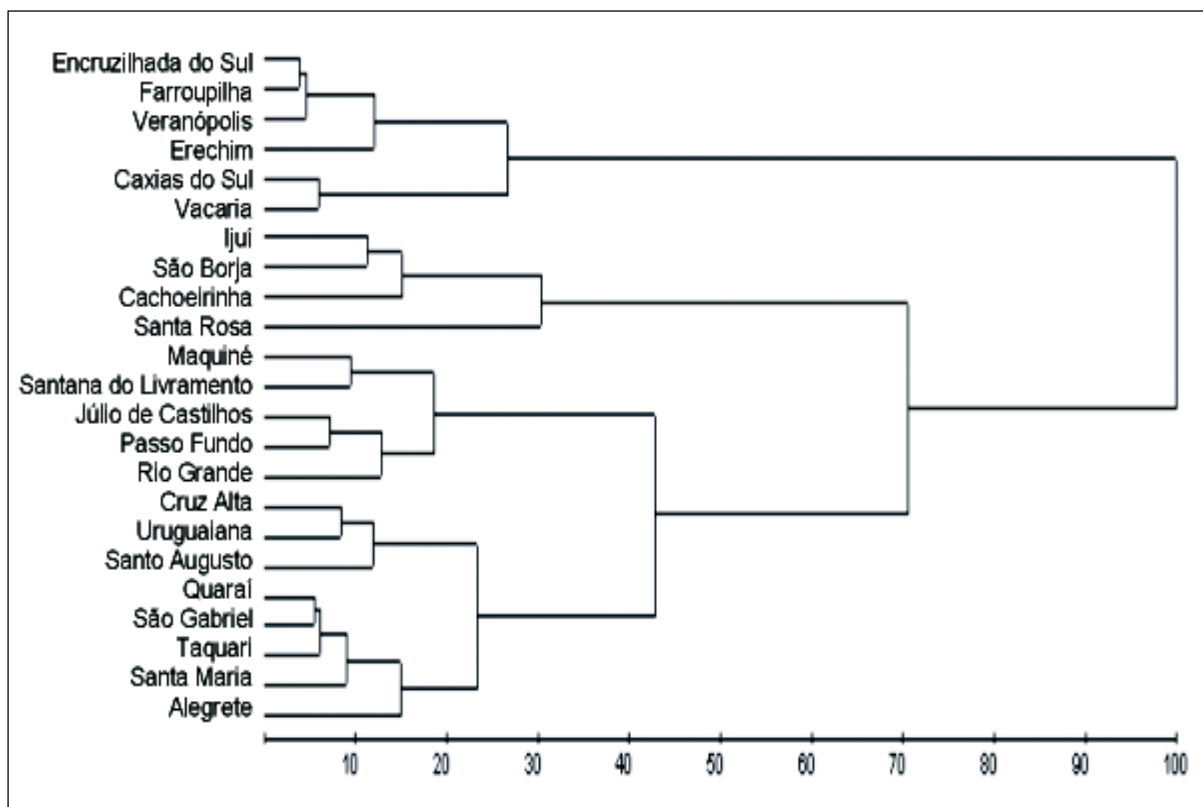


Figura 2 - Dendrograma da dissimilaridade, entre 23 municípios do Estado do Rio Grande do Sul, obtido pelo método de agrupamento “vizinho mais distante” baseado na distância euclidiana média padronizada. Porto Alegre, 2004.

Tabela 5 - Média da probabilidade (%) de uma temperatura máxima média decendial ser maior ou igual a 28°C, em cada decêndio dos meses de outubro a março em cada grupo de municípios do Estado do Rio Grande do Sul, obtidos pelo método de agrupamento “vizinho mais distante”.

Grupo <sup>(1)</sup>	Mês/Decêndio																	
	Outubro			Novembro			Dezembro			Janeiro			Fevereiro			Março		
	1°	2°	3°	1°	2°	3°	1°	2°	3°	1°	2°	3°	1°	2°	3°	1°	2°	3°
1	13	22	38	43	63	84	88	94	96	96	98	98	94	95	92	90	75	66
2	4	6	20	23	42	63	75	86	91	90	94	94	86	82	79	79	56	40
3	1	1	4	4	12	21	31	54	54	63	67	71	65	53	58	55	33	21
4	0	0	1	1	4	4	10	18	17	22	25	32	28	16	24	21	11	4

<sup>(1)</sup> 1: Cachoeirinha, Ijuí, Santa Rosa e São Borja  
 2: Alegrete, Cruz Alta, Quaraí, Santa Maria, Santo Augusto, São Gabriel, Taquari e Uruguaiana  
 3: Júlio de Castilhos, Maquiné, Passo Fundo, Rio Grande e Santana do Livramento  
 4: Caxias do Sul, Encruzilhada do Sul, Erechim, Farroupilha, Vacaria e Veranópolis

risco de ocorrência de temperaturas prejudiciais. A menor e maior altitude dos municípios dos grupos um e quatro, respectivamente, podem explicar tal comportamento.

Os municípios, enquadrados nos grupos dois e três, situam-se numa faixa intermediária de risco.

Os do grupo dois tem comportamento próximo aos do grupo de maior risco (grupo 1), enquanto que os do grupo três assemelham-se ao grupo de menor risco (grupo 4) (Tabela 5). De maneira geral, a altitude e a distância em relação ao Oceano Atlântico, provavelmente, explicam esses resultados.

Semelhanças quanto ao agrupamento de municípios por meio das temperaturas máximas, no RS, foram obtidos por DINIZ et al. (2003). Diante desses resultados, pode-se inferir que existe variabilidade espacial da PROB no RS, havendo necessidade de planejamento regional para minimizar riscos.

Independentemente do grupo ao qual o município pertence, o terceiro decêndio de janeiro é o de maior risco de ocorrência de temperaturas máximas prejudiciais ao feijoeiro, diminuindo gradativamente em direção ao primeiro decêndio de outubro e ao terceiro de março (Tabela 5).

Esses resultados associados a outras variáveis como precipitação pluvial, radiação solar e temperatura do solo, auxiliam no planejamento de épocas de semeadura do feijoeiro no RS. Além disso, as informações deste trabalho, servem para outras culturas de verão do RS, que sofrem danos por temperaturas elevadas.

## CONCLUSÕES

Há variabilidade de ocorrência de temperatura máxima média decendial prejudicial à cultura do feijoeiro no Estado do Rio Grande do Sul no tempo e no espaço. Maior risco de a temperatura máxima média decendial prejudicar a cultura do feijoeiro, no Estado do Rio Grande do Sul, ocorre no terceiro decêndio do mês de janeiro, com diminuição gradativa em direção ao primeiro decêndio de outubro e terceiro de março. Há associação da probabilidade de ocorrência de temperatura máxima média decendial prejudicial à cultura do feijoeiro no Estado do Rio Grande do Sul com as coordenadas geográficas, com maiores riscos em regiões de menor altitude e longitude.

## REFERÊNCIAS

- ASSIS, F.N.de et al. **Aplicações de estatística à climatologia: teoria e prática**. Pelotas : UFPEL, 1996. 161p.
- BURIOL, G.A. et al. Condições térmicas para o cultivo do pepineiro na região do baixo vale do Taquari, RS: 1. Temperaturas baixas limitantes. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v.6, p.205-213, 2000a.
- BURIOL, G.A. et al. Condições térmicas para o cultivo do pepineiro na região do baixo vale do Taquari, RS: 2. Temperatura máxima e soma térmica. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v.6, p.215-223, 2000b.
- CAMPOS, H. de **Estatística experimental não-paramétrica**. 4.ed. Piracicaba : ESALQ, 1983. 349p.
- CARGNELUTTI FILHO, A. et al. Ajustes de funções de distribuição de probabilidade à temperatura máxima no Estado do Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, prelo, 2005.
- CRUZ, C.D. **PROGRAMA GENES – versão Windows: aplicativo computacional em genética e estatística**. Viçosa : UFV, 2001. 648p.
- CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2.ed. Viçosa : UFV, 1997. 390p.
- DINIZ, G.B. et al. Identificação de regiões homogêneas de temperaturas máxima e mínima do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.11, n.2, p.303-312, 2003.
- ESTEFANEL, V. et al. Estimativa da duração da temperatura do ar acima de determinados níveis térmicos em Santa Maria, RS. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.3, p.121-127, 1995.
- ESTEFANEL, V. et al. Probabilidade de ocorrência de temperaturas máximas do ar prejudiciais aos cultivos agrícolas em Santa Maria, RS. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.2, p.57-63, 1994.
- GONÇALVES, S.L. et al. Probabilidade de ocorrência de temperaturas superiores a 30°C no florescimento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L), cultivado na safra das águas no Estado do Paraná. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.5, n.1, p.99-107, 1997.
- MASSIGNAM, A.M. et al. Ecofisiologia do feijoeiro. II - redução do rendimento pela ocorrência de altas temperaturas no florescimento. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.6, n.1, p.41-45, 1998.
- MORETTIN, P.A.; BUSSAB, W.O. **Estatística básica**. 5.ed. São Paulo : Saraiva, 2004. 526p.
- MOTA, F.S.da et al. Probabilidade de ocorrência de dias com temperaturas iguais ou superiores a 35°C no florescimento do arroz no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.7, n.1, p.147-149, 1999.
- SPIEGEL, R.A. et al. **Probabilidade e estatística**. 2.ed. Porto Alegre : Bookman, 2004. 398p.
- STEINMETZ, S. et al. Probabilidade de ocorrência de temperaturas mínimas do ar durante o período reprodutivo do arroz irrigado, na metade norte do Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.11, n.1, p.107-121, 2003.