

ISSN 0104-1347

Variabilidade temporal e espacial do tamanho de amostra para estimativa das médias mensais de temperatura máxima do ar no Estado do Rio Grande do Sul

Spatial and temporal variability of sample size for estimating the monthly averages of maximum air temperature in the Rio Grande do Sul State, Brazil

Alberto Cargnelutti Filho¹, Ronaldo Matzenauer², Jaime Ricardo Tavares Maluf³

Resumo - Com o objetivo de verificar a variabilidade temporal e espacial do tamanho de amostra da temperatura máxima do ar média mensal, de 37 municípios do Estado do Rio Grande do Sul, utilizaram-se série de dados de temperatura máxima do ar do período de 1931 a 2000. Determinou-se o tamanho de amostra da temperatura máxima do ar média mensal, em cada mês e município e agruparam-se os meses e os municípios pelo método hierárquico 'vizinho mais distante'. Há variabilidade do tamanho de amostra (número de anos) para a estimativa da temperatura máxima do ar média mensal no Estado do Rio Grande do Sul no tempo e no espaço. Maior tamanho de amostra é necessário nos meses de maio, junho, julho e agosto em relação aos outros meses. Para os municípios e meses estudados, 35 anos de observações, são suficientes para estimar a temperatura máxima do ar média mensal, para uma semi-amplitude do intervalo de confiança igual a 0,5°C, com um grau de confiança de 95%.

Palavras-chave: variabilidade temporal e espacial, temperatura do ar, estatística inferencial, sul do Brasil.

Abstract - The objective of this work was to verify the temporal and spatial variability of the size sample of the maximum air temperature average measured monthly in 37 locations of the Rio Grande do Sul State, Brazil. The maximum temperature data were collected from 1931 to 2000 and with these it was calculated the sample size in each month and location by clustering it using the complete linkage method. Results show that there is variability in the size sample of the maximum air temperature both in temporal and spatial scale, with greater sample sizes in the months of May, June, July and August in relation to the others. For the studied locations and months, 35 years of data are enough to predict the maximum air temperature, for an half-amplitude equal the 0,5°C interval, with a confidence degree of 95%.

Key words: spatial and temporal variability, air temperature, inferential statistics, Southern Brazil.

¹ Eng. Agr. Dr. Prof. do Departamento de Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista (FCAV/UNESP). CEP 14884-900. Jaboticabal, SP. E-mail: cargnelutti@fcav.unesp.br

² Eng. Agr. Dr., Pesquisador da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária, Rua Gonçalves Dias, 570, Bairro Menino Deus, CEP 90130-060 Porto Alegre, RS. E-mail: ronaldo-matzenauer@fepagro.rs.gov.br - Bolsista do CNPq

³ Engenheiro Agrônomo, Mestre, Pesquisador da Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS. E-mail: maluf@cnpt.embrapa.br

Introdução

Diante de uma série de dados amostrais, além de gráficos e tabelas usados para representá-la, há necessidade de medir tais elementos da amostra para obter informações sobre a mesma. Entre as medidas, as de tendência central (média, mediana e, moda) desacompanhadas de uma medida de variabilidade dos dados (amplitude, desvio-padrão, variância e coeficiente de variação) são insuficientes para inferir sobre a confiabilidade de tais estimativas. Além dessas, as medidas de assimetria (forma da distribuição dos dados) e a curtose (grau de achatamento da curva de distribuição dos dados), complementam a caracterização de uma série amostral. Essas estimativas, em conjunto, permitem caracterizar uma série de dados amostrais, e possibilitam inferir sobre os parâmetros populacionais, baseados na teoria das probabilidades, com uma margem de erro conhecida.

A obtenção de todos os elementos de uma população possibilita calcular os parâmetros populacionais de uma variável, com ausência de erro. Porém, tempo, mão-de-obra e disponibilidade de dados dificultam a realização deste processo, necessitando estimar o parâmetro populacional através de medições realizadas em um determinado número de elementos da população (amostra). Fica evidente que a estimativa obtida a partir de uma amostra está associada a um erro. No entanto, processos de amostragem são utilizados a fim de definir a amostra cuja estimativa seja o mais próximo possível do parâmetro populacional.

A inclusão de observações numa série temporal, dessas variáveis climáticas, altera as estimativas dos parâmetros populacionais, que são desconhecidos. No entanto, por meio de uma amostra, podem ser estimados pontualmente ou em um intervalo em torno da estimativa pontual, e nesse sentido é importante conhecer a precisão de tal estimativa. A estimativa por ponto não permite saber o erro associado, enquanto que a estimativa por intervalo de um parâmetro populacional permite conhecer o grau de confiança na estimativa e o erro associado.

É comum o uso da média amostral para caracterizar um conjunto de dados, porém a importância da variabilidade dos dados influencia na precisão de tal estimativa. Assim, um conjunto

de dados com pouca variabilidade pode ser representado por uma menor amostra quando comparado a um grupo de dados heterogêneos.

Estudos de identificação de regiões homogêneas quanto à temperatura do ar (DINIZ et al., 2003), de estimativas de probabilidade usando funções de distribuição de probabilidade teóricas em relação à temperatura do ar (ESTEFANEL et al., 1995; MOTA et al., 1999), têm sido desenvolvidos. Aplicações desses estudos em cultivos agrícolas (ESTEFANEL et al., 1994), e ainda específicos para as culturas do feijão (GONÇALVES et al., 1997; CARGNELUTTI FILHO et al., 2005), do arroz irrigado (MOTA et al., 1999; STEINMETZ et al., 2003) e do pepineiro (BURIOL et al., 2000a; BURIOL et al., 2000b) têm sido realizados. Porém, estudos de tamanho de amostra, relacionados a variáveis climáticas, são pouco conhecidos no Estado do Rio Grande do Sul. Assim, é importante determinar o tamanho de amostra (número de anos) necessário para estimar a temperatura máxima do ar média mensal, com confiabilidade, levando-se em consideração a variabilidade temporal e espacial de uma região.

Ao determinar o tamanho de amostra, em um determinado local e época do ano, é preciso estabelecer um erro máximo aceitável com um determinado grau de confiança. No entanto, não há um valor de temperatura máxima do ar média mensal não há um valor que possa ser definido como erro máximo tolerável. Porém, o que deve ser considerado é a possibilidade de obter uma estimativa com máxima confiabilidade possível. Assim, neste estudo, utilizou-se um erro máximo tolerável na estimativa da temperatura máxima do ar média mensal de 0,5°C com um grau de confiança (1- α) de 95%. É evidente que o tamanho de amostra aumenta com a diminuição do erro permitido, com o acréscimo do grau de confiança e com o aumento da variabilidade dos dados.

O objetivo deste trabalho foi verificar a variabilidade temporal e espacial do tamanho de amostra para a estimativa da temperatura máxima do ar média mensal, de 37 municípios do Estado do Rio Grande do Sul.

Material e Métodos

Os dados de temperatura máxima do ar das 37

estações agrometeorológicas, oriundos de municípios do Estado do Rio Grande do Sul, foram obtidos do Banco de Dados do Laboratório de Agrometeorologia, da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária - Fepagro/SCT-RS e do Instituto Nacional de Meteorologia - INMET - Porto Alegre. Os dados foram coletados no período de 1931 a 2000, totalizando 70 anos de observações. Em cada município, com os dados diários de temperatura máxima do ar, calculou-se a média mensal de cada um dos 12 meses do ano, formando 444 séries temporais (37 municípios x 12 meses).

Aplicou-se o teste de Bartlett (STEEL et al., 1997) nos dados de temperatura máxima do ar média mensal, para verificar a homogeneidade das variâncias, entre os meses do ano (12 variâncias - variabilidade temporal), em cada local (37 testes) e entre os locais (37 variâncias - variabilidade espacial) dentro de cada um dos doze meses do ano (12 testes).

Calculou-se o tamanho de amostra, de cada uma das 444 séries de dados de temperatura máxima do ar média mensal, para cada mês e município (12 meses x 37 municípios = 444 séries temporais). Inicialmente, determinou-se a intensidade de amostragem (n_0), para uma semi-amplitude do intervalo de confiança igual a $0,5^\circ\text{C}$, com um grau

de confiança de 95%, pela expressão $n_0 = \frac{t_{\alpha/2}^2 S^2}{\text{erro}^2}$ (FONSECA & MARTINS 1995; SILVA et al., 1997; MUNIZ & ABREU, 1999; STEVENSON, 2001; COSTA-NETO, 2002; BARBETTA et al., 2004; BUSSAB & MORETTIN, 2004; SPIEGEL et al., 2004), onde erro é a semi-amplitude do intervalo de confiança ($0,5^\circ\text{C}$) e $t_{\alpha/2}$ é o valor da tabela t de Student com (n-1) graus de liberdade e $\alpha = 5\%$ de probabilidade de erro e S^2 é a variância amostral.

Nas situações em que o tamanho ideal de amostra calculado for superior a 5% da população amostrada (FONSECA & MARTINS 1995; SILVA et al., 1997; MUNIZ & ABREU, 1999; BARBETTA et al., 2004; BUSSAB & MORETTIN, 2004; SPIEGEL et al., 2004), é conveniente calcular o tamanho ideal de amostra corrigido para população finita. Assim, aplicou-se a correção, a fim de se obter o tamanho final da amostra (n), pela equação:

$$n = \frac{n_0}{1 + \frac{n_0 - 1}{N}}, \text{ onde } N = 70 \text{ anos. Se } n_0 \text{ for menor que}$$

5% de N, a correção torna-se desprezível e o tamanho de amostra é aquele obtido em n_0 (MUNIZ & ABREU, 1999).

A partir do tamanho de amostra, em cada mês e município do Estado do Rio Grande do Sul, determinaram-se as matrizes de distância euclidiana média padronizada entre os doze meses e entre os 37 municípios, que foram utilizadas como medida de dissimilaridade para a análise de agrupamento dos meses e dos municípios, respectivamente, pelo método hierárquico 'vizinho mais distante' (CRUZ & REGAZZI, 1997), adotando-se o nível de 60% de similaridade como critério para separação dos grupos. As análises foram realizadas com o auxílio da planilha eletrônica Office Excel e do programa Genes (CRUZ, 2001).

Resultados e Discussão

O teste de Bartlett (STEEL et al., 1997) aplicado entre as variâncias dos doze meses, em cada local, constatou que as mesmas foram heterogêneas ($p < 0,05$) em 32 locais (86,5% dos locais), o que indica tamanho de amostra diferenciado entre cada um dos meses (Tabela 1). Isso permite inferir presença de variabilidade temporal do tamanho de amostra da temperatura máxima do ar média mensal. A identificação de meses com comportamentos similares pode ser verificada por meio de análise de agrupamento.

Entre as variâncias dos 37 locais, em cada mês, o teste de Bartlett revelou variâncias homogêneas nos meses de abril, maio, junho e outubro, o que indica que o tamanho da amostra para estimar a temperatura máxima do ar média mensal pode ser a mesma para os 37 locais estudados. Já para os demais 8 meses as variâncias entre locais foram heterogêneas ($p < 0,05$), revelando a necessidade de estimar o tamanho de amostra em cada local. Isso permite inferir a presença de variabilidade espacial e possibilidade de agrupar os municípios.

De maneira geral, estes resultados indicam a necessidade de utilizar a maior das 444 variâncias obtidas entre a combinação dos 37 locais e 12 meses

Tabela 1. Altitude, latitude, longitude e valor calculado da estatística do teste de Bartlett (χ^2_{calc}) das variâncias, da temperatura máxima do ar média mensal, de cada mês entre os locais e das variâncias de cada local entre os doze meses do ano.

| Local | Altitude (m) | Latitude (°) | Longitude (°) | χ^2_{calc} | | Mês | χ^2_{calc} | |
|-------------------------|--------------|--------------|---------------|-----------------|----|-----------|-----------------|----|
| Alegrete | 130 | -29,8092 | -55,8486 | 17,61 | ns | Janeiro | 157,82 | ** |
| Bagé | 175 | -31,3940 | -53,9256 | 21,25 | * | Fevereiro | 118,17 | ** |
| Bento Gonçalves | 635 | -29,1641 | -51,5336 | 51,15 | ** | Março | 55,91 | * |
| Bom Jesus | 1047 | -28,6678 | -50,4167 | 25,83 | ** | Abril | 38,42 | ns |
| Caçapava do Sul | 450 | -28,6690 | -53,4890 | 27,68 | ** | Maio | 22,40 | ns |
| Cachoeira do Sul | 75 | -30,0460 | -52,8940 | 24,84 | ** | Junho | 43,65 | ns |
| Caxias do Sul | 840 | -29,1420 | -50,9868 | 45,63 | ** | Julho | 51,70 | ns |
| Cruz Alta | 430 | -28,6031 | -53,6729 | 42,97 | ** | Agosto | 58,80 | * |
| Encruzilhada do Sul | 410 | -30,5527 | -52,4068 | 18,37 | ns | Setembro | 70,99 | ** |
| Farroupilha | 680 | -29,2023 | -51,3350 | 61,38 | ** | Outubro | 49,15 | ** |
| Guaporé | 472 | -28,9289 | -51,9125 | 56,12 | ** | Novembro | 83,18 | ns |
| Ijuí | 280 | -28,4377 | -54,0039 | 27,65 | ** | Dezembro | 86,04 | ** |
| Iraí | 227 | -27,1960 | -53,2340 | 19,39 | ns | | | ** |
| Júlio de Castilhos | 490 | -29,1762 | -53,6887 | 42,65 | ** | | | ** |
| Lagoa Vermelha | 807 | -28,4260 | -51,5980 | 37,76 | ** | | | ** |
| Osório | 25 | -29,6601 | -50,2125 | 62,24 | ** | | | ** |
| Palmeira das Missões | 634 | -27,8990 | -53,4460 | 24,39 | * | | | ** |
| Passo Fundo | 690 | -28,2264 | -52,4030 | 49,72 | ** | | | ** |
| Pelotas | 7 | -31,7500 | -52,3500 | 28,49 | ** | | | ** |
| Porto Alegre | 10 | -30,0310 | -51,2220 | 44,51 | ** | | | ** |
| Rio Grande | 5 | -32,0017 | -52,2991 | 24,23 | * | | | ** |
| Santa Maria | 125 | -29,6652 | -53,9098 | 52,85 | ** | | | ** |
| Santana do Livramento | 205 | -30,8721 | -55,4334 | 17,55 | ns | | | ** |
| Santa Rosa | 330 | -27,8589 | -54,4448 | 26,57 | ** | | | ** |
| Santa Vitória do Palmar | 5 | -33,5210 | -53,3630 | 34,15 | ** | | | ** |
| Santiago | 439 | -29,1833 | -54,8861 | 25,67 | ** | | | ** |
| Santo Ângelo | 285 | -28,2673 | -54,2696 | 40,78 | ** | | | ** |
| São Borja | 90 | -28,6929 | -55,9614 | 14,89 | ns | | | ** |
| São Francisco de Paula | 922 | -29,3333 | -50,5225 | 42,29 | ** | | | ** |
| São Gabriel | 120 | -30,3353 | -54,2626 | 21,95 | * | | | ** |
| São Luiz Gonzaga | 251 | -28,3980 | -54,9720 | 20,34 | * | | | ** |
| Tapes | 5 | -30,8333 | -51,5833 | 67,40 | ** | | | ** |
| Taquari | 65 | -29,7911 | -51,8270 | 29,81 | ** | | | ** |
| Torres | 43 | -29,3430 | -49,7280 | 51,64 | ** | | | ** |
| Uruguaiana | 80 | -29,8395 | -57,0811 | 30,72 | ** | | | ** |
| Vacaria | 915 | -28,4536 | -50,9465 | 36,45 | ** | | | ** |
| Veranópolis | 705 | -28,8884 | -51,5422 | 46,84 | ** | | | ** |

*, ** significativo a 5% e 1%, respectivamente, pelo teste de Bartlett. ns = Não-significativo

Tabela 2 - Tamanho de amostra (número de anos) da temperatura máxima do ar média mensal em localidades do Estado do Rio Grande do Sul com 95% de confiança e semi-amplitude do intervalo de confiança de 0,5°C.

| Local | Mês | | | | | | | | | | | | Máximo |
|-------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--------|
| | JAN | FEV | MAR | ABR | MAI | JUN | JUL | AGO | SET | OUT | NOV | DEZ | |
| Alegrete | 21 | 24 | 21 | 21 | 28 | 23 | 30 | 26 | 20 | 19 | 24 | 25 | 30 |
| Bagé | 20 | 27 | 18 | 20 | 27 | 22 | 29 | 25 | 18 | 21 | 21 | 21 | 29 |
| Bento Gonçalves | 12 | 18 | 18 | 21 | 31 | 24 | 30 | 27 | 26 | 21 | 18 | 20 | 31 |
| Bom Jesus | 19 | 18 | 19 | 22 | 28 | 24 | 29 | 26 | 22 | 22 | 19 | 17 | 29 |
| Caçapava do Sul | 18 | 21 | 18 | 25 | 27 | 21 | 31 | 26 | 21 | 24 | 20 | 25 | 31 |
| Cachoeira do Sul | 20 | 22 | 22 | 24 | 30 | 28 | 31 | 28 | 27 | 20 | 21 | 21 | 31 |
| Caxias do Sul | 12 | 18 | 17 | 20 | 27 | 21 | 29 | 27 | 23 | 21 | 19 | 18 | 29 |
| Cruz Alta | 17 | 19 | 18 | 20 | 28 | 25 | 32 | 29 | 26 | 20 | 19 | 19 | 32 |
| Encruzilhada do Sul | 16 | 22 | 23 | 21 | 26 | 22 | 27 | 25 | 21 | 20 | 18 | 20 | 27 |
| Farroupilha | 10 | 19 | 18 | 21 | 26 | 21 | 30 | 26 | 25 | 21 | 15 | 15 | 30 |
| Guaporé | 14 | 18 | 18 | 20 | 27 | 27 | 32 | 29 | 26 | 19 | 17 | 18 | 32 |
| Ijuí | 24 | 21 | 21 | 22 | 28 | 27 | 33 | 29 | 25 | 19 | 19 | 23 | 33 |
| Irai | 21 | 21 | 19 | 24 | 27 | 27 | 31 | 27 | 25 | 20 | 23 | 23 | 31 |
| Júlio de Castilhos | 16 | 18 | 20 | 25 | 26 | 23 | 31 | 30 | 25 | 18 | 17 | 25 | 31 |
| Lagoa Vermelha | 16 | 18 | 20 | 18 | 25 | 26 | 29 | 31 | 26 | 19 | 19 | 21 | 31 |
| Osório | 14 | 15 | 14 | 21 | 26 | 23 | 30 | 27 | 23 | 17 | 15 | 15 | 30 |
| Palmeira das Missões | 16 | 18 | 17 | 19 | 26 | 21 | 28 | 24 | 21 | 22 | 17 | 22 | 28 |
| Passo Fundo | 13 | 16 | 17 | 22 | 26 | 22 | 29 | 28 | 23 | 20 | 16 | 16 | 29 |
| Pelotas | 19 | 20 | 18 | 19 | 26 | 23 | 25 | 22 | 19 | 15 | 14 | 15 | 26 |
| Porto Alegre | 12 | 16 | 19 | 19 | 27 | 23 | 28 | 24 | 22 | 19 | 15 | 18 | 28 |
| Rio Grande | 12 | 12 | 15 | 18 | 22 | 18 | 20 | 17 | 15 | 16 | 14 | 14 | 22 |
| Santa Maria | 18 | 20 | 20 | 19 | 31 | 32 | 32 | 29 | 23 | 16 | 19 | 20 | 32 |
| Santana do Livramento | 26 | 30 | 21 | 22 | 29 | 25 | 26 | 26 | 20 | 19 | 26 | 23 | 30 |
| Santa Rosa | 21 | 24 | 23 | 20 | 27 | 26 | 33 | 31 | 27 | 19 | | 21 | 33 |
| Santa Vitória do Palmar | 20 | 24 | 13 | 15 | 23 | 19 | 21 | 17 | 12 | 13 | | 21 | 24 |
| Santiago | 20 | 23 | 21 | 21 | 27 | 25 | 31 | 26 | 23 | 22 | | 23 | 31 |
| Santo Ângelo | 19 | 22 | 22 | 23 | 29 | 29 | 35 | 32 | 27 | 20 | | 23 | 35 |
| São Borja | 25 | 26 | 24 | 22 | 29 | 27 | 31 | 31 | 25 | 21 | | 27 | 31 |
| São Francisco de Paula | 10 | 21 | 20 | 24 | 28 | 22 | 24 | 26 | 22 | 22 | | 19 | 28 |
| São Gabriel | 20 | 23 | 21 | 21 | 30 | 25 | 29 | 24 | 21 | 18 | | 23 | 30 |
| São Luiz Gonzaga | 22 | 20 | 23 | 22 | 28 | 24 | 30 | 30 | 22 | 21 | | 29 | 30 |
| Tapes | 11 | 13 | 15 | 15 | 27 | 24 | 26 | 20 | 17 | 17 | | 13 | 27 |
| Taquari | 20 | 23 | 16 | 22 | 30 | 25 | 31 | 27 | 25 | 21 | | 22 | 31 |
| Torres | 10 | 10 | 11 | 13 | 20 | 18 | 20 | 20 | 14 | 11 | | 17 | 20 |
| Uruguaiana | 26 | 29 | 22 | 22 | 29 | 28 | 34 | 27 | 21 | 19 | | 24 | 34 |
| Vacaria | 15 | 17 | 20 | 22 | 27 | 24 | 30 | 28 | 25 | 23 | | 22 | 30 |
| Veranópolis | 13 | 19 | 20 | 22 | 28 | 23 | 31 | 27 | 25 | 23 | | 15 | 31 |
| Máximo | 26 | 30 | 24 | 25 | 31 | 32 | 35 | 32 | 27 | 24 | | 29 | 35 |

para estimar um tamanho de amostra único para esses locais e meses, com um determinado erro tolerável a um determinado intervalo de confiança. Por outro lado, a estimativa do tamanho de amostra de cada combinação local e mês, a partir da variância de cada mês e local (444 variâncias), possibilita a identificação de meses e locais com maior e menor tamanho de amostra necessário para estimar a temperatura máxima do ar média mensal (Tabela 2).

O tamanho de amostra, para a estimativa da temperatura máxima do ar média mensal, em cada mês e município, com semi-amplitude do intervalo de confiança igual a $0,5^{\circ}\text{C}$ e grau de confiança de 95%, oscilou de 10 anos no mês de janeiro em Farroupilha, em São Francisco de Paula e em Torres, 10 anos nos meses de fevereiro e novembro em Torres, a 35 anos no mês de julho em Santo Ângelo (Tabela 2). Portanto, em relação à Farroupilha, São Francisco de Paula e Torres, pode-se inferir com 95% de confiança que a estimativa da média ($\hat{\mu}$) da temperatura máxima do ar média mensal obtida com 10 anos de observações no mês de janeiro é $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e ainda em Torres é $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ em relação à fevereiro e novembro. Esses resultados confirmam a variabilidade existente entre meses dentro dos locais (temporal) e entre locais dentro de meses (espacial). Então, 35 anos de observações forneceriam estimativas de temperatura máxima do ar média mensal, com 95% de confiabilidade de que o erro máximo é $0,5^{\circ}\text{C}$, independentemente do mês e local.

De um modo geral, maior tamanho de amostra é necessário nos meses de maio, junho, julho e agosto

diminuindo gradativamente em direção a janeiro e dezembro, indicando maior e menor variabilidade, respectivamente (Tabela 2). Esses resultados coincidem, respectivamente, com meses de menor e maior temperatura máxima do ar média decenal (CARGNELUTTI FILHO et al., 2005).

Portanto, ao usar o mesmo número de anos em todos os meses para estimar a temperatura máxima do ar média mensal, a precisão da estimativa nos meses de maio, junho, julho e agosto é menor em relação aos demais meses do ano.

Caso fossem consideradas outras combinações de semi-amplitude do intervalo de confiança e grau de confiança para calcular o tamanho de amostra, é de se esperar comportamento semelhante, ou seja, que os meses de maio, junho, julho e agosto sejam os de maior tamanho de amostra no Estado do Rio Grande do Sul, pelo fato da maior variabilidade dos dados de temperatura máxima do ar média mensal ocorrerem nesses meses.

A formação de três grupos de meses foi possível, pelo método hierárquico do vizinho mais distante, utilizando-se 60% de similaridade como critério para definição dos mesmos (Figura 1). Meses que compuseram o grupo 1 (janeiro, fevereiro, março, abril, outubro, novembro e dezembro) são os meses com menor variabilidade da temperatura máxima do ar média mensal entre os anos, necessitando menor tamanho de amostra (números de anos) para estimar a temperatura máxima do ar média mensal. Em outro extremo, no grupo 3, estão

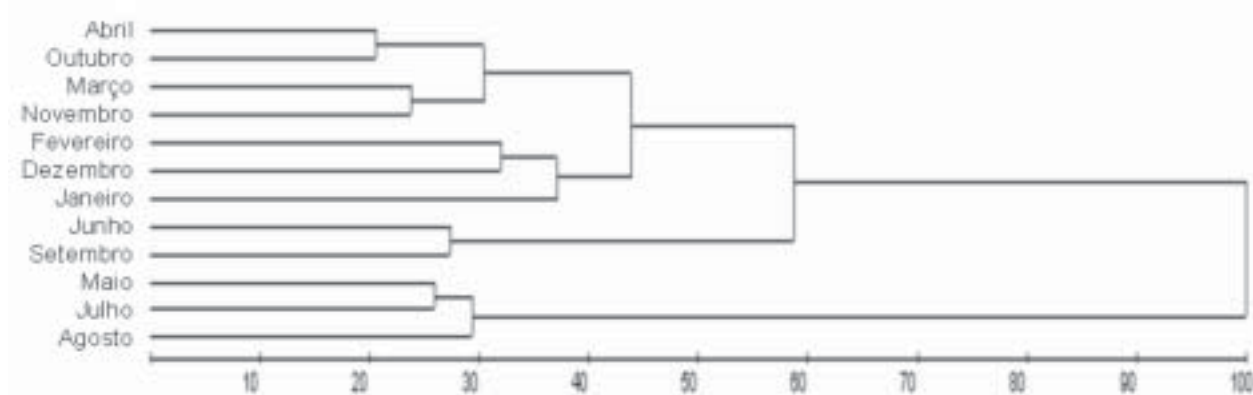


Figura 1. Dendrograma da dissimilaridade, da temperatura máxima do ar média mensal, entre os meses do ano do Estado do Rio Grande do Sul, obtido pelo método de agrupamento “vizinho mais distante” baseado na distância euclidiana média padronizada.

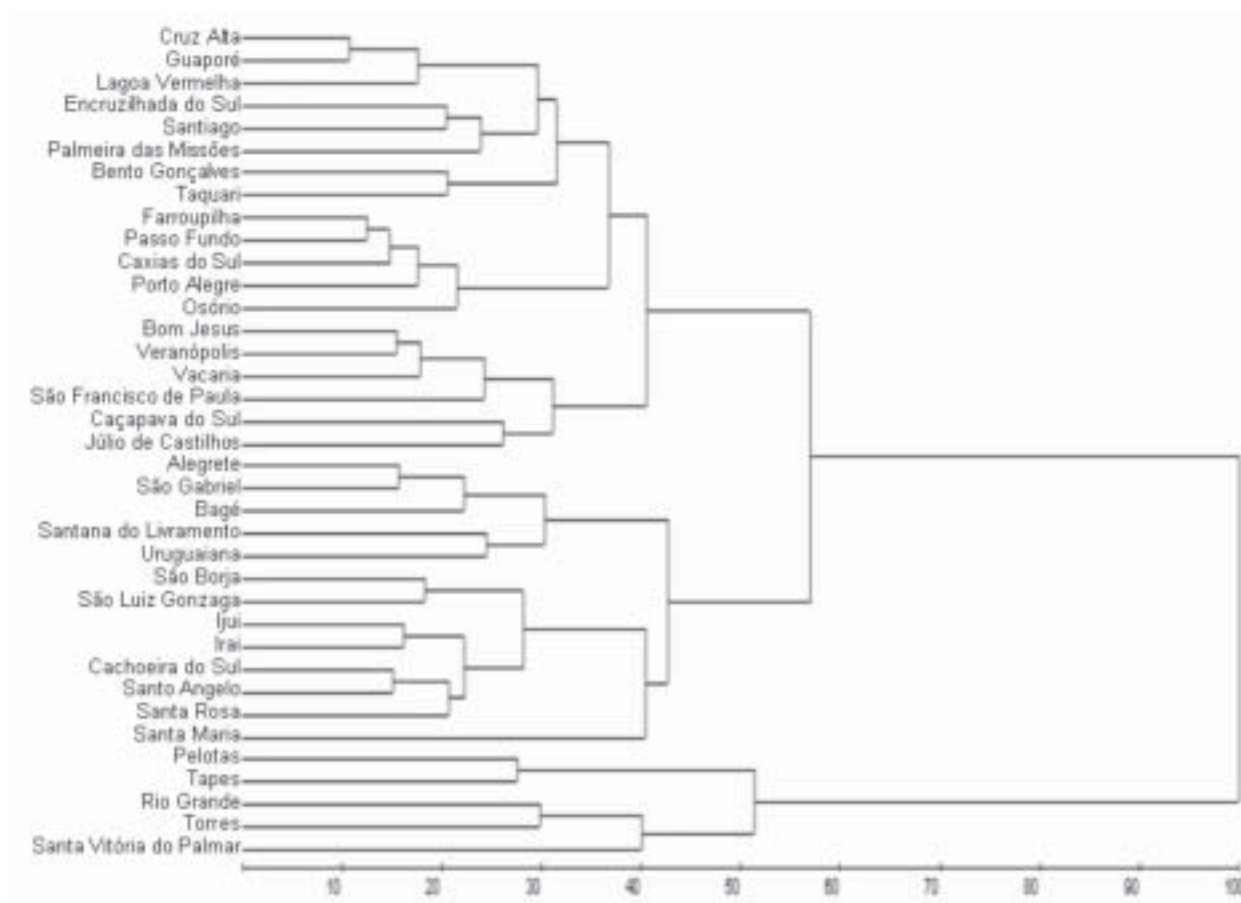


Figura 2. Dendrograma da dissimilaridade, da temperatura máxima do ar média mensal, entre 37 municípios do Estado do Rio Grande do Sul, obtido pelo método de agrupamento “vizinho mais distante” baseado na distância euclidiana média padronizada.

os meses de maio, julho e agosto, com maior tamanho de amostra, portanto maior variabilidade. Os meses de junho e setembro compõem o grupo dois e estão em situação intermediária. Estes resultados confirmam presença de variabilidade temporal do tamanho de amostra e a necessidade de considerar número diferenciado de anos de observação para estimar a temperatura máxima do ar média mensal.

A formação de dois grupos de municípios foi possível, pelo método hierárquico do vizinho mais distante, utilizando-se 60% de similaridade como critério para definição dos mesmos (Figura 2 e Tabela 3). Os 32 municípios que compuseram o grupo 1 são os locais com menor variabilidade da temperatura máxima do ar média mensal entre os meses, necessitando menor tamanho de amostra (números de anos) para estimar a temperatura máxima do ar média mensal. Os demais cinco

municípios formaram o grupo 2, caracterizado pela presença de maior variabilidade, e como consequência, maior tamanho de amostra. Esses resultados confirmam presença de variabilidade espacial do tamanho de amostra. De modo geral, independentemente do grupo ao qual o município pertence, os meses de maio, junho, julho e agosto necessitam maior tamanho de amostra, diminuindo gradativamente nos meses de janeiro e dezembro (Tabela 3).

Esses resultados indicam que 35 anos de observações são suficientes para estimar a temperatura máxima do ar média mensal, para uma semi-amplitude do intervalo de confiança igual a $0,5^{\circ}\text{C}$, com um grau de confiança de 95%. Portanto, as estimativas de normais climatológicas desses locais, baseadas em menos de 35 anos de observações, possuem uma semi-amplitude do intervalo de confiança menor ou maior que $0,5^{\circ}\text{C}$,

Tabela 3. Máximo, mínimo e média do tamanho de amostra (número de anos) da temperatura máxima do ar média mensal, com 95% de confiança e e semi-amplitude do intervalo de confiança de 0,5°C, em cada mês e em cada grupo de municípios do Estado do Rio Grande do Sul, obtidos pelo método de agrupamento “vizinho mais distante”.

| Grupo ⁽¹⁾ | Estatística | Mês | | | | | | | | | | | |
|----------------------|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | JAN | FEV | MAR | ABR | MAI | JUN | JUL | AGO | SET | OUT | NOV | DEZ |
| 1 | Máximo | 26 | 30 | 24 | 25 | 31 | 32 | 35 | 32 | 27 | 24 | 26 | 29 |
| 1 | Mínimo | 10 | 15 | 14 | 18 | 25 | 21 | 24 | 24 | 18 | 16 | 15 | 15 |
| 1 | Média | 18 | 21 | 20 | 22 | 28 | 25 | 30 | 27 | 23 | 20 | 19 | 21 |
| 2 | Máximo | 20 | 24 | 18 | 19 | 27 | 24 | 26 | 22 | 19 | 17 | 15 | 21 |
| 2 | Mínimo | 10 | 10 | 11 | 13 | 20 | 18 | 20 | 17 | 12 | 11 | 10 | 13 |
| 2 | Média | 14 | 16 | 14 | 16 | 24 | 21 | 22 | 19 | 15 | 14 | 13 | 16 |

⁽¹⁾1: Cruz Alta, Guaporé, Lagoa Vermelha, Encruzilhada do Sul, Santiago, Palmeira das Missões, Bento Gonçalves, Taquari, Farroupilha, Passo Fundo, Caxias do Sul, Porto Alegre, Osório, Bom Jesus, Veranópolis, Vacaria, São Francisco de Paula, Caçapava do Sul, Júlio de Castilhos, Alegrete, São Gabriel, Bagé, Santana do Livramento, Uruguaiiana, São Borja, São Luiz Gonzaga, Ijuí, Irai, Cachoeira do Sul, Santo Ângelo, Santa Rosa, Santa Maria.

2: Pelotas, Tapes, Rio Grande, Torres, Santa Vitória do Palmar.

com um grau de confiança de 95%. Assim, o uso de menos de 35 anos poderá não contemplar a variabilidade dos dados de cada local e época do ano, levando a estimativas com erros diferenciados.

Conclusão

Há variabilidade do tamanho de amostra (número de anos) para a estimativa da temperatura máxima do ar média mensal no Estado do Rio Grande do Sul no tempo (meses) e no espaço (municípios). Maior tamanho de amostra é necessário nos meses de maio, junho, julho e agosto em relação aos outros meses. Para os municípios e meses estudados, 35 anos de observações são suficientes para estimar a temperatura máxima do ar média mensal, para uma semi-amplitude do intervalo de confiança igual a 0,5°C, com um grau de confiança de 95%.

Referências

BARBETTA, P.A. et al. **Estatística para cursos de engenharia e informática**. São Paulo: Atlas, 2004. 410p.

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, Porto Alegre, 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**, Porto Alegre, v.6, p.215-223, 2000b.

BUSSAB, W.O.; MORETTIN, P.A. **Estatística básica**. 5.ed. São Paulo: Saraiva, 2004. 526p.

CARGNELUTTI FILHO, A. et al. Temperaturas máximas prejudiciais ao feijoeiro no Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, p.1019-1026, 2005.

COSTA-NETO, P.L.O. **Estatística**. 2.ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2002. 266p.

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. 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.

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.

FONSECA, J.S.; MARTINS, G.A. **Curso de Estatística**. 5.ed. São Paulo: Atlas, 1995. 317p.

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.

MOTA, F.S. 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, p.147-149, 1999.

MUNIZ, J.A.; ABREU, A.R. **Técnicas de amostragem**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1999. 102p.

SILVA, E.M. et al. **Estatística para cursos de: Economia, Administração e Ciências Contábeis**. 2.ed. São Paulo: Atlas, 1997. 195p.

SPIEGEL, R.A. et al. **Probabilidade e estatística**. 2.ed. Porto Alegre: Bookman, 2004. 398p.

STEEL, R.G.D. et al. **Principles and procedures of statistics a biometrical approach**. 3.ed. Nova York: McGraw-Hill, 1997. 666p.

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.

STEVENSON, W.J. **Estatística aplicada à Administração**. São Paulo: Harbra, 2001. 495p.