

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS

Programa de Pós-Graduação em Meteorologia



Dissertação

Cláudia Priscila Wanzeler da Costa

Análise espacial e temporal de índices climáticos derivados das
temperaturas máximas e mínimas para o Rio Grande do Sul

Pelotas, 2008

Cláudia Priscila Wanzeler da Costa

Análise espacial e temporal de índices climáticos
derivados das temperaturas máximas e mínimas para o
Rio Grande do Sul

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação da Faculdade de
Meteorologia da UNIVERSIDADE FEDERAL
DE PELOTAS, como requisito parcial à
obtenção do título de Mestre em Ciências
(M. S.).

Orientador: Prof. Dr. Júlio Renato Marques

Co-Orientador: Prof. Dr. Gilberto Barbosa Diniz

Pelotas, 2008

Dados de catalogação na fonte:
Ubirajara Buddin Cruz – CRB-10/901

Biblioteca de Ciência & Tecnologia - UFPel

C837a Costa, Cláudia Priscila Wanzeler

Análise espacial e temporal de índices climáticos derivados das temperaturas máximas e mínimas para o Rio Grande do Sul / Cláudia Priscila Wanzeler da Costa ; orientador Julio Renato Marques ; co-orientador Gilberto Barbosa Diniz. – Pelotas, 2008. – 167f. : il. color. – Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Meteorologia. Faculdade de Meteorologia. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2008.

1.Meteorologia. 2.Climatologia. 3.Mudanças climáticas. 4.Percentil. 5.Temperaturas mínimas e máximas. 6.Índices climáticos. 7.Rio Grande do Sul. I.Marques, Julio Renato. II.Diniz, Gilberto Barbosa.III. Título

CDD: 551.5253098165

Banca examinadora:

Dr. Carlos Reisser Júnior (Externo)

Dr.^a Simone Vieira de Assis

Dr. Júlio Renato Marques (Orientador)

Dr. Gilberto Barbosa Diniz (Co-Orientador)

*Dedico este trabalho à **minha família**, mesmo estando longe, sempre apoiou minhas decisões, e em especial, ao meu querido **Magno Duarte** por seu companheirismo, incentivo e amor durante estes dois anos distante.*

Agradecimentos

Acima de tudo ao Senhor Deus do Universo pelo dom da vida e por estar sempre comigo nesta longa jornada.

À Universidade Federal de Pelotas pela oportunidade de realizar o curso de Pós-Graduação.

Ao prof. Dr. Júlio Marques pela valiosa orientação, amizade e confiança na realização deste trabalho.

Ao prof. Dr. Gilberto Diniz por sua co-orientação e apoio no decorrer deste trabalho.

À prof^a Roseli Gueths por nos incentivar a buscar sempre mais, além de sua postura profissional exemplar.

Aos membros da banca examinadora: Carlos Reisser Júnior e Simone de Assis, por suas valiosas sugestões, proporcionando o enriquecimento deste trabalho.

À turma de Pós-Graduação de 2006, e em especial às minhas queridas amigas Ana Carolina, Cátia, Mári e Márcia, por sua amizade, apoio e companhia durante estes dois anos. Obrigada amigos!

Aos funcionários do CPPMET/UFPel e ao Celanirio Júnior por não medirem esforços para ajudar.

Ao seu Adão Cardoso e Família pela acolhida em sua casa, pelo apoio e amizade durante todo o curso.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de estudos concedida.

E a todos que, de uma forma direta ou indireta, contribuíram para a realização deste trabalho.

RESUMO

COSTA, Cláudia Priscila Wanzeler da. **Análise Espacial e Temporal de Índices Climáticos Derivados das Temperaturas Máximas e Mínimas para o Rio Grande do Sul**. 2008.167f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Meteorologia. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

Frente às possíveis mudanças climáticas globais já observadas, este trabalho objetivou identificar as tendências temporais de índices climáticos derivados das temperaturas mínimas e máximas para o Rio Grande do Sul. Foram utilizados dados diários de temperaturas mínimas e máximas de 13 estações meteorológicas entre 1961 e 2005. Estes dados foram organizados de forma sazonal e posteriormente determinaram-se os índices climáticos. Os índices foram definidos pelas médias sazonais, mínimos absolutos, máximos absolutos, quatro classes percentílicas (10%, 35%, 65% e 90%), ondas de frio e de calor, para as temperaturas máximas e mínimas. Foram avaliadas individualmente as significâncias (teste t) dos coeficientes de correlação dos índices das temperaturas no tempo. Por fim, os valores de t foram agrupados em regiões homogêneas segundo sua significância. Para gerar o agrupamento foi aplicada a técnica K-means usando como critérios de agrupamento a distância quadrática. Os resultados mostraram que as variações mais significativas ocorreram nas temperaturas mínimas, as quais aumentaram expressivamente no Extremo Norte, Noroeste e Sudeste do Estado, possivelmente associado ao adicionamento de vapor d'água na atmosfera. As ondas de frio da temperatura mínima aumentaram na maior parte do Estado, enquanto que, as da temperatura máxima reduziram, exceto no inverno. Já as ondas de calor das temperaturas mínimas e máximas aumentaram significativamente no Extremo Norte e Extremo Leste. Os agrupamentos dos valores do teste t mostraram dois grupos com variações positivas e significativas formados por Iraí e Pelotas e o outro por Encruzilhada do Sul e Torres. Bom Jesus foi única no grupo com variações de redução significativa. As demais estações meteorológicas foram classificadas em grupo não significativo.

Palavras chaves: Mudanças Climáticas. Temperaturas Mínimas e Máximas. Índices Climáticos. Percentis. Rio Grande do Sul.

ABSTRACT

COSTA, Cláudia Priscila Wanzeler da. **Análise Espacial e Temporal de Índices Climáticos Derivados das Temperaturas Máximas e Mínimas para o Rio Grande do Sul**. 2008.167f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Meteorologia. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

Facing the possible global climate change already observed, this study aimed to identify the temporal trends of climate indices derived from the minimum and maximum temperatures for the Rio Grande do Sul. Daily data of minimum and maximum temperatures of 13 meteorological stations were used among 1961 and 2005. These data were organized in a seasonal way and later they were determined the climatic indexes. The indexes were defined for the seasonal averages, minimum absolute, maximum absolute, four percentílicas class (10%, 35%, 65% and 90%), waves of cold and of heat, for the maximum and minimum temperatures. They were appraised individually the significance (test t) of the coefficients of correlation of the indexes of the temperatures in the time. Finally, the values of t were contained in areas his/her homogeneous second significance. To generate the grouping the technique it was applied K-means using as grouping criteria distances her quadratic. The results showed that the most significant variations happened in the minimum temperatures, which increased expressively in Extreme North, Northwest and Southeast of the State, possibly associate to the adding of steam of water in the atmosphere. The waves of cold of the minimum temperature increased in most of the State, while, the one of the maximum temperature reduced, except in the winter. Already the heat waves of the minimum and maximum temperatures increased significantly in Extreme North and Extreme East. Groupings of the values of the test t showed two groups with positive and significant variations formed by Iraí and Pelotas, and the other by Encruzilhada do Sul and Torres. Bom Jesus was only in the group with a range of significant reduction. The other meteorological stations were classified as a group not significant.

Key words: Climate Change. Minimum and Maximum Temperatures. Indexes Climate. Percentiles. Rio Grande do Sul.

Lista de Figuras

	Página
Figura 1 - Distribuição espacial das estações meteorológicas no Rio Grande do Sul do INMET - 8° DISME e FEPAGRO-RS.....	32
Figura 2 - Tendências das médias sazonais da temperatura mínima em Iraí durante a primavera (a), o verão (b) e o outono (c) e em Bom Jesus durante o inverno (d) no período entre 1961 e 2005.....	47
Figura 3 - Distribuição espacial da variação total da média sazonal da temperatura mínima no Rio Grande do Sul no período entre 1961 e 2005 no (a): Primavera (a); Verão (b); Outono (c); Inverno (d).....	48
Figura 4 - Distribuição espacial da variação total das ondas de frio nas temperaturas mínimas no Rio Grande do Sul no período entre 1961 e 2005 no (a): Primavera (a); Verão (b); Outono (c); Inverno (d).....	87
Figura 5 - Distribuição espacial da variação total das ondas de calor nas temperaturas mínimas no Rio Grande do Sul no período entre 1961 e 2005 no (a): Primavera (a); Verão (b); Outono (c); Inverno (d).....	94
Figura 6 - Tendências das médias sazonais da temperatura máxima em São Luiz Gonzaga durante a primavera (a), em Torres durante o verão (b) e outono (c) e em São Luiz Gonzaga durante o inverno (d) no período entre 1961 e 2005.....	101
Figura 7 - Distribuição espacial da variação total da média sazonal da temperatura máxima no Rio Grande do Sul no período entre 1961 e 2005 no (a): Primavera (a); Verão (b); Outono (c); Inverno (d).....	102
Figura 8 - Distribuição espacial da variação total das ondas de frio nas temperaturas máximas no Rio Grande do Sul no período entre 1961 e 2005 no (a): Primavera (a); Verão (b); Outono (c); Inverno (d).....	141
Figura 9 - Distribuição espacial da variação total das ondas de calor nas temperaturas máximas no Rio Grande do Sul no período entre 1961 e 2005 no (a): Primavera (a); Verão (b); Outono (c); Inverno (d).....	148
Figura 10 - Regiões homogêneas de variabilidade de temperatura significativa obtidas pelo método K-means referente ao período entre 1961 e 2005 para o Rio Grande do Sul na Primavera (a) e no Verão (b).....	150
Figura 11 - Regiões homogêneas de variabilidade de temperatura significativa obtidas pelo método K-means referente ao período entre 1961 e 2005 para o Rio Grande do Sul no Outono (a) e no Inverno (b).....	151

Lista de Tabelas

	Página
Tabela 1 - Coordenadas geográficas e altitude das estações meteorológicas do INMET – 8° DISME e FEPAGRO-RS.	33
Tabela 2 - Valores da inclinação (b), tendência (variação total), teste de significância <i>t</i> student (<i>t</i>) e a média climatológica (μ) da média sazonal da temperatura mínima de primavera nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.....	42
Tabela 3 - Valores da inclinação (b), tendência (variação total), teste de significância <i>t</i> student (<i>t</i>) e a média climatológica (μ) da média sazonal da temperatura mínima de verão nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.....	43
Tabela 4 - Valores da inclinação (b), tendência (variação total), teste de significância <i>t</i> student (<i>t</i>) e a média climatológica (μ) da média sazonal da temperatura mínima de outono nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.....	44
Tabela 5 - Valores da inclinação (b), tendência (variação total), teste de significância <i>t</i> student (<i>t</i>) e a média climatológica (μ) da média sazonal da temperatura mínima de inverno nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.....	45
Tabela 6 - Valores da inclinação (b), tendência (variação total), teste de significância <i>t</i> student (<i>t</i>) e a média climatológica (μ) do mínimo absoluto da temperatura mínima de primavera nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.....	50
Tabela 7 - Valores da inclinação (b), tendência (variação total), teste de significância <i>t</i> student (<i>t</i>) e a média climatológica (μ) do mínimo absoluto da temperatura mínima de verão nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.....	51
Tabela 8 - Valores da inclinação (b), tendência (variação total), teste de significância <i>t</i> student (<i>t</i>) e a média climatológica (μ) do mínimo absoluto da temperatura mínima de outono nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.....	52
Tabela 9 - Valores da inclinação (b), tendência (variação total), teste de significância <i>t</i> student (<i>t</i>) e a média climatológica (μ) do mínimo absoluto da temperatura mínima de inverno nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.....	53

Tabela 10 -	Valores da inclinação (b), tendência (variação total), teste de significância <i>t</i> student (<i>t</i>) e a média climatológica (μ) do máximo absoluto da temperatura mínima de primavera nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.....	56
Tabela 11 -	Valores da inclinação (b), tendência (variação total), teste de significância <i>t</i> student (<i>t</i>) e a média climatológica (μ) do máximo absoluto da temperatura mínima de verão nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.....	57
Tabela 12 -	Valores da inclinação (b), tendência (variação total), teste de significância <i>t</i> student (<i>t</i>) e a média climatológica (μ) do máximo absoluto da temperatura mínima de outono nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.....	58
Tabela 13 -	Valores da inclinação (b), tendência (variação total), teste de significância <i>t</i> student (<i>t</i>) e a média climatológica (μ) do máximo absoluto da temperatura mínima de inverno nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.....	59
Tabela 14 -	Valores da inclinação (b), tendência (variação total) e teste de significância <i>t</i> student (<i>t</i>) para percentil 10 da temperatura mínima de primavera nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.....	62
Tabela 15 -	Valores da inclinação (b), tendência (variação total) e teste de significância <i>t</i> student (<i>t</i>) para percentil 10 da temperatura mínima de verão nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.....	63
Tabela 16 -	Valores da inclinação (b), tendência (variação total) e teste de significância <i>t</i> student (<i>t</i>) para percentil 10 da temperatura mínima de outono nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.....	64
Tabela 17 -	Valores da inclinação (b), tendência (variação total) e teste de significância <i>t</i> student (<i>t</i>) para percentil 10 da temperatura mínima de inverno nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.....	65
Tabela 18 -	Valores da inclinação (b), tendência (variação total) e teste de significância <i>t</i> student (<i>t</i>) para percentil 35 da temperatura mínima de primavera nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.....	67
Tabela 19 -	Valores da inclinação (b), tendência (variação total) e teste de significância <i>t</i> student (<i>t</i>) para percentil 35 da temperatura mínima de verão nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.....	68

Tabela 20 -	Valores da inclinação (b), tendência (variação total) e teste de significância <i>t</i> student (<i>t</i>) para percentil 35 da temperatura mínima de outono nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.....	69
Tabela 21 -	Valores da inclinação (b), tendência (variação total) e teste de significância <i>t</i> student (<i>t</i>) para percentil 35 da temperatura mínima de inverno nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.....	70
Tabela 22 -	Valores da inclinação (b), tendência (variação total) e teste de significância <i>t</i> student (<i>t</i>) para percentil 65 da temperatura mínima de primavera nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.....	72
Tabela 23 -	Valores da inclinação (b), tendência (variação total) e teste de significância <i>t</i> student (<i>t</i>) para percentil 65 da temperatura mínima de verão nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.....	73
Tabela 24 -	Valores da inclinação (b), tendência (variação total) e teste de significância <i>t</i> student (<i>t</i>) para percentil 65 da temperatura mínima de outono nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.....	74
Tabela 25 -	Valores da inclinação (b), tendência (variação total) e teste de significância <i>t</i> student (<i>t</i>) para percentil 65 da temperatura mínima de inverno nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.....	75
Tabela 26 -	Valores da inclinação (b), tendência (variação total) e teste de significância <i>t</i> student (<i>t</i>) para percentil 90 da temperatura mínima de primavera nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.....	77
Tabela 27 -	Valores da inclinação (b), tendência (variação total) e teste de significância <i>t</i> student (<i>t</i>) para percentil 90 da temperatura mínima de verão nas 13 regiões de estudo no período entr 1961 e 2005.....	78
Tabela 28 -	Valores da inclinação (b), tendência (variação total) e teste de significância <i>t</i> student (<i>t</i>) para percentil 90 da temperatura mínima de outono nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.....	79
Tabela 29 -	Valores da inclinação (b), tendência (variação total) e teste de significância <i>t</i> student (<i>t</i>) para percentil 90 da temperatura mínima de inverno nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.....	80
Tabela 30 -	Valores da inclinação (b), tendência (variação total) e teste de significância <i>t</i> student (<i>t</i>) das ondas de frio nas temperaturas mínimas de primavera nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.....	82

Tabela 31 -	Valores da inclinação (b), tendência (variação total) e teste de significância <i>t</i> student (<i>t</i>) das ondas de frio nas temperaturas mínimas de verão nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.....	83
Tabela 32 -	Valores da inclinação (b), tendência (variação total) e teste de significância <i>t</i> student (<i>t</i>) das ondas de frio nas temperaturas mínimas de outono nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.....	84
Tabela 33 -	Valores da inclinação (b), tendência (variação total) e teste de significância <i>t</i> student (<i>t</i>) das ondas de frio nas temperaturas mínimas de inverno nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.....	85
Tabela 34 -	Valores da inclinação (b), tendência (variação total) e teste de significância <i>t</i> student (<i>t</i>) das ondas de calor nas temperaturas mínimas de primavera nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.....	89
Tabela 35 -	Valores da inclinação (b), tendência (variação total) e teste de significância <i>t</i> student (<i>t</i>) das ondas de calor nas temperaturas mínimas de verão nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.....	90
Tabela 36 -	Valores da inclinação (b), tendência (variação total) e teste de significância <i>t</i> student (<i>t</i>) das ondas de calor nas temperaturas mínimas de outono nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.....	91
Tabela 37 -	Valores da inclinação (b), tendência (variação total) e teste de significância <i>t</i> student (<i>t</i>) das ondas de calor nas temperaturas mínimas de inverno nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.....	92
Tabela 38 -	Valores da inclinação (b), tendência (variação total), teste de significância <i>t</i> student (<i>t</i>) e a média climatológica (μ) da média sazonal da temperatura máxima de primavera nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.....	97
Tabela 39 -	Valores da inclinação (b), tendência (variação total), teste de significância <i>t</i> student (<i>t</i>) e a média climatológica (μ) da média sazonal da temperatura máxima de verão nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.....	98
Tabela 40 -	Valores da inclinação (b), tendência (variação total), teste de significância <i>t</i> student (<i>t</i>) e a média climatológica (μ) da média sazonal da temperatura máxima de outono nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.....	99

Tabela 41 -	Valores da inclinação (b), tendência (variação total), teste de significância <i>t</i> student (<i>t</i>) e a média climatológica (μ) da média sazonal da temperatura máxima de inverno nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.....	100
Tabela 42 -	Valores da inclinação (b), tendência (variação total), teste de significância <i>t</i> student (<i>t</i>) e a média climatológica (μ) do mínimo absoluto da temperatura máxima de primavera nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.....	105
Tabela 43 -	Valores da inclinação (b), tendência (variação total), teste de significância <i>t</i> student (<i>t</i>) e a média climatológica (μ) do mínimo absoluto da temperatura máxima de verão nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.....	106
Tabela 44 -	Valores da inclinação (b), tendência (variação total), teste de significância <i>t</i> student (<i>t</i>) e a média climatológica (μ) do mínimo absoluto da temperatura máxima de outono nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.....	107
Tabela 45 -	Valores da inclinação (b), tendência (variação total), teste de significância <i>t</i> student (<i>t</i>) e a média climatológica (μ) do mínimo absoluto da temperatura máxima de inverno nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.....	108
Tabela 46 -	Valores da inclinação (b), tendência (variação total), teste de significância <i>t</i> student (<i>t</i>) e a média climatológica (μ) do máximo absoluto da temperatura máxima de primavera nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.....	111
Tabela 47 -	Valores da inclinação (b), tendência (variação total), teste de significância <i>t</i> student (<i>t</i>) e a média climatológica (μ) do máximo absoluto da temperatura máxima de verão nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.....	112
Tabela 48 -	Valores da inclinação (b), tendência (variação total), teste de significância <i>t</i> student (<i>t</i>) e a média climatológica (μ) do máximo absoluto da temperatura máxima de outono nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.....	113
Tabela 49 -	Valores da inclinação (b), tendência (variação total), teste de significância <i>t</i> student (<i>t</i>) e a média climatológica (μ) do máximo absoluto da temperatura máxima de inverno nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.....	114
Tabela 50 -	Valores da inclinação (b), tendência (variação total) e teste de significância <i>t</i> student (<i>t</i>) para percentil 10 da temperatura máxima de primavera nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.....	116

Tabela 51 -	Valores da inclinação (b), tendência (variação total) e teste de significância <i>t</i> student (<i>t</i>) para percentil 10 da temperatura máxima de verão nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.....	117
Tabela 52 -	Valores da inclinação (b), tendência (variação total) e teste de significância <i>t</i> student (<i>t</i>) para percentil 10 da temperatura máxima de outono nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.....	118
Tabela 53 -	Valores da inclinação (b), tendência (variação total) e teste de significância <i>t</i> student (<i>t</i>) para percentil 10 da temperatura máxima de inverno nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.....	119
Tabela 54 -	Valores da inclinação (b), tendência (variação total) e teste de significância <i>t</i> student (<i>t</i>) para percentil 35 da temperatura máxima de primavera nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.....	121
Tabela 55 -	Valores da inclinação (b), tendência (variação total) e teste de significância <i>t</i> student (<i>t</i>) para percentil 35 da temperatura máxima de verão nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.....	122
Tabela 56 -	Valores da inclinação (b), tendência (variação total) e teste de significância <i>t</i> student (<i>t</i>) para percentil 35 da temperatura máxima de outono nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.....	123
Tabela 57 -	Valores da inclinação (b), tendência (variação total) e teste de significância <i>t</i> student (<i>t</i>) para percentil 35 da temperatura máxima de inverno nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.....	124
Tabela 58 -	Valores da inclinação (b), tendência (variação total) e teste de significância <i>t</i> student (<i>t</i>) para percentil 65 da temperatura máxima de primavera nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.....	126
Tabela 59 -	Valores da inclinação (b), tendência (variação total) e teste de significância <i>t</i> student (<i>t</i>) para percentil 65 da temperatura máxima de verão nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.....	127
Tabela 60 -	Valores da inclinação (b), tendência (variação total) e teste de significância <i>t</i> student (<i>t</i>) para percentil 65 da temperatura máxima de outono nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.....	128

Tabela 61 -	Valores da inclinação (b), tendência (variação total) e teste de significância <i>t</i> student (<i>t</i>) para percentil 65 da temperatura máxima de inverno nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.....	129
Tabela 62 -	Valores da inclinação (b), tendência (variação total) e teste de significância <i>t</i> student (<i>t</i>) para percentil 90 da temperatura máxima de primavera nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.....	131
Tabela 63 -	Valores da inclinação (b), tendência (variação total) e teste de significância <i>t</i> student (<i>t</i>) para percentil 90 da temperatura máxima de verão nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.....	132
Tabela 64 -	Valores da inclinação (b), tendência (variação total) e teste de significância <i>t</i> student (<i>t</i>) para percentil 90 da temperatura máxima de outono nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.....	133
Tabela 65 -	Valores da inclinação (b), tendência (variação total) e teste de significância <i>t</i> student (<i>t</i>) para percentil 90 da temperatura máxima de inverno nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.....	134
Tabela 66 -	Valores da inclinação (b), tendência (variação total) e teste de significância <i>t</i> student (<i>t</i>) das ondas de frio nas temperaturas máximas de primavera nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.....	136
Tabela 67 -	Valores da inclinação (b), tendência (variação total) e teste de significância <i>t</i> student (<i>t</i>) das ondas de frio nas temperaturas máximas de verão nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.....	137
Tabela 68 -	Valores da inclinação (b), tendência (variação total) e teste de significância <i>t</i> student (<i>t</i>) das ondas de frio nas temperaturas máximas de outono nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.....	138
Tabela 69 -	Valores da inclinação (b), tendência (variação total) e teste de significância <i>t</i> student (<i>t</i>) das ondas de frio nas temperaturas máximas de inverno nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.....	139
Tabela 70 -	Valores da inclinação (b), tendência (variação total) e teste de significância <i>t</i> student (<i>t</i>) das ondas de calor nas temperaturas máximas de primavera nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.....	143

Tabela 71 -	Valores da inclinação (b), tendência (variação total) e teste de significância <i>t</i> student (<i>t</i>) das ondas de calor nas temperaturas máximas de verão nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.....	144
Tabela 72 -	Valores da inclinação (b), tendência (variação total) e teste de significância <i>t</i> student (<i>t</i>) das ondas de calor nas temperaturas máximas de outono nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.....	145
Tabela 73 -	Valores da inclinação (b), tendência (variação total) e teste de significância <i>t</i> student (<i>t</i>) das ondas de calor nas temperaturas máximas de inverno nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.....	146

Lista de Siglas e Símbolos

OMM	Organização Meteorológica Mundial
CCI/CLIVAR	International Research Programme on Climate Variability Predictability.
ETCCDMI	Expert Team on Climate Change Detection, Monitoring and Index.
TXx	Valor máximo da temperatura máxima
TNx	Valor máximo da temperatura mínima
TXn	Valor mínimo da temperatura máxima
TNn	Valor mínimo da temperatura mínima
TN10p	Dias com temperaturas mínimas mais frias
TX10p	Dias com temperaturas máximas mais frias
TN35p	Dias com temperaturas mínimas frias
TX35p	Dias com temperaturas máximas frias
TN65p	Dias com temperaturas mínimas quentes
TX65p	Dias com temperaturas máximas quentes
TN90p	Dias com temperaturas mínimas mais quentes
TX90p	Dias com temperaturas máximas mais quentes
CSDITN	Máximo de dias com temperatura mínima abaixo percentil 35
CSDITX	Máximo de dias com temperatura máxima abaixo percentil 35
WSDITN	Máximo de dias com temperatura mínima acima percentil 65
WSDITX	Máximo de dias com temperatura máxima acima percentil 65
WMO	World Meteorological Organization

Sumário

	Página
1. INTRODUÇÃO.....	21
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	24
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	32
3.1 – Material.....	32
3.2 – Metodologia.....	33
3.2.1 – Índices climáticos de temperatura.....	33
3.2.2 – Organização dos dados.....	35
3.2.3 – Fundamentação teórica.....	36
3.2.3.1 – Regressão linear simples e teste de significância “t” Student.....	36
3.2.3.2 – Agrupamento.....	37
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	40
4.1 – Índices de temperatura mínima.....	41
4.1.1 – Média sazonal das temperaturas mínimas.....	41
4.1.2 – Mínimos absolutos das temperaturas mínimas.....	48
4.1.3 - Máximos absolutos das temperaturas mínimas.....	54
4.1.4 – Percentil 10 das temperaturas mínimas.....	60
4.1.5 – Percentil 35 das temperaturas mínimas.....	71
4.1.6 – Percentil 65 das temperaturas mínimas.....	78
4.1.7 – Percentil 90 das temperaturas mínimas.....	76
4.1.8 – Ondas de frio nas temperaturas mínimas.....	81
4.1.9 – Ondas de calor nas temperaturas mínimas.....	87
4.2 – Índices de temperatura máxima.....	94
4.2.1 – Média sazonal das temperaturas máximas.....	94

4.2.2 – Mínimos absolutos das temperaturas máximas.....	102
4.2.3 - Máximos absolutos das temperaturas máximas.....	109
4.2.4 – Percentil 10 das temperaturas máximas.....	115
4.2.5 – Percentil 35 das temperaturas máximas.....	120
4.2.6 – Percentil 65 das temperaturas máximas.....	125
4.2.7 – Percentil 90 das temperaturas máximas.....	130
4.2.8 – Ondas de frio nas temperaturas máximas.....	135
4.2.9 – Ondas de calor nas temperaturas máximas.....	141
4.3 – Agrupamento.....	148
5. CONCLUSÕES.....	152
6. REFERÊNCIAS.....	155
7. APÊNDICES.....	159

1 Introdução

Para a meteorologia a temperatura é um dos elementos de extrema importância que, conceitualmente mede o grau de agitação de um sistema associado com a energia interna das moléculas que constituem um corpo.

A temperatura do ar à superfície possui um ciclo diário devido ao movimento de rotação da terra em torno de seu eixo, estabelecendo assim, os dias e as noites em todo o planeta, normalmente atingindo um valor máximo após duas horas da culminação do sol e um valor mínimo, aproximadamente, antes de seu nascimento. Também possui um ciclo anual, pois o eixo da Terra possui uma inclinação de $23^{\circ} 27'$ em relação ao plano da eclíptica de seu movimento de translação em torno do Sol, originando assim, as estações do ano.

A temperatura do ar próxima à superfície da Terra representa um fator de extrema relevância na vida em geral no planeta. Para a vida animal e vegetal, por exemplo, possuem exigências particulares quanto às variações de temperatura, existindo uma faixa ótima, dentro da qual o crescimento e o desenvolvimento atingem seu potencial máximo. Esta faixa é situada dentro de outra mais ampla chamada faixa de tolerância. Quando a temperatura do ar à superfície atinge um limite inferior dentro da faixa de tolerância, as atividades fisiológicas ficam comprometidas, a taxa de crescimento diminui ou cessa completamente refletindo-se na produção de biomassa.

É de extrema importância o conhecimento das variações de temperaturas médias mínimas e máximas do ar à superfície, pois permitirá verificar as possibilidades de tolerância na implantação de projetos agropecuários, industriais, comerciais, de turismo e etc.

Uma grande variedade de causas físicas tem sido investigada, na tentativa de se compreender as mudanças climáticas. A dificuldade está em verificar quais

destes mecanismos são válidos e em determinar o grau em que cada um dos mecanismos contribui para a totalidade das mudanças observadas.

A literatura mundial nos indica que as previsões são de mudanças climáticas e que a temperatura média do ar da Terra irá aumentar. Segundo ela, a temperatura média do ar próximo à superfície do Planeta poderá sofrer um acréscimo de 1,5° C a 4,5° C nos próximos 100 anos, variação maior que a ocorrida nos últimos 10 000 anos (MITCHELL apud MOTA, 1993).

A interferência antropogênica no meio ambiente é apontada como uma das maiores causas de mudança climática em várias partes do mundo. A descontrolada emissão de gases do efeito estufa (dióxido de carbono, ozônio, monóxido de carbono, metano, entre outros) para a atmosfera, está causando uma maior impermeabilidade à saída da radiação de ondas longas para o espaço exterior. Como, também, o aumento da concentração de aerossóis na atmosfera devido às queimadas e queima de combustíveis fósseis (provenientes das fábricas, dos automóveis, entre outros). Existem, ainda, outros mecanismos, porém de efeitos locais, que se somados, podem contribuir para as mudanças climáticas globais. Como o desmatamento, seguido da substituição por vegetação rasteira e de pequeno porte; as ilhas de calor – cúpula de ar aquecido sobre as cidades devido ao calor acrescido de pavimentação de asfalto, de pedras, de concreto e etc.- e as edificações existentes em cada região.

Outros pesquisadores, porém, defendem a idéia de estar havendo um resfriamento global paulatino (MOLION, 2007), atribuído a fatores naturais do clima. Além do efeito estufa, processo atmosférico natural e benéfico, outros fatores internos, como as variações do albedo planetário-percentual de radiação solar refletida de volta para o espaço-também afetam o clima. O albedo da terra é resultante da variação da cobertura de nuvens, da concentração de aerossóis vulcânicos na estratosfera e das características da cobertura da superfície. Em relação ao exposto acima, Molion, afirma que as erupções vulcânicas explosivas lançam expressivas quantidades de aerossóis na estratosfera aumentando o albedo da terra, podendo, assim, causar resfriamento significativo durante décadas.

A variabilidade e a mudança do clima global e regional exercem uma influência significativa na atividade humana e econômica. O conhecimento da variação e alteração do clima na região Sul do Brasil, por exemplo, é muito

importante para a economia e, particularmente, para a agricultura, pecuária, engenharia, produção de energia e outras atividades.

Com o intuito de melhor definir os estudos de tendências de variáveis climáticas de grandes séries históricas, como é o caso da temperatura do ar e da precipitação, a OMM criou um grupo de trabalho que elaborou 27 índices de detecção de mudanças climáticas, sendo, alguns desses aplicados para as latitudes médias, outros, para os trópicos e parte deles são validados para qualquer local. Destes índices, 16 são da temperatura do ar e 11 são decorrentes da precipitação. Estes índices, apesar de ainda pouco utilizados, são importantes na avaliação do impacto potencial das mudanças climáticas nas atividades agrícolas, bem como na economia da região. Também são muito úteis para monitorar a mudança no clima em uma visão global.

Desta forma, este trabalho de pesquisa propõe verificar as mudanças sazonais extremas nas temperaturas máximas e mínimas que vem ocorrendo sazonalmente em algumas regiões do Rio Grande do Sul nas últimas décadas. Para isso, definiram-se como objetivos específicos:

- Selecionar de forma empírica as estações meteorológicas que apresentam séries de dados de temperaturas máximas e mínimas diárias com menor número de falhas e agrupar as séries de forma sazonal.

- Definir e calcular os índices climáticos das temperaturas máximas e mínimas diárias sazonais.

- Identificar a tendência temporal dos índices sazonais das temperaturas máximas e mínimas.

- Verificar os índices climáticos que melhor representam as alterações climáticas das temperaturas máximas e mínimas no Estado.

- Agrupar as estações meteorológicas segundo o grau de significância dos índices climáticos derivados das temperaturas máximas e mínimas.

2 Revisão de Literatura

As temperaturas máximas e mínimas do ar juntamente com a precipitação são os elementos climáticos mais observados e estudados. A temperatura do ar desempenha um papel muito importante em relação aos outros fatores que conduzem um ambiente que seja propício ao homem, aos animais e às plantas. A biosfera nas regiões extratropicais é fortemente influenciada pelas grandes variações da temperatura do ar.

Desde a década de 1980, são expressivas as evidências científicas sobre a possibilidade de mudança do clima mundial e isso vem despertando um grande interesse no público e na comunidade científica em geral (MARENGO, 2001). De acordo com o IPCC (2001), indícios de ocorrência de temperaturas médias mais elevadas, assim como os aumentos em sua oscilação já são observados.

Usando dados disponíveis até 1990, bem como da tendência de emissões dos gases de efeito estufa (dióxido de carbono, vapor d'água, nitrogênio, oxigênio, monóxido de carbono, metano, óxido nitroso, ozônio entre outros) nos níveis atuais, e sem a aplicação de políticas específicas para a redução de emissões, a projeção do IPCC é de que a temperatura média na superfície terrestre seja entre 1°C e 3,5°C maior no decorrer dos próximos 100 anos (IPCC, 2001).

Tem-se observado, em algumas regiões, um comportamento tendencioso da temperatura média do ar em aumentar ou diminuir paulatinamente ao longo do tempo. Esse comportamento pode estar associado a oscilações periódicas muito extensas, referindo-se às oscilações seculares. Segundo Varejão Silva (2001), estas variações podem estar relacionadas às ações antropogênicas, no que diz respeito ao aumento de concentração de dióxido de carbono lançado na atmosfera (através

da combustão e do desmatamento), à quantidade exacerbada de partículas em suspensão (liberada pelas indústrias) e à produção de calor.

Porém, alguns cientistas não acreditam que ações humanas possam mudar o clima, como é o caso de Steinke (2004). Este autor ressalta que as previsões de mudanças climáticas associadas às ações antropogênicas, não se referem exatamente ao efeito estufa que é uma propriedade natural da atmosfera, mas sim à intensificação deste efeito, quando, pelas atividades antrópicas, gases do efeito estufa são lançados na atmosfera, reforçando, assim, o bloqueio à saída da radiação infravermelha para o espaço. A discussão é se o acréscimo destes gases na atmosfera, pela ação do homem, daria impulso ao aquecimento do planeta.

Outros autores acreditam que a temperatura no planeta está passando por mudanças cíclicas e naturais, ora há aquecimento outrora há resfriamento. De acordo com Molion (2001), entre 1920 e 1945, a temperatura média global do ar próximo à superfície aumentou $0,37^{\circ}\text{C}$, entre 1945 e 1978 diminuiu $0,14^{\circ}\text{C}$ e entre 1978 e 1999 voltou a aumentar $0,32^{\circ}\text{C}$. O primeiro período de aquecimento (1920-1945) coincide com o período em que a atividade vulcânica foi a mais fraca dos últimos 400 anos. Neste período, o albedo planetário diminuiu e a Terra se aqueceu cerca de $0,4^{\circ}\text{C}$ naturalmente.

O segundo período de aquecimento (1978 – 1999), de acordo com Molion (2001), tem causado maior polêmica, pois não foi verificado em todas as partes do mundo, sendo possível até que não tenha sido real, mas sim, resultado de outras influências tais como, mudanças de instrumentos de observação ou a falta de manutenção dos mesmos, mudanças no ambiente ao redor da estação meteorológica ou mesmo sua re-locação.

Em diversos lugares no mundo já são observadas mudanças nas temperaturas, como é o caso, por exemplo, no Canadá, onde vários estudos já apresentaram análises detalhadas da variabilidade e tendência da temperatura durante o século XX (ZHANG et al., 2000; BONSAI et al., 2001).

Vincent e Mekis (2004), utilizando dados diários de temperatura máxima e mínima de 210 estações meteorológicas do Canadá para dois períodos distintos de tempo, a saber 1950-2001 e 1900-2001, calcularam alguns índices climáticos de temperatura e precipitação com o objetivo de estudar as variações e tendências destes índices no que diz respeito a possíveis mudanças no clima. Os autores encontraram, dentre outras coisas, características importantes que realçaram a

variabilidade do clima no Canadá. No geral, as temperaturas frias extremas apresentaram maior variabilidade do que as temperaturas quentes extremas.

Turkes et al. (1996), estudaram as mudanças nas médias sazonais das temperaturas mínimas e máximas na Turquia. Segundo estes autores, as temperaturas máximas mostraram uma significativa tendência de resfriamento no verão e outono. Quanto às temperaturas mínimas, estas indicaram uma forte tendência de aquecimento em todas as estações do ano, exceto no inverno.

Philandras et al. (1999) investigaram o efeito da urbanização numa longa série de dados de temperatura do ar máxima e mínima média mensal do Observatório Nacional de Atenas. Neste estudo o efeito da urbanização na série é referenciado principalmente com a temperatura máxima e nas estações mais quentes do ano. Este efeito é atribuído ao grande número de construções em Atenas após a Segunda Guerra Mundial. O efeito da urbanização na temperatura máxima equivale a um aumento em torno de 2°C na primavera e verão, no outono é um pouco menor e no inverno o efeito não ficou muito claro.

A análise dos extremos climáticos, desperta um grande interesse, entre outras razões, por causarem enormes perdas e transtornos econômicos. Estes extremos podem ser definidos pela ocorrência de valores de variáveis meteorológicas que ultrapassam um determinado nível, correspondendo a uma pequena probabilidade (SANTOS, 2006).

Klein Tank e Konnem (2003), determinaram as tendências dos períodos extremos de temperatura para a Europa e obtiveram que desde 1976 a 1999 produziu-se um aumento dos casos extremos e da variabilidade de temperaturas. Já Folland et al. (1999), com a finalidade de atenderem as precisões demarcadas pelo IPCC, propuseram índices térmicos baseados em percentis para representar as ondas de calor no verão e de frio no inverno. A partir disso, Folland et al. (2002), recomendaram a comparação das tendências em distintos índices climáticos para comprovar se a variabilidade climática nas diferentes regiões do planeta possuem a mesma consistência física.

A mudança climática global pode ser intensificada localmente pelas mudanças regionais. Por exemplo, a construção de um grande reservatório gera um

microclima em seu entorno. As grandes metrópoles geram ilhas de calor que modificam o seu clima, práticas agrícolas inadequadas podem gerar degradações de vastas áreas podendo vir a modificar o clima local (AYOADE, 1996).

Há de se levar em consideração, também, as modificações sofridas pelo ambiente natural, principalmente na vegetação natural (florestas e bosques), que vem sendo substituída por pastagens, reflorestamentos e cultivos agrícolas. De alguma forma, isto contribui para alterar o cenário térmico da região, principalmente do Rio Grande do Sul (PIMENTEL, 2007).

A temperatura desempenha um papel muito importante em relação aos vários processos fisiológicos das culturas: no crescimento, no desenvolvimento e no rendimento destas. Segundo Mota (2002) a temperatura máxima para a vida vegetal é de 54°C e a temperatura mínima para o crescimento é de 5°C. De acordo com Baptista da Silva et al. (2005), nas atividades agronômicas a temperatura máxima do ar exerce um significado bioclimático ao longo do ano: nos meses frios pela sua ação desvernalizante e nos meses quentes pela ação deprimente, tanto no crescimento como no desenvolvimento das plantas.

As variações temporais e espaciais da temperatura do ar são condicionadas pelo balanço de energia na superfície, ou seja, todos os fatores que afetam o balanço de energia na superfície também influenciam a temperatura do ar (PEREIRA et al., 2002).

Para identificar se está ocorrendo mudança climática em uma região, é necessário conhecer um pouco de sua variabilidade climática.

De acordo com Andrade (1972), o estado do Rio Grande do Sul apresenta grande amplitude térmica anual caracterizada por verões quentes e invernos frios, sendo influenciado fortemente por sistemas atmosféricos de latitudes médias e elevadas. O regime de temperatura deste Estado é influenciado pelas massas de ar Marítima Tropical (mT), Marítima Polar (mP) e Continental Tropical (cT). A massa de ar Continental Tropical atua principalmente no oeste do Estado, elevando as temperaturas durante o período sazonal de verão. Já durante o inverno, o avanço das massas de ar de origem polar (Marítima Polar), provoca expressiva redução nas

temperaturas. A latitude, o relevo e continentalidade /maritimidade também exercem influência na temperatura do Rio Grande do Sul (NIMER, 1989; MORENO, 1961).

Da variação tanto temporal quanto espacial das temperaturas máxima e mínima diárias na Região Sul do Brasil, provêm de uma grande diferença entre as médias mensais e sazonais. Essa diferença térmica marcante possui um grande papel na diversificação climática desta região (NIMER, 1989).

Na região sul o período de verão tem temperaturas máximas elevadas, com a média das máximas chegando a 28,4°C, e com condições favoráveis à atuação da continentalidade/oceanidade (MARIN et al., 2003).

Buriol et al. (1989) caracterizaram o comportamento das temperaturas mínimas diárias do ar ao longo do ano em Santa Maria (RS), utilizando o valor normal do mês mais frio que é de 9,3°C, como ponto de partida para determinar os limites térmicos das seqüências de dias com temperaturas mínimas baixas e altas, e assim classificar os invernos e caracterizar os períodos frios.

As regiões Sul e Sudeste do Brasil têm apresentado um aquecimento sistemático desde o início do século XX (SANSIGOLO et al., 1992), o que deve estar associado à crescente urbanização. O aquecimento sistemático do Atlântico Sul desde 1950, tal como aponta Venegas et al. (1996; 1998), é um outro fator que contribuiria para o aumento da temperatura nestas regiões.

Tem-se observado mudanças na circulação atmosférica de grande escala. Nos últimos 20 anos, Marengo e Rogers (2000), observaram um menor número de frentes frias no sul do Brasil durante o inverno, o que foi associado à variação na posição média do anticiclone do Atlântico Sul. Nas regiões de latitudes médias da América do Sul, observaram-se mudanças na circulação zonal e variações interdecadais.

Algumas mudanças na temperatura no Rio Grande do Sul vêm sendo observadas. Marques et al. (2005), em seu estudo sobre tendência da temperatura mínima do ar nos últimos anos durante a estação de cultivo do arroz irrigado no Rio Grande do Sul, encontraram tendência de aumento da temperatura mínima do ar no período de outubro a dezembro, com valores crescentes entre 0,8°C e 1,8°C no sentido leste-oeste, como também no período de janeiro a março no sentido sul-

norte com valores extremos de 1,8°C ocorrendo na parte norte do Estado, envolvendo as regiões agroecológicas do Alto Uruguai e parte do Planalto Médio. Ainda segundo este autor, a tendência de aumento na temperatura mínima deve estar associada ao aquecimento global do efeito estufa.

Denilson et al. (2006), avaliaram os desvios das temperaturas máximas e mínimas no Rio Grande do Sul em 2005. Os resultados desta análise mostraram, para a temperatura mínima, desvios negativos na primavera (0,2°C) e verão (0,3°C) e desvios positivos no outono (0,8°C) e no inverno (1,8°C). Enquanto que para a temperatura máxima, foram observados desvios positivos no verão (0,8°C), outono (0,6°C) e inverno (1,6°C), no entanto, na primavera o desvio foi negativo (0,7°C).

Com o objetivo de avaliar a evolução da temperatura mínima do ar, estabelecer sua provável relação com o aquecimento global e os possíveis impactos para a cultura de arroz irrigado na região de Pelotas (RS), Steinmentz et al. (2005), analisaram dados de temperaturas mínimas de dezembro a março no período de 1893 a 2004. Concluíram que o aumento da temperatura mínima do ar de 1893 a 2004 foi de 1,01°C e que no período de 1955 a 2004, o aumento da média anual da temperatura mínima foi mais acentuado, correspondendo a 1,66°C.

Varone et al. (2003) utilizando dados de temperaturas máximas médias mensais para 15 estações do Rio Grande do Sul, fizeram uma análise de repetições das anomalias positivas e negativas em dois períodos distintos 1941-70 e 1971-2000. Os resultados das repetições das anomalias positivas mostraram um aumento da temperatura máxima em cerca de 46% das regiões estudadas. Enquanto que a análise de repetições das anomalias negativas indicou um aumento na maior parte das estações. Somente em Torres, Rio Grande e Encruzilhada do Sul a média no segundo período diminuiu.

Kim et al. (1996a), utilizando dados mensais de temperaturas máximas e mínimas de 13 estações meteorológicas no período de 1931 a 1990, verificaram a variabilidade climática na região sul do Brasil através de ferramentas estatísticas, tais como: coeficiente de assimetria, curtose, desvio padrão, média e repetições das anomalias positivas e negativas. O período de estudo foi dividido em duas partes, a saber 1931-1960 e 1961-1990, sendo os cálculos estatísticos descritos acima aplicados a esses dois períodos. A análise dos resultados mostrou que as maiores

médias anuais de temperatura máxima ocorrem no norte e centro do Rio Grande do Sul e os menores valores em estações próximas ao litoral. Para a temperatura mínima, os maiores valores foram encontrados em estações próximas ao litoral e os menores valores na região da serra.

Os impactos dos fenômenos El Niño e La Niña na temperatura do Rio Grande do Sul foram observados por Lopes e Berlato (2000), onde estes encontraram evidências de que a temperatura média mínima sofrerá maior impacto, especialmente durante os fenômenos La Niña.

Estudos mais recentes como o de Campos et al. (2003) mostram a existência de anomalias negativas de temperatura mínima e máxima, como foi observado, por exemplo, para Pelotas (RS) nos anos de La Niña caracterizados pela presença de frentes frias de passagem rápida.

Berlato e Fontana (2002) estudaram os impactos dos eventos El Niño e La Niña nas temperaturas máximas e mínimas no Rio Grande do Sul através dos desvios nas médias mensais destas temperaturas. Segundo esses autores, os impactos dos eventos de grande escala tenderam a ser maiores nas temperaturas médias mínimas com desvios médios iguais ou superiores a 1°C em vários meses do ano. Encontraram ainda que para La Niña, a maioria dos meses do ano apresenta anomalia negativa (mais frio), com destaque para outubro e novembro, onde as anomalias negativas ficaram em torno de 1,5°C.

Segundo Kim (1996b), a análise das repetições dos tipos de campos meteorológicos permite determinar e estudar a regularidade geral, as oscilações e alterações do clima regional. Este mesmo autor, em 1998, sugeriu que os resultados podem ser usados como recomendações prognósticas em estudos das variações do clima na região sul do Brasil.

Gonçalves (2001) investigou a variabilidade das temperaturas mínimas e máximas diárias de 12 regiões distintas do estado do Rio Grande do Sul para um período de 1961 a 1996, aplicando-se uma técnica de frequências relativas percentuais das anomalias das temperaturas mínima e máxima diárias. Os resultados destacaram, além de outros, que as frequências relativas percentuais das anomalias de maiores valores ocorreram nas estações de inverno e verão.

Impactos do resfriamento causado por ondas de frio nas plantações de café no sul do Brasil vêm sendo identificadas desde o final do século XIX. Através de estudos de variabilidade climática de longo prazo (MARENGO, 2001), foram observadas que as quantidades de ondas de frio tenderam a diminuir e que as temperaturas do inverno na região mostraram elevação.

Araújo et al. (1998) verificaram que a amplitude dos invernos vem diminuindo devido ao aumento das temperaturas mínimas em oposição ao comportamento estacionário das temperaturas máximas. Mas, apesar disso, ainda persistem os eventos de frio extremo que levam a um aumento mais suave das temperaturas no período de inverno.

Já Pezza e Ambrizzi (2005) realizaram uma compilação das mais intensas ondas de frio que atingiram a América do Sul no período entre 1888 e 2003, enfatizando casos extremos observados na Argentina e no Brasil. Dentre outros resultados encontrados neste estudo, nota-se que apesar do aumento da temperatura média em boa parte do continente, ainda registram-se ondas de frio intensas com recordes de temperaturas baixas tanto no Brasil como na Argentina, como foi o caso extremo ocorrido no inverno de 2000.

Rusticucci (2001) em seu estudo sobre a variabilidade de anomalias de ondas de temperaturas extremas, usando dados diários de temperatura no período compreendido entre 1959 e 1996 sobre a Argentina, observou que no verão e no inverno, ondas extremas quentes atingiram um aumento no período do final dos anos 60 e 70, diminuindo expressivamente após esse período, associando este comportamento à permanência de uma circulação de nordeste nesta região. Notou, ainda, que a partir dos anos 80, ondas frias extremas de inverno foram mais variáveis, devido a uma variação maior na permanência de um anticiclone sobre o continente.

A técnica de agrupamento tem sido usada para identificar similaridades ou dissimilaridades entre variáveis meteorológicas. Fernau e Samson (1990) usaram técnica de análise de agrupamento para definir períodos meteorológicos similares de precipitação no oeste da América do Norte. Com objetivo de identificar padrões espaciais na circulação, Cheng e Wallace (1993) aplicaram análise de agrupamento

na variável altura geopotencial de 500mb sobre o Hemisfério Norte, durante o período de inverno.

Conforme Everitt (1974) a classificação pode ser entendida como um processo para localizar entidades em classes inicialmente indefinidas, de modo que indivíduos da mesma classe sejam similares, entre si, em algum sentido definido pelas variáveis consideradas. Essas classes de indivíduos similares serão os agrupamentos.

Diniz et al. (2003) na tentativa de determinar as regiões homogêneas de temperaturas máximas e mínimas para o Rio Grande do Sul no período entre 1913 e 1993, através de técnicas de agrupamento, observaram, entre outros, que uma mesma região com núcleos localizados em áreas diferentes do Estado confirmando a hipótese da aproximação física não garantir a similaridade climática entre as estações meteorológicas, mas sim, no caso do Rio Grande do Sul, a estrutura topográfica, as variações latitudinais e longitudinais e a passagem dos sistemas de massas de ar e frentes.

3 Materiais e Métodos

3.1 - Material

Para a execução deste trabalho foram utilizados dados diários de temperaturas máximas e mínimas do ar de 13 estações meteorológicas de superfície distribuídas no estado do Rio Grande do Sul pertencentes ao 8º DISME/INMET (Distrito de Meteorologia do Instituto Nacional de Meteorologia) e FEPAGRO-RS (Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária do estado do Rio Grande do Sul) no período de tempo compreendido entre 1961 e 2005.

É apresentado abaixo, a Figura 1, com a distribuição espacial das estações meteorológicas no Estado das quais os dados diários de temperaturas são oriundos.



Figura 1 - Distribuição espacial das estações meteorológicas no Rio Grande do Sul do INMET - 8º DISME e FEPAGRO-RS.

A tabela 1 informa as coordenadas geográficas e a altitude das estações meteorológicas selecionadas no Estado.

Tabela 1 – Coordenadas geográficas e altitude das estações meteorológicas do INMET – 8º DISME e FEPAGRO-RS utilizadas neste trabalho.

<i>Estação Meteorológica</i>	<i>Latitude(graus)</i>	<i>Longitude(graus)</i>	<i>Altitude(metros)</i>
Bagé	-31,4	-54,1	215
Bento Gonçalves	-29,3	-51,5	619
Bom Jesus	-28,7	-50,4	1047
Encruzilhada do Sul	-30,5	-52,5	427
Iraí	-27,2	-53,2	222
Passo Fundo	-28,3	-52,4	676
Pelotas	-31,9	-52,4	13
Porto Alegre	-30,0	-51,2	46
Santa Maria	-29,7	-53,7	95
Santa Vitória do Palmar	-33,5	-53,4	6
São Luiz Gonzaga	-28,4	-54,9	254
Torres	-29,3	-49,7	43
Uruguaiana	-29,8	-57,1	74

3.2 – Metodologia

3.2.1 – Índices climáticos de temperatura

A metodologia utilizada para a realização da pesquisa foi baseada nos cálculos de alguns índices climáticos recomendados pela equipe técnica do Programa Internacional de Pesquisa em Previsão da Variabilidade Climática (CCI/CLIVAR). Um dos principais objetivos de construir índices de extremos climáticos é usá-los em estudo de monitoramento e detecção de mudanças climáticas. Estes índices climáticos de temperatura podem ser consultados na Website da ETCCDMI (<http://cccma.seos.uvic.ca/ETCCDMI/index.shtml>)

A seguir, uma breve descrição dos índices climáticos das temperaturas, recomendados pela Organização Meteorológica Mundial (WMO), que foram calculados para as 13 regiões de estudo.

1) **TNx** – Valores máximos absolutos sazonais de temperatura mínima diária.
2) **TNn** – Valores mínimos absolutos sazonais de temperatura mínima diária.
3) **TN10p** – Número de dias sazonais com temperatura mínima diária abaixo do percentil 10.

4) **TN35p** - Número de dias sazonais com temperatura mínima diária acima do percentil 10 e abaixo do percentil 35.

5) **TN65p** – Número de dias sazonais com temperatura mínima diária acima do percentil 65 e abaixo do percentil 90.

6) **TN90p** - Número de dias sazonais com temperatura mínima diária superior ao percentil 90.

7) **CSDITN** – Número máximo consecutivo de dias sazonais com temperaturas mínimas inferiores ao percentil 35, definido como ondas de frio.

OBS.1: Objetiva-se determinar o comprimento máximo das ondas de frio das temperaturas mínimas para cada trimestre, de forma a identificar a ocorrência das friagens no Estado.

8) **WSDITN** – Número máximo consecutivo de dias sazonais com temperaturas mínimas superiores ao percentil 65, definido como ondas de calor.

OBS.2: Objetiva-se determinar o comprimento máximo das ondas de calor das temperaturas mínimas para cada trimestre, de forma a identificar a ocorrência dos veranicos no Estado.

9) **TXx** – Valor máximo absoluto sazonal de temperatura máxima diária.
10) **TXn** – Valor mínimo absoluto sazonal de temperatura máxima diária.
11) **TX10p** – Número de dias sazonais com temperatura máxima diária abaixo do percentil 10.

12) **TX35p** - Número de dias sazonais com temperatura máxima diária acima do percentil 10 e abaixo do percentil 35.

13) **TX65p** – Número de dias sazonais com temperatura máxima diária acima do percentil 65 e abaixo do percentil 90.

14) **TX90p** - Número de dias sazonais com temperatura máxima diária superior ao percentil 90.

15) **CSDITX** – Número máximo consecutivo de dias sazonais com temperaturas máximas inferiores ao percentil 35.

OBS.3: Objetiva-se determinar o comprimento máximo das ondas de frio das temperaturas máximas para cada trimestre, de forma a identificar a ocorrência das friagens no Estado.

16) **WSDITX** – Número máximo consecutivo de dias sazonais com temperaturas máximas superiores ao percentil 65.

OBS.4: Objetiva-se determinar o comprimento máximo das ondas de calor das temperaturas máximas para cada trimestre, de forma a identificar a ocorrência dos veranicos no Estado.

Para este estudo, além dos índices climáticos citados acima, acrescentou-se, ao grupo de índices, a média sazonal da temperatura, determinada pela média sazonal de cada ano no período de tempo em estudo, das temperaturas mínimas e máximas diárias.

3.2.2 – Organização dos dados

A consistência dos dados diários das temperaturas estudadas foi verificada empiricamente. Foram selecionadas, para este estudo, as estações meteorológicas que possuíam banco de dados de temperatura mais completo, afim de não influenciar no cálculo das freqüências sazonais.

Inicialmente, os dados foram transformados de forma a melhor representar as variações temporais. Os dados diários das temperaturas foram organizados de forma sazonal, sendo definidos os meses de outubro, novembro e dezembro como Primavera; janeiro, fevereiro e março como Verão; abril, maio e junho como Outono, e julho, agosto e setembro como Inverno. A partir disso, determinou-se para as temperaturas mínimas e máximas:

- A média sazonal;
- O valor mínimo absoluto;
- O valor máximo absoluto;
- Os percentis 10, 35, 50, 65 e 90;
- As ondas de frio e de calor.

Na determinação das ondas de frio, consideramos somente as ondas de maior comprimento sazonal, ou seja, apenas o número máximo de dias consecutivos com temperatura abaixo do percentil 35.

Analogamente, para as ondas de calor, considerou-se o número máximo de dias consecutivos com temperatura acima do percentil 65.

Os índices climáticos, descritos acima, foram todos obtidos tanto para a temperatura mínima quanto para a temperatura máxima para cada uma das 13 estações meteorológicas de estudo do Rio Grande do Sul no período entre 1961 e 2005.

3.2.3 – Fundamentação teórica

3.2.3.1 – Regressão Linear Simples e teste de significância “*t*” Student

Após a determinação dos índices climáticos das temperaturas, foram calculadas as tendências temporais sazonais dos mesmos, definidas pelo método de Regressão Linear Simples. Através desse método, é possível estimar uma variável dependente (índice de temperatura) em função de uma variável independente (tempo). A relação existente entre essas variáveis é expressa matematicamente pela equação da reta de regressão de mínimos quadrados (1).

$$ID = a + bt \quad (1)$$

Sendo: **ID** é a variável ou índice climático;
t é o tempo (que varia entre 1961 e 2005);
b é o coeficiente de regressão linear;
a é o intercepto da reta.

Também foi analisado o nível de significância do coeficiente de regressão, o qual representa a inclinação dos índices no tempo e mede a relação linear entre as variáveis em estudo, variando entre -1 (correlação perfeita negativa) e +1 (correlação perfeita positiva). O Valor mínimo do teste “*t*” Student é definido em função do número de elementos e do coeficiente de correlação, segundo Spiegel (1978), dado pela equação (2).

$$t = \frac{r \sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}} \quad (2)$$

Onde: t é o valor do teste calculado;
 r é o coeficiente de correlação entre a variável ou índice e o tempo;
 n é o número de dados da amostra.

Sendo:

$$r = \frac{n \sum_{j=1}^n X_j Y_j - (\sum_{j=1}^n X_j)(\sum_{j=1}^n Y_j)}{\sqrt{\left[n \sum_{j=1}^n X_j^2 - \left(\sum_{j=1}^n X_j \right)^2 \right] \left[n \sum_{j=1}^n Y_j^2 - \left(\sum_{j=1}^n Y_j \right)^2 \right]}}$$

Por fim, elaborou-se uma classificação das áreas que apresentaram mudanças climáticas homogêneas significativas no estado do Rio Grande do Sul. A classificação das mudanças sazonais foi definida pelo método de agrupamento K-means (agrupamento não-hierárquico), no qual foi escolhido 4 grupos, sobre os valores dos testes t de todos os índices utilizando o software estatístico SPSS. Os resultados foram representados na forma de mapas (figuras) para uma melhor visualização da distribuição espacial dos grupos. Com isto, procurou-se classificar as diferentes regiões que apresentaram mesmas características significativas de mudança nas temperaturas, bem como os índices mais importantes nessas mudanças.

3.2.3.2 – Análise de Agrupamento

Técnica estatística de análise multivariada que objetiva-se principalmente classificar indivíduos de uma população, os quais são conhecidos por suas características em grupos. Nesses, os indivíduos devem apresentar duas qualidades diferentes: homogeneidade intragrupos e heterogeneidade intergrupos.

É necessário que haja um critério de diferenciação entre os grupos, o qual é aplicado baseando-se em uma função de agrupamento, artifício matemático usado para medir a distância ou similaridade entre dois indivíduos. A partir desta distância torna-se possível aplicar critérios que classifiquem os indivíduos de uma amostra em grupos homogêneos (intergrupos).

Porém, apenas esta função de agrupamento, não representa as condições e critérios de agrupamento (conjunto de condições impostas aos dados) necessários para que se definam os grupos.

Nesta pesquisa, o critério de agrupamento utilizado refere-se à técnica de agrupamento não-hierárquica (K-means).

a) Método de classificação K-means

Agrupar os n indivíduos em k classes de tal maneira que indivíduos de uma mesma classe ou grupo sejam os mais semelhantes possíveis e que as classes ou grupos sejam bem separados. O método é composto por 4 passos (Castro e Prado, 2002):

Passo 1 - Inicialização: Selecionar arbitrariamente os k centros iniciais de agrupamentos (centróides), $Z_1, Z_2, \dots, Z_k$;

Passo 2 - Determinar a distância x_i , com $i = 1, 2, \dots, k$, entre cada centróide e os demais padrões. A designação dos padrões às classes de padrão será determinada pela distância quadrática, quando as amostras de padrão, atenderem à relação:

$$\|x_i - Z_j(k)\|^2 < \|x_i - Z_i(k)\|^2$$

Onde $i=1,2,\dots,k$ e $i \neq j$

A expressão $\|x - Z_i\|^2$ define a distância quadrática entre os padrões (amostras) e os centróides. Formam-se K agrupamentos compostos pelos elementos x_i pertencente à classe $S_j(k) = (x_1, x_2, \dots)$;

Passo 3 – Atualizar os centros de agrupamento a partir do Passo 2, usando a relação:

$$Z_j(K+1) = \frac{1}{N} \sum_{x \in S_j} x$$

Onde N é o número de elementos de S_j . Com isso, a soma dos quadrados das distâncias de cada padrão de agrupamento ao novo centro de agrupamento;

Passo 4 – Comparar os centróides $Z_j(K+1)$ com o centróide $Z_j(K)$. Se a relação for de diferença entre estes centróides, então novos centróides ficam determinados e repete-se o Passo 2 com $Z_j(K+1)$ no lugar de $Z_j(K)$, definindo-se, assim, novos elementos de cada classe (ou grupo). Porém, se a relação entre os centróides for de

igualdade, o algoritmo converge e o processo está terminado, com a designação de cada padrão (indivíduos) à sua respectiva classe de padrões (grupos).

O próximo capítulo a ser estudado, referente à discussão dos resultados, foi organizado por índices climáticos tanto da temperatura mínima quanto da temperatura máxima, ao longo do ano, no intuito de facilitar a discussão dos mesmos. Fez-se o uso de tabelas, onde estão listados os valores do coeficiente de inclinação da reta (b), da variação total (b vezes 45 anos), do teste t e da média climatológica (somente para as médias sazonais, mínimos absolutos e máximos absolutos) de todos os índices das temperaturas para cada uma das 13 regiões selecionadas no Estado. O uso do software SURFER 7.0 possibilitou a geração de figuras da distribuição espacial das tendências das médias sazonais, ondas de frio e de calor das temperaturas, ao longo do ano, possibilitando assim, melhor visualização das mudanças observadas.

Para melhor entendimento dos índices derivados das freqüências sazonais de ocorrência de cada classe de temperatura (percentis), definiram-se quatro classes de intensidades para as temperaturas máximas e mínimas, sendo:

Mais Fria (MF)	valores abaixo do percentil 10.
Fria (F)	valores acima do percentil 10 e abaixo do percentil 35.
Quente (Q)	valores acima do percentil 65 e abaixo do percentil 90.
Mais Quente (MQ)	valores acima do percentil 90.

São salientadas as variações cujo percentual de nível de significâncias maiores e/ou iguais a 1% e a 5%. Para o caso em estudo, considerando o tamanho da amostra de 45 anos, os valores mínimos do teste t são $\pm 1,68$ (5%) e $\pm 2,41$ (1%).

4 Resultados e Discussão

4.1 – Índices de temperatura mínima

4.1.1 – Média sazonal das temperaturas mínimas

Nas tabelas de números 02 a 05 estão listados os valores do coeficiente de inclinação, tendências (variação total), teste de significância e a média climatológica da média sazonal da temperatura mínima nas 13 regiões de estudo no período de 1961 e 2005 para as quatro estações do ano.

Na primavera (Tabela 02), segundo a climatologia, a distribuição sazonal da temperatura mínima varia em pouco mais de 17°C em Uruguaiana, Porto Alegre, Torres e São Luiz Gonzaga e 11,7°C em Bom Jesus. Nota-se que a variação da latitude e relevo, neste período sazonal, possui um papel relevante na distribuição da temperatura no Estado. Verificam-se tendências positivas na média sazonal da temperatura mínima em todas as estações meteorológicas, nestes 45 anos, sendo aquelas maiores em Iraí, São Luiz Gonzaga, Pelotas e Santa Maria, todas superiores a 1,5°C e altamente significativas (1%).

De acordo com a climatologia, a variabilidade da média sazonal da temperatura mínima no Estado é pequena durante o verão (Tabela 03). Neste período sazonal a temperatura, durante a madrugada, nas regiões de estudo, varia entre 17°C e 19,8°C, exceto em Porto Alegre (20,13°C) e Bom Jesus (14,5°C). É possível notar fracos gradientes de temperatura: um no sentido de sul para o centro do Estado e outro no sentido de norte para o centro. Nota-se, ainda, que, em quase todas as regiões de estudo, foi observada, no verão, tendência positiva na média sazonal desta temperatura nos 45 anos, mas apenas em Iraí e Pelotas as variações

totais foram superiores a 2°C. Apenas Bom Jesus apresentou tendência de redução (-0,30°C), porém não significativa nem a 5% de probabilidade.

Durante o período sazonal de transição entre as temperaturas mais elevadas e as mais baixas (Tabela 04), a distribuição das médias sazonais da temperatura mínima no Estado mostra um gradiente de temperatura no sentido sul-norte. A maior e menor média sazonal de temperatura foi observada em Torres (14,1°C) e em Bom Jesus (8,7°C). Observa-se, também, predomínio de tendências positivas na média sazonal de outono no Estado nestes 45 anos, comportamento verificado, também, no período sazonal anterior. Neste período, em Iraí, Pelotas e São Luiz Gonzaga as variações totais da média sazonal da temperatura foram superiores a 2°C, altamente significativas. Apenas Bom Jesus apresentou tendência de redução, com variação de -0,95°C, mas não significativa nem a 5% de probabilidade.

As médias sazonais da temperatura mínima no período mais frio do ano (Tabela 05), de acordo com a climatologia, variam entre 7,2°C em Bom Jesus e 12,1°C em Torres. Este período sazonal é marcado por baixas temperaturas devido à penetração, pelo sul, de massas de ar polar; com isso pode-se observar no Estado pequeno gradiente de temperatura mínima no sentido sul-norte. Nota-se, ainda, na mesma tabela, que a tendência não apresenta claramente padrão predominante da média sazonal de temperatura mínima nos 45 anos. Entre as 13 localidades em estudo, no Estado, 7 apresentaram variações positivas, enquanto que nas demais foram negativas. Apenas Bom Jesus (-2,47°C) e Iraí (1,76°C) apresentaram valores maiores, em módulo, que 1,5°C; nas demais foram inferiores a 1°C.

São mostrados, na Figura 2, gráficos da tendência da média sazonal da temperatura mínima das regiões que apresentaram as maiores variações deste índice da temperatura ao longo do ano no período entre 1961 e 2005. As Figuras 2a, 2b e 2c mostram, graficamente, as tendências de aumento das médias sazonais da temperatura mínima na primavera, no verão e no outono, respectivamente, para a localidade de Iraí, a qual apresentou maiores variações totais nestes períodos sazonais (3,05°C, 2,22°C e 3,28°C, respectivamente). Observa-se, também, que a variação sazonal nessa localidade foi maior no outono (0,072°C por ano).

Já a Figura 2d mostra, graficamente, a tendência de redução da média sazonal da temperatura mínima no inverno em Bom Jesus, a qual apresentou maior variação total (-2,47°C) nestes últimos 45 anos. A variação sazonal deste índice de

temperatura no inverno foi de 0,054°C por ano. Por fim, também, se verifica que a correlação entre a média sazonal da temperatura mínima e o tempo foi maior em Iraí, no período sazonal de primavera (Figura 2a), sendo $R^2=0,43$ (em torno de 43%), mostrando mais significância na variação.

Tabela 02 - Valores da inclinação (*b*), tendência (variação total), teste de significância *t* student (*t*) e a média climatológica (μ) da média sazonal da temperatura mínima de primavera nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.

ESTAÇÃO	<i>b</i>	<i>Tendência</i>	<i>t</i>	μ
	(°C/ano)	(°C em 45 anos)	(sem unidade)	(°C/ano)
BENTO GONÇALVES	0,02765	1,24	2,84**	14,43
BAGÉ	0,00284	0,13	0,22NS	14,74
BOM JESUS	0,00134	0,06	0,12 NS	11,70
ENCRUZILHADA DO SUL	0,02658	1,20	3,03**	14,46
IRAÍ	0,06782	3,05	5,75**	16,63
PASSO FUNDO	0,01854	0,83	2,24*	14,86
PELOTAS	0,03535	1,59	3,22**	15,53
PORTO ALEGRE	0,00324	0,15	0,36 NS	17,08
SÃO LUIZ GONZAGA	0,04068	1,83	4,04**	17,09
SANTA MARIA	0,03448	1,55	3,57**	16,17
SANTA VITORIA DO PALMAR	0,00716	0,32	0,68 NS	14,12
TORRES	0,03042	1,37	4,02**	17,08
URUGUAIANA	0,02915	1,31	1,64 NS	17,51

Nota: Valores significativos a 1% de probabilidade (**), valores significativos a 5% de probabilidade (*) e valores não significativos nem 5% (NS).

Tabela 03 - Valores da inclinação (*b*), tendência (variação total), teste de significância *t* student (*t*) e a média climatológica (μ) da média sazonal da temperatura mínima de verão nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.

ESTAÇÃO	<i>b</i>	<i>Tendência</i>	<i>t</i>	μ
	(°C/ano)	(°C em 45 anos)	(sem unidade)	(°C/ano)
BENTO GONÇALVES	0,03075	1,38	3,71**	17,09
BAGÉ	0,00534	0,24	0,69NS	17,80
BOM JESUS	-0,00659	-0,30	-0,60NS	14,54
ENCRUZILHADA DO SUL	0,03628	1,63	4,53**	17,53
IRAÍ	0,04936	2,22	5,12**	18,99
PASSO FUNDO	0,00611	0,27	0,82NS	17,15
PELOTAS	0,04474	2,01	5,77**	18,49
PORTO ALEGRE	0,00650	0,29	0,80NS	20,13
SÃO LUIZ GONZAGA	0,03194	1,44	4,54**	19,50
SANTA MARIA	0,03113	1,40	3,86**	19,01
SANTA VITORIA DO PALMAR	0,01188	0,53	1,61NS	17,59
TORRES	0,01269	0,57	1,31NS	19,78
URUGUAIANA	0,00761	0,34	0,48NS	19,89

Nota: Valores significativos a 1% de probabilidade (**), valores significativos a 5% de probabilidade (*) e valores não significativos nem 5% (NS).

Tabela 04 - Valores da inclinação (*b*), tendência (variação total), teste de significância *t* student (*t*) e a média climatológica (μ) da média sazonal da temperatura mínima de outono nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.

ESTAÇÃO	<i>b</i>	<i>Tendência</i>	<i>t</i>	μ
	(°C/ano)	(°C em 45 anos)	(sem unidade)	(°C/ano)
BENTO GONÇALVES	0,03705	1,67	3,15**	11,06
BAGÉ	0,01502	0,68	1,00NS	11,23
BOM JESUS	-0,02121	-0,95	-1,32NS	8,73
ENCRUZILHADA DO SUL	0,02806	1,26	2,24*	11,67
IRAÍ	0,07287	3,28	5,00**	12,13
PASSO FUNDO	0,01793	0,81	1,51NS	11,33
PELOTAS	0,05096	2,29	3,60**	11,46
PORTO ALEGRE	0,01130	0,51	0,75NS	13,52
SÃO LUIZ GONZAGA	0,04727	2,13	3,97**	13,35
SANTA MARIA	0,02652	1,19	1,72*	12,23
SANTA VITORIA DO PALMAR	0,01110	0,50	0,86NS	10,92
TORRES	0,03701	1,67	2,95**	14,19
URUGUAIANA	0,02722	1,22	1,23NS	13,36

Nota: Valores significativos a 1% de probabilidade (**), valores significativos a 5% de probabilidade (*) e valores não significativos nem 5% (NS).

Tabela 05 - Valores da inclinação (*b*), tendência (variação total), teste de significância *t* student (*t*) e a média climatológica (μ) da média sazonal da temperatura mínima de inverno nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.

ESTAÇÃO	<i>b</i>	<i>Tendência</i>	<i>t</i>	μ
	(°C/ano)	(°C em 45 anos)	(sem unidade)	(°C/ano)
BENTO GONÇALVES	0,00872	0,39	0,74NS	9,63
BAGÉ	-0,01919	-0,86	-1,47NS	9,02
BOM JESUS	-0,05487	-2,47	-3,81**	7,29
ENCRUZILHADA DO SUL	0,00135	0,06	0,12NS	9,62
IRAÍ	0,03915	1,76	2,69**	10,85
PASSO FUNDO	-0,00857	-0,39	-0,76NS	9,95
PELOTAS	0,01058	0,48	0,96NS	9,82
PORTO ALEGRE	-0,01265	-0,57	-1,10NS	11,64
SÃO LUIZ GONZAGA	0,01680	0,76	1,33NS	11,81
SANTA MARIA	0,01943	0,87	1,50NS	10,66
SANTA VITORIA DO PALMAR	-0,01788	-0,80	-1,73*	8,85
TORRES	-0,00506	-0,23	-0,46NS	12,11
URUGUAIANA	0,02048	0,92	0,89NS	11,82

Nota: Valores significativos a 1% de probabilidade (**), valores significativos a 5% de probabilidade (*) e valores não significativos nem 5% (NS).

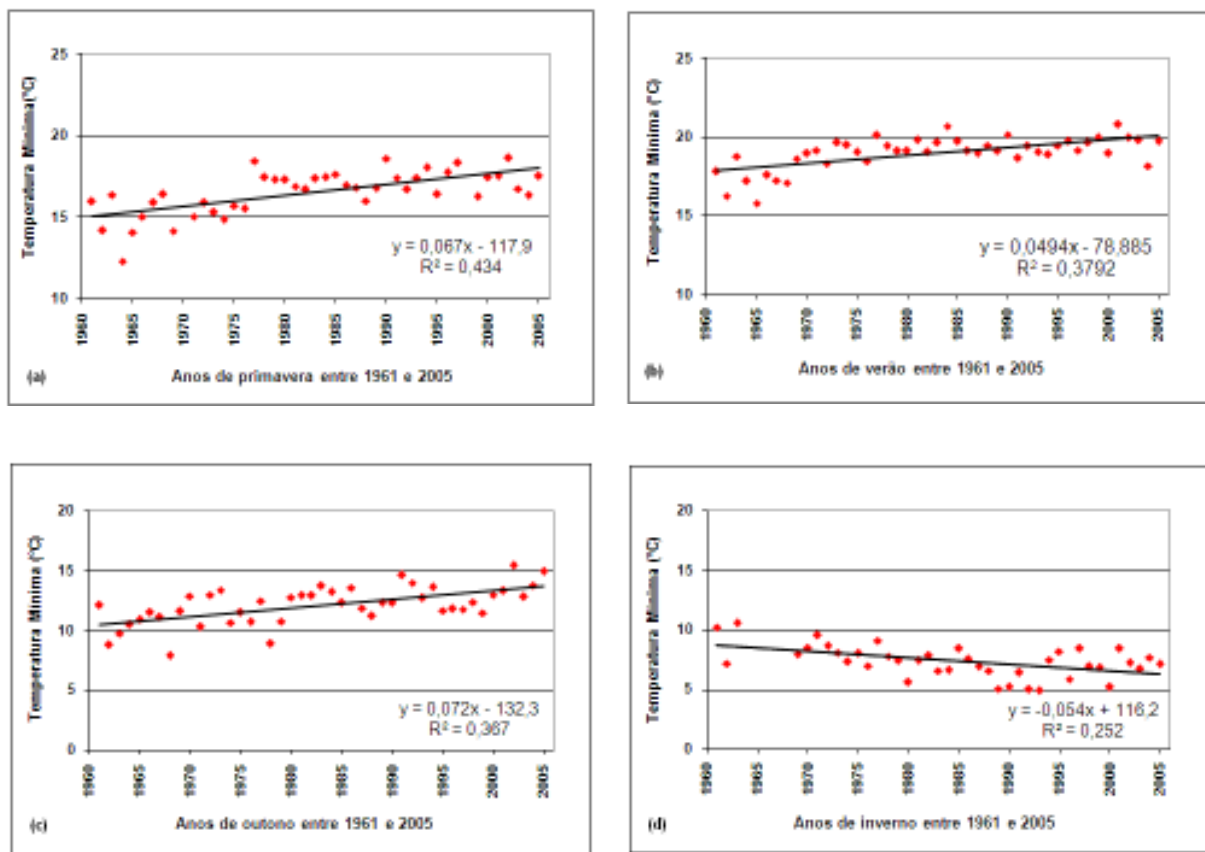


Figura 02 – Tendências das médias sazonais da temperatura mínima em Iraí durante a primavera (a), o verão (b) e o outono (c) e em Bom Jesus durante o inverno (d) no período entre 1961 e 2005.

A Figura 03 representa a distribuição espacial ao longo do ano da tendência da média sazonal da temperatura mínima no Rio Grande do Sul no período do estudo, compreendido entre 1961 e 2005.

Na primavera (Figura 3a), são observadas tendências positivas nas médias sazonais da temperatura mínima no Estado. As menores tendências estão distribuídas em pequenos núcleos localizados próximo às regiões litorâneas e no sul. Isso pode ser devido ao fato de as estações meteorológicas serem localizadas próximo ao Oceano Atlântico, o que deve influenciar na variabilidade climática dessas regiões. Já as tendências positivas mais intensas são observadas em Iraí, São Luiz Gonzaga, Pelotas e Santa Maria, representando a parte norte-noroeste e centro-sul do Estado. Estas tendências de aumento na temperatura mínima na parte norte e noroeste do Estado, na primavera, podem estar, associadas à influência maior de massas de ar quente vindas das regiões tropicais. Marques & Diniz (2007)

mostraram que o norte e noroeste do Estado foram às regiões que apresentaram maior tendência de aumento de vapor d' água na baixa atmosfera, um dos principais gases de estufa.

No verão (Figura 3b), observa-se uma faixa extensa com as maiores tendências positivas no sentido sudeste-norte do Estado, sendo mais expressivas em Pelotas e em Iraí. Enquanto que na Serra do Nordeste (Bom Jesus) foi observada redução nas médias sazonais de temperatura mínima nestes últimos 45 anos. Em geral, neste período sazonal, os gradientes de temperatura se dão nos sentidos de sudoeste para o centro e de noroeste para o centro do Estado.

Observa-se, no outono (Figura 3c), um predomínio de elevação dos valores entre 1,0°C e 1,5°C, porém apenas no nordeste (região de Bom Jesus) foram encontrados valores negativos. Novamente os centros de tendência mais intensos ocorreram em Iraí, São Luiz Gonzaga e Pelotas, representando a parte norte-noroeste e centro-sul do Estado.

Na estação mais fria do ano (Figura 3d), observam-se dois centros mais significativos de tendência: um ao nordeste do Estado, localizado na região da Serra, indicando declínio das temperaturas mínimas diárias; e o outro no extremo norte, onde a temperatura mínima tendeu a aumentar nos 45 anos de estudo.

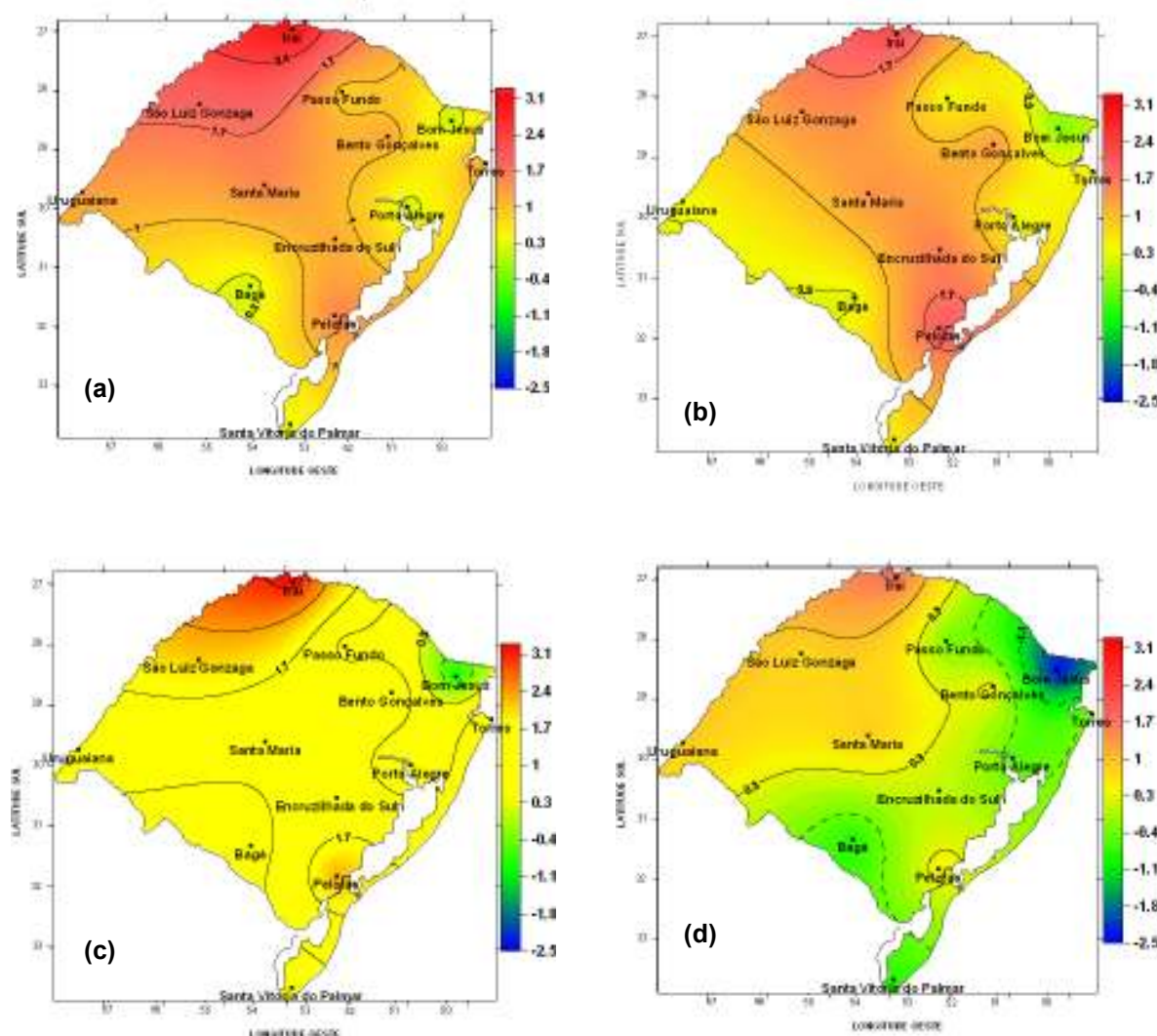


Figura 03 – Distribuição espacial da variação total da média sazonal da temperatura mínima no Rio Grande do Sul no período entre 1961 e 2005 no (a): Primavera (a); Verão (b); Outono (c); Inverno (d).

4.1.2 – Mínimos absolutos das temperaturas mínimas

Nas Tabelas de números 06 a 09, estão listados os valores das frequências dos mínimos absolutos da temperatura mínima ao longo do ano para as 13 regiões selecionadas no período temporal compreendido entre 1961 e 2005.

A climatologia para a primavera (Tabela 06) mostra que há grande variabilidade nos mínimos absolutos da temperatura mínima no Estado, entre 5°C em Santa Vitória do Palmar e 9,8°C em Torres, sendo Bom Jesus a região de maior altitude dentre as estudadas, onde foi observado o menor valor deste índice de

temperatura. Neste período sazonal houve predomínio de aumento nos valores mínimos absolutos da temperatura mínima sazonal de primavera, com destaque para Iraí e Bento Gonçalves (superior a 2 graus). Apenas Bom Jesus (-1,48 °C) e Santa Vitória do Palmar (-0,63 °C) apresentaram redução, porém não significativa nem a 5% de probabilidade.

No verão, são encontrados valores mais elevados de temperatura. Segundo a climatologia encontrada nos 45 anos de estudo (Tabela 07), os mínimos absolutos de temperatura mínima variam entre 9,1°C em Bagé e 13,6°C em Torres, com exceção de Bom Jesus (7,2°C). Durante este período sazonal, houve predomínio de aumento nos valores mínimos absolutos da temperatura mínima, com destaque para Iraí, Bento Gonçalves, Pelotas, São Luiz Gonzaga e Uruguaiana (superior a 2°C). Apenas, Torres apresentou redução (-0,64°C).

De acordo com a climatologia, observa-se grande variabilidade dos valores mínimos absolutos da temperatura mínima durante o outono (Tabela 08), variando entre 0,6°C em Bagé e 5,08°C em Torres. Apenas nas regiões localizadas na Serra do Nordeste (Bom Jesus e Bento Gonçalves) foram observados valores de temperatura negativa na madrugada. Em relação à tendência deste índice de temperatura no outono, observa-se um maior número de localidades com redução nos valores mínimos absolutos da temperatura mínima, com destaque para a forte redução que ocorreu em Bom Jesus, com valor de -4,30°C. Nesta faixa de temperatura também aparecem valores positivos como em Bento Gonçalves (2,38°C) e em Pelotas (2,31°C).

No período mais frio do ano, esperava-se encontrar na climatologia, valores negativos nos mínimos absolutos de temperatura mínima, como se observou em Bom Jesus, Bento Gonçalves, Passo Fundo, Bagé e em Iraí. Nas demais regiões, as temperaturas na madrugada variam de 0,3°C, em Santa Maria, a 2,7°C, em Porto Alegre. Neste período de inverno, apenas Bento Gonçalves (1,77°C) apresentou aumento nos valores mínimos absolutos de temperatura mínima. Enquanto que, as demais regiões, apresentaram sinal de redução nessas temperaturas, destacando-se a localidade de Iraí, onde a variação total nestes 45 anos foi de -5,69°C.

Tabela 06 - Valores da inclinação (*b*), tendência (variação total), teste de significância *t* student (*t*) e a média climatológica (μ) do mínimo absoluto da temperatura mínima de primavera nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.

ESTAÇÃO	<i>b</i>	<i>Tendência</i>	<i>t</i>	μ
	(°C/ano)	(°C em 45 anos)	(sem unidade)	(°C/ano)
BENTO GONÇALVES	0,04856	2,19	2,39*	5,41
BAGÉ	0,00762	0,34	0,33NS	4,93
BOM JESUS	-0,03283	-1,48	-1,40NS	3,23
ENCRUZILHADA DO SUL	0,01272	0,57	0,61NS	5,33
IRAÍ	0,06889	3,10	2,54**	6,83
PASSO FUNDO	0,00661	0,30	0,32NS	5,85
PELOTAS	0,01705	0,77	0,84NS	6,31
PORTO ALEGRE	0,00148	0,07	0,08NS	8,88
SÃO LUIZ GONZAGA	0,03254	1,46	1,48NS	6,84
SANTA MARIA	0,02894	1,30	1,77*	6,59
SANTA VITORIA DO PALMAR	-0,01391	-0,63	-0,83NS	5,06
TORRES	0,01432	0,64	0,69NS	9,80
URUGUAIANA	0,02582	1,16	1,02NS	7,82

Nota: Valores significativos a 1% de probabilidade (**), valores significativos a 5% de probabilidade (*) e valores não significativos nem 5% (NS).

Tabela 07 - Valores da inclinação (*b*), tendência (variação total), teste de significância *t* student (*t*) e a média climatológica (μ) do mínimo absoluto da temperatura mínima de verão nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.

ESTAÇÃO	<i>b</i>	<i>Tendência</i>	<i>t</i>	μ
	(°C/ano)	(°C em 45 anos)	(sem unidade)	(°C/ano)
BENTO GONÇALVES	0,05854	2,64	2,93**	9,85
BAGÉ	0,01277	0,57	0,95NS	9,17
BOM JESUS	0,00872	0,40	0,40NS	7,22
ENCRUZILHADA DO SUL	0,03563	1,60	2,06*	10,08
IRAÍ	0,08195	3,69	3,22**	10,95
PASSO FUNDO	0,01986	0,89	0,99NS	9,82
PELOTAS	0,04800	2,16	2,68**	10,44
PORTO ALEGRE	0,00983	0,44	0,52NS	13,13
SÃO LUIZ GONZAGA	0,05121	2,30	2,77**	11,08
SANTA MARIA	0,02466	1,11	1,19NS	10,61
SANTA VITORIA DO PALMAR	0,02270	1,02	1,51NS	9,53
TORRES	-0,01428	-0,64	-0,65NS	13,60
URUGUAIANA	0,08068	3,63	2,57**	11,30

Nota: Valores significativos a 1% de probabilidade (**), valores significativos a 5% de probabilidade (*) e valores não significativos a 1% e nem 5% (NS).

Tabela 08 - Valores da inclinação (*b*), tendência (variação total), teste de significância *t* student (*t*) e a média climatológica (μ) do mínimo absoluto da temperatura mínima de outono nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.

ESTAÇÃO	<i>b</i>	<i>Tendência</i>	<i>t</i>	μ
	(°C/ano)	(°C em 45 anos)	(sem unidade)	(°C/ano)
BENTO GONÇALVES	0,05287	2,38	2,80**	-0,45
BAGÉ	-0,01560	-0,70	-0,79NS	0,65
BOM JESUS	-0,09566	-4,30	-3,48**	-2,08
ENCRUZILHADA DO SUL	-0,00627	-0,28	-0,33NS	1,44
IRAÍ	0,03627	1,63	1,83*	1,21
PASSO FUNDO	-0,01231	-0,55	-0,73NS	0,41
PELOTAS	0,05141	2,31	2,10*	1,32
PORTO ALEGRE	-0,00698	-0,31	-0,35NS	3,47
SÃO LUIZ GONZAGA	0,02692	1,21	1,40NS	1,98
SANTA MARIA	-0,01516	-0,68	-0,76NS	0,98
SANTA VITORIA DO PALMAR	-0,02080	-0,94	-1,25NS	1,82
TORRES	0,00264	0,12	0,10NS	5,08
URUGUAIANA	-0,00046	-0,02	-0,02NS	2,17

Nota: Valores significativos a 1% de probabilidade (**), valores significativos a 5% de probabilidade (*) e valores não significativos nem 5% (NS).

Tabela 09 - Valores da inclinação (*b*), tendência (variação total), teste de significância *t* student (*t*) e a média climatológica (μ) do mínimo absoluto da temperatura mínima de inverno nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.

ESTAÇÃO	<i>b</i>	<i>Tendência</i>	<i>t</i>	μ
	(°C/ano)	(°C em 45 anos)	(sem unidade)	(°C/ano)
BENTO GONÇALVES	0,03923	1,77	2,09*	-1,03
BAGÉ	-0,02622	-1,18	-1,84*	-0,21
BOM JESUS	-0,12271	-5,69	-5,46**	-2,76
ENCRUZILHADA DO SUL	-0,02888	-1,30	-1,86**	0,34
IRAÍ	-0,01292	-0,58	-0,73NS	-0,06
PASSO FUNDO	-0,04030	-1,81	-2,22*	-0,64
PELOTAS	0,02001	0,90	1,23NS	0,49
PORTO ALEGRE	-0,01736	-0,78	-0,99NS	2,70
SÃO LUIZ GONZAGA	0,00153	0,07	0,10NS	0,89
SANTA MARIA	-0,01370	-0,62	-0,78NS	0,33
SANTA VITORIA DO PALMAR	-0,01706	-0,77	-1,42NS	0,97
TORRES	-0,00255	-0,11	-0,12NS	3,92
URUGUAIANA	-0,03210	-1,45	-1,70*	1,19

Nota: Valores significativos a 1% de probabilidade (**), valores significativos a 5% de probabilidade (*) e valores não significativos nem 5% (NS).

4.1.3 – Máximos absolutos das temperaturas mínimas

Nas Tabelas de números 10 a 13, listam-se os valores das frequências dos máximos absolutos da temperatura mínima ao longo do ano para as 13 regiões selecionadas no período temporal compreendido entre 1961 e 2005.

A climatologia para a primavera mostra que os valores máximos absolutos da temperatura mínima ficam acima dos 20°C em todas as regiões, exceto em Bom Jesus (Tabela 10). No oeste do Estado, a maior temperatura registrada na madrugada foi em torno de 24,5°C. Nota-se, ainda, através da Tabela 10, predomínio de aumento nos valores máximos absolutos da temperatura mínima sazonal, sendo os maiores valores encontrados em Iraí e São Luiz Gonzaga (em ambas as cidades superior a 2°C). Com exceção novamente de Bom Jesus, que apresentou sinal contrário (única região a apresentar essa classe de temperatura), porém não significativa, nem a 5% de probabilidade.

Os valores máximos absolutos da temperatura mínima, durante o período mais quente do ano (verão), variam entre 21,3°C em Passo Fundo e 25,5°C em Uruguaiana (Tabela 11), excetuando-se de Bom Jesus (18,9°C). Nota-se, ainda, tendência de aumento nos valores máximos absolutos da temperatura mínima na maioria das estações meteorológicas, porém de menor intensidade quando comparados com os valores mínimos absolutos. Foram encontrados maiores valores em Torres e em Iraí (1,81°C e 1,63°C respectivamente), significativos a 1% de probabilidade, sendo identificadas ainda algumas localidades com valores negativos, em especial Bagé (-1,10°C).

Na Tabela 12, pode-se observar grande variabilidade dos valores máximos absolutos da temperatura mínima no Estado durante o outono. Segundo a climatologia, estes valores variam entre 16,9°C em Bom Jesus e 23°C em Uruguaiana. Em relação à tendência deste índice de temperatura nos últimos 45 anos, percebe-se predomínio de aumento, com exceção de Uruguaiana onde foi observada forte redução dessa temperatura (-5,40°C), porém não significativo nem a 5%. Os valores dos máximos absolutos da temperatura mínima foram positivos e significativos a 1% em Iraí, São Luiz Gonzaga, Torres, Bento Gonçalves, Passo Fundo, Encruzilhada e Bagé, sendo nas duas primeiras regiões, os de maior intensidade, superior a 3,5°C.

Para o período mais frio do ano, a climatologia mostra que os máximos absolutos da temperatura mínima variam entre 15,6°C e 19,1°C na maioria das

regiões, exceto Santa Maria, São Luiz Gonzaga e Uruguaiana, onde os máximos absolutos da temperatura ficaram acima de 21,2°C (Tabela 13). Nota-se, ainda, predomínio tendências positivas nos valores máximos absolutos da temperatura mínima de inverno. Foram encontrados valores superiores a 1,5°C (significativos) em Bagé, Encruzilhada do Sul, Pelotas, São Luis Gonzaga, Santa Maria, Uruguaiana e Iraí, sendo esta última, a variação total de maior intensidade (2,82°C). Somente na localidade Bom Jesus (-1,16°C), observa-se redução, nesse índice de temperatura, porém não significativa, nem a 5% de probabilidade.

Tabela 10 - Valores da inclinação (*b*), tendência (variação total), teste de significância *t* student (*t*) e a média climatológica (μ) do máximo absoluto da temperatura mínima de primavera nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.

ESTAÇÃO	<i>b</i>	<i>Tendência</i>	<i>t</i>	μ
	(°C/ano)	(°C em 45 anos)	(sem unidade)	(°C/ano)
BENTO GONÇALVES	0,02155	0,97	1,64NS	20,87
BAGÉ	0,00742	0,33	0,42NS	22,73
BOM JESUS	-0,01001	-0,45	-1,07NS	18,10
ENCRUZILHADA DO SUL	0,03665	1,65	2,02*	21,66
IRAÍ	0,07294	3,28	5,12**	22,96
PASSO FUNDO	0,01132	0,51	0,97NS	20,98
PELOTAS	0,02066	0,93	1,81*	22,18
PORTO ALEGRE	0,00893	0,40	0,65NS	23,30
SÃO LUIZ GONZAGA	0,05502	2,48	3,54**	24,78
SANTA MARIA	0,00732	0,33	0,36NS	23,84
SANTA VITORIA DO PALMAR	0,00427	0,19	0,40NS	21,25
TORRES	0,04153	1,87	4,09**	21,78
URUGUAIANA	0,00090	0,04	0,05NS	24,58

Nota: Valores significativos a 1% de probabilidade (**), valores significativos a 5% de probabilidade (*) e valores não significativos nem 5% (NS).

Tabela 11 - Valores da inclinação (*b*), tendência (variação total), teste de significância *t* student (*t*) e a média climatológica (μ) do máximo absoluto da temperatura mínima de verão nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.

ESTAÇÃO	<i>b</i>	<i>Tendência</i>	<i>t</i>	μ
	(°C/ano)	(°C em 45 anos)	(sem unidade)	(°C/ano)
BENTO GONÇALVES	0,01224	0,55	1,44NS	21,59
BAGÉ	-0,02453	-1,10	-1,86*	23,90
BOM JESUS	-0,00333	-0,15	-0,28NS	18,90
ENCRUZILHADA DO SUL	0,02764	1,24	2,16*	22,78
IRAÍ	0,03615	1,63	3,52**	23,45
PASSO FUNDO	-0,01366	-0,61	-1,30NS	21,35
PELOTAS	0,02216	1,00	2,58**	23,80
PORTO ALEGRE	0,00833	0,37	0,76NS	24,81
SÃO LUIZ GONZAGA	0,02877	1,29	2,14*	25,07
SANTA MARIA	0,00554	0,25	0,37NS	24,83
SANTA VITORIA DO PALMAR	0,00534	0,24	0,56NS	23,00
TORRES	0,04015	1,81	4,23**	23,60
URUGUAIANA	-0,01491	-0,67	-0,89NS	25,54

Nota: Valores significativos a 1% de probabilidade (**), valores significativos a 5% de probabilidade (*) e valores não significativos nem 5% (NS).

Tabela 12 - Valores da inclinação (*b*), tendência (variação total), teste de significância *t* student (*t*) e a média climatológica (μ) do máximo absoluto da temperatura mínima de outono nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.

ESTAÇÃO	<i>b</i>	<i>Tendência</i>	<i>t</i>	μ
	(°C/ano)	(°C em 45 anos)	(sem unidade)	(°C/ano)
BENTO GONÇALVES	0,06532	2,94	4,27**	18,68
BAGÉ	0,03810	1,71	2,60**	20,35
BOM JESUS	0,02150	0,97	1,30NS	16,12
ENCRUZILHADA DO SUL	0,05183	2,33	4,17**	19,16
IRAÍ	0,09082	4,09	6,15**	20,47
PASSO FUNDO	0,04449	2,00	3,08**	18,54
PELOTAS	0,02307	1,04	1,28NS	20,14
PORTO ALEGRE	0,02617	1,18	1,58NS	21,01
SÃO LUIZ GONZAGA	0,07877	3,54	5,64**	21,64
SANTA MARIA	0,04663	2,10	2,26*	21,75
SANTA VITORIA DO PALMAR	0,02150	0,97	1,36NS	19,43
TORRES	0,05809	2,61	5,65**	21,10
URUGUAIANA	-0,12003	-5,40	-0,87NS	23,65

Nota: Valores significativos a 1% de probabilidade (**), valores significativos a 5% de probabilidade (*) e valores não significativos nem 5% (NS).

Tabela 13 - Valores da inclinação (*b*), tendência (variação total), teste de significância *t* student (*t*) e a média climatológica (μ) do máximo absoluto da temperatura mínima de inverno nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.

ESTAÇÃO	<i>b</i>	<i>Tendência</i>	<i>t</i>	μ
	(°C/ano)	(°C em 45 anos)	(sem unidade)	(°C/ano)
BENTO GONÇALVES	0,02622	1,18	1,22NS	18,03
BAGÉ	0,03453	1,55	1,95*	19,15
BOM JESUS	-0,02503	-1,16	-1,27NS	15,65
ENCRUZILHADA DO SUL	0,03628	1,63	1,72*	18,42
IRAÍ	0,06269	2,82	4,07**	18,92
PASSO FUNDO	0,00841	0,38	0,44NS	18,07
PELOTAS	0,03532	1,59	2,72**	17,46
PORTO ALEGRE	0,00825	0,37	0,49NS	18,95
SÃO LUIZ GONZAGA	0,03945	1,78	2,01*	21,54
SANTA MARIA	0,04036	1,82	1,15NS	22,50
SANTA VITORIA DO PALMAR	0,01752	0,79	0,98NS	16,79
TORRES	0,02129	0,96	1,71*	17,86
URUGUAIANA	0,05196	2,34	2,06*	21,26

Nota: Valores significativos a 1% de probabilidade (**), valores significativos a 5% de probabilidade (*) e valores não significativos nem 5% (NS).

4.1.4 – Percentil 10 das temperaturas mínimas

Nas Tabelas 14 a 17 estão listados os valores do coeficiente de inclinação da reta, da variação total e do valor mínimo do teste t para a classe dos percentis com temperatura mínima mais fria (MF) ao longo do ano para as 13 regiões em estudo.

Ao se analisar a classe da temperatura mínima extrema inferior na primavera (Tabela 14), observa-se, em geral, no Estado, declínio no número de dias nesta classe de temperatura, com variação de redução, aproximadamente, entre 9 e 1 dias, significativa apenas em Bento Gonçalves, Iraí, Pelotas, São Luiz Gonzaga, Santa Maria, Torres e em Uruguaiana, porém, nota-se que somente Bom Jesus apresenta aumento nesta classe em pouco mais de 1 dia (não significativo). A climatologia padrão, esperada para esta classe de eventos extremos inferiores da temperatura mínima é de 9,2 dias (10% de 92 dias).

No verão (Tabela 15), verifica-se declínio no número de dias nesta classe da temperatura, com variação de redução de maior intensidade observada em Bento Gonçalves (em torno de 11 dias) e em Iraí (em torno de 10 dias). Enquanto que Bom Jesus apresentou aumento de aproximadamente 7 dias. Em geral, no Estado, o número de dias com temperatura mínima mais fria vem reduzindo durante o verão nestes últimos 45 anos. A climatologia padrão do número de dias esperados para esta classe de eventos extremos inferior da temperatura mínima é de 9 dias (10% de 90 dias).

Na Tabela 16, pode-se observar um declínio geral no número de dias na classe extrema inferior de temperatura mínima no outono, com variações de redução de maior intensidade em Iraí, Pelotas, São Luiz Gonzaga (significativas a 1% de probabilidade) e em Bento Gonçalves (significativas a 5%), todas superiores a 4 dias. No geral, em todo o Estado, o número de dias com temperatura mínima muito fria vem reduzindo no outono. A climatologia padrão do número de dias esperados para esta classe de eventos extremos inferiores da temperatura mínima é de 9,1 dias (10% de 91 dias).

Já para o período mais frio do ano (Tabela 17), observa-se um aumento no número de dias na classe de temperatura mais fria em 9 das 13 localidades, destacando-se Bom Jesus com 10,54 dias e Santa Vitória do Palmar com 6,43. As reduções maiores foram observadas em Iraí (-3,12 dias) e Pelotas (-2,31 dias), porém não significativas nem a 5% de probabilidade. Em geral, no Estado, o número

de dias com temperatura mínima mais fria apresentou grande variação. A climatologia padrão do número de dias esperados para essa classe de eventos extremos inferiores de temperatura mínima é de 9,2 dias (10% de 92 dias).

Tabela 14 - Valores da inclinação (b), tendência (variação total) e teste de significância *t* student (*t*) para percentil 10 da temperatura mínima de primavera nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.

ESTAÇÃO	<i>b</i> (nº dias/ano)	<i>Tendência</i> (nº dias em 45 anos)	<i>t</i> (sem unidade)
BENTO GONÇALVES	-0,13573	-6,11	-2,17*
BAGÉ	-0,03266	-1,47	-0,55NS
BOM JESUS	0,02994	1,35	0,39NS
ENCRUZILHADA DO SUL	-0,04078	-1,84	-0,79NS
IRAÍ	-0,20462	-9,21	-3,16**
PASSO FUNDO	-0,08679	-3,91	-1,55NS
PELOTAS	-0,16311	-7,34	-2,82**
PORTO ALEGRE	-0,05389	-2,43	-0,87NS
SÃO LUIZ GONZAGA	-0,15115	-6,80	-2,82**
SANTA MARIA	-0,12127	-5,46	-2,21*
SANTA VITORIA DO PALMAR	-0,03036	-1,37	-0,50NS
TORRES	-0,11216	-5,05	-1,73*
URUGUAIANA	-0,14792	-6,66	-2,31*

Nota: Valores significativos a 1% de probabilidade (**), valores significativos a 5% de probabilidade (*) e valores não significativos nem 5% (NS).

Tabela 15 - Valores da inclinação (b), tendência (variação total) e teste de significância *t* student (*t*) para percentil 10 da temperatura mínima de verão nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.

ESTAÇÃO	<i>b</i> (nº dias/ano)	<i>Tendência</i> (nº dias em 45 anos)	<i>t</i> (sem unidade)
BENTO GONÇALVES	-0,25387	-11,44	-3,75**
BAGÉ	0,00211	0,09	0,05NS
BOM JESUS	0,15777	7,22	2,37*
ENCRUZILHADA DO SUL	-0,20132	-9,06	-4,66**
IRAÍ	-0,23689	-10,66	-3,52**
PASSO FUNDO	-0,05889	-2,65	-1,11NS
PELOTAS	-0,19881	-8,95	-4,30**
PORTO ALEGRE	-0,04848	-2,18	-0,95NS
SÃO LUIZ GONZAGA	-0,15771	-7,10	-3,36**
SANTA MARIA	-0,09152	-4,12	-2,12*
SANTA VITORIA DO PALMAR	-0,04058	-1,83	-0,84NS
TORRES	0,04540	2,04	0,59NS
URUGUAIANA	-0,08084	-3,64	-1,06NS

Nota: Valores significativos a 1% de probabilidade (**), valores significativos a 5% de probabilidade (*) e valores não significativos nem 5% (NS).

Tabela 16 - Valores da inclinação (b), tendência (variação total) e teste de significância *t* student (*t*) para percentil 10 da temperatura mínima de outono nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.

ESTAÇÃO	<i>b</i> (nº dias/ano)	<i>Tendência</i> (nº dias em 45 anos)	<i>t</i> (sem unidade)
BENTO GONÇALVES	-0,09809	-4,41	-1,94*
BAGÉ	-0,01041	-0,47	-0,16NS
BOM JESUS	0,02335	1,05	0,40NS
ENCRUZILHADA DO SUL	-0,03136	-1,41	-0,62NS
IRAÍ	-0,18814	-8,47	-2,63**
PASSO FUNDO	-0,05402	-2,43	-1,01NS
PELOTAS	-0,15494	-6,97	-2,54**
PORTO ALEGRE	-0,03057	-1,38	-0,49NS
SÃO LUIZ GONZAGA	-0,12767	-5,75	-2,77**
SANTA MARIA	-0,04935	-2,22	-0,78NS
SANTA VITORIA DO PALMAR	0,02227	1,00	0,35NS
TORRES	-0,09186	-4,13	-1,52NS
URUGUAIANA	-0,02740	-1,23	-0,43NS

Nota: Valores significativos a 1% de probabilidade (**), valores significativos a 5% de probabilidade (*) e valores não significativos nem 5% (NS).

Tabela 17 - Valores da inclinação (b), tendência (variação total) e teste de significância *t* student (*t*) para percentil 10 da temperatura mínima de inverno nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.

ESTAÇÃO	<i>b</i> (nº dias/ano)	<i>Tendência</i> (nº dias em 45 anos)	<i>t</i> (sem unidade)
BENTO GONÇALVES	-0,03117	-1,40	-0,58NS
BAGÉ	0,09750	4,39	1,58NS
BOM JESUS	0,22722	10,54	3,78**
ENCRUZILHADA DO SUL	0,10870	4,89	2,17*
IRAÍ	-0,06930	-3,12	-1,09NS
PASSO FUNDO	0,04545	2,05	0,81NS
PELOTAS	-0,05125	-2,31	-0,82NS
PORTO ALEGRE	0,06667	3,00	0,95NS
SÃO LUIZ GONZAGA	-0,01054	-0,47	-0,20NS
SANTA MARIA	0,02701	1,22	0,44NS
SANTA VITORIA DO PALMAR	0,14295	6,43	2,61**
TORRES	0,05739	2,58	0,86NS
URUGUAIANA	0,03782	1,70	0,55NS

Nota: Valores significativos a 1% de probabilidade (**), valores significativos a 5% de probabilidade (*) e valores não significativos nem 5% (NS).

4.1.5 – Percentil 35 das temperaturas mínimas

Nas Tabelas 18 a 21, encontram-se os valores do coeficiente de inclinação da reta, da variação total e do valor mínimo do teste t para a classe dos percentis com temperatura mínima fria (F) ao longo do ano para as 13 regiões em estudo no período compreendido entre 1961 e 2005.

Na classe que representa o número de dias com temperatura mínima fria na primavera (Tabela 18), observa-se que os maiores valores ocorreram em Torres, Iraí, São Luiz Gonzaga e Santa Maria com variações negativas entre 8 e 11 dias (significativas a 1%). No entanto, somente Bom Jesus apresentou aumento de dias (3,22 dias) nesta classe, porém não significativo nem a 5%. Em geral, esta classe apresenta redução em quase todas as localidades selecionadas no Rio Grande do Sul nestes últimos 45 anos, mostrando claramente redução das noites e madrugadas com temperaturas mínimas frias durante a primavera. A climatologia padrão esperada para esta classe de eventos da temperatura mínima é de 23 dias (25% de 92 dias).

No verão (Tabela 19), observa-se predomínio de tendências negativas no Estado, sendo as variações de redução de maior intensidade (superior a 10 dias) encontradas em Iraí, Pelotas, São Luiz Gonzaga e Santa Maria. No entanto, nota-se, novamente, que Bom Jesus é a única localidade que apresenta aumento de dias (6,72) nesta classe, não significativo, nem a 5% de probabilidade. A climatologia padrão do número de dias esperada para esta classe de eventos da temperatura mínima é de 22,5 dias (25% de 90 dias).

Na Tabela 20, observa-se, em geral, no Estado, durante o outono, predomínio de redução no número de dias nesta classe da temperatura. Apenas as variações de redução observadas em Pelotas (14,24 dias) e em Torres (8,24 dias) são significativas e de maior intensidade. No entanto, nota-se que Bom Jesus é a única região que apresentou aumento de dias (7,43 dias) nesta classe de temperatura (significativo a 5%). A climatologia padrão do número de dias esperado para esta classe de eventos da temperatura mínima é de 22,7 dias (25% de 91 dias).

No inverno (Tabela 21), não se observa um padrão predominante. No entanto, apenas em Bom Jesus e em Santa Vitória do Palmar foram encontradas significativas variações positivas e de maior intensidade na classe de temperatura mínima fria. A climatologia padrão do número de dias esperado para esta classe de eventos da temperatura mínima é de 23 dias (25% de 92 dias).

Tabela 18 - Valores da inclinação (b), tendência (variação total) e teste de significância *t* student (*t*) para percentil 35 da temperatura mínima de primavera nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.

ESTAÇÃO	<i>b</i> (nº dias/ano)	<i>Tendência</i> (nº dias em 45 anos)	<i>t</i> (sem unidade)
BENTO GONÇALVES	-0,06980	-3,14	-0,92NS
BAGÉ	-0,08402	-3,78	-1,19NS
BOM JESUS	0,07145	3,22	0,73NS
ENCRUZILHADA DO SUL	-0,15920	-7,16	-2,02*
IRAÍ	-0,20509	-9,23	-2,52**
PASSO FUNDO	-0,12468	-5,61	-1,82*
PELOTAS	-0,16673	-7,50	-2,40*
PORTO ALEGRE	-0,00118	-0,05	-0,02NS
SÃO LUIZ GONZAGA	-0,18387	-8,27	-2,77**
SANTA MARIA	-0,18871	-8,49	-2,67**
SANTA VITORIA DO PALMAR	-0,04611	-2,07	-0,71NS
TORRES	-0,26602	-11,97	-2,95**
URUGUAIANA	-0,10283	-4,63	-0,92NS

Nota: Valores significativos a 1% de probabilidade (**), valores significativos a 5% de probabilidade (*) e valores não significativos nem 5% (NS).

Tabela 19 - Valores da inclinação (b), tendência (variação total) e teste de significância *t* student (*t*) para percentil 35 da temperatura mínima de verão nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.

ESTAÇÃO	<i>b</i> (nº dias/ano)	<i>Tendência</i> (nº dias em 45 anos)	<i>t</i> (sem unidade)
BENTO GONÇALVES	-0,04510	-2,03	-0,63NS
BAGÉ	-0,09908	-4,46	-1,49NS
BOM JESUS	0,14692	6,72	1,82*
ENCRUZILHADA DO SUL	-0,03755	-1,69	-0,55NS
IRAÍ	-0,34137	-15,36	-3,94**
PASSO FUNDO	-0,01001	-0,45	-0,12NS
PELOTAS	-0,25046	-11,27	-3,79**
PORTO ALEGRE	-0,09578	-4,31	-1,25NS
SÃO LUIZ GONZAGA	-0,23281	-10,48	-3,41**
SANTA MARIA	-0,24290	-10,94	-3,10**
SANTA VITORIA DO PALMAR	-0,09736	-4,38	-1,70*
TORRES	-0,20403	-9,19	-1,90*
URUGUAIANA	-0,01319	-0,59	-0,09NS

Nota: Valores significativos a 1% de probabilidade (**), valores significativos a 5% de probabilidade (*) e valores não significativos nem 5% (NS).

Tabela 20 - Valores da inclinação (b), tendência (variação total) e teste de significância *t* student (*t*) para percentil 35 da temperatura mínima de outono nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.

ESTAÇÃO	<i>b</i> (nº dias/ano)	<i>Tendência</i> (nº dias em 45 anos)	<i>t</i> (sem unidade)
BENTO GONÇALVES	-0,00851	-0,38	-0,14NS
BAGÉ	-0,08643	-3,89	-1,15NS
BOM JESUS	0,16504	7,43	1,94*
ENCRUZILHADA DO SUL	-0,02727	-1,23	-0,36NS
IRAÍ	-0,12148	-5,47	-1,36NS
PASSO FUNDO	-0,00316	-0,14	-0,04NS
PELOTAS	-0,31647	-14,24	-3,97**
PORTO ALEGRE	-0,03452	-1,55	-0,42NS
SÃO LUIZ GONZAGA	-0,05652	-2,54	-0,77NS
SANTA MARIA	-0,05828	-2,62	-0,88NS
SANTA VITORIA DO PALMAR	-0,05837	-2,63	-0,82NS
TORRES	-0,18309	-8,24	-1,93*
URUGUAIANA	-0,08217	-3,70	-0,79NS

Nota: Valores significativos a 1% de probabilidade (**), valores significativos a 5% de probabilidade (*) e valores não significativos nem 5% (NS).

Tabela 21 - Valores da inclinação (b), tendência (variação total) e teste de significância *t* student (*t*) para percentil 35 da temperatura mínima de inverno nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.

ESTAÇÃO	<i>b</i> (nº dias/ano)	<i>Tendência</i> (nº dias em 45 anos)	<i>t</i> (sem unidade)
BENTO GONÇALVES	0,04158	1,87	0,50NS
BAGÉ	0,11528	5,19	1,52NS
BOM JESUS	0,21426	9,93	2,36*
ENCRUZILHADA DO SUL	0,10619	4,78	1,21NS
IRAÍ	-0,12503	-5,63	-1,45NS
PASSO FUNDO	0,04071	1,83	0,54NS
PELOTAS	-0,02042	-0,92	-0,33NS
PORTO ALEGRE	0,10145	4,57	1,49NS
SÃO LUIZ GONZAGA	-0,06601	-2,97	-0,84NS
SANTA MARIA	0,03043	1,37	0,40NS
SANTA VITORIA DO PALMAR	0,18959	8,53	2,28*
TORRES	0,09023	4,06	0,97NS
URUGUAIANA	-0,03912	-1,76	-0,35NS

Nota: Valores significativos a 1% de probabilidade (**), valores significativos a 5% de probabilidade (*) e valores não significativos nem 5% (NS).

4.1.6 – Percentil 65 das temperaturas mínimas

Nas Tabelas de números 22 a 25, estão listados os valores do coeficiente de inclinação da reta, da variação total e do valor mínimo do teste t para a classe dos percentis com temperatura mínima quente (Q), ao longo do ano, para as 13 regiões em estudo, no período compreendido entre 1961 e 2005.

Observa-se para a primavera (Tabela 22) que na maioria das regiões ocorreu aumento no número de dias nesta classe da temperatura, com destaque para Iraí e Torres, onde foram observadas as variações de maior intensidade, 14,75 dias e 11,41 dias respectivamente (significativas a 1% de probabilidade). Apenas Bagé, Passo Fundo e Santa Vitória do Palmar apresentaram valores negativos nesta classe da temperatura, mas inferiores a 1 dia e não significativos, nem a 5%. A climatologia padrão esperada para esta classe de eventos da temperatura mínima é também de 23 dias (25% de 92 dias).

Para esta classe da temperatura no verão (Tabela 23), nota-se que todas as localidades apresentaram valores positivos, sendo os maiores valores em Iraí, Encruzilhada do Sul, Santa Maria e Pelotas (superiores a 10 dias). Da mesma forma, a climatologia padrão esperada para esta classe de eventos da temperatura mínima é também de 22,5 dias (25% de 90 dias).

As tendências verificadas para as regiões em estudo no outono (Tabela 24) não são significativas, nem a 5% de probabilidade, exceto a tendência observada em Iraí, onde a variação foi positiva (8,26 dias). As localidades de Bom Jesus e Passo Fundo apresentaram pequena redução de dias nesta classe da temperatura. A climatologia padrão esperada para esta classe de eventos da temperatura mínima é de 22,75 dias (25% de 91 dias).

No período sazonal mais frio do ano (Tabela 25), os maiores valores de tendência são predominantemente negativos. Dentre estas variações, destacam-se as observadas em Bagé (9,03 dias), Porto Alegre (8,16 dias) e em São Luiz Gonzaga (7,38 dias) onde ocorreu uma redução significativa no número de dias nesta classe de temperatura. Somente Encruzilhada do Sul e Uruguaiana apresentaram valores positivos maiores que 4 dias. A climatologia padrão esperada para esta classe de eventos da temperatura mínima é de 23 dias (25% de 92 dias).

Tabela 22 - Valores da inclinação (b), tendência (variação total) e teste de significância *t* student (*t*) para percentil 65 da temperatura mínima de primavera nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.

ESTAÇÃO	<i>b</i> (nº dias/ano)	<i>Tendência</i> (nº dias em 45 anos)	<i>t</i> (sem unidade)
BENTO GONÇALVES	0,07656	3,44	1,08NS
BAGÉ	-0,01906	-0,86	-0,23NS
BOM JESUS	0,20802	9,36	3,07**
ENCRUZILHADA DO SUL	0,14653	6,59	2,15*
IRAÍ	0,32773	14,75	4,06**
PASSO FUNDO	-0,01303	-0,59	-0,21NS
PELOTAS	0,17054	7,67	2,56**
PORTO ALEGRE	0,06936	3,12	0,89NS
SÃO LUIZ GONZAGA	0,12217	5,50	1,72*
SANTA MARIA	0,23953	10,78	3,23**
SANTA VITORIA DO PALMAR	-0,01355	-0,61	-0,18NS
TORRES	0,25358	11,41	3,02**
URUGUAIANA	0,16176	7,28	1,46NS

Nota: Valores significativos a 1% de probabilidade (**), valores significativos a 5% de probabilidade (*) e valores não significativos nem 5% (NS).

Tabela 23 - Valores da inclinação (b), tendência (variação total) e teste de significância *t* student (*t*) para percentil 65 da temperatura mínima de verão nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.

ESTAÇÃO	<i>b</i> (nº dias/ano)	<i>Tendência</i> (nº dias em 45 anos)	<i>t</i> (sem unidade)
BENTO GONÇALVES	0,19856	8,95	3,25**
BAGÉ	0,07246	3,26	1,29NS
BOM JESUS	0,14852	6,79	1,42NS
ENCRUZILHADA DO SUL	0,27286	12,28	3,63**
IRAÍ	0,29262	13,17	2,90**
PASSO FUNDO	0,06733	3,03	0,78NS
PELOTAS	0,22319	10,04	4,00**
PORTO ALEGRE	0,04137	1,86	0,54NS
SÃO LUIZ GONZAGA	0,20053	9,02	2,69**
SANTA MARIA	0,24669	11,11	2,92**
SANTA VITORIA DO PALMAR	0,06877	3,09	1,54NS
TORRES	0,03064	1,38	0,28NS
URUGUAIANA	0,05234	2,36	0,46NS

Nota: Valores significativos a 1% de probabilidade (**), valores significativos a 5% de probabilidade (*) e valores não significativos nem 5% (NS).

Tabela 24 - Valores da inclinação (b), tendência (variação total) e teste de significância *t* student (*t*) para percentil 65 da temperatura mínima de outono nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.

ESTAÇÃO	<i>b</i> (nº dias/ano)	<i>Tendência</i> (nº dias em 45 anos)	<i>t</i> (sem unidade)
BENTO GONÇALVES	0,09014	4,06	0,89NS
BAGÉ	0,02596	1,17	0,34NS
BOM JESUS	-0,04709	-2,12	-0,43NS
ENCRUZILHADA DO SUL	0,02885	1,30	0,35NS
IRAÍ	0,18353	8,26	1,87*
PASSO FUNDO	-0,01884	-0,85	-0,19NS
PELOTAS	0,10646	4,79	1,12NS
PORTO ALEGRE	0,01871	0,84	0,19NS
SÃO LUIZ GONZAGA	0,12082	5,44	1,55NS
SANTA MARIA	0,03755	1,69	0,40NS
SANTA VITORIA DO PALMAR	0,08011	3,60	1,10NS
TORRES	0,04848	2,18	0,50NS
URUGUAIANA	0,04968	2,24	0,51NS

Nota: Valores significativos a 1% de probabilidade (**), valores significativos a 5% de probabilidade (*) e valores não significativos nem 5% (NS).

Tabela 25 - Valores da inclinação (b), tendência (variação total) e teste de significância *t* student (*t*) para percentil 65 da temperatura mínima de inverno nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.

ESTAÇÃO	<i>b</i> (nº dias/ano)	<i>Tendência</i> (nº dias em 45 anos)	<i>t</i> (sem unidade)
BENTO GONÇALVES	-0,09182	-4,14	-1,16NS
BAGÉ	-0,20066	-9,03	-2,68**
BOM JESUS	-0,14650	-6,79	-1,56NS
ENCRUZILHADA DO SUL	0,09275	4,17	1,21NS
IRAÍ	0,05178	2,33	0,55NS
PASSO FUNDO	-0,07339	-3,30	-0,86NS
PELOTAS	-0,11502	-5,18	-1,65NS
PORTO ALEGRE	-0,18142	-8,16	-2,65**
SÃO LUIZ GONZAGA	-0,16390	-7,38	-2,26*
SANTA MARIA	0,00777	0,35	0,10NS
SANTA VITORIA DO PALMAR	0,00698	0,31	0,10NS
TORRES	-0,04919	-2,21	-0,75NS
URUGUAIANA	0,08952	4,03	0,83NS

Nota: Valores significativos a 1% de probabilidade (**), valores significativos a 5% de probabilidade (*) e valores não significativos nem 5% (NS).

4.1.8 – Percentil 90 das temperaturas mínimas

Nas Tabelas de números 26 a 29, estão listados os valores do coeficiente de inclinação da reta, da variação total e do valor mínimo do teste t para a classe dos percentis com temperaturas mínimas mais quentes (MQ), ao longo do ano, para as 13 regiões em estudo no período compreendido entre 1961 e 2005.

Nota-se, para a primavera (Tabela 26), que as maiores variações totais positivas desta classe da temperatura foram em Iraí e em São Luiz Gonzaga (15,41 e 10,76 dias respectivamente), mas também se observa valor negativo de menor intensidade em Bagé e Porto Alegre (-5,05 e -2,11 dias respectivamente). A climatologia padrão, esperada para esta classe de eventos extremos superior da temperatura mínima é de 9,2 dias (10% de 92 dias).

As maiores variações totais positivas desta classe da temperatura no verão (Tabela 27) ocorreram em Iraí, Pelotas e Torres (superiores a 11 dias). Nesta classe, também se observam tendências negativas e de menor intensidade, como em Bagé, Bom Jesus e Uruguaiana (0,97, 6,46 e 2,00 dias respectivamente). A climatologia para esta classe de eventos extremos da temperatura mínima também é de 9 dias (10% de 90 dias).

Observa-se, para esta classe da temperatura, no outono (Tabela 28), que as tendências foram positivas em todas as regiões de estudo. As maiores variações ocorreram em Iraí, São Luiz Gonzaga, Encruzilhada do Sul, Bento Gonçalves, Torres e em Santa Maria, todas superiores a 10 dias. A climatologia para esta classe de eventos extremos da temperatura mínima é de 9,1 dias (10% de 91 dias).

Na Tabela 29, pode-se observar o predomínio de tendências de aumento no número de dias com temperaturas mínimas mais quentes no inverno, nestes últimos 45 anos, com exceção de Bom Jesus (-3,97 dias), porém não significativo, nem a 5%. As maiores variações positivas desta classe foram em Iraí e São Luiz Gonzaga (superiores a 10 dias), significativas a 1% de probabilidade. A climatologia para esta classe de valores extremos da temperatura mínima também é de 9,2 dias (10% de 92 dias).

Um resumo com todos os índices climáticos das temperaturas mínimas sazonais comentadas acima e suas respectivas significâncias encontram-se listados em tabelas nos apêndices I, J, K e L.

Tabela 26 - Valores da inclinação (b), tendência (variação total) e teste de significância *t* student (*t*) para percentil 90 da temperatura mínima de primavera nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.

ESTAÇÃO	<i>b</i> (nº dias/ano)	<i>Tendência</i> (nº dias em 45 anos)	<i>t</i> (sem unidade)
BENTO GONÇALVES	0,12736	5,73	2,25*
BAGÉ	-0,09643	-4,34	-2,04*
BOM JESUS	0,11580	5,21	2,02*
ENCRUZILHADA DO SUL	0,18714	8,42	3,83**
IRAÍ	0,34239	15,41	6,36**
PASSO FUNDO	0,13521	6,08	2,37*
PELOTAS	0,15468	6,96	2,51**
PORTO ALEGRE	-0,04695	-2,11	-0,92NS
SÃO LUIZ GONZAGA	0,23910	10,76	4,31**
SANTA MARIA	0,10470	4,71	2,00*
SANTA VITORIA DO PALMAR	0,01732	0,78	0,31NS
TORRES	0,21238	9,56	3,53**
URUGUAIANA	0,00465	0,21	0,04NS

Nota: Valores significativos a 1% de probabilidade (**), valores significativos a 5% de probabilidade (*) e valores não significativos nem 5% (NS).

Tabela 27 - Valores da inclinação (b), tendência (variação total) e teste de significância *t* student (*t*) para percentil 90 da temperatura mínima de verão nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.

ESTAÇÃO	<i>b</i> (nº dias/ano)	<i>Tendência</i> (nº dias em 45 anos)	<i>t</i> (sem unidade)
BENTO GONÇALVES	0,17668	7,96	2,30*
BAGÉ	-0,02161	-0,97	-0,35NS
BOM JESUS	-0,14114	-6,46	-1,42NS
ENCRUZILHADA DO SUL	0,20211	9,09	2,96**
IRAÍ	0,37009	16,65	5,48**
PASSO FUNDO	0,02767	1,25	0,42NS
PELOTAS	0,27563	12,40	3,80**
PORTO ALEGRE	0,02635	1,19	0,33NS
SÃO LUIZ GONZAGA	0,19381	8,72	3,69**
SANTA MARIA	0,17197	7,74	2,34*
SANTA VITORIA DO PALMAR	0,07668	3,45	1,14NS
TORRES	0,25867	11,65	3,27**
URUGUAIANA	-0,04432	-2,00	-0,45NS

Nota: Valores significativos a 1% de probabilidade (**), valores significativos a 5% de probabilidade (*) e valores não significativos nem 5% (NS).

Tabela 28 - Valores da inclinação (b), tendência (variação total) e teste de significância *t* student (*t*) para percentil 90 da temperatura mínima de outono nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.

ESTAÇÃO	<i>b</i> (nº dias/ano)	<i>Tendência</i> (nº dias em 45 anos)	<i>t</i> (sem unidade)
BENTO GONÇALVES	0,25373	11,42	4,57**
BAGÉ	0,10435	4,70	1,73*
BOM JESUS	0,04934	2,22	0,65NS
ENCRUZILHADA DO SUL	0,27141	12,21	4,82**
IRAÍ	0,41963	18,88	7,63**
PASSO FUNDO	0,19855	8,93	3,69**
PELOTAS	0,17325	7,80	2,95**
PORTO ALEGRE	0,13162	5,92	2,11*
SÃO LUIZ GONZAGA	0,30158	13,57	5,48**
SANTA MARIA	0,23954	10,78	4,46**
SANTA VITORIA DO PALMAR	0,09473	4,26	1,60NS
TORRES	0,24183	10,88	4,57**
URUGUAIANA	0,11198	5,04	1,28NS

Nota: Valores significativos a 1% de probabilidade (**), valores significativos a 5% de probabilidade (*) e valores não significativos nem 5% (NS).

Tabela 29 - Valores da inclinação (b), tendência (variação total) e teste de significância *t* student (*t*) para percentil 90 da temperatura mínima de inverno nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.

ESTAÇÃO	<i>b</i> (nº dias/ano)	<i>Tendência</i> (nº dias em 45 anos)	<i>t</i> (sem unidade)
BENTO GONÇALVES	0,10766	4,84	1,63NS
BAGÉ	0,03070	1,38	0,51NS
BOM JESUS	-0,08822	-3,97	-1,36NS
ENCRUZILHADA DO SUL	0,15547	7,00	2,53**
IRAÍ	0,25810	11,61	4,46**
PASSO FUNDO	0,00119	0,05	0,02NS
PELOTAS	0,09736	4,38	1,51NS
PORTO ALEGRE	0,01818	0,82	0,27NS
SÃO LUIZ GONZAGA	0,22661	10,20	3,43**
SANTA MARIA	0,18696	8,41	3,03**
SANTA VITORIA DO PALMAR	0,00237	0,11	0,04NS
TORRES	0,11169	5,03	1,42NS
URUGUAIANA	0,16701	7,52	1,85*

Nota: Valores significativos a 1% de probabilidade (**), valores significativos a 5% de probabilidade (*) e valores não significativos nem 5% (NS).

4.1.8 – Ondas de frio nas temperaturas mínimas

Nas Tabelas 30 a 33, estão listados os valores do coeficiente de inclinação da reta, da variação total e do valor mínimo do teste t para as ondas de frio nas temperaturas mínimas, ao longo do ano, para as 13 regiões em estudo no período compreendido entre 1961 e 2005.

Observa-se, na Tabela 30, que as ondas de frio no Estado, em geral, vêm diminuindo na primavera nestes últimos 45 anos. No entanto, apenas em Encruzilhada do Sul, Iraí, Pelotas, Santa Maria, Uruguaiana e em São Luiz Gonzaga esta redução é significativa a 1% e a 5%, sendo esta última a de maior intensidade observada, ou seja, ocorreu um decréscimo (6,72 dias) no número máximo de dias consecutivos com temperaturas mínimas abaixo do percentil 35.

Em relação à frequência destas ondas no verão, em geral, elas vêm reduzindo no Estado durante o período temporal em estudo (Tabela 31), exceto em Uruguaiana (0,66 dias) e em Bom Jesus (3,37 dias). As reduções observadas no número de dias com temperaturas mínimas abaixo do percentil 35 são significativas apenas em Iraí (7,39 dias), Encruzilhada do Sul (4 dias), Pelotas (3,92 dias) e em São Luiz Gonzaga (3,33 dias).

Verifica-se, para o período sazonal de outono (Tabela 32), que a maioria das regiões em estudo apresentou tendências negativas das ondas de frio nas temperaturas mínimas no outono, exceto Bom Jesus. Nota-se, ainda, que as tendências foram significativas apenas em São Luiz Gonzaga, Uruguaiana, Pelotas e em Iraí, sendo que, nesta última, a 1%. Isto representa um decréscimo do número máximo de dias consecutivos acima do percentil 35 nestes 45 anos em estudo.

Na Tabela 33, verifica-se que apenas as tendências observadas em Bom Jesus e em Iraí são significativas (1%). Mostrando que, em Bom Jesus, região em que a tendência foi mais expressiva, o número máximo de dias consecutivos de temperaturas mínimas abaixo do percentil 35 tendeu a aumentar na estação mais fria do ano. Em Iraí, representando o extremo norte do Estado, houve uma diminuição no comprimento máximo das ondas de frio nas temperaturas mínimas.

Tabela 30 - Valores da inclinação (b), tendência (variação total) e teste de significância *t* student (*t*) das ondas de frio nas temperaturas mínimas de primavera nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.

ESTAÇÃO	<i>b</i>	<i>Tendência</i>	<i>t</i>
	(nº dias/ano)	(nº dias em 45 anos)	(sem unidade)
BENTO GONÇALVES	-0,04475	-2,01	-0,91NS
BAGÉ	-0,07444	-3,35	-1,55NS
BOM JESUS	0,05863	2,64	1,03NS
ENCRUZILHADA DO SUL	-0,10013	-4,51	-2,40*
IRAÍ	-0,13188	-5,93	-2,88**
PASSO FUNDO	-0,08393	-3,78	-1,62NS
PELOTAS	-0,10040	-4,52	-2,39*
PORTO ALEGRE	-0,01884	-0,85	-0,39NS
SÃO LUIZ GONZAGA	-0,14928	-6,72	-3,48**
SANTA MARIA	-0,09552	-4,30	-1,79*
SANTA VITORIA DO PALMAR	-0,02477	-1,11	-0,51NS
TORRES	-0,08340	-3,75	-1,65NS
URUGUAIANA	-0,12385	-5,57	-2,23*

Nota: Valores significativos a 1% de probabilidade (**), valores significativos a 5% de probabilidade (*) e valores não significativos nem 5% (NS).

Tabela 31 - Valores da inclinação (b), tendência (variação total) e teste de significância *t* student (*t*) das ondas de frio nas temperaturas mínimas de verão nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.

ESTAÇÃO	<i>b</i>	<i>Tendência</i>	<i>t</i>
	(nº dias/ano)	(nº dias em 45 anos)	(sem unidade)
BENTO GONÇALVES	-0,02206	-0,99	-0,57NS
BAGÉ	-0,00870	-0,39	-0,25NS
BOM JESUS	0,07497	3,37	1,76*
ENCRUZILHADA DO SUL	-0,08880	-4,00	-2,96**
IRAÍ	-0,16430	-7,39	-3,29**
PASSO FUNDO	-0,02385	-1,07	-0,51NS
PELOTAS	-0,08709	-3,92	-3,24**
PORTO ALEGRE	-0,03544	-1,59	-0,86NS
SÃO LUIZ GONZAGA	-0,07404	-3,33	-1,95*
SANTA MARIA	-0,03531	-1,59	-0,91NS
SANTA VITORIA DO PALMAR	-0,00632	-0,28	-0,19NS
TORRES	-0,00369	-0,17	-0,04NS
URUGUAIANA	0,01476	0,66	0,16NS

Nota: Valores significativos a 1% de probabilidade (**), valores significativos a 5% de probabilidade (*) e valores não significativos nem 5% (NS).

Tabela 32 - Valores da inclinação (b), tendência (variação total) e teste de significância *t* student (*t*) das ondas de frio nas temperaturas mínimas de outono nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.

ESTAÇÃO	<i>b</i>	<i>Tendência</i>	<i>t</i>
	(nº dias/ano)	(nº dias em 45 anos)	(sem unidade)
BENTO GONÇALVES	-0,04440	-2,00	-0,96NS
BAGÉ	-0,08946	-4,03	-1,56NS
BOM JESUS	0,08893	4,00	1,54NS
ENCRUZILHADA DO SUL	-0,06166	-2,77	-0,92NS
IRAÍ	-0,12938	-5,82	-3,24**
PASSO FUNDO	-0,01884	-0,85	-0,34NS
PELOTAS	-0,12161	-5,47	-2,31*
PORTO ALEGRE	-0,02161	-0,97	-0,42NS
SÃO LUIZ GONZAGA	-0,10606	-4,77	-1,88*
SANTA MARIA	-0,07694	-3,46	-1,49NS
SANTA VITORIA DO PALMAR	-0,06601	-2,97	-1,20NS
TORRES	-0,07365	-3,31	-1,14NS
URUGUAIANA	-0,13360	-6,01	-1,69*

Nota: Valores significativos a 1% de probabilidade (**), valores significativos a 5% de probabilidade (*) e valores não significativos nem 5% (NS).

Tabela 33 - Valores da inclinação (b), tendência (variação total) e teste de significância *t* student (*t*) das ondas de frio nas temperaturas mínimas de inverno nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.

ESTAÇÃO	<i>b</i>	<i>Tendência</i>	<i>t</i>
	(nº dias/ano)	(nº dias em 45 anos)	(sem unidade)
BENTO GONÇALVES	-0,00654	-0,29	-0,17NS
BAGÉ	0,00777	0,35	0,21NS
BOM JESUS	0,16298	7,33	4,03**
ENCRUZILHADA DO SUL	0,03175	1,43	0,84NS
IRAÍ	-0,10949	-4,93	-2,86**
PASSO FUNDO	0,01159	0,52	0,31NS
PELOTAS	0,00777	0,35	0,20NS
PORTO ALEGRE	0,02332	1,05	0,52NS
SÃO LUIZ GONZAGA	-0,01212	-0,55	-0,35NS
SANTA MARIA	-0,02912	-1,31	-0,96NS
SANTA VITORIA DO PALMAR	0,06100	2,75	1,42NS
TORRES	0,02806	1,26	0,53NS
URUGUAIANA	-0,01462	-0,66	-0,24NS

Nota: Valores significativos a 1% de probabilidade (**), valores significativos a 5% de probabilidade (*) e valores não significativos nem 5% (NS).

A Figura 04 representa a distribuição espacial da tendência das ondas de frio nas temperaturas mínimas ao longo do ano no Rio Grande do Sul no período compreendido entre 1961 e 2005.

Na Figura 4a observa-se que, para a primavera, os comprimentos máximos das ondas de frio nas temperaturas mínimas tenderam a diminuir nestes últimos 45 anos em todo o Estado, exceto na região da Serra do Nordeste (Bom Jesus).

Na estação mais quente do ano (Figura 4b), as ondas de frio vêm aumentando no oeste e no nordeste do Rio Grande do Sul, enquanto que no extremo norte, estas ondas tenderam a diminuir expressivamente.

Verifica-se ainda que, na metade oeste do Estado, os comprimentos máximos das ondas de frio reduziram expressivamente no outono nos 45 anos estudados. No entanto, vêm aumentando no nordeste do Rio Grande do Sul (Figura 4c).

Observa-se, na Figura 4d, que no inverno existe tendência de redução das ondas de frio na metade oeste do estado, sendo mais intensa no extremo norte, enquanto que, na metade leste, estas ondas tenderam a aumentar, mais expressivamente na Serra do Nordeste.

No geral (Figuras 4a, 4b, 4c, 4d), as ondas de frio nas temperaturas mínimas vêm reduzindo na maior parte do Estado, ao longo do ano, exceto no inverno, período em que, nas regiões mais próximas ao litoral Gaúcho, observou-se aumento no comprimento máximo das ondas de frio nas temperaturas mínimas nos últimos 45 anos. É importante, também, destacar o aparecimento freqüente do núcleo de tendência positiva observado na Serra do Nordeste em todas as estações do ano.

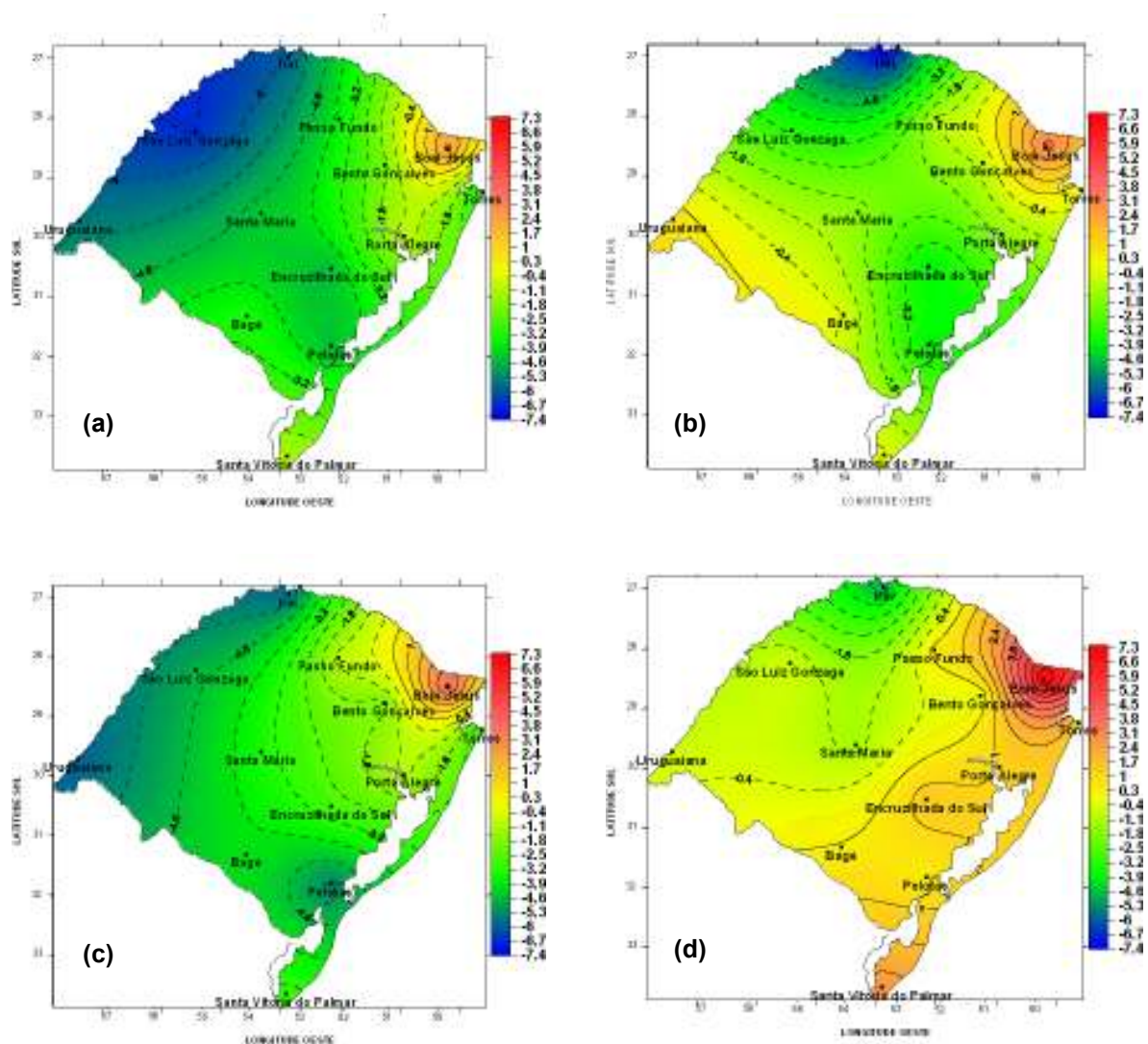


Figura 04 – Distribuição espacial da variação total das ondas de frio nas temperaturas mínimas no Rio Grande do Sul no período entre 1961 e 2005 no (a): Primavera (a); Verão (b); Outono (c); Inverno (d).

4.1.9 – Ondas de calor nas temperaturas mínimas

Nas Tabelas 34 a 37, estão listados os valores do coeficiente de inclinação da reta, da variação total e do valor mínimo do teste t para as ondas de calor das temperaturas mínimas ao longo do ano para as 13 regiões em estudo no período compreendido entre 1961 e 2005.

Observa-se, na Tabela 34, que as ondas de calor nas temperaturas mínimas tenderam a aumentar na maioria das regiões em estudo na primavera nestes últimos 45 anos. Apenas em Bom Jesus, Bagé e em Iraí estas variações

foram significativas. A tendência mais expressiva foi observada em Iraí (6,18 dias), onde o número máximo de dias consecutivos com temperaturas mínimas acima do percentil 65 apresentou aumento. Porém, dentre as significativas, apenas em Bagé esta tendência é negativa (3,91 dias).

No verão as ondas de calor também tenderam a aumentar no Estado (Tabela 35). No entanto, as tendências, observadas, em Bagé, Bom Jesus, Passo Fundo, Porto Alegre e em Uruguaiana não são significativas nem a 5%. Observa-se, também, que em todas as regiões significativas, o número máximo de dias consecutivos acima do percentil 65 tendeu a aumentar neste período de estudo, sendo que Encruzilhada do Sul e Santa Maria onde ocorreram aumentos mais expressivos das ondas de calor no verão.

Assim, como foi observado para o verão (Tabela 34), as ondas de calor no Estado durante o outono (Tabela 35) tenderam a ficar mais extensas em todas as regiões de estudo, sendo este aumento mais expressivo e significativo a 1% em Iraí. É válido destacar, também, que a região noroeste do Estado, representada por São Luiz Gonzaga, também apresentou um forte aumento no número máximo de dias consecutivos acima do percentil 65.

Já no período mais frio do ano, pode-se observar, na Tabela 36, que as tendências das ondas de calor das temperaturas mínimas foram significativas apenas em Bagé e em Iraí (significância a 5%), sendo esta última a de maior variação. Percebe-se que na parte sul do Estado (Bagé) ocorreu diminuição do número máximo de dias consecutivos acima do percentil 65. Já na região localizada no extremo norte do Estado (Iraí), as ondas de calor das temperaturas mínimas tenderam a ficar mais extensas.

Tabela 34 - Valores da inclinação (b), tendência (variação total) e teste de significância *t* student (*t*) das ondas de calor nas temperaturas mínimas de primavera nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.

ESTAÇÃO	<i>b</i>	<i>Tendência</i>	<i>t</i>
	(nº dias/ano)	(nº dias em 45 anos)	(sem unidade)
BENTO GONÇALVES	0,04405	1,98	0,99NS
BAGÉ	-0,08682	-3,91	-2,22*
BOM JESUS	0,10119	4,55	2,61**
ENCRUZILHADA DO SUL	0,02925	1,32	0,79NS
IRAÍ	0,13742	6,18	2,70**
PASSO FUNDO	0,01133	0,51	0,26NS
PELOTAS	0,04875	2,19	0,93NS
PORTO ALEGRE	-0,06495	-2,92	-1,58NS
SÃO LUIZ GONZAGA	0,07549	3,40	1,49NS
SANTA MARIA	0,04321	1,94	0,99NS
SANTA VITORIA DO PALMAR	-0,05244	-2,36	-1,55NS
TORRES	0,09196	4,14	1,41NS
URUGUAIANA	0,00171	0,08	0,04NS

Nota: Valores significativos a 1% de probabilidade (**), valores significativos a 5% de probabilidade (*) e valores não significativos nem 5% (NS).

Tabela 35 - Valores da inclinação (b), tendência (variação total) e teste de significância *t* student (*t*) das ondas de calor nas temperaturas mínimas de verão nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.

ESTAÇÃO	<i>b</i>	<i>Tendência</i>	<i>t</i>
	(nº dias/ano)	(nº dias em 45 anos)	(sem unidade)
BENTO GONÇALVES	0,12918	5,81	2,18*
BAGÉ	0,07800	3,51	1,43NS
BOM JESUS	0,06285	2,83	1,06NS
ENCRUZILHADA DO SUL	0,19671	8,85	2,75**
IRAÍ	0,17615	7,93	3,36**
PASSO FUNDO	0,03109	1,40	0,67NS
PELOTAS	0,15270	6,87	2,53**
PORTO ALEGRE	0,05876	2,64	0,99NS
SÃO LUIZ GONZAGA	0,08617	3,88	1,98*
SANTA MARIA	0,18841	8,48	3,30**
SANTA VITORIA DO PALMAR	0,08472	3,81	1,79*
TORRES	0,12411	5,58	2,00*
URUGUAIANA	0,01792	0,81	0,40NS

Nota: Valores significativos a 1% de probabilidade (**), valores significativos a 5% de probabilidade (*) e valores não significativos nem 5% (NS).

Tabela 36 - Valores da inclinação (b), tendência (variação total) e teste de significância *t* student (*t*) das ondas de calor nas temperaturas mínimas de outono nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.

ESTAÇÃO	<i>b</i> (nº dias/ano)	<i>Tendência</i> (nº dias em 45 anos)	<i>t</i> (sem unidade)
BENTO GONÇALVES	0,12504	5,63	2,57**
BAGÉ	0,03702	1,67	0,92NS
BOM JESUS	0,12213	5,50	2,11*
ENCRUZILHADA DO SUL	0,10369	4,67	2,31*
IRAÍ	0,23202	10,44	3,47**
PASSO FUNDO	0,02292	1,03	0,37NS
PELOTAS	0,08406	3,78	1,52NS
PORTO ALEGRE	0,05389	2,42	1,06NS
SÃO LUIZ GONZAGA	0,14295	6,43	3,27**
SANTA MARIA	0,10896	4,90	1,96*
SANTA VITORIA DO PALMAR	0,04242	1,91	1,09NS
TORRES	0,04664	2,10	0,70NS
URUGUAIANA	0,07075	3,18	1,30NS

Nota: Valores significativos a 1% de probabilidade (**), valores significativos a 5% de probabilidade (*) e valores não significativos nem 5% (NS).

Tabela 37 - Valores da inclinação (b), tendência (variação total) e teste de significância *t* student (*t*) das ondas de calor nas temperaturas mínimas de inverno nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.

ESTAÇÃO	<i>b</i>	<i>Tendência</i>	<i>t</i>
	(nº dias/ano)	(nº dias em 45 anos)	(sem unidade)
BENTO GONÇALVES	-0,00338	-0,15	-0,08NS
BAGÉ	-0,06561	-2,95	-1,78*
BOM JESUS	0,01502	0,68	0,28NS
ENCRUZILHADA DO SUL	-0,00567	-0,25	-0,18NS
IRAÍ	0,09209	4,14	1,98*
PASSO FUNDO	-0,03294	-1,48	-0,83NS
PELOTAS	-0,01818	-0,82	-0,46NS
PORTO ALEGRE	-0,06851	-3,08	-1,58NS
SÃO LUIZ GONZAGA	0,00883	0,40	0,29NS
SANTA MARIA	0,02332	1,05	0,66NS
SANTA VITORIA DO PALMAR	-0,03043	-1,37	-0,90NS
TORRES	-0,01462	-0,66	-0,28NS
URUGUAIANA	0,05679	2,56	0,86NS

Nota: Valores significativos a 1% de probabilidade (**), valores significativos a 5% de probabilidade (*) e valores não significativos nem 5% (NS).

A Figura 05 representa a distribuição espacial da tendência das ondas de calor das temperaturas mínimas ao longo do ano no Rio Grande do Sul, no período compreendido entre 1961 e 2005.

Observa-se, para a primavera (Figura 5a), que os comprimentos máximos das ondas de calor das temperaturas mínimas tenderam a aumentar na maior parte do Estado, sendo mais intensas no Extremo Norte (Iraí). Um comportamento inverso foi observado em Porto Alegre, Bagé e Santa Vitória do Palmar, indicando redução no número de dias com temperaturas mínimas acima do percentil 65 (ondas de calor das temperaturas mínimas) nestes 45 anos de estudo.

No verão (Figura 5b), verifica-se padrão definido por tendências positivas das ondas de calor em todo o Estado, de maior intensidade nas localidades de Santa Maria e Encruzilhada do Sul. No oeste do estado (Uruguaiana) nota-se a menor variação total de aumento nestas ondas.

O comprimento máximo das ondas de calor no outono (Figura 5c) apresentou padrão semelhante ao observado no verão (Figura 5b). Foram encontradas as maiores tendências positivas no Extremo Norte de Estado, enquanto que as de menor intensidade, no sudoeste (região de Campanha), Extremo Sul, parte norte do Litoral do Estado e Passo Fundo, na serra gaúcha.

Para a estação mais fria do ano (Figura 5d), em Santa Maria, Bom Jesus e nas regiões que fazem fronteiras com a Argentina, as ondas de calor tenderam a aumentar no período temporal estudado. As tendências de redução mais expressivas foram observadas em Bagé e em Porto Alegre neste período sazonal.

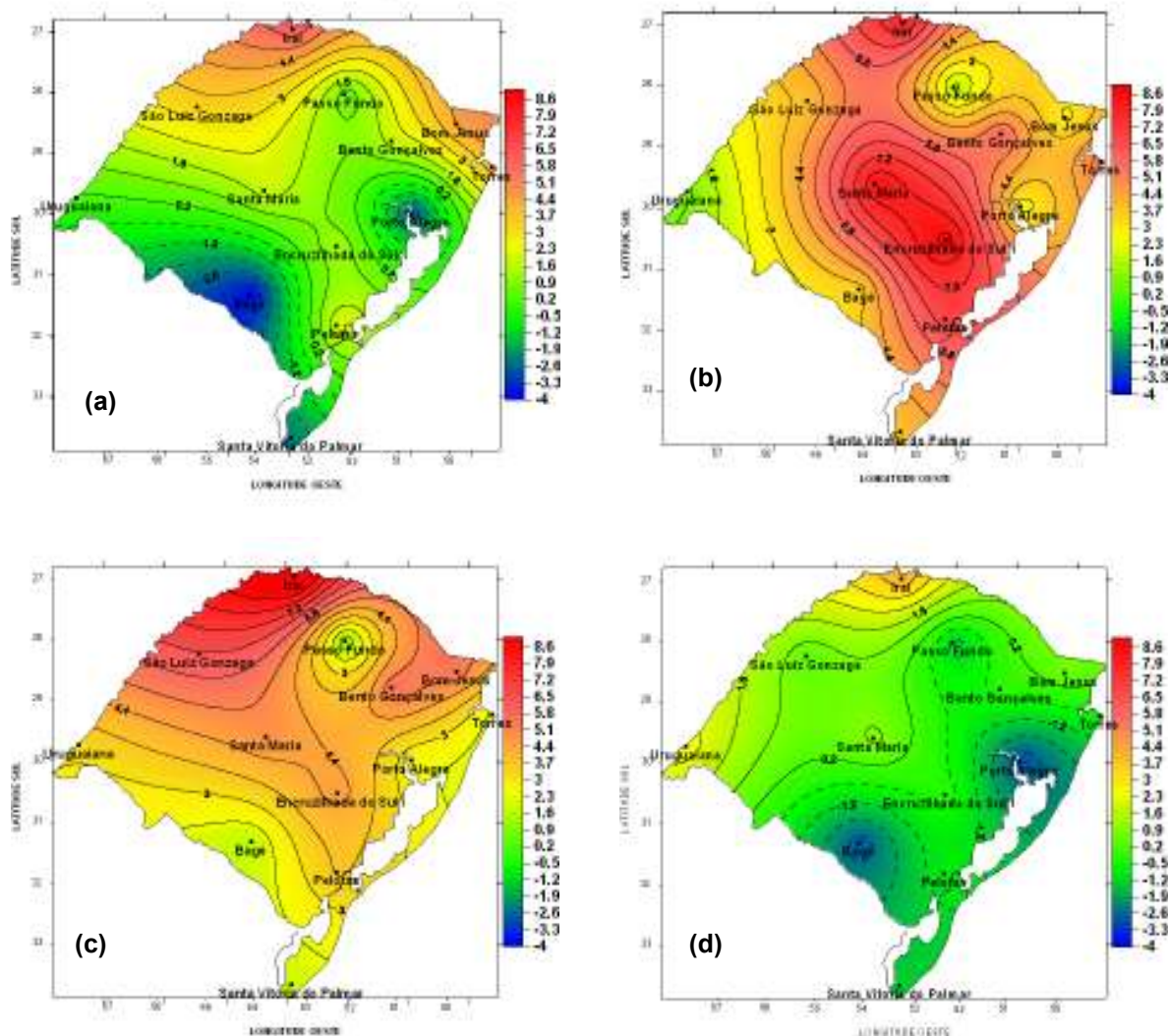


Figura 5 – Distribuição espacial da tendência das ondas de calor nas temperaturas mínimas no Rio Grande do Sul no período entre 1961 e 2005 no (a): Primavera (a); Verão (b); Outono (c); Inverno (d).

4.2 - Índices de temperatura máxima

4.2.1 – Média sazonal das temperaturas máximas

Nas tabelas de números 38 a 41, estão listados os valores do coeficiente de inclinação, tendências (variação total), teste de significância e a média climatológica da média sazonal da temperatura máxima nas 13 regiões de estudo no período de 1961 e 2005 para as quatro estações do ano.

A climatologia da média sazonal da temperatura máxima na primavera (TABELA 38) mostra que as máximas ultrapassam os 29°C em Iraí, São Luiz Gonzaga, enquanto que, na região de maior altitude (Bom Jesus), a máxima não ultrapassa os 22,5°C. Nota-se, ainda, que as tendências da temperatura máxima foram maiores e positivas em Torres, Encruzilhada do Sul, Bom Jesus e São Luiz Gonzaga, todos com nível de significância de 1% de probabilidade, sendo que, nesta última cidade, onde a variação total da temperatura foi superior a 2°C em relação à climatologia esperada. Enquanto, que, nas demais localidades, esta variação não ultrapassou 0,9°C. Dentre elas, a tendência da temperatura máxima vem reduzindo em Bento Gonçalves, Bagé, Iraí e Uruguaiana, porém não significativas.

Para o verão (Tabela 39), são esperados valores médios sazonais de temperatura máxima superiores a 26°C em todas as regiões de estudo, exceto na região de maior altitude (Bom Jesus), enquanto que, Iraí, São Luiz Gonzaga e Uruguaiana, estes valores superam os 30°C. Percebe-se, ainda, nesta Tabela (39), que em Bom Jesus, São Luiz Gonzaga, Encruzilhada do Sul e Torres foram observadas as maiores variações positivas da média sazonal da temperatura máxima, significativo a 1%, sendo nas três últimas regiões citadas, superiores a 2°C em relação à climatologia. Observa-se ainda que, dentre as estações meteorológicas que apresentaram tendência negativa deste índice de temperatura, apenas em Bagé esta variação foi superior a 1°C, significativo a 5% de probabilidade, o que representa uma variação de aproximadamente -0,02°C/ano.

Durante o outono (Tabela 40), segundo a climatologia padrão, são esperadas médias sazonais de temperatura máxima amenas, para as 13 regiões em estudo, variando entre 20°C e pouco mais de 24°C. Com exceção de Santa Vitória do Palmar, Encruzilhada do Sul e Bom Jesus, que apresentam médias inferiores aos 20°C. Observa-se, também, Tabela 40, que as maiores tendências positivas das médias sazonais da temperatura máxima, nos últimos 45 anos, ocorreram em Bom Jesus, Encruzilhada do Sul, São Luiz Gonzaga e Torres, fato observado na primavera e no verão. No entanto, a variação ocorrida no outono em Bom Jesus (1,18°C) não é significativa nem a 5% de probabilidade.

Na estação do ano mais fria (inverno), Tabela 41, as médias sazonais da temperatura máxima para as regiões de estudo, segundo a climatologia, variam entre 17°C (Bom Jesus e Santa Vitória do Palmar) e 23,5°C em Iraí. Pode-se notar, ainda, que as variações das médias sazonais da temperatura não atingiram 1°C,

pois neste período sazonal não são encontradas grandes amplitudes térmicas. No entanto, de acordo com a estatística utilizada neste estudo, dentre as localidades estudadas, apenas as tendências de aumento ocorridas em Encruzilhada do Sul ($0,913^{\circ}\text{C}$), São Luiz Gonzaga ($0,918^{\circ}\text{C}$) e Torres ($0,77^{\circ}\text{C}$) são significativas a 5% de probabilidade. Estas tendências, por sua vez, representam variações neste índice de temperatura de, aproximadamente, $0,017^{\circ}\text{C}/\text{ano}$ em Torres e de $0,002^{\circ}\text{C}/\text{ano}$ nas outras duas localidades.

São mostrados, na Figura 6, os gráficos da tendência da média sazonal da temperatura máxima das regiões que apresentaram as maiores variações deste índice de temperatura no período entre 1961 e 2005. Em Bom Jesus, na primavera (Figura 6a), esta variação foi de $0,041^{\circ}\text{C}$ por ano. Em Torres, durante o verão (Figura 6b) e o outono (Figura 6c), a variação anual foi de, respectivamente, $0,05^{\circ}\text{C}$ por ano e $0,043^{\circ}\text{C}$ por ano. Já, no inverno, em Encruzilhada do Sul (Figura 6d) a variação foi de $0,02^{\circ}\text{C}$ por ano, a menor observada dentre as anteriores.

A correlação entre a média sazonal da temperatura máxima e o tempo apresenta maior valor em Torres, no período sazonal de verão (Figura 6b), onde $R^2=0,50$, evidenciando a alta significância desta mudança.

Tabela 38 - Valores da inclinação (*b*), tendência (variação total), teste de significância *t* student (*t*) e a média climatológica (μ) da média sazonal da temperatura máxima de primavera nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.

ESTAÇÃO	<i>b</i>	<i>Tendência</i>	<i>t</i>	μ
	(°C/ano)	(°C em 45 anos)	(sem unidade)	(°C/ano)
BENTO GONÇALVES	-0,00768	-0,35	-0,80NS	24,78
BAGÉ	-0,01815	-0,82	-1,48NS	26,29
BOM JESUS	0,04133	1,86	3,19 **	22,36
ENCRUZILHADA DO SUL	0,03809	1,71	3,66 **	25,03
IRAÍ	-0,00092	-0,04	-0,09NS	29,63
PASSO FUNDO	0,01102	0,50	1,32NS	26,02
PELOTAS	0,01452	0,65	1,89 *	24,50
PORTO ALEGRE	0,01443	0,65	1,51NS	26,92
SÃO LUIZ GONZAGA	0,04498	2,02	4,01 **	29,15
SANTA MARIA	0,01285	0,58	1,30NS	27,40
SANTA VITORIA DO PALMAR	0,00414	0,19	0,45NS	23,57
TORRES	0,03659	1,65	4,93 **	23,23
URUGUAIANA	-0,01548	-0,70	-1,07NS	28,10

Nota: Valores significativos a 1% de probabilidade (**), valores significativos a 5% de probabilidade (*) e valores não significativos nem 5% (NS).

Tabela 39 - Valores da inclinação (*b*), tendência (variação total), teste de significância *t* student (*t*) e a média climatológica (μ) da média sazonal da temperatura máxima de verão nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.

ESTAÇÃO	<i>b</i>	<i>Tendência</i>	<i>t</i>	μ
	(°C/ano)	(°C em 45 anos)	(sem unidade)	(°C/ano)
BENTO GONÇALVES	-0,01194	-0,54	-1,52NS	26,97
BAGÉ	-0,02421	-1,09	-2,27 *	29,04
BOM JESUS	0,03956	1,78	4,39 **	24,42
ENCRUZILHADA DO SUL	0,04915	2,21	5,01 **	27,44
IRAÍ	-0,00559	-0,25	-0,48NS	31,55
PASSO FUNDO	0,00443	0,20	0,51NS	27,67
PELOTAS	0,01005	0,45	1,37NS	27,65
PORTO ALEGRE	0,01576	0,71	1,91 *	29,67
SÃO LUIZ GONZAGA	0,04661	2,10	4,40 **	31,01
SANTA MARIA	0,01987	0,89	2,22 *	29,60
SANTA VITORIA DO PALMAR	-0,00514	-0,23	-0,55NS	26,96
TORRES	0,05055	2,27	6,99 **	26,36
URUGUAIANA	-0,01551	-0,70	-1,16NS	30,44

Nota: Valores significativos a 1% de probabilidade (**), valores significativos a 5% de probabilidade (*) e valores não significativos nem 5% (NS).

Tabela 40 - Valores da inclinação (*b*), tendência (variação total), teste de significância *t* student (*t*) e a média climatológica (μ) da média sazonal da temperatura mínima de outono nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.

ESTAÇÃO	<i>b</i>	<i>Tendência</i>	<i>t</i>	μ
	(°C/ano)	(°C em 45 anos)	(sem unidade)	(°C/ano)
BENTO GONÇALVES	-0,01956	-0,880	-1,59NS	20,22
BAGÉ	-0,03072	-1,382	-2,63 **	20,91
BOM JESUS	0,02636	1,186	1,45NS	18,43
ENCRUZILHADA DO SUL	0,02562	1,153	2,19 *	19,92
IRAÍ	-0,00198	-0,089	-0,09NS	24,24
PASSO FUNDO	0,00858	0,386	0,76NS	21,08
PELOTAS	0,00665	0,299	0,65NS	20,86
PORTO ALEGRE	0,00893	0,402	0,64NS	22,53
SÃO LUIZ GONZAGA	0,02769	1,246	2,56 **	23,32
SANTA MARIA	0,00008	0,004	0,01NS	22,25
SANTA VITORIA DO PALMAR	-0,00588	-0,265	-0,58NS	19,72
TORRES	0,04358	1,961	4,05 **	21,71
URUGUAIANA	-0,01784	-0,803	-1,16NS	22,24

Nota: Valores significativos a 1% de probabilidade (**), valores significativos a 5% de probabilidade (*) e valores não significativos nem 5% (NS).

Tabela 41 - Valores da inclinação (*b*), tendência (variação total), teste de significância *t* student (*t*) e a média climatológica (μ) da média sazonal da temperatura máxima de inverno nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.

ESTAÇÃO	<i>b</i>	<i>Tendência</i>	<i>t</i>	μ
	(°C/ano)	(°C em 45 anos)	(sem unidade)	(°C/ano)
BENTO GONÇALVES	-0,01453	-0,65	-1,17NS	19,29
BAGÉ	-0,00833	-0,38	-0,90NS	19,25
BOM JESUS	0,01347	0,61	1,10NS	17,64
ENCRUZILHADA DO SUL	0,02031	0,91	2,05 *	18,27
IRAÍ	0,01412	0,64	1,16NS	23,54
PASSO FUNDO	-0,00873	-0,39	-0,72NS	19,91
PELOTAS	0,01362	0,61	1,50NS	18,49
PORTO ALEGRE	0,00993	0,45	0,99NS	20,81
SÃO LUIZ GONZAGA	0,02042	0,92	1,74 *	22,19
SANTA MARIA	0,01048	0,47	0,96NS	20,64
SANTA VITORIA DO PALMAR	-0,00058	-0,03	-0,06NS	17,17
TORRES	0,01727	0,78	1,86 *	19,03
URUGUAIANA	0,00087	0,04	0,06NS	20,82

Nota: Valores significativos a 1% de probabilidade (**), valores significativos a 5% de probabilidade (*) e valores não significativos nem 5% (NS).

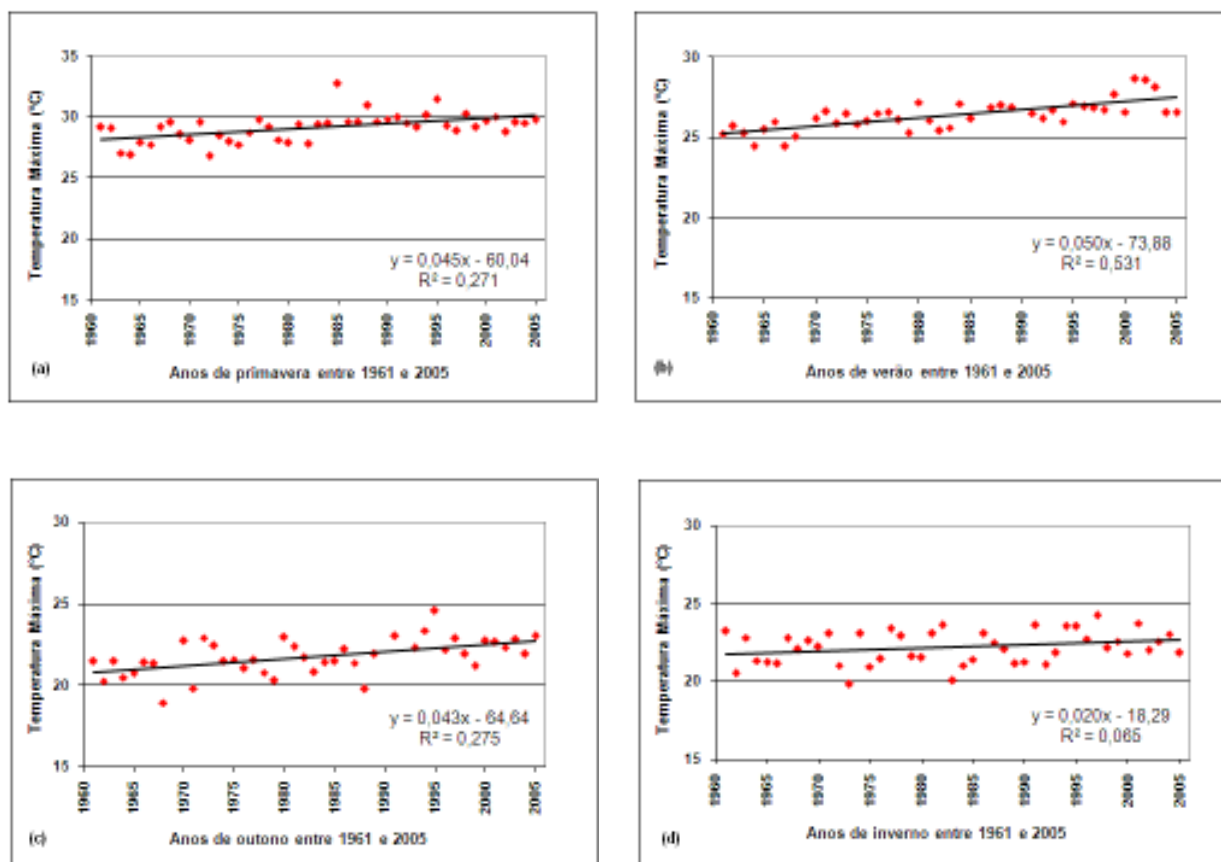


Figura 6 – Tendências das médias sazonais da temperatura máxima em São Luiz Gonzaga durante a primavera (a), em Torres durante o verão (b) e outono (c) e em São Luiz Gonzaga durante o inverno (d) no período entre 1961 e 2005.

A Figura 7 representa a distribuição espacial da tendência (variação total) da média sazonal da temperatura máxima no Rio Grande do Sul, nas quatro estações do ano, no período compreendido entre 1961 e 2005.

Observando-se a distribuição da temperatura máxima (Figuras 7a, 7b, 7c e 7d), nota-se o aparecimento freqüente de dois núcleos de tendências positivas localizados a noroeste e a sudeste do Estado, sendo que, durante a primavera e o verão, as variações de aumento observadas foram maiores. Nos extremos sul e norte do Estado, as médias sazonais da temperatura máxima vêm aumentando em todas as estações do ano. Já em Bento Gonçalves, o comportamento da temperatura foi oposto ao observado nas regiões anteriores. Este comportamento de redução nas temperaturas máximas, ao longo do ano, também foi observado nas regiões da Campanha, exceto no inverno (Figura 7d), onde esta redução ocorreu apenas em Bagé. É válido verificar, ainda, que em quase todo o litoral do Estado, as

tendências positivas da temperatura máxima foram persistentes durante as quatro estações do ano, em especial em Bom Jesus e Torres.

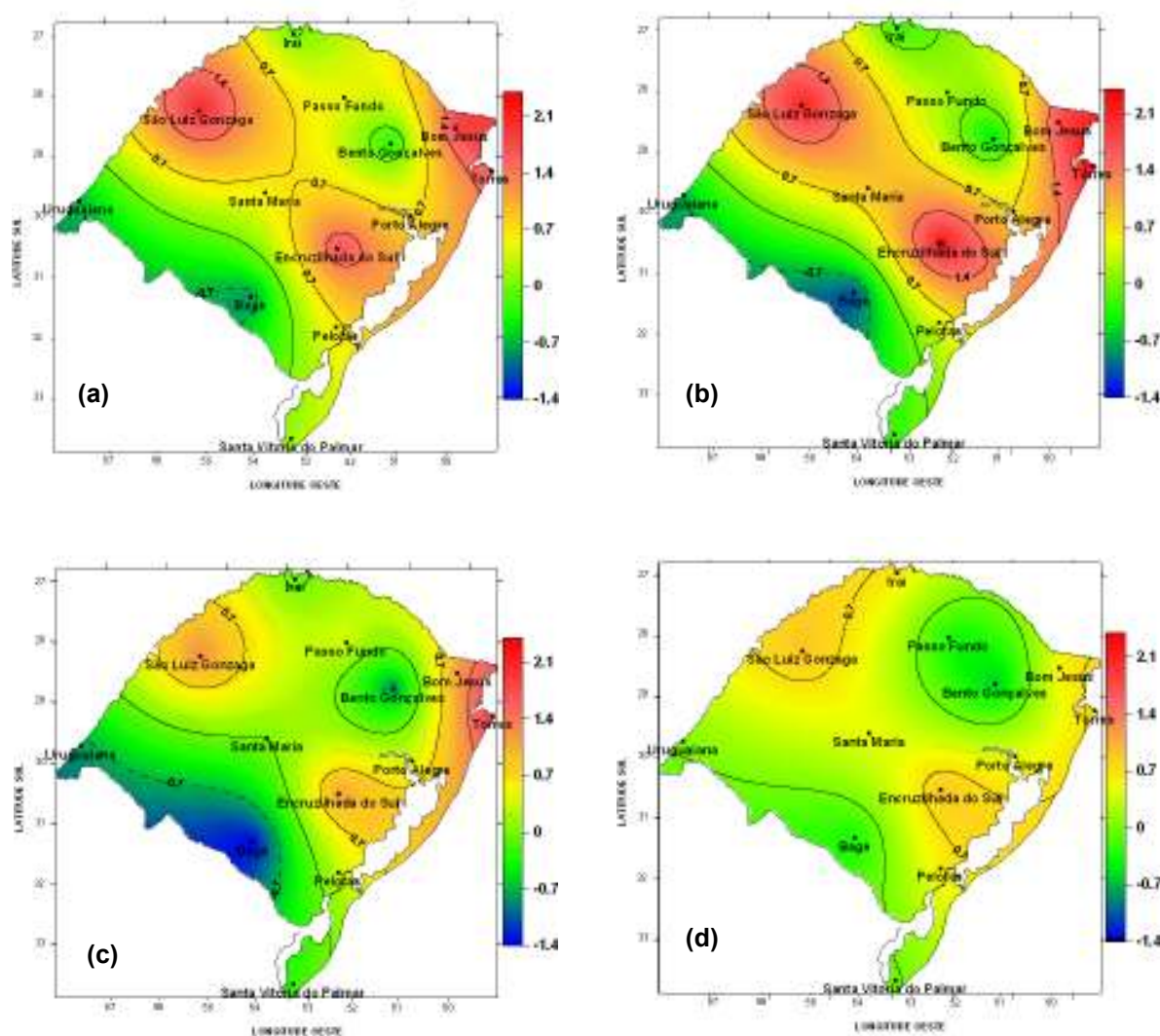


Figura 7 – Distribuição espacial da variação total da média sazonal da temperatura máxima no Rio Grande do Sul no período entre 1961 e 2005 no (a): Primavera (a); Verão (b); Outono (c); Inverno (d).

4.2.2 – Mínimos absolutos das temperaturas máximas

Nas Tabelas de números 42 a 45, estão listados os valores dos mínimos absolutos da temperatura máxima ao longo do ano para as 13 regiões selecionadas no período temporal compreendido entre 1961 e 2005. A climatologia esperada para a primavera (Tabela 42) mostra que os valores mínimos absolutos variam entre 14°C e 18°C, sendo em Bom Jesus o menor valor esperado para este índice de temperatura (13,3°C) e o extremo superior do mínimo absoluto em Irajá (19,69°C).

Observa-se, nessa Tabela (42), que este índice de temperatura tende a aumentar na maior parte das regiões, com exceção de Bento Gonçalves, Bagé e Uruguaiana. Porém, os resultados encontrados para este índice em todas as localidades em estudo não são significativos a 1% e nem 5% de probabilidade. Significa dizer que, entre os valores mínimos absolutos e o tempo durante a primavera não há correlação ou, se há, é muito pequena.

No verão (Tabela 43) a climatologia mostra, para a maioria das regiões, valores mínimos absolutos acima de 20°C, exceto em Bento Gonçalves, Bom Jesus, Encruzilhada do Sul e Passo Fundo, onde os mínimos variam entre 16°C e 19°C. Isso se deve ao fato de serem, dentre as regiões selecionadas, as de maior altitude. Para este período sazonal observa-se a predominância de tendências positivas nos mínimos absolutos da temperatura máxima, exceto em Uruguaiana. As variações foram maiores em Torres (2,08°C) e Encruzilhada do Sul (2,52°C) no nível de significância a 1% de probabilidade. Estes resultados representam variação de 0,046°C/ano e 0,056°C/ano, respectivamente, nos mínimos absolutos da temperatura máxima nestes 45 anos de estudo.

Observa-se na climatologia esperada para o outono (Tabela 44) uma variabilidade entre os valores mínimos absolutos da temperatura máxima, pois na maioria das regiões os mínimos de temperatura ficam acima de 10°C, enquanto que nas quatro regiões localizadas a mais de 400m de altitude, os mínimos absolutos da temperatura variam entre 7°C e 9,5°C. Nos resultados obtidos para este índice no outono, observa-se que, na maioria das regiões, os mínimos absolutos foram acima de 1°C. Porém, de acordo com a estatística empregada (teste t), apenas os resultados encontrados em Bom Jesus (3,37°C), Passo Fundo (1,90°C) e Encruzilhada do Sul (2,39°C) são significativos. As tendências positivas observadas nestas três regiões representam, respectivamente, acréscimo de, aproximadamente, 0,07°C/ano, 0,04°C/ano e 0,05°C/ano neste índice de temperatura no outono.

Os mínimos absolutos da temperatura máxima no período mais frio do ano (Tabela 45), de acordo com a climatologia esperada, variam entre 10°C e 12°C nas regiões a oeste do Estado, incluindo Santa Maria, e litoral. Nas demais regiões, não atingem 9°C, sendo Bom Jesus a que apresentou menor valor (5,6°C). Durante o inverno, dentre as 13 regiões de estudo, em 6 foram observadas tendências negativas deste índice, porém, apenas, as variações totais verificadas em Bento Gonçalves (-1,96°C) e em Santa Vitória do Palmar (-1,18°C) são significativas (5%).

Tabela 42 - Valores da inclinação (*b*), tendência (variação total), teste de significância *t* student (*t*) e a média climatológica (μ) do mínimo absoluto da temperatura máxima de primavera nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.

ESTAÇÃO	<i>b</i>	<i>Tendência</i>	<i>t</i>	μ
	(°C/ano)	(°C em 45 anos)	(sem unidade)	(°C/ano)
BENTO GONÇALVES	-0,01659	-0,75	-0,017NS	14,99
BAGÉ	-0,01391	-0,63	-0,010NS	15,98
BOM JESUS	0,03846	1,73	0,047NS	13,11
ENCRUZILHADA DO SUL	0,02688	1,21	0,064NS	15,29
IRAÍ	0,00975	0,44	0,005NS	19,69
PASSO FUNDO	0,00569	0,26	0,002NS	16,09
PELOTAS	0,01577	0,71	0,020NS	16,42
PORTO ALEGRE	0,02009	0,90	0,045NS	17,85
SÃO LUIZ GONZAGA	0,02918	1,31	0,038NS	18,56
SANTA MARIA	0,00589	0,27	0,002NS	17,71
SANTA VITORIA DO PALMAR	0,01419	0,64	0,015NS	14,78
TORRES	0,02765	1,24	0,062NS	17,55
URUGUAIANA	-0,01480	-0,67	-0,010NS	17,95

Nota: Valores significativos a 1% de probabilidade (**), valores significativos a 5% de probabilidade (*) e valores não significativos nem 5% (NS).

Tabela 43 - Valores da inclinação (*b*), tendência (variação total), teste de significância *t* student (*t*) e a média climatológica (μ) do mínimo absoluto da temperatura máxima de verão nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.

ESTAÇÃO	<i>b</i>	<i>Tendência</i>	<i>t</i>	μ
	(°C/ano)	(°C em 45 anos)	(sem unidade)	(°C/ano)
BENTO GONÇALVES	0,03917	1,76	1,790 *	18,48
BAGÉ	0,00271	0,12	0,164NS	20,23
BOM JESUS	0,04010	1,80	1,732 *	16,39
ENCRUZILHADA DO SUL	0,05609	2,52	2,887 **	19,04
IRAÍ	0,03412	1,54	1,684 *	22,76
PASSO FUNDO	0,04390	1,98	1,982 *	18,95
PELOTAS	0,03070	1,38	1,960 *	20,93
PORTO ALEGRE	0,03983	1,79	2,244 *	21,84
SÃO LUIZ GONZAGA	0,03837	1,73	1,648NS	21,87
SANTA MARIA	0,02242	1,01	0,926NS	21,33
SANTA VITORIA DO PALMAR	0,02021	0,91	1,483NS	20,30
TORRES	0,04631	2,08	3,374 **	21,69
URUGUAIANA	-0,00013	-0,01	-0,006NS	20,95

Nota: Valores significativos a 1% de probabilidade (**), valores significativos a 5% de probabilidade (*) e valores não significativos a 1% e nem 5% (NS).

Tabela 44 - Valores da inclinação (*b*), tendência (variação total), teste de significância *t* student (*t*) e a média climatológica (μ) do mínimo absoluto da temperatura máxima de outono nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.

ESTAÇÃO	<i>b</i>	<i>Tendência</i>	<i>t</i>	μ
	(°C/ano)	(°C em 45 anos)	(sem unidade)	(°C/ano)
BENTO GONÇALVES	-0,00260	-0,12	-0,143NS	8,68
BAGÉ	-0,02544	-1,14	-1,203NS	10,06
BOM JESUS	0,07505	3,38	2,031 *	7,80
ENCRUZILHADA DO SUL	0,01679	0,76	0,787NS	9,57
IRAÍ	-0,02883	-1,30	-0,768NS	12,24
PASSO FUNDO	0,04232	1,90	1,921 *	9,15
PELOTAS	0,00364	0,16	0,256NS	11,72
PORTO ALEGRE	0,00539	0,24	0,272NS	12,68
SÃO LUIZ GONZAGA	0,05332	2,40	2,481 **	11,70
SANTA MARIA	0,03942	1,77	1,416NS	11,22
SANTA VITORIA DO PALMAR	0,01063	0,48	0,581NS	11,06
TORRES	0,02838	1,28	0,619NS	13,24
URUGUAIANA	-0,03553	-1,60	-1,180NS	11,30

Nota: Valores significativos a 1% de probabilidade (**), valores significativos a 5% de probabilidade (*) e valores não significativos nem 5% (NS).

Tabela 45 - Valores da inclinação (*b*), tendência (variação total), teste de significância *t* student (*t*) e a média climatológica (μ) do mínimo absoluto da temperatura máxima de inverno nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.

ESTAÇÃO	<i>b</i>	<i>Tendência</i>	<i>t</i>	μ
	(°C/ano)	(°C em 45 anos)	(sem unidade)	(°C/ano)
BENTO GONÇALVES	-0,04371	-1,97	-2,05 *	7,60
BAGÉ	-0,00949	-0,43	-0,50 NS	8,84
BOM JESUS	0,01358	0,63	0,42 NS	5,68
ENCRUZILHADA DO SUL	0,00238	0,11	0,12 NS	8,31
IRAÍ	0,02036	0,92	0,81 NS	11,20
PASSO FUNDO	0,00925	0,42	0,34 NS	7,28
PELOTAS	0,00108	0,05	0,08 NS	10,59
PORTO ALEGRE	0,00829	0,37	0,44 NS	11,38
SÃO LUIZ GONZAGA	0,02086	0,94	0,86 NS	10,14
SANTA MARIA	-0,00818	-0,37	-0,40 NS	10,09
SANTA VITORIA DO PALMAR	-0,02631	-1,18	-1,77 *	10,18
TORRES	-0,00738	-0,33	-0,45 NS	12,59
URUGUAIANA	-0,00971	-0,44	-0,49 NS	10,39

Nota: Valores significativos a 1% de probabilidade (**), valores significativos a 5% de probabilidade (*) e valores não significativos nem 5% (NS).

4.2.3 – Máximos absolutos das temperaturas máximas

Nas Tabelas de números 46 a 49, estão listados os valores dos máximos absolutos da temperatura máxima ao longo do ano para as 13 regiões selecionadas no período temporal em estudo. A climatologia dos máximos absolutos da temperatura máxima na primavera (Tabela 46) mostra a predominância de valores acima de 30°C, com exceção da região de maior altitude (Bom Jesus), onde o valor máximo absoluto da temperatura fica em torno de 29°C. Em seis das 13 regiões de estudo foram observadas as maiores variações neste índice de temperatura com significância a 5% de probabilidade, sendo que em Encruzilhada do Sul e Torres estes valores sofreram acréscimo de mais de 2°C. Porém, dentre as localidades que apresentaram maiores tendências, apenas em Bento Gonçalves ocorreu redução nos valores máximos da temperatura durante a primavera.

Para o verão (Tabela 47) a climatologia mostra que para a maioria das regiões os máximos absolutos da temperatura máxima ficam acima de 32°C, exceto em Bom Jesus (29,9°C). Os resultados encontrados para as tendências deste índice de temperatura são significativos em apenas sete regiões. Dentre elas está Passo Fundo, Bento Gonçalves e Bagé, onde ocorreram reduções totais de mais de 1°C. Enquanto, que as tendências positivas foram observadas em Bom Jesus, São Luiz Gonzaga, Encruzilhada do Sul e Torres.

Para o outono (Tabela 48) a climatologia para este índice de temperatura mostra que a variabilidade entre as regiões é pequena. Porém, Bom Jesus, por se tratar de uma região de altitude bem elevada em relação às demais, o valor máximo absoluto da temperatura esperado é de 24°C. Observa-se, ainda, grande variabilidade das tendências entre as 13 regiões, sendo que apenas três delas apresentaram redução neste índice, porém não significativos. Dentre as tendências positivas e significativas a 1% de probabilidade, destaca-se a localidade de Bom Jesus, onde as variações tenderam a ser superiores a 12°C no outono.

Para os máximos absolutos da temperatura máxima no inverno (Tabela 49) são esperados valores acima de 30°C em Uruguaiana, Pelotas, Irai, Bagé, São Luiz Gonzaga, Santa Maria e Porto Alegre. Nas demais regiões, os máximos não atingem 30°C. Observa-se, também, predomínio de tendências positivas desse índice de temperatura no inverno. Dentre estas tendências, em 7 delas, as variações totais observadas são significativas e acima de 1°C, destaca-se Santa Vitória do Palmar e Torres (significativo a 5%) onde estas variações foram superiores a 3°C.

Tabela 46 - Valores da inclinação (*b*), tendência (variação total), teste de significância *t* student (*t*) e a média climatológica (μ) do máximo absoluto da temperatura máxima de primavera nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.

ESTAÇÃO	<i>b</i>	<i>Tendência</i>	<i>t</i>	μ
	(°C/ano)	(°C em 45 anos)	(sem unidade)	(°C/ano)
BENTO GONÇALVES	-0,02864	-1,29	-1,69 *	33,00
BAGÉ	-0,01527	-0,69	-0,75NS	35,59
BOM JESUS	0,03055	1,37	1,89 *	29,73
ENCRUZILHADA DO SUL	0,04794	2,16	2,33 *	34,02
IRAÍ	0,00144	0,06	0,11NS	36,77
PASSO FUNDO	0,00379	0,17	0,25NS	33,78
PELOTAS	-0,00518	-0,23	-0,20NS	34,60
PORTO ALEGRE	-0,00718	-0,32	-0,43NS	36,67
SÃO LUIZ GONZAGA	0,03227	1,45	2,14 *	36,96
SANTA MARIA	0,03188	1,43	1,83 *	36,74
SANTA VITORIA DO PALMAR	0,00083	0,04	0,03NS	33,65
TORRES	0,06625	2,98	2,14 *	30,24
URUGUAIANA	0,00967	0,44	0,47NS	36,89

Nota: Valores significativos a 1% de probabilidade (**), valores significativos a 5% de probabilidade (*) e valores não significativos nem 5% (NS).

Tabela 47 - Valores da inclinação (*b*), tendência (variação total), teste de significância *t* student (*t*) e a média climatológica (μ) do máximo absoluto da temperatura máxima de verão nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.

ESTAÇÃO	<i>b</i>	<i>Tendência</i>	<i>t</i>	μ
	(°C/ano)	(°C em 45 anos)	(sem unidade)	(°C/ano)
BENTO GONÇALVES	-0,02753	-1,24	-1,98 *	33,26
BAGÉ	-0,05390	-2,43	-3,08 **	36,48
BOM JESUS	0,02489	1,12	2,06 *	29,91
ENCRUZILHADA DO SUL	0,04307	1,94	3,62 **	34,41
IRAÍ	-0,02616	-1,18	-1,49NS	36,91
PASSO FUNDO	-0,02451	-1,10	-1,73 *	33,16
PELOTAS	-0,00796	-0,36	-0,48NS	35,58
PORTO ALEGRE	0,00638	0,29	0,52NS	36,86
SÃO LUIZ GONZAGA	0,02978	1,34	2,22 *	37,08
SANTA MARIA	0,01785	0,80	1,31NS	36,71
SANTA VITORIA DO PALMAR	-0,02611	-1,18	-1,48NS	35,21
TORRES	0,04546	2,05	1,94 *	32,25
URUGUAIANA	-0,00127	-0,06	-0,06NS	37,65

Nota: Valores significativos a 1% de probabilidade (**), valores significativos a 5% de probabilidade (*) e valores não significativos nem 5% (NS).

Tabela 48 - Valores da inclinação (*b*), tendência (variação total), teste de significância *t* student (*t*) e a média climatológica (μ) do máximo absoluto da temperatura máxima de outono nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.

ESTAÇÃO	<i>b</i>	<i>Tendência</i>	<i>t</i>	μ
	(°C/ano)	(°C em 45 anos)	(sem unidade)	(°C/ano)
BENTO GONÇALVES	-0,07823	-3,52	-1,51NS	28,51
BAGÉ	0,00501	0,23	0,27NS	30,84
BOM JESUS	0,27576	12,41	3,47 **	24,02
ENCRUZILHADA DO SUL	0,06664	3,00	3,46 **	28,99
IRAÍ	-0,02187	-0,98	-0,26NS	31,54
PASSO FUNDO	0,03556	1,60	2,66 **	29,88
PELOTAS	0,04891	2,20	2,18 *	30,95
PORTO ALEGRE	0,03203	1,44	1,73 *	32,29
SÃO LUIZ GONZAGA	0,04647	2,09	3,79 **	32,75
SANTA MARIA	0,10402	4,68	1,80 *	32,07
SANTA VITORIA DO PALMAR	0,01879	0,85	0,83NS	28,97
TORRES	0,04781	2,15	0,53NS	27,97
URUGUAIANA	-0,03357	-1,51	-0,56NS	31,35

Nota: Valores significativos a 1% de probabilidade (**), valores significativos a 5% de probabilidade (*) e valores não significativos nem 5% (NS).

Tabela 49 - Valores da inclinação (*b*), tendência (variação total), teste de significância *t* student (*t*) e a média climatológica (μ) do máximo absoluto da temperatura máxima de inverno nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.

ESTAÇÃO	<i>b</i>	<i>Tendência</i>	<i>t</i>	μ
	(°C/ano)	(°C em 45 anos)	(sem unidade)	(°C/ano)
BENTO GONÇALVES	0,00675	0,30	0,30NS	29,57
BAGÉ	0,01887	0,85	0,90NS	30,23
BOM JESUS	0,05553	2,57	2,59 **	26,97
ENCRUZILHADA DO SUL	0,04966	2,23	2,33 *	28,22
IRAÍ	0,03259	1,47	1,82 *	33,77
PASSO FUNDO	-0,01456	-0,66	-0,76NS	29,75
PELOTAS	0,05030	2,26	2,06 *	30,52
PORTO ALEGRE	-0,00534	-0,24	-0,24NS	32,70
SÃO LUIZ GONZAGA	0,02181	0,98	1,16NS	32,85
SANTA MARIA	0,04912	2,21	2,57 **	32,62
SANTA VITORIA DO PALMAR	0,07808	3,51	3,05 **	27,06
TORRES	0,08061	3,63	2,20 *	28,56
URUGUAIANA	0,03025	1,36	1,15NS	31,81

Nota: Valores significativos a 1% de probabilidade (**), valores significativos a 5% de probabilidade (*) e valores não significativos nem 5% (NS).

4.2.4 – Percentil 10 das temperaturas máximas

Nas Tabelas de números 50 a 53, estão listados os valores do coeficiente de inclinação da reta, a variação total e o valor mínimo do teste t para as temperaturas máximas abaixo do percentil 10 (classe da temperatura mais fria).

Na primavera (Tabela 50) nota-se que todas as tendências significativas desta classe da temperatura são negativas e ocorreram em mais de 3 dias. Em São Luiz Gonzaga e Torres ocorreu redução em torno de 7 dias no número de dias na classe mais fria, nestes 45 anos de estudo, representando uma redução anual de 0,16 e 0,17 dias. A climatologia padrão do número de dias esperados para esta classe de eventos extremos inferiores da temperatura é de 9,1 dias (10% de 91 dias).

Para o período mais quente do ano, observa-se predomínio de tendências negativas nesta classe da temperatura (Tabela 51). No entanto, apenas seis destas são significativas a 1% de probabilidade, exceto em Pelotas (5%). Dentre as variações significativas (superiores a 5 dias) destaca-se a ocorrida em Torres, onde o número de dias com temperatura máxima mais fria vem reduzindo nestes 45 anos de estudo. A climatologia padrão esperada para esta classe da temperatura é de 9 dias (10% de 90 dias).

Para o período sazonal de transição de temperaturas mais quentes para as mais frias (Tabela 52), em geral, a variabilidade da classe de eventos extremos inferior, entre as regiões de estudo, foi pequena. No entanto, apenas as variações totais de redução no número de dias com temperaturas máximas extremas inferiores observadas em São Luiz Gonzaga (-4,73 dias) e Torres (-8,22 dias) são significativas (5%). A climatologia padrão esperada para o outono desta classe percentílica é de 9,1 dias (10% de 91 dias).

No período sazonal mais frio do ano, observa-se pequena variabilidade deste índice de temperatura entre as regiões selecionadas no Estado (Tabela 53). Porém, de acordo com o teste de significância empregado neste estudo, nenhuma das variações encontradas é significativa. Isto pode estar relacionado à pequena variabilidade da temperatura máxima no inverno. A partir disso, pode-se afirmar que a relação desta classe percentílica no inverno com o tempo é muito pequena.

Tabela 50 - Valores da inclinação (b), tendência (variação total) e teste de significância *t* student (*t*) para percentil 10 da temperatura máxima de primavera nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.

ESTAÇÃO	<i>b</i> (nº dias/ano)	<i>Tendência</i> (nº dias em 45 anos)	<i>t</i> (sem unidade)
BENTO GONÇALVES	-0,03386	-1,52	-0,79NS
BAGÉ	0,03676	1,65	0,78NS
BOM JESUS	0,01159	0,52	0,18NS
ENCRUZILHADA DO SUL	-0,08867	-3,99	-1,85 *
IRAÍ	0,00685	0,31	0,13NS
PASSO FUNDO	0,00395	0,18	0,11NS
PELOTAS	-0,13083	-5,89	-2,72 **
PORTO ALEGRE	-0,08182	-3,68	-1,70 *
SÃO LUIZ GONZAGA	-0,16047	-7,22	-3,35 **
SANTA MARIA	0,01449	0,65	0,32NS
SANTA VITORIA DO PALMAR	-0,03966	-1,78	-0,81NS
TORRES	-0,17470	-7,86	-2,82 **
URUGUAIANA	0,06957	3,13	1,37NS

Nota: Valores significativos a 1% de probabilidade (**), valores significativos a 5% de probabilidade (*) e valores não significativos nem 5% (NS).

Tabela 51 - Valores da inclinação (b), tendência (variação total) e teste de significância *t* student (*t*) para percentil 10 da temperatura máxima de verão nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.

ESTAÇÃO	<i>b</i> (nº dias/ano)	<i>Tendência</i> (nº dias em 45 anos)	<i>t</i> (sem unidade)
BENTO GONÇALVES	-0,05389	-2,42	-1,06NS
BAGÉ	0,02003	0,90	0,44NS
BOM JESUS	-0,05560	-2,50	-0,78NS
ENCRUZILHADA DO SUL	-0,20422	-9,19	-4,45 **
IRAÍ	-0,05415	-2,44	-0,88NS
PASSO FUNDO	-0,11845	-5,33	-2,46 **
PELOTAS	-0,12055	-5,42	-2,21 *
PORTO ALEGRE	-0,13452	-6,05	-2,45 **
SÃO LUIZ GONZAGA	-0,20896	-9,40	-4,53 **
SANTA MARIA	-0,07339	-3,30	-1,39NS
SANTA VITORIA DO PALMAR	-0,07866	-3,54	-1,64NS
TORRES	-0,31054	-13,97	-4,32 **
URUGUAIANA	0,00830	0,37	0,17NS

Nota: Valores significativos a 1% de probabilidade (**), valores significativos a 5% de probabilidade (*) e valores não significativos nem 5% (NS).

Tabela 52 - Valores da inclinação (b), tendência (variação total) e teste de significância *t* student (*t*) para percentil 10 da temperatura máxima de outono nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.

ESTAÇÃO	<i>b</i> (nº dias/ano)	<i>Tendência</i> (nº dias em 45 anos)	<i>t</i> (sem unidade)
BENTO GONÇALVES	0,07656	3,44	1,67NS
BAGÉ	0,05639	2,54	1,31NS
BOM JESUS	-0,06072	-2,73	-1,00NS
ENCRUZILHADA DO SUL	-0,05362	-2,41	-1,11NS
IRAÍ	0,04040	1,82	0,80NS
PASSO FUNDO	0,00000	0,00	0,00NS
PELOTAS	-0,06706	-3,02	-1,35NS
PORTO ALEGRE	-0,07879	-3,55	-1,34NS
SÃO LUIZ GONZAGA	-0,10514	-4,73	-2,30 *
SANTA MARIA	-0,01163	-0,52	-0,20NS
SANTA VITORIA DO PALMAR	-0,02503	-1,13	-0,41NS
TORRES	-0,18274	-8,22	-2,40 *
URUGUAIANA	0,00226	0,10	0,05NS

Nota: Valores significativos a 1% de probabilidade (**), valores significativos a 5% de probabilidade (*) e valores não significativos nem 5% (NS).

Tabela 53 - Valores da inclinação (b), tendência (variação total) e teste de significância *t* student (*t*) para percentil 10 da temperatura máxima de inverno nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.

ESTAÇÃO	<i>b</i> (nº dias/ano)	<i>Tendência</i> (nº dias em 45 anos)	<i>t</i> (sem unidade)
BENTO GONÇALVES	0,05735	2,58	1,17NS
BAGÉ	0,08274	3,72	1,48NS
BOM JESUS	0,03596	1,67	0,74NS
ENCRUZILHADA DO SUL	0,06667	3,00	1,25NS
IRAÍ	0,04348	1,96	0,94NS
PASSO FUNDO	0,01739	0,78	0,34NS
PELOTAS	-0,01673	-0,75	-0,29NS
PORTO ALEGRE	0,05046	2,27	1,03NS
SÃO LUIZ GONZAGA	-0,01041	-0,47	-0,19NS
SANTA MARIA	0,04769	2,15	0,99NS
SANTA VITORIA DO PALMAR	0,08063	3,63	1,39NS
TORRES	-0,04554	-2,05	-0,63NS
URUGUAIANA	0,02675	1,20	0,48NS

Nota: Valores significativos a 1% de probabilidade (**), valores significativos a 5% de probabilidade (*) e valores não significativos nem 5% (NS).

4.2.5 - Percentil 35 das temperaturas máximas

Nas Tabelas 54 a 57, estão listados os valores do coeficiente de inclinação da reta, a variação total e o valor mínimo do teste t para a classe das temperaturas máximas acima do percentil 10 e abaixo do percentil 35 (classe da temperatura fria).

Na primavera (Tabela 54), foram identificadas tendências negativas em Passo Fundo (5,02 dias), Porto Alegre (5,1 dias), São Luiz Gonzaga (8,3 dias) e Torres (13,01), todas significativas. A redução de 13 dias, no número de dias com temperatura máxima fria ocorrida em Torres é altamente significativa e representa uma variação anual de 0,28 dias. A climatologia padrão esperada para esta classe da temperatura máxima na primavera é de 23 dias (25% de 92 dias).

Nota-se, na Tabela 55, que no verão o número de dias de temperatura máxima inferior à média vem reduzindo nestes 45 anos de estudo em São Luiz Gonzaga (10,01 dias) e Torres (25,56 dias), ambas com significância de 1% de probabilidade. Enquanto que a maior tendência positiva foi observada em Bagé (significativo a 1%), onde a variação total do número de dias nesta classe da temperatura aumentou em torno de 8 dias no período estudado. A climatologia esperada para esta classe da temperatura para o verão é de 22,5 dias (25% de 90 dias).

Observa-se o predomínio de tendências positivas da temperatura máxima fria no outono (Tabela 56). Apenas em Torres ocorreu redução nesta classe da temperatura, porém não significativa. A maior variação total foi identificada em Bagé, onde o número de dias tendeu a aumentar em torno de 10 dias, significativo a 1% de probabilidade. São esperados, climatologicamente, para o outono, nesta classe percentilica, 22,75 dias (25% de 91 dias).

Para o inverno (Tabela 57), verifica-se que apenas em Pelotas e em Santa Vitória do Palmar as tendências encontradas são significativas. Na primeira região, o número de dias nesta classe da temperatura reduziu em torno de 5, enquanto que na outra região aumentou em torno de 7 dias. A climatologia padrão esperada para o inverno nesta classe percentilica é de 23 dias (25% de 92 dias).

Tabela 54 - Valores da inclinação (b), tendência (variação total) e teste de significância *t* student (*t*) para percentil 35 da temperatura máxima de primavera nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.

ESTAÇÃO	<i>b</i> (nº dias/ano)	<i>Tendência</i> (nº dias em 45 anos)	<i>t</i> (sem unidade)
BENTO GONÇALVES	0,00593	0,27	0,08NS
BAGÉ	0,07036	3,17	1,06NS
BOM JESUS	0,13584	6,11	1,15NS
ENCRUZILHADA DO SUL	-0,09644	-4,34	-1,36NS
IRAÍ	0,04743	2,13	0,46NS
PASSO FUNDO	-0,11159	-5,02	-1,97 *
PELOTAS	-0,04269	-1,92	-0,64NS
PORTO ALEGRE	-0,11423	-5,14	-1,89 *
SÃO LUIZ GONZAGA	-0,18656	-8,40	-2,69 **
SANTA MARIA	-0,00316	-0,14	-0,04NS
SANTA VITORIA DO PALMAR	-0,03874	-1,74	-0,58NS
TORRES	-0,28920	-13,01	-3,22 **
URUGUAIANA	-0,02148	-0,97	-0,26NS

Nota: Valores significativos a 1% de probabilidade (**), valores significativos a 5% de probabilidade (*) e valores não significativos nem 5% (NS).

Tabela 55 - Valores da inclinação (b), tendência (variação total) e teste de significância *t* student (*t*) para percentil 35 da temperatura máxima de verão nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.

ESTAÇÃO	<i>b</i> (nº dias/ano)	<i>Tendência</i> (nº dias em 45 anos)	<i>t</i> (sem unidade)
BENTO GONÇALVES	0,00264	0,12	0,03NS
BAGÉ	0,19895	8,95	2,57 **
BOM JESUS	0,12477	5,61	1,16NS
ENCRUZILHADA DO SUL	-0,11502	-5,18	-1,55NS
IRAÍ	-0,01515	-0,68	-0,15NS
PASSO FUNDO	0,06891	3,10	0,90NS
PELOTAS	-0,04611	-2,08	-0,72NS
PORTO ALEGRE	-0,07892	-3,55	-1,20NS
SÃO LUIZ GONZAGA	-0,22266	-10,02	-2,78 **
SANTA MARIA	-0,03320	-1,49	-0,44NS
SANTA VITORIA DO PALMAR	0,08340	3,75	1,13NS
TORRES	-0,56812	-25,57	-5,16 **
URUGUAIANA	-0,06126	-2,76	-0,64NS

Nota: Valores significativos a 1% de probabilidade (**), valores significativos a 5% de probabilidade (*) e valores não significativos nem 5% (NS).

Tabela 56 - Valores da inclinação (b), tendência (variação total) e teste de significância *t* student (*t*) para percentil 35 da temperatura máxima de outono nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.

ESTAÇÃO	<i>b</i> (nº dias/ano)	<i>Tendência</i> (nº dias em 45 anos)	<i>t</i> (sem unidade)
BENTO GONÇALVES	0,12253	5,51	1,38NS
BAGÉ	0,23057	10,38	3,52 **
BOM JESUS	0,13465	6,06	1,14NS
ENCRUZILHADA DO SUL	0,11383	5,12	1,77 *
IRAÍ	0,10553	4,75	0,99NS
PASSO FUNDO	0,07760	3,49	1,00NS
PELOTAS	0,07879	3,55	1,23NS
PORTO ALEGRE	0,12200	5,49	1,59NS
SÃO LUIZ GONZAGA	0,04875	2,19	0,68NS
SANTA MARIA	0,14242	6,41	1,94 *
SANTA VITORIA DO PALMAR	0,14032	6,31	1,74 *
TORRES	-0,08709	-3,92	-0,81NS
URUGUAIANA	0,14308	6,44	1,92 *

Nota: Valores significativos a 1% de probabilidade (**), valores significativos a 5% de probabilidade (*) e valores não significativos nem 5% (NS).

Tabela 57 - Valores da inclinação (b), tendência (variação total) e teste de significância *t* student (*t*) para percentil 35 da temperatura máxima de inverno nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.

ESTAÇÃO	<i>b</i> (nº dias/ano)	<i>Tendência</i> (nº dias em 45 anos)	<i>t</i> (sem unidade)
BENTO GONÇALVES	0,10041	4,53	1,42NS
BAGÉ	0,04190	1,89	0,73NS
BOM JESUS	-0,04275	-1,98	-0,55NS
ENCRUZILHADA DO SUL	0,04954	2,23	0,64NS
IRAÍ	-0,01540	-0,69	-0,23NS
PASSO FUNDO	0,03228	1,45	0,48NS
PELOTAS	-0,11607	-5,22	-1,68 *
PORTO ALEGRE	-0,12161	-5,47	-1,67NS
SÃO LUIZ GONZAGA	-0,08682	-3,91	-1,34NS
SANTA MARIA	0,04664	2,10	0,68NS
SANTA VITORIA DO PALMAR	0,16298	7,33	1,94 *
TORRES	-0,11481	-5,17	-1,49NS
URUGUAIANA	-0,00079	-0,04	-0,01NS

Nota: Valores significativos a 1% de probabilidade (**), valores significativos a 5% de probabilidade (*) e valores não significativos nem 5% (NS).

4.2.6 – Percentil 65 das temperaturas máximas

Nas Tabelas de números 58 a 61, estão listados os valores do coeficiente de inclinação da reta, a variação total e o valor mínimo do teste t para a classe dos percentis com temperaturas máximas acima do percentil 65 e abaixo do percentil 90 (classe das temperaturas quentes).

Na Tabela 58, observa-se, para esta classe percentílica, que apenas as tendências positivas identificadas em São Luiz Gonzaga (6,18 dias), Encruzilhada do Sul (10,68 dias), Torres (15,59 dias) e Bom Jesus (21,64 dias) são significativas (1%), ou seja, o número de dias com temperaturas máximas quentes aumentou significativamente na primavera nessas regiões. A climatologia padrão esperada para esta classe da temperatura na primavera é de 23 dias (25% de 92 dias).

No verão, como mostra a Tabela 59, as tendências significativas a 1% de probabilidade foram superiores a 8 dias, com destaque para Torres, onde o aumento no número de dias com temperatura máxima quentes foi de 25,7 dias. Já dentre as tendências significativas a 5% de probabilidade, nota-se que em Pelotas e em Porto Alegre as variações foram positivas e superiores a 5,6 dias. Porém, em Uruguaiana, ocorreu redução de 9,3 dias nesta classe de temperatura. Neste período sazonal, a climatologia padrão esperada para esta classe da temperatura é de 22,5 dias (25% de 90 dias).

Na referida classe de temperatura no outono (Tabela 60), os valores positivos e significativos ocorreram em Bom Jesus (11,81 dias) e Encruzilhada do Sul (6,54 dias). Já as tendências negativas, significativas, ocorreram em Bagé (5,84 dias), Bento Gonçalves (8,59 dias) e Uruguaiana (9,52 dias). Climatologicamente, para este período sazonal, são esperados 22,75 dias (25% de 91 dias).

No período sazonal mais frio do ano, a climatologia padrão esperada para esta classe da temperatura é de 23 dias (25% de 92 dias). Na Tabela 61, verifica-se que a maior tendência positiva ocorreu em Encruzilhada do Sul, onde o número de dias, nesta classe da temperatura, aumentou em torno de 9 dias, significativo a 1% de probabilidade. Dentre as variações significativas a 5%, em Santa Vitória do Palmar (6,3 dias) e em Torres (7,35 dias), ocorreu aumento no número de dias nesta classe percentílica, enquanto que, em Uruguaiana (5,63 dias) e em Bento Gonçalves (6,07 dias) ocorreu redução.

Tabela 58 - Valores da inclinação (b), tendência (variação total) e teste de significância *t* student (*t*) para percentil 65 da temperatura máxima de primavera nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.

ESTAÇÃO	<i>b</i> (nº dias/ano)	<i>Tendência</i> (nº dias em 45 anos)	<i>t</i> (sem unidade)
BENTO GONÇALVES	-0,03175	-1,43	-0,50NS
BAGÉ	-0,05889	-2,65	-0,87NS
BOM JESUS	0,48103	21,65	5,61 **
ENCRUZILHADA DO SUL	0,23755	10,69	4,07 **
IRAÍ	0,13399	6,03	1,24NS
PASSO FUNDO	-0,01120	-0,50	-0,22NS
PELOTAS	0,05415	2,44	0,93NS
PORTO ALEGRE	0,04532	2,04	0,63NS
SÃO LUIZ GONZAGA	0,13742	6,18	2,59 **
SANTA MARIA	0,09618	4,33	1,22NS
SANTA VITORIA DO PALMAR	0,07734	3,48	1,29NS
TORRES	0,34651	15,59	3,53 **
URUGUAIANA	-0,08827	-3,97	-1,13NS

Nota: Valores significativos a 1% de probabilidade (**), valores significativos a 5% de probabilidade (*) e valores não significativos nem 5% (NS).

Tabela 59 - Valores da inclinação (b), tendência (variação total) e teste de significância *t* student (*t*) para percentil 65 da temperatura máxima de verão nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.

ESTAÇÃO	<i>b</i> (nº dias/ano)	<i>Tendência</i> (nº dias em 45 anos)	<i>t</i> (sem unidade)
BENTO GONÇALVES	-0,06285	-2,83	-0,94NS
BAGÉ	-0,11989	-5,40	-1,62NS
BOM JESUS	0,43742	19,68	5,32 **
ENCRUZILHADA DO SUL	0,30158	13,57	4,48 **
IRAÍ	-0,02358	-1,06	-0,21NS
PASSO FUNDO	0,03874	1,74	0,62NS
PELOTAS	0,12648	5,69	1,81 *
PORTO ALEGRE	0,14282	6,43	2,22 *
SÃO LUIZ GONZAGA	0,19763	8,89	2,81 **
SANTA MARIA	0,11476	5,16	1,51NS
SANTA VITORIA DO PALMAR	0,02806	1,26	0,38NS
TORRES	0,57115	25,70	4,66 **
URUGUAIANA	-0,20725	-9,33	-1,95 *

Nota: Valores significativos a 1% de probabilidade (**), valores significativos a 5% de probabilidade (*) e valores não significativos nem 5% (NS).

Tabela 60 - Valores da inclinação (b), tendência (variação total) e teste de significância *t* student (*t*) para percentil 65 da temperatura máxima de outono nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.

ESTAÇÃO	<i>b</i> (nº dias/ano)	<i>Tendência</i> (nº dias em 45 anos)	<i>t</i> (sem unidade)
BENTO GONÇALVES	-0,19091	-8,59	-2,49 **
BAGÉ	-0,12991	-5,85	-1,80 *
BOM JESUS	0,26245	11,81	2,55 **
ENCRUZILHADA DO SUL	0,14545	6,55	1,97 *
IRAÍ	0,01924	0,87	0,20NS
PASSO FUNDO	-0,04875	-2,19	-0,66NS
PELOTAS	-0,02938	-1,32	-0,48NS
PORTO ALEGRE	-0,10738	-4,83	-1,38NS
SÃO LUIZ GONZAGA	0,05310	2,39	0,72NS
SANTA MARIA	-0,04611	-2,08	-0,62NS
SANTA VITORIA DO PALMAR	-0,02582	-1,16	-0,36NS
TORRES	0,11752	5,29	1,19NS
URUGUAIANA	-0,21159	-9,52	-2,20 *

Nota: Valores significativos a 1% de probabilidade (**), valores significativos a 5% de probabilidade (*) e valores não significativos nem 5% (NS).

Tabela 61 - Valores da inclinação (b), tendência (variação total) e teste de significância *t* student (*t*) para percentil 65 da temperatura máxima de inverno nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.

ESTAÇÃO	<i>b</i> (nº dias/ano)	<i>Tendência</i> (nº dias em 45 anos)	<i>t</i> (sem unidade)
BENTO GONÇALVES	-0,09182	-4,14	-1,16NS
BAGÉ	-0,20066	-9,03	-2,68**
BOM JESUS	-0,14650	-6,79	-1,56NS
ENCRUZILHADA DO SUL	0,09275	4,17	1,21NS
IRAÍ	0,05178	2,33	0,55NS
PASSO FUNDO	-0,07339	-3,30	-0,86NS
PELOTAS	-0,11502	-5,18	-1,65NS
PORTO ALEGRE	-0,18142	-8,16	-2,65**
SÃO LUIZ GONZAGA	-0,16390	-7,38	-2,26*
SANTA MARIA	0,00777	0,35	0,10NS
SANTA VITORIA DO PALMAR	0,00698	0,31	0,10NS
TORRES	-0,04919	-2,21	-0,75NS
URUGUAIANA	0,08952	4,03	0,83NS

Nota: Valores significativos a 1% de probabilidade (**), valores significativos a 5% de probabilidade (*) e valores não significativos nem 5% (NS).

4.2.7 – Percentil 90 das temperaturas máximas

Nas Tabelas de números 62 a 65, estão listados os valores do coeficiente de inclinação da reta, a variação total e o valor mínimo do teste t para as temperaturas máximas acima do percentil 90 (classe das temperaturas mais quentes).

Na primavera (Tabela 62) observa-se que as variações totais, significativas, foram acima de 5,5 dias. Em Bento Gonçalves (6,04 dias) e Bagé (5,11 dias) ocorreu redução no número de dias com temperaturas máximas extremas superiores, enquanto que, em Encruzilhada do Sul (5,66 dias), em São Luiz Gonzaga (9,98 dias), em Torres (10,66 dias) e Bom Jesus (14,50 dias) ocorreu aumento. A climatologia padrão esperada para esta classe da temperatura durante a primavera é de 9,2 dias (10% de 92 dias).

Na Tabela 63, nota-se para o verão, que a maior variação total ocorreu em Torres com significância de 1% de probabilidade, onde o número de dias com temperatura máxima mais quente aumentou em 16,4 dias, representando uma variação anual de 0,36 dias no verão durante o período estudado. Dentre as tendências negativas, significativas, desta classe da temperatura, a redução no número de dias em Bento Gonçalves (12,7 dias) foi mais intensa. Para este período sazonal, climatologicamente, são esperados 9 dias (10% de 90 dias).

No outono (Tabela 64), verifica-se que todas as tendências significativas são positivas e superiores a 4,5 dias, com destaque para Bom Jesus (9,5 dias) e Torres (10,94 dias), significativas a 1% de probabilidade. Para esta classe da temperatura é esperada uma climatologia de 9,1 dias (10% de 91 dias).

E, finalmente, para o inverno (Tabela 65), observa-se o predomínio das tendências positivas da classe de temperaturas máximas extremas superiores. Dentre as tendências observadas anteriormente, as maiores variações totais foram identificadas em Iraí (7,16 dias), em Encruzilhada do Sul (7,55 dias) e em Bom Jesus (7,92 dias), todas significativas a 1% de probabilidade. A climatologia padrão esperada, nesta classe da temperatura, no inverno, é de 9,2 dias (10% de 92 dias).

Um resumo com todos os índices climáticos das temperaturas máximas sazonais citadas anteriormente e suas significâncias encontram-se listados em tabelas nos apêndices M, N, O e P.

Tabela 62 - Valores da inclinação (b), tendência (variação total) e teste de significância *t* student (*t*) para percentil 90 da temperatura máxima de primavera nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.

ESTAÇÃO	<i>b</i> (nº dias/ano)	<i>Tendência</i> (nº dias em 45 anos)	<i>t</i> (sem unidade)
BENTO GONÇALVES	-0,13439	-6,05	-1,90 *
BAGÉ	-0,11357	-5,11	-1,74 *
BOM JESUS	0,32227	14,50	5,29 **
ENCRUZILHADA DO SUL	0,12596	5,67	2,02 *
IRAÍ	-0,01423	-0,64	-0,20NS
PASSO FUNDO	0,06614	2,98	1,09NS
PELOTAS	0,03320	1,49	0,71NS
PORTO ALEGRE	0,04295	1,93	0,97NS
SÃO LUIZ GONZAGA	0,22042	9,92	2,90 **
SANTA MARIA	0,08643	3,89	1,34NS
SANTA VITORIA DO PALMAR	-0,04203	-1,89	-0,85NS
TORRES	0,23689	10,66	4,20 **
URUGUAIANA	-0,02701	-1,22	-0,39NS

Nota: Valores significativos a 1% de probabilidade (**), valores significativos a 5% de probabilidade (*) e valores não significativos nem 5% (NS).

Tabela 63 - Valores da inclinação (b), tendência (variação total) e teste de significância *t* student (*t*) para percentil 90 da temperatura máxima de verão nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.

ESTAÇÃO	<i>b</i> (nº dias/ano)	<i>Tendência</i> (nº dias em 45 anos)	<i>t</i> (sem unidade)
BENTO GONÇALVES	-0,28314	-12,74	-4,33 **
BAGÉ	-0,14401	-6,48	-1,84 *
BOM JESUS	0,25178	11,33	4,07 **
ENCRUZILHADA DO SUL	0,16706	7,52	2,91 **
IRAÍ	-0,21555	-9,70	-2,16 *
PASSO FUNDO	-0,07734	-3,48	-0,91NS
PELOTAS	-0,03083	-1,39	-0,65NS
PORTO ALEGRE	-0,04954	-2,23	-1,10NS
SÃO LUIZ GONZAGA	0,22016	9,91	2,84 **
SANTA MARIA	0,11107	5,00	1,84 *
SANTA VITORIA DO PALMAR	-0,14071	-6,33	-2,10 *
TORRES	0,36495	16,42	3,86 **
URUGUAIANA	-0,07628	-3,43	-1,13NS

Nota: Valores significativos a 1% de probabilidade (**), valores significativos a 5% de probabilidade (*) e valores não significativos nem 5% (NS).

Tabela 64 - Valores da inclinação (b), tendência (variação total) e teste de significância *t* student (*t*) para percentil 90 da temperatura máxima de outono nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.

ESTAÇÃO	<i>b</i> (nº dias/ano)	<i>Tendência</i> (nº dias em 45 anos)	<i>t</i> (sem unidade)
BENTO GONÇALVES	-0,00338	-0,15	-0,05NS
BAGÉ	-0,08814	-3,97	-1,41NS
BOM JESUS	0,21249	9,56	3,72 **
ENCRUZILHADA DO SUL	0,15481	6,97	2,69 **
IRAÍ	0,10656	4,80	1,74 *
PASSO FUNDO	0,12688	5,71	2,07 *
PELOTAS	0,06074	2,73	1,07NS
PORTO ALEGRE	0,11779	5,30	2,00 *
SÃO LUIZ GONZAGA	0,16258	7,32	2,49 **
SANTA MARIA	0,09807	4,41	1,65NS
SANTA VITORIA DO PALMAR	-0,01199	-0,54	-0,21NS
TORRES	0,24330	10,95	3,92 **
URUGUAIANA	-0,10158	-4,57	-1,31NS

Nota: Valores significativos a 1% de probabilidade (**), valores significativos a 5% de probabilidade (*) e valores não significativos nem 5% (NS).

Tabela 65 - Valores da inclinação (b), tendência (variação total) e teste de significância *t* student (*t*) para percentil 90 da temperatura máxima de inverno nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.

ESTAÇÃO	<i>b</i> (nº dias/ano)	<i>Tendência</i> (nº dias em 45 anos)	<i>t</i> (sem unidade)
BENTO GONÇALVES	0,02153	0,97	0,36NS
BAGÉ	0,02530	1,14	0,52NS
BOM JESUS	0,17086	7,92	2,71 **
ENCRUZILHADA DO SUL	0,16798	7,56	3,43 **
IRAÍ	0,15913	7,16	2,81 **
PASSO FUNDO	-0,06509	-2,93	-1,10NS
PELOTAS	0,06667	3,00	1,40 *
PORTO ALEGRE	0,09486	4,27	1,76 *
SÃO LUIZ GONZAGA	0,12503	5,63	2,36 *
SANTA MARIA	0,13505	6,08	2,66 **
SANTA VITORIA DO PALMAR	0,12174	5,48	2,47 **
TORRES	0,08492	3,82	1,54NS
URUGUAIANA	0,06957	3,13	1,29NS

Nota: Valores significativos a 1% de probabilidade (**), valores significativos a 5% de probabilidade (*) e valores não significativos nem 5% (NS).

4.2.8 – Ondas de frio nas temperaturas máximas

Nas Tabelas 66 a 69, estão listados os valores da inclinação, da variação total (tendência) e do teste t de significância para as ondas de frio nas temperaturas máximas na primavera, verão, outono e inverno para as 13 regiões de estudo no período de 1961 e 2005.

Em geral, na primavera (Tabela 66), as ondas de frio não mostraram ser significativas em relação à temperatura máxima na maioria das regiões em estudo. Apenas em Pelotas e Torres, as ondas de frio vêm diminuindo nestes últimos 45 anos. Ocorreu decréscimo no número máximo de dias consecutivos com temperaturas máximas abaixo do percentil 35, de 4,7 dias (significativo a 5% de probabilidade) em Pelotas e de 6,3 dias (significativo a 1% de probabilidade) em Torres.

Já no período mais quente do ano (Tabela 67), as ondas de frio nas temperaturas máximas mostraram maior significância em relação ao período sazonal anterior. Observa-se que, entre as localidades, apenas Encruzilhada do Sul, Porto Alegre, Santa Maria, Torres e São Luiz Gonzaga apresentaram significância (1%) nas ondas de frio, com destaque para esta última, onde ocorreu decréscimo de 6,12 dias no número máximo de dias consecutivos com temperaturas máximas abaixo do percentil 35 ao longo desses 45 anos.

Assim como na primavera, as variações nas ondas de frio na temperatura máxima no outono (Tabela 68), não mostraram relação significativa em nenhuma região, exceto em Torres (6,74 dias), onde foi observado decréscimo nas ondas de frio, significativo a 5% de probabilidade, nos 45 anos.

De acordo com os valores das frequências das ondas de frio obtidos para o inverno (Tabela 69), somente as variações identificadas em Santa Vitória do Palmar são significativas, mostrando que, na estação mais fria do ano, a tendência destas ondas vem aumentando.

Tabela 66 - Valores da inclinação (b), tendência (variação total) e teste de significância *t* student (*t*) das ondas de frio nas temperaturas máximas de primavera nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.

ESTAÇÃO	<i>b</i>	<i>Tendência</i>	<i>t</i>
	(nº dias/ano)	(nº dias em 45 anos)	(sem unidade)
BENTO GONÇALVES	0,02547	1,15	0,66NS
BAGÉ	-0,01845	-0,83	-0,46NS
BOM JESUS	0,00698	0,31	0,13NS
ENCRUZILHADA DO SUL	-0,06482	-2,92	-1,56NS
IRAÍ	-0,01146	-0,52	-0,29NS
PASSO FUNDO	-0,00487	-0,22	-0,12NS
PELOTAS	-0,10435	-4,70	-2,26 *
PORTO ALEGRE	-0,02938	-1,32	-0,75NS
SÃO LUIZ GONZAGA	-0,04914	-2,21	-1,54NS
SANTA MARIA	0,02082	0,94	0,49NS
SANTA VITORIA DO PALMAR	-0,04980	-2,24	-1,44NS
TORRES	-0,13992	-6,30	-2,51 **
URUGUAIANA	-0,01884	-0,85	-0,57NS

Nota: Valores significativos a 1% de probabilidade (**), valores significativos a 5% de probabilidade (*) e valores não significativos nem 5% (NS).

Tabela 67 - Valores da inclinação (b), tendência (variação total) e teste de significância *t* student (*t*) das ondas de frio nas temperaturas máximas de verão nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.

ESTAÇÃO	<i>b</i>	<i>Tendência</i>	<i>t</i>
	(nº dias/ano)	(nº dias em 45 anos)	(sem unidade)
BENTO GONÇALVES	-0,0297	-1,34	-0,87NS
BAGÉ	0,0182	0,82	0,45NS
BOM JESUS	-0,0271	-1,22	-0,51NS
ENCRUZILHADA DO SUL	-0,1171	-5,27	-3,42 **
IRAÍ	-0,0462	-2,08	-1,11NS
PASSO FUNDO	-0,0476	-2,14	-1,44NS
PELOTAS	-0,0348	-1,57	-1,13NS
PORTO ALEGRE	-0,0866	-3,90	-2,50 **
SÃO LUIZ GONZAGA	-0,1361	-6,12	-4,08 **
SANTA MARIA	-0,1012	-4,55	-2,77 **
SANTA VITORIA DO PALMAR	-0,0057	-0,25	-0,23NS
TORRES	-0,1816	-8,17	-3,61 **
URUGUAIANA	-0,0468	-2,10	-1,44NS

Nota: Valores significativos a 1% de probabilidade (**), valores significativos a 5% de probabilidade (*) e valores não significativos nem 5% (NS).

Tabela 68 - Valores da inclinação (b), tendência (variação total) e teste de significância *t* student (*t*) das ondas de frio nas temperaturas máximas de outono nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.

ESTAÇÃO	<i>b</i>	<i>Tendência</i>	<i>t</i>
	(nº dias/ano)	(nº dias em 45 anos)	(sem unidade)
BENTO GONÇALVES	0,06818	3,07	1,29NS
BAGÉ	0,07826	3,52	1,14NS
BOM JESUS	0,03281	1,48	0,51NS
ENCRUZILHADA DO SUL	-0,01673	-0,75	-0,31NS
IRAÍ	-0,00277	-0,12	-0,05NS
PASSO FUNDO	-0,02793	-1,26	-0,56NS
PELOTAS	-0,04875	-2,19	-0,72NS
PORTO ALEGRE	-0,01937	-0,87	-0,30NS
SÃO LUIZ GONZAGA	-0,04559	-2,05	-0,86NS
SANTA MARIA	0,07787	3,50	1,16NS
SANTA VITORIA DO PALMAR	-0,03953	-1,78	-0,45NS
TORRES	-0,14967	-6,74	-1,71 *
URUGUAIANA	-0,02622	-1,18	-0,49NS

Nota: Valores significativos a 1% de probabilidade (**), valores significativos a 5% de probabilidade (*) e valores não significativos nem 5% (NS).

Tabela 69 - Valores da inclinação (b), tendência (variação total) e teste de significância *t* student (*t*) das ondas de frio nas temperaturas máximas de inverno nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.

ESTAÇÃO	<i>b</i>	<i>Tendência</i>	<i>t</i>
	(nº dias/ano)	(nº dias em 45 anos)	(sem unidade)
BENTO GONÇALVES	0,04454	2,00	1,28NS
BAGÉ	0,02569	1,16	0,73NS
BOM JESUS	0,05257	2,37	1,21NS
ENCRUZILHADA DO SUL	0,01792	0,81	0,48NS
IRAÍ	0,00171	0,08	0,05NS
PASSO FUNDO	0,00237	0,11	0,06NS
PELOTAS	0,02437	1,10	0,81NS
PORTO ALEGRE	-0,00501	-0,23	-0,17NS
SÃO LUIZ GONZAGA	0,02530	1,14	0,66NS
SANTA MARIA	0,04941	2,22	1,42NS
SANTA VITORIA DO PALMAR	0,08906	4,01	2,76 **
TORRES	-0,01080	-0,49	-0,22NS
URUGUAIANA	0,00105	0,05	0,03NS

Nota: Valores significativos a 1% de probabilidade (**), valores significativos a 5% de probabilidade (*) e valores não significativos nem 5% (NS).

A distribuição espacial da tendência das ondas de frio nas temperaturas máximas, ao longo do ano, no período entre 1961 e 2005, no estado do Rio Grande do Sul, pode ser visualizada na Figura 8.

As ondas de frio na primavera (Figura 8a) tenderam a aumentar significativamente nas regiões da Serra Gaúcha. Porém, no verão (Figura 8b), essa extensa faixa de tendência positiva das ondas de frio deu lugar a uma de menor extensão a sudoeste do Estado na região da Campanha. Em geral, neste período sazonal quente, as ondas de frio nas temperaturas máximas vêm diminuindo no Estado nos últimos 45 anos.

Na Figura 8c, observa-se uma extensa faixa que se alarga do sudoeste ao nordeste do Estado, onde a frequência das ondas de frio nas temperaturas máximas vem aumentando, fato também observado na primavera, porém numa faixa de menor extensão.

Já no inverno (Figura 8d), o predomínio na maior parte do Estado foi de aumento nas frequências das ondas de frio, exceto nas regiões limites extremas do Rio Grande do Sul.

É válido observar, ainda que, na primavera (Figura 8a), a entrada do ar mais frio se dá pela região nordeste do Estado, enquanto que, no outono (Figura 8c), o ar frio adentra pelo sudoeste, comportamento representativo da entrada das massas polares.

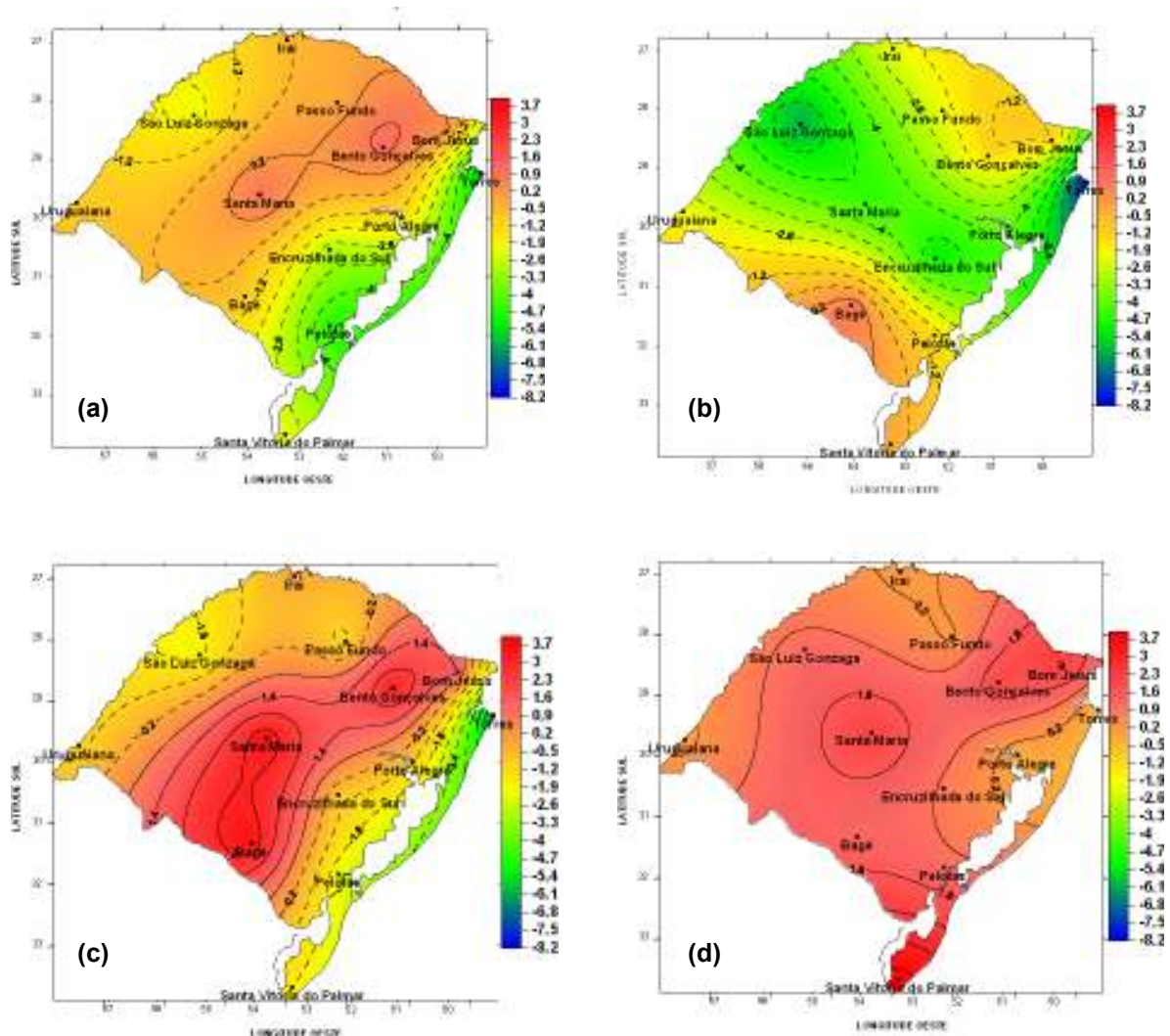


Figura 8 – Distribuição espacial da tendência das ondas de frio nas temperaturas máximas no Rio Grande do Sul no período entre 1961 e 2005 no (a): Primavera (a); Verão (b); Outono (c); Inverno (d).

4.2.9 – Ondas de calor nas temperaturas máximas

Nas Tabelas numeradas de 70 a 73, estão listados os valores da inclinação, da variação total (tendência) e do teste t de significância para as ondas de calor nas temperaturas máximas na primavera, verão, outono e inverno para as 13 regiões de estudo no período de 1961 e 2005.

Na Tabela 70, observa-se que, dentre as variações significativas na primavera, apenas Bagé apresentou redução nas ondas de calor nas temperaturas máximas. Apenas, em Bom Jesus, São Luiz Gonzaga e Torres foram identificadas

tendências positivas e significativas, sendo esta última região, onde a tendência de aumento no número máximo de dias consecutivos com temperaturas máximas acima do percentil 65 foi maior e mais significativo nesses 45 anos de estudo.

Durante o período sazonal mais quente do ano (Tabela 71), as ondas de calor tenderam a aumentar em Encruzilhada do Sul, Bom Jesus e Torres. Assim foi observado na primavera, nesta última região, o número máximo de dias consecutivos com temperaturas máximas acima do percentil 65 aumentou em torno de 9 dias no verão, significativo a 1% de probabilidade. Observa-se, também, que dentre as tendências significativas das ondas de calor, apenas na região localizada no extremo norte do Estado (Iraí) essas ondas vêm diminuindo, com significância de 5% de probabilidade.

As ondas de calor nas temperaturas máximas durante o outono foram significativas (5%) apenas em Bom Jesus, Torres e Uruguaiana (Tabela 72). Apenas nesta última região foi observada redução.

Dentre as estações do ano, é no inverno que (Tabela 73) as variações das ondas de calor nas temperaturas máximas no inverno são menos acentuadas e significativas. Apenas a tendência de aumento ocorrida em Bom Jesus é significativa (5%), mostrando que, durante o período sazonal mais frio, o número máximo de dias consecutivos das temperaturas máximas acima do percentil 65 vem aumentando ao longo destes 45 anos.

Tabela 70 - Valores da inclinação (b), tendência (variação total) e teste de significância *t* student (*t*) das ondas de calor nas temperaturas máximas de primavera nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.

ESTAÇÃO	<i>b</i>	<i>Tendência</i>	<i>t</i>
	(nº dias/ano)	(nº dias em 45 anos)	(sem unidade)
BENTO GONÇALVES	-0,02399	-1,08	-1,02NS
BAGÉ	-0,08327	-3,75	-1,70 *
BOM JESUS	0,09144	4,11	2,31 *
ENCRUZILHADA DO SUL	0,01845	0,83	0,59NS
IRAÍ	-0,06851	-3,08	-1,42NS
PASSO FUNDO	0,00632	0,28	0,21NS
PELOTAS	-0,00264	-0,12	-0,07NS
PORTO ALEGRE	-0,03057	-1,38	-1,04NS
SÃO LUIZ GONZAGA	0,10105	4,55	2,36 *
SANTA MARIA	0,01238	0,56	0,33NS
SANTA VITORIA DO PALMAR	-0,00817	-0,37	-0,15NS
TORRES	0,20632	9,28	3,85 **
URUGUAIANA	-0,06864	-3,09	-1,48NS

Nota: Valores significativos a 1% de probabilidade (**), valores significativos a 5% de probabilidade (*) e valores não significativos nem 5% (NS).

Tabela 71 - Valores da inclinação (b), tendência (variação total) e teste de significância *t* student (*t*) das ondas de calor nas temperaturas mínimas de verão nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.

ESTAÇÃO	<i>b</i> (nº dias/ano)	<i>Tendência</i> (nº dias em 45 anos)	<i>t</i> (sem unidade)
BENTO GONÇALVES	-0,03279	-1,48	-0,90NS
BAGÉ	-0,01528	-0,69	-0,40NS
BOM JESUS	0,14664	6,60	3,02 **
ENCRUZILHADA DO SUL	0,08011	3,60	2,32 *
IRAÍ	-0,10632	-4,78	-1,99 *
PASSO FUNDO	-0,04032	-1,81	-0,99NS
PELOTAS	0,03939	1,77	1,14NS
PORTO ALEGRE	0,02833	1,27	1,04NS
SÃO LUIZ GONZAGA	0,06100	2,75	1,47NS
SANTA MARIA	0,04519	2,03	1,13NS
SANTA VITORIA DO PALMAR	-0,03874	-1,74	-1,01NS
TORRES	0,21937	9,87	3,74 **
URUGUAIANA	-0,06219	-2,80	-1,53NS

Nota: Valores significativos a 1% de probabilidade (**), valores significativos a 5% de probabilidade (*) e valores não significativos nem 5% (NS).

Tabela 72 - Valores da inclinação (b), tendência (variação total) e teste de significância *t* student (*t*) das ondas de calor nas temperaturas mínimas de outono nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.

<i>ESTAÇÃO</i>	<i>b</i> (nº dias/ano)	<i>Tendência</i> (nº dias em 45 anos)	<i>t</i> (sem unidade)
BENTO GONÇALVES	-0,05129	-2,31	-1,13NS
BAGÉ	-0,05072	-2,28	-1,00NS
BOM JESUS	0,10211	4,59	2,19 *
ENCRUZILHADA DO SUL	0,03663	1,65	0,65NS
IRAÍ	0,00040	0,02	0,01NS
PASSO FUNDO	-0,00290	-0,13	-0,07NS
PELOTAS	0,04638	2,09	0,89NS
PORTO ALEGRE	-0,00791	-0,36	-0,21NS
SÃO LUIZ GONZAGA	0,04480	2,02	1,08NS
SANTA MARIA	-0,01528	-0,69	-0,34NS
SANTA VITORIA DO PALMAR	-0,00804	-0,36	-0,17NS
TORRES	0,14914	6,71	2,19 *
URUGUAIANA	-0,11621	-5,23	-2,10 *

Nota: Valores significativos a 1% de probabilidade (**), valores significativos a 5% de probabilidade (*) e valores não significativos nem 5% (NS).

Tabela 73 - Valores da inclinação (b), tendência (variação total) e teste de significância *t* student (*t*) das ondas de calor nas temperaturas máximas de inverno nas 13 regiões de estudo no período entre 1961 e 2005.

ESTAÇÃO	<i>b</i> (nº dias/ano)	<i>Tendência</i> (nº dias em 45 anos)	<i>t</i> (sem unidade)
BENTO GONÇALVES	-0,02946	-1,33	-0,90NS
BAGÉ	-0,00461	-0,21	-0,15NS
BOM JESUS	0,08090	3,64	2,02 *
ENCRUZILHADA DO SUL	0,02095	0,94	0,68NS
IRAÍ	-0,00184	-0,08	-0,06NS
PASSO FUNDO	-0,00935	-0,42	-0,24NS
PELOTAS	0,00040	0,02	0,01NS
PORTO ALEGRE	-0,00382	-0,17	-0,12NS
SÃO LUIZ GONZAGA	0,01542	0,69	0,54NS
SANTA MARIA	-0,00487	-0,22	-0,15NS
SANTA VITORIA DO PALMAR	0,00145	0,07	0,05NS
TORRES	0,04835	2,18	0,99NS
URUGUAIANA	-0,03979	-1,79	-1,14NS

Nota: Valores significativos a 1% de probabilidade (**), valores significativos a 5% de probabilidade (*) e valores não significativos nem 5% (NS).

A Figura 9 representa a distribuição espacial da tendência das ondas de calor nas temperaturas máximas ao longo do ano no Rio Grande do Sul no período compreendido entre 1961 e 2005.

A Figura 9a mostra que a frequência das ondas de calor na primavera vem reduzindo significativamente na região da Campanha e no Extremo Norte do Estado. No Litoral Norte e Noroeste, essas ondas tenderam a aumentar nestes últimos 45 anos.

Na maior parte do Estado, observa-se tendência de aumento das ondas durante o verão (Figura 9b) de maior intensidade no Litoral Norte e Serra do Nordeste. Todavia, a frequência, dessas ondas, reduziu expressivamente no Extremo Norte do Rio Grande do Sul.

Nos períodos sazonais de outono (Figura 9c) e de inverno (Figura 9d), as variações totais das ondas de calor não apresentaram comportamento semelhante ao observado nos demais períodos, com exceção do oeste e leste do Estado, representando aumento e redução, respectivamente, nos comprimentos máximos das ondas de calor nas temperaturas máximas.

No geral, diante das observações comentadas anteriormente, as ondas de calor nas temperaturas máximas aumentaram mais significativamente na Serra do Nordeste e Litoral Norte do Estado, ao passo que, no oeste, reduziram nesses 45 anos de estudo. É válido ressaltar, um aumento secundário das ondas de calor no Noroeste, durante os quatro períodos sazonais do ano.

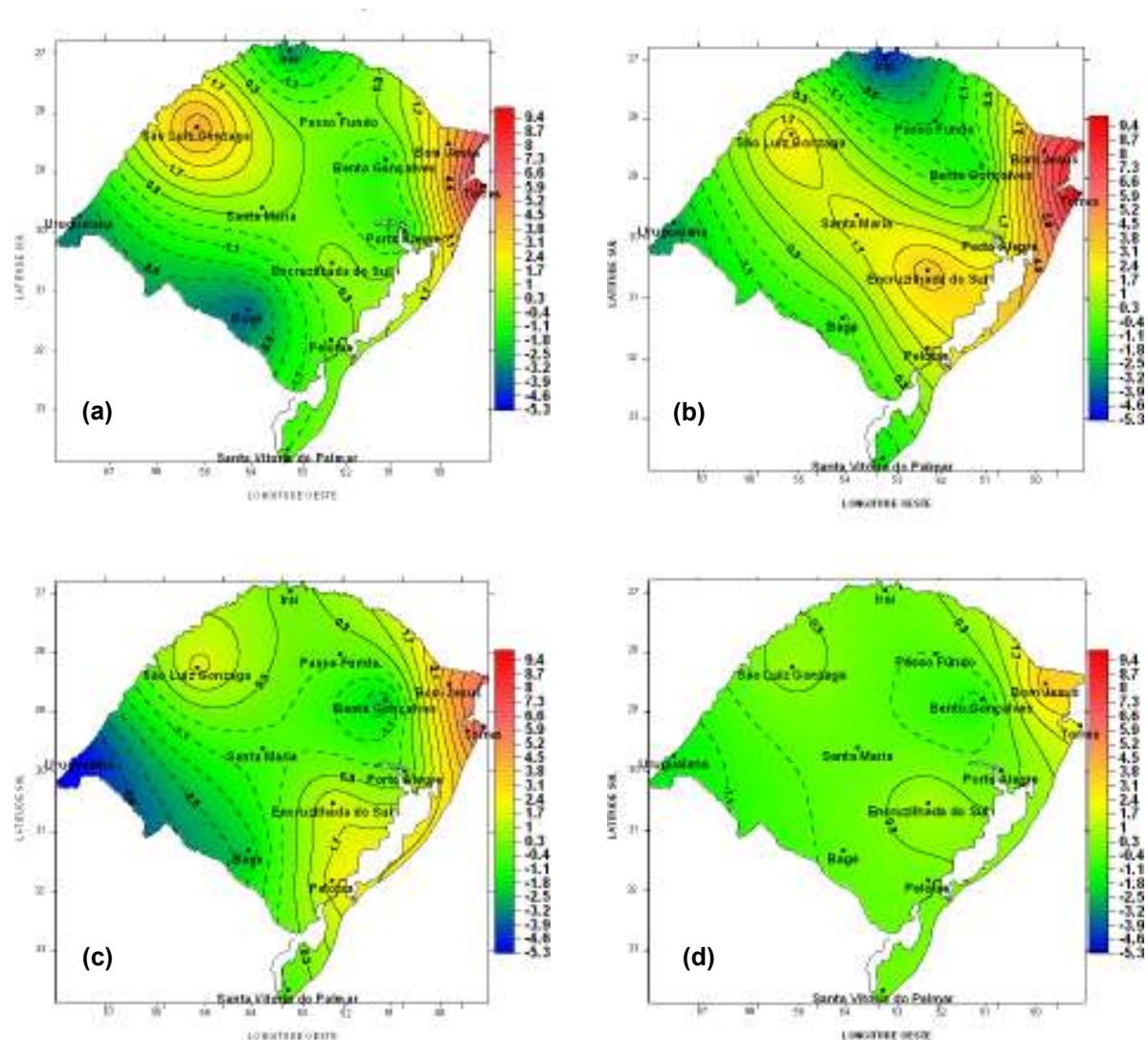


Figura 9 – Distribuição espacial da tendência das ondas de calor das temperaturas máximas no Rio Grande do Sul no período entre 1961 e 2005 no (a): Primavera (a); Verão (b); Outono (c); Inverno (d).

4.3 – Agrupamento

As Figuras, 10 e 11, representam as distribuições espaciais, nas quatro estações do ano, dos grupos homogêneos de variabilidade da temperatura significativa nas 13 regiões seleccionadas para este estudo no período compreendido entre 1961 e 2005.

Na primavera (Figura 10a), o grupo 1 é composto por Iraí, Santa Maria e Pelotas. O grupo 2 abrange as regiões de Uruguaiana, Bagé, Santa Vitória do Palmar, Porto Alegre, Bento Gonçalves e Passo Fundo, nota-se que este grupo

agrupa o maior número de regiões na primavera. Já o grupo 4 é formado por Encruzilhada do Sul, São Luiz Gonzaga e Torres. Enquanto que o grupo 3 é formado apenas por uma região: Bom Jesus.

No período sazonal mais quente (Figura 10b), Iraí, Pelotas e Bento Gonçalves (grupo 1) apresentaram as características semelhantes de tendências de temperatura nestes últimos 45 anos. O grupo 2 é formado por Uruguaiana, Bagé, Santa Vitoria do Palmar, Porto Alegre, Passo Fundo, semelhante ao observado na primavera, onde estas regiões fazem parte do mesmo grupo (2). São Luiz Gonzaga, Torres, Encruzilhada do Sul e Santa Maria formam o grupo 4. Nenhuma outra região apresentou semelhantes características de mudança da temperatura às encontradas em Bom Jesus (grupo 3).

No outono (Figura 11a) apenas Iraí e Bento Gonçalves apresentaram comportamento semelhante de mudanças nas temperaturas, formando o grupo 1. O grupo 2, como já observado nos períodos sazonais anteriores, agrupa o maior número de regiões, sendo formado por Bagé, Uruguaiana, Pelotas, Santa Vitória do Palmar, Santa Maria e Porto Alegre. O grupo 4 é composto pelas regiões de São Luiz Gonzaga, Encruzilhada do Sul, Torres e Passo Fundo. Enquanto que Bom Jesus é a única região que compõe o grupo 4.

Para o período mais frio do ano (Figura 11b), Uruguaiana, Bagé, Bento Gonçalves, Porto Alegre e Passo Fundo formam o grupo 2. As regiões de Iraí, São Luiz Gonzaga e Pelotas compõe o grupo 1. Como, verificado nos outros períodos sazonais, apenas Bom Jesus está no grupo 3. As demais regiões foram classificadas no grupo 4.

Em geral, as variações foram mais significativas nas temperaturas mínimas que nas máximas. Iraí e Pelotas fizeram parte do mesmo grupo (1) na primavera, no verão e no inverno, por apresentaram semelhante percentual de significância de aumento de seus valores absolutos mínimos e máximos e das temperaturas quentes. Já Uruguaiana, Bagé e Porto Alegre apresentaram as mesmas características de mudanças nas temperaturas ao longo do ano (grupo 2). Enquanto que, Encruzilhada do Sul e Torres, permaneceram no mesmo grupo em todas as estações do ano.

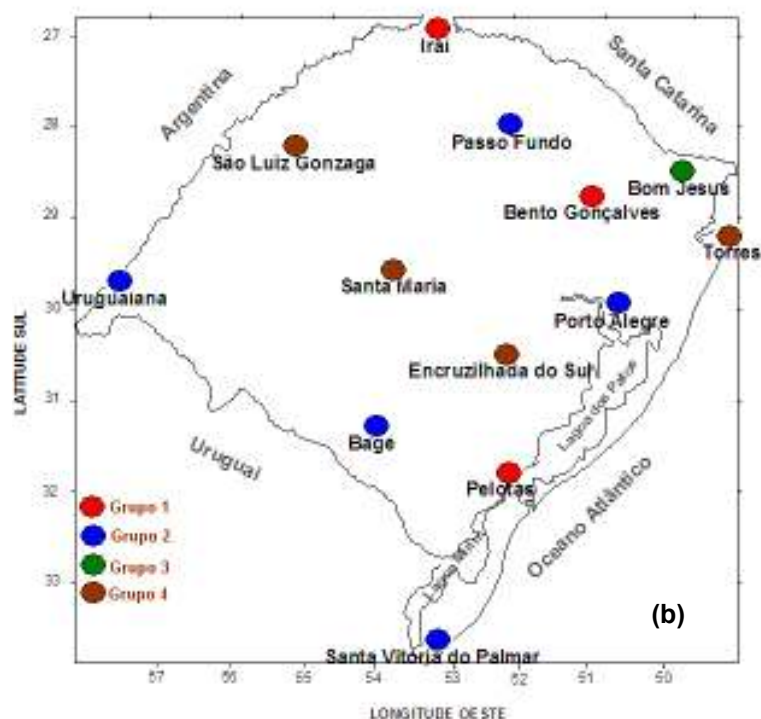
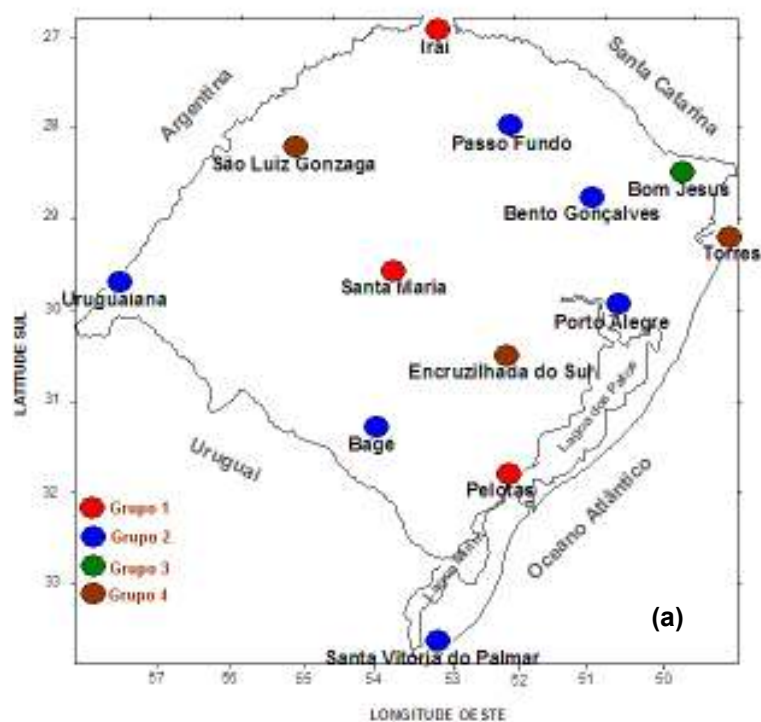


Figura 10 – Regiões homogêneas de variabilidade de temperatura significativa obtidas pelo método K-means referente ao período entre 1961 e 2005 para o Rio Grande do Sul na Primavera (a) e no Verão (b).

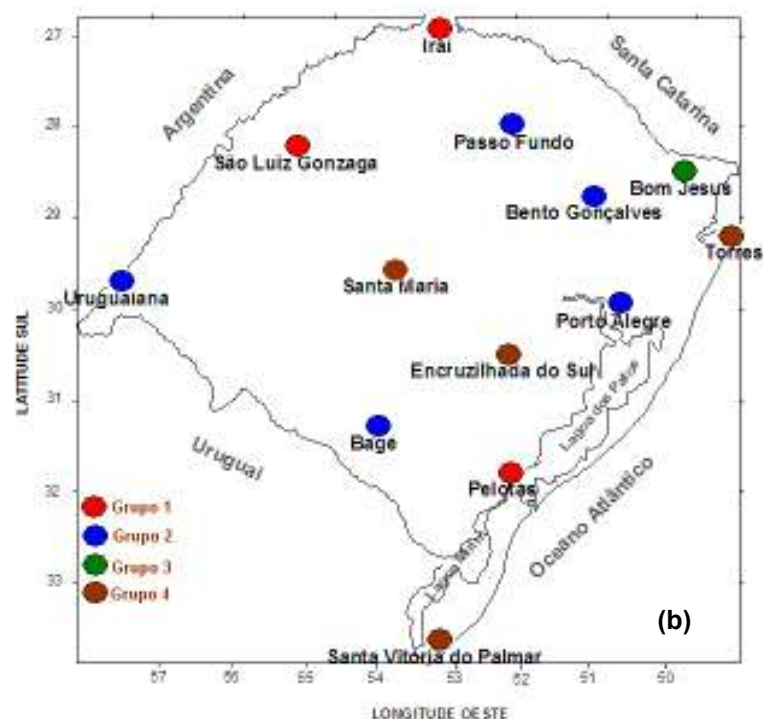
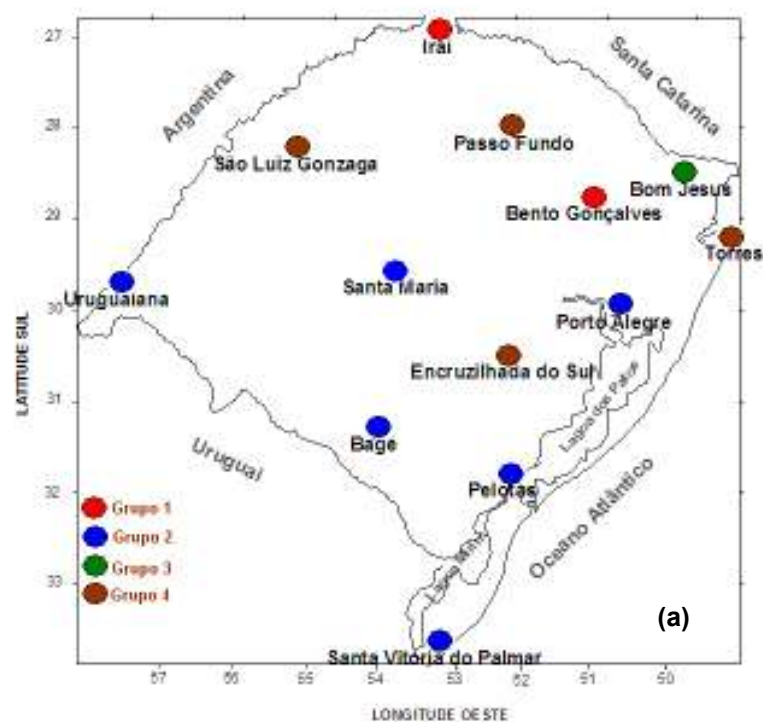


Figura 11 – Regiões homogêneas de variabilidade de temperatura significativa obtidas pelo método K-means referente ao período entre 1961 e 2005 para o Rio Grande do Sul no Outono (a) e no Inverno (b).

5 Conclusões

De acordo com os objetivos propostos para o desenvolvimento desta pesquisa, pode-se concluir que:

- As médias sazonais da temperatura mínima na primavera aumentaram em todas as estações meteorológicas, com maior variação no Extremo Norte do Estado. Os aumentos nos valores máximos e mínimos absolutos e no número de dias com temperaturas mínimas quentes e mais quentes foram às classes que mais contribuíram para a elevação nas médias neste período sazonal.
- As médias sazonais da temperatura mínima aumentaram no verão e com maior intensidade no Sudeste e Extremo Norte do Estado. Este aumento deve-se aos aumentos nos valores máximos e mínimos absolutos e no número de dias nas classes das temperaturas mínima quente e mais quente.
- As médias sazonais da temperatura mínima no outono aumentaram em quase todo o Estado, com maior intensidade nas regiões Norte, Nordeste e Sudeste, isto devido ao aumento nos valores máximos absolutos e no número de dias com temperatura mínima mais quente somado á redução no número de dias com temperatura mínima mais fria.
- As médias sazonais das temperaturas mínimas durante o inverno não apresentaram variações significativas no Estado.
- As ondas de frio nas temperaturas mínimas reduziram na primavera em quase todo o Estado, exceto em Bom Jesus. Reduziram também na maioria das regiões durante o verão e o outono; nesse último, mais significativamente, na metade oeste e no sudeste.
- As variações das ondas de frio nas temperaturas mínimas no inverno foram muito pequenas.

- As ondas de calor nas temperaturas mínimas aumentaram na maior parte do Estado na primavera, mais expressivamente na metade norte. No verão e no outono, as ondas de calor nas temperaturas mínimas aumentaram significativamente em todo o Rio Grande do Sul. Já no inverno, as variações não foram significativas.
- As médias sazonais da temperatura máxima na primavera aumentaram na maioria das regiões e com maior variação significativa no Noroeste, nas Serras do sudeste, no Nordeste e no Litoral Norte do Rio Grande do Sul. Os aumentos nos valores máximos absolutos e no número de dias com temperatura máxima quente e mais quente contribuíram na elevação nessas médias.
- As médias sazonais da temperatura máxima no verão também aumentaram, com exceção de Bagé, na qual a redução nos valores máximos absolutos, no número de dias com temperatura máxima quente e mais quente juntamente com o aumento no número de dias com temperatura máxima fria, contribuindo para redução significativa na média.
- Para o outono, as médias sazonais da temperatura máxima apresentaram variações positivas com maior intensidade no Litoral Norte do Estado, devido à redução no número de dias com temperatura máxima mais fria e ao aumento no número de dias com temperatura máxima mais quente. Enquanto que, na região da Campanha, ocorreu redução nas médias sazonais por conta do aumento no número de dias com temperatura máxima fria e redução no número de dias com temperatura máxima quente.
- As variações das médias sazonais no inverno não foram significativas no Estado.
- As ondas de frio nas temperaturas máximas na primavera reduziram em quase todo o Estado, mais expressivamente no Sudeste e no Litoral Norte. No verão, também ocorreu redução em todo o Estado, com exceção da região de Bagé. Já no outono, as ondas de frio nas temperaturas máximas aumentaram no sudoeste, centro e no nordeste do Estado. As variações dessas ondas no inverno não foram significativas.

- As ondas de calor das temperaturas máximas aumentaram em todas as estações do ano na Serra do Nordeste e Litoral Norte do Estado, contudo, reduziram no oeste.
- Os agrupamentos dos valores do teste t mostraram que as estações meteorológicas Iraí e Pelotas foram as que apresentaram as maiores variações positivas e significativas na primavera, no verão e no inverno. Um segundo grupo, também positivo e significativo agrupou as estações meteorológicas de Encruzilhada do Sul e Torres nas quatro estações do ano. Bom Jesus foi a única estação meteorológica que mostrou redução significativa durante todo o ano. As demais estações meteorológicas fazem parte do grupo não significativo.

6 Referências

- ANDRADE, G. O. Os climas. In: **Brasil, a terra e o homem**, Azevedo, A. (ed.) São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1972, v.1, p.398-462.
- ARAÚJO, G.P., GONÇALVES, F.L.T. Análise climatológica preliminar de eventos extremos de frio no Parque Estadual das Fontes do Ipiranga – IAG/USP. CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 10; 2000, Brasília. **Anais do...** Brasília: SBMET, 1998.
- AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os Trópicos**. 9.ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003. 332p.
- BAPTISTA DA SILVA, J.; LLOPART, M. P.; BOIASKI, N. Temperatura máxima do ar em Pelotas, RS – Tabelas de probabilidade em escalas de tempo pentadal. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São Paulo, v.20, p.267-276, Agosto 2005.
- BERLATO, M. A.; FONTANA, D. C. El Niño e La Niña: Impactos no clima, na vegetação e na agricultura do Rio Grande do Sul. 1.ed.. Porto Alegre. UFRGS, 2002. 112p.
- BONSAL, B. R.; ZHANG, X.; VINCENT, L. A.; HOGG, W. D. Characteristics of daily and extreme temperatures over Canada. **Journal of Climate**, v.14, p. 1959-1976, 2001.
- BURIOL, G. A.; SACCOL, A. V.; SCHNEIDER, F. M. et al. 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**, Santa Maria, v.19, n.1-2, p.93-111, 1989.
- CAMPOS, C. R. J., ACOSTA, J. F. Comportamento sazonal da temperatura mínima, média e máxima na região de Pelotas em anos de La Niña. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA 13., 2003, Santa Maria. **Anais do...**Santa Maria: SBA, 2003. 1056p.
- CASTRO, A. A. M. DE, PRADO, P. P. L. Algoritmos para reconhecimento de padrões. **Revista de Ciências Exatas**, Taubaté, v.5-8, p.129-145, 1999-2002.
- CHENG, X.; WALLACE, J. M. Cluster Analysis of the North Hemisphere wintertime 500 hPa height Field: Spatial Patterns. **Journal of the Atmospheric Sciences**, Boston, v.50, n.16, p.2674-2696, 1993.
- DENILSON, R. V., AQUINO, F. E., MATZENAUER, R. Análise das temperaturas máximas e mínimas no estado do Rio Grande do Sul em 2005. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 14, 2006, Florianópolis. **Anais do...** Florianópolis: SBMet, 2006. 1 CD-ROM.

DINIZ, G., BERLATO, M. A., CLARKE, R. T., FONTANA, D. C. 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.

EVERITT, B. **Cluster Analysis**. London: Heinemann Educational Books, 1974. 136p.

FERNAU, M. E.; SAMSON, P. J. Use of Cluster Analysis to define periods of similar meteorology and precipitation chemistry in Eastern North America. Part I: Transport Patterns. **Journal of Applied Meteorology**, Boston, v.29, n.16, p.751-761, 1990.

FOLLAND, C. K., MILLER, C., BADER, D., CROWE, M., JONES, P., PLUMMER, N., RICHMAN, M., PARKER, D. E., ROGERS, J., SCHOLEFIELD, P. Workshop on Indices and Indicators for Climate Extremes, Asheville, NC, USA, 3-6 June 1997 - Breakout Group C: Temperature indices for climate extremes. **Climatic Change**, 42, 31-43, 1999.

FOLLAND, C. K.; KARL, T. R. e SALINGER, M. J.: Observed climate variability and change. **Weather**, v. 57, p. 269-278, 2002.

GONÇALVES, A. M. **Estudo Climatológico da variabilidade das temperaturas máxima e mínima diárias no estado do Rio Grande do Sul**. 2001. 84f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia)- Faculdade de Meteorologia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE IPCC. **Climate Change 2001: the scientific basis IPCC WG I, TAR**. Cambridge: Cambridge Univ. Press, p.881,2001.

KLEIN TANK, A. M. G. K., KONNEN, G. P. Trends in indices of daily temperature and precipitation extremes in Europe, 1946-99. **Journal of Climate**, v.16, p. 3665-3680, 2003.

KIM, I. S. Classificação dos campos de anomalias das precipitações acumuladas mensais e temperaturas média mensais para a região Sul do Brasil. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 9, 1996, Campos do Jordão. **Anais do...** Campos do Jordão, SP: Sociedade Brasileira de Meteorologia, 1996,v.1, p.195-198.

KIM, I. S.; DINIZ, G. B.; GONÇALVES, F. V. Estudo da variabilidade das características das temperaturas mensais (máxima e mínima) para a região Sul do Brasil. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 9, 1996, Campos do Jordão. **Anais do...** Campos do Jordão, SP: Sociedade Brasileira de Meteorologia, 1996, v.1, p.733-736.

LOPES, F.; BERLATO, M. A. Impactos do El Nino e La Niña nas temperaturas médias máximas e médias mínimas do Estado do Rio Grande do Sul. In: SALÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 12, 2000, Porto Alegre RS. **Anais do...**,Porto Alegre: UFRGS, 2000. 1 CD-ROM.

MARENGO, J. A. Mudanças Climáticas Globais e Regionais: Avaliação do clima atual do Brasil e projeções de cenários climáticos do futuro. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 16, n.1, p.1-18, 2001.

MARENGO, J. ROGERS, J. Cold front and polar air outbreaks in the Americas during modern climate assessments and impacts, and some past climate evidences. In: MARGRAF, V. (ed.). **Present and Past Inter-Hemispheric Climate Linkages in the Americas and Their Societal Effects**. Berlin: Springer-Verlag, 2000.

MARIN, F. R., PANDORFI, H., FERREIRA, A. S. Estimativas das temperaturas máximas e mínimas médias mensais para o Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 13, 2003. Santa Maria-RS. **Anais do...**Santa Maria. 2003, p.761.

MARQUES, J. R. Q., STEINMETZ, S., DINIZ, G., SIQUEIRA, O. I. W. DE, WREGE, M. S., HERTER, F., REISSER JÚNIOR, C. Aumento da temperatura mínima do ar no Rio Grande do Sul, sua relação com o aquecimento global e possíveis impactos no arroz irrigado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO. 4., 2005, Santa Maria. **Anais do...**Santa Maria. Universidade Federal de Santa Maria, 2005. P.224-226.

MARQUES, J. R., DINIZ, G. Variação temporal da temperatura mínima e máxima no sudeste da América do Sul e sua relação com o vapor d'água. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 15, 2007. Aracajú-SE. **Anais do...**Sergipe. 2007, 1CD-ROM.

MOLION, L. C. B. Aquecimento global: Fato ou Ficção?. **Ação Ambiental**, v. 4, n.18, p.19-21, 2001.

MOLION, L. C. B. Aquecimento global: Natural ou Antropogênico?. Disponível em: www.alerta.inf.br/files/Molion_aquecimento_natural_ou_antropogenico.doc. Acesso em 12 nov. 2007.

MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961. 42p.

MOTA, F. S. **Agrometeorologia: uma seleção de temas e casos**. Pelotas: Edição do autor, 2002. 340p.

MOTA, F.S., SIGNORINI, E., ALVES, E. G. P., AGENDES, M. O. Tendência temporal da temperatura no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**. Santa Maria. v.1, n.1, p.101-103, 1993.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE – Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. 2.ed,1989. 421p.

PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHANS, P. C. **Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas**. Guaíba: Agropecuária, 2002. 478p.

PEZZA, A.B.; AMBRIZZI, T. Cold waves in South América and freezing temperatures in São Paulo: Historical background (1888-2003) and cases studies of cyclone and anticyclone tracks. **Revista Brasileira de Meteorologia**. Rio de Janeiro. v.20, n.1, 141-158, 2005.

PHILANDRAS, C. M.; METAXAS, D. A.; NASTOS, P. T. Climate variability and urbanization in Athenas. **Theoretical and Applied Climatology**, Viena, v.63, n.1/2, p.65-72, 1999.

PIMENTEL, M. G. P. **Método de Estimativa de Temperaturas Mínimas e Máximas Médias Mensais Climatológicas do ar no Rio Grande do Sul**. 2007. 77f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia)- Faculdade de Meteorologia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

RUSTICUCCI, M.M.; VARGAS, W.M. Interannual variability of temperature spells over Argentina. **Atmósfera**, v.14; p. 75-86, 2001.

SANSIGOLO, C., RODRIGUEZ, R., ETCHICHURY, P. Tendências nas temperaturas médias do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 7., 1992, São Paulo. **Anais do...** São Paulo, p. 367-371, 1992.

SANTOS, C. A. C. S. **Estimativa e tendências de índices de detecção de mudanças climáticas com base na precipitação diária no Rio Grande do Norte e na Paraíba**. 2006. 98f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia)- Faculdade de Meteorologia, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande.

SPIEGEL, M. R. **Probabilidade e Estatística**. São Paulo, McGraw-Hill do Brasil, 1978. 527p.

STEINMETZ, S., SIQUEIRA, O. J. W. DE, WREGE, M. S., HERTER, F., REISSER JÚNIOR, C. Aumento da temperatura mínima do ar no Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO. 4., 2005, Santa Maria. **Anais do...** Santa Maria. Universidade Federal de Santa Maria, 2005. P.247-250.

STEINKE, E. T. **Considerações sobre variabilidade e mudança climática no Distrito Federal, suas repercussões nos recursos hídricos e informação ao grande público**. 2004. 201f. Tese (Doutorado em Ecologia)-Instituto de Biologia, Departamento de Ecologia, Universidade de Brasília, Brasília.

TURKES, M.; SUMER, U. K.; KILIÇ, G. Observed changes in maximum and minimum temperatures in Turkey. **International Journal of Climatology**, Chichester, v.16, n.4, p.463-477, 1996.

VAREJÃO-SILVA, M. **Meteorologia e Climatologia**. Brasília. Instituto Nacional de Meteorologia. 2001. 515p.

VARONE, F.; PRESTES, S. D.; NEDEL, A. Análise das anomalias da temperatura máxima média mensal do Rio Grande do Sul entre os períodos de 1941-70 e 1971-2000. In Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 13; 2003, Santa Maria. **Anais do...** Santa Maria: SBA, v. 2, p. 1137-1138.

VENEGAS, S., MYSAK, L., STRAUB, N. Atmosphere-ocean coupled variability in the south Atlantic. **Journal of Climate**, n. 10, p. 2904-2920, 1998.

VENEGAS, S., MYSAK, L., STRAUB, N. Evidence for interannual and interdecadal climate variability in the south Atlantic. **Geophysical Research Letters**, n. 23, p. 2673-2676, 1996.

VINCENT, L.; MEKIS, É , 2004: Variation and Trends in Climate Indices for Canada. CD-ROM Proceedings, 15 th. **Symposium on Global Change and Climate Variations**, Seattle, Washington, USA.

ZHANG, X.; VINCENT, L. A.; HOGG, W. D. Temperature and precipitation trends in Canada during the 20th Century. **Atmosphere and Ocean**, v.38, p.395-429, 2000.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Valores do percentis 10, 35, 50, 65 e 90 das temperaturas mínimas sazonais de primavera para as 13 estações de estudo no período entre 1961 e 2005.

	PERCENTIS				
ESTAÇÃO	10	35	50	65	90
BENTO GONÇALVES	9,8	13,4	14,8	16,0	18,5
BAGÉ	9,4	13,4	15,1	16,6	19,6
BOM JESUS	7,0	10,6	12,0	13,4	15,8
ENCRUZILHADA DO SUL	9,8	13,2	14,7	16,1	18,8
IRAÍ	11,4	15,6	17,2	18,6	20,8
PASSO FUNDO	10,3	14,0	15,4	16,5	18,7
PELOTAS	10,2	14,4	16,0	17,4	20,0
PORTO ALEGRE	12,7	16,0	17,4	18,6	21,0
SÃO LUIZ GONZAGA	11,8	16,0	17,6	19,0	21,6
SANTA MARIA	10,9	15,0	16,6	18,0	20,7
SANTA VITORIA	8,8	12,8	14,5	15,9	18,8
TORRES	13,4	16,3	17,4	18,4	20,4
URUGUAIANA	12,1	16,3	18,0	19,3	22,0

APÊNDICE B – Valores do percentis 10, 35, 50, 65 e 90 das temperaturas mínimas sazonais de verão para as 13 estações de estudo no período entre 1961 e 2005.

ESTAÇÃO	PERCENTIS				
	10	35	50	65	90
BENTO GONÇALVES	13,5	16,4	17,5	18,4	20,0
BAGÉ	13,2	17,0	18,2	19,4	21,5
BOM JESUS	11,0	13,8	14,8	15,8	17,7
ENCRUZILHADA DO SUL	14,1	16,8	17,8	18,8	20,6
IRAÍ	15,0	18,4	19,6	20,4	22,0
PASSO FUNDO	13,9	16,6	17,5	18,4	19,9
PELOTAS	14,1	17,6	19,0	20,0	22,2
PORTO ALEGRE	16,8	19,4	20,4	21,4	23,0
SÃO LUIZ GONZAGA	15,4	18,8	19,9	20,8	22,8
SANTA MARIA	14,8	18,2	19,4	20,5	22,5
SANTA VITORIA	13,1	16,8	18,0	19,1	21,3
TORRES	16,8	19,2	20,0	21,0	22,4
URUGUAIANA	15,7	19,1	20,3	21,3	23,3

APÊNDICE C – Valores do percentis 10, 35, 50, 65 e 90 das temperaturas mínimas sazonais de outono para as 13 estações de estudo no período entre 1961 e 2005.

	PERCENTIS				
ESTAÇÃO	10	35	50	65	90
BENTO GONÇALVES	4,8	9,8	11,6	13,3	16,4
BAGÉ	4,4	9,3	11,5	13,7	17,4
BOM JESUS	2,5	7,4	9,4	11,0	13,9
ENCRUZILHADA DO SUL	5,4	10,3	12,1	13,9	16,9
IRAÍ	5,2	10,5	12,6	14,6	18,0
PASSO FUNDO	5,1	10,2	12,0	13,5	16,3
PELOTAS	5,2	9,6	11,6	13,6	17,6
PORTO ALEGRE	7,5	12,1	14,0	15,5	18,8
SÃO LUIZ GONZAGA	6,5	11,7	14,0	15,9	19,1
SANTA MARIA	5,2	10,5	12,6	14,8	18,4
SANTA VITORIA	4,9	9,0	11,0	13,0	16,8
TORRES	8,7	13,0	14,6	16,1	19,0
URUGUAIANA	6,1	11,9	14,0	15,9	19,3

APÊNDICE D – Valores do percentis 10, 35, 50, 65 e 90 das temperaturas mínimas sazonais de inverno para as 13 estações de estudo no período entre 1961 e 2005.

	PERCENTIS				
ESTAÇÃO	10	35	50	65	90
BENTO GONÇALVES	9,8	13,4	14,8	16,0	18,5
BAGÉ	9,4	13,4	15,1	16,6	19,6
BOM JESUS	7,0	10,6	12,0	13,4	15,8
ENCRUZILHADA DO SUL	9,8	13,2	14,7	16,1	18,8
IRAÍ	11,4	15,6	17,2	18,6	20,8
PASSO FUNDO	10,3	14,0	15,4	16,5	18,7
PELOTAS	10,2	14,4	16,0	17,4	20,0
PORTO ALEGRE	12,7	16,0	17,4	18,6	21,0
SÃO LUIZ GONZAGA	11,8	16,0	17,6	19,0	21,6
SANTA MARIA	10,9	15,0	16,6	18,0	20,7
SANTA VITORIA	8,8	12,8	14,5	15,9	18,8
TORRES	13,4	16,3	17,4	18,4	20,4
URUGUAIANA	12,1	16,3	18,0	19,3	22,0

APÊNDICE E – Valores do percentis 10, 35, 50, 65 e 90 das temperaturas máximas sazonais de primavera para as 13 estações de estudo no período entre 1961 e 2005.

ESTAÇÃO	PERCENTIS				
	10	35	50	65	90
BENTO GONÇALVES	19,2	23,2	25,0	26,7	30,0
BAGÉ	20,3	24,4	26,2	28,2	32,3
BOM JESUS	17,1	21,0	22,6	24,2	27,2
ENCRUZILHADA DO SUL	19,2	23,3	25,1	26,8	30,6
IRAÍ	24,0	28,3	30,0	31,6	34,5
PASSO FUNDO	20,4	24,6	26,4	28,0	31,0
PELOTAS	19,7	22,8	24,4	25,9	29,5
PORTO ALEGRE	21,3	25,0	26,7	28,6	32,8
SÃO LUIZ GONZAGA	23,1	27,6	29,5	31,3	34,5
SANTA MARIA	21,6	25,6	27,3	29,2	33,2
SANTA VITORIA	18,4	21,7	23,4	25,0	29,0
TORRES	20,0	22,2	23,2	24,2	26,5
URUGUAIANA	22,2	26,2	28,1	30,0	34,0

APÊNDICE F – Valores do percentis 10, 35, 50, 65 e 90 das temperaturas máximas sazonais de verão para as 13 estações de estudo no período entre 1961 e 2005.

	PERCENTIS				
ESTAÇÃO	10	35	50	65	90
BENTO GONÇALVES	22,4	25,8	27,2	28,5	31,0
BAGÉ	24,1	27,7	29,2	30,5	33,8
BOM JESUS	20,4	23,5	24,8	26,0	28,2
ENCRUZILHADA DO SUL	23,0	26,1	27,7	29,1	32,0
IRAÍ	27,2	30,7	32,0	33,0	35,4
PASSO FUNDO	23,4	26,8	28,0	29,1	31,4
PELOTAS	24,0	26,4	27,4	28,6	31,7
PORTO ALEGRE	25,2	28,3	29,7	31,1	34,3
SÃO LUIZ GONZAGA	26,2	29,9	31,4	32,7	35,3
SANTA MARIA	25,2	28,3	29,7	31,0	34,0
SANTA VITORIA	23,0	25,5	26,7	28,0	31,2
TORRES	23,8	25,6	26,3	27,0	28,9
URUGUAIANA	25,6	29,2	30,8	32,2	35,5

APÊNDICE G – Valores do percentis 10, 35, 50, 65 e 90 das temperaturas máximas sazonais de outono para as 13 estações de estudo no período entre 1961 e 2005.

	PERCENTIS				
ESTAÇÃO	10	35	50	65	90
BENTO GONÇALVES	13,9	18,7	20,6	22,4	26,0
BAGÉ	14,3	19,0	20,9	23,0	27,1
BOM JESUS	12,6	17,0	18,8	20,5	23,7
ENCRUZILHADA DO SUL	13,8	18,2	20,1	21,9	25,6
IRAÍ	17,6	22,2	24,6	26,6	30,7
PASSO FUNDO	14,6	19,4	21,4	23,4	27,1
PELOTAS	15,0	19,2	21,0	22,6	26,4
PORTO ALEGRE	16,5	20,7	22,6	24,4	28,5
SÃO LUIZ GONZAGA	16,6	21,6	23,6	25,6	29,6
SANTA MARIA	15,4	20,2	22,4	24,6	28,7
SANTA VITORIA	14,2	18,0	19,7	21,5	25,1
TORRES	17,2	20,5	21,9	23,2	25,8
URUGUAIANA	15,6	20,3	22,4	24,3	28,6

APÊNDICE H – Valores do percentis 10, 35, 50, 65 e 90 das temperaturas máximas sazonais de inverno para as 13 estações de estudo no período entre 1961 e 2005.

	PERCENTIS				
ESTAÇÃO	10	35	50	65	90
BENTO GONÇALVES	12,5	17,3	19,4	21,6	25,7
BAGÉ	12,8	17,0	19,1	21,0	26,2
BOM JESUS	11,4	15,8	17,8	19,6	23,6
ENCRUZILHADA DO SUL	12,2	16,2	18,1	20,1	24,5
IRAÍ	16,6	21,4	23,6	26,0	30,4
PASSO FUNDO	13,2	18,0	20,1	22,2	26,4
PELOTAS	13,6	16,6	18,0	19,5	24,2
PORTO ALEGRE	14,8	18,6	20,3	22,4	27,5
SÃO LUIZ GONZAGA	15,1	20,1	22,3	24,6	29,2
SANTA MARIA	13,9	18,0	20,2	22,6	28,2
SANTA VITORIA	12,6	15,5	16,9	18,3	22,0
TORRES	15,4	17,8	18,8	19,9	22,6
URUGUAIANA	14,2	18,6	20,6	22,9	27,7

APÊNDICE I – Tendência (variação total) e teste de significância *t* Student dos índices climáticos da temperatura mínima de primavera para as 13 regiões de estudo no Rio Grande do Sul no período entre 1961 e 2005.

ESTAÇÃO	Média sazonal (°C em 45 anos)	Mínimo Absoluto (°C em 45 anos)	Máximo Absoluto (°C em 45 anos)	Percentil 10 (nº dias 45 anos)	Percentil 35 (nº dias 45 anos)	Percentil 65 (nº dias 45 anos)	Percentil 90 (nº dias 45 anos)
BENTO	1,24	2,19	0,97	-6,11	-3,14	3,44	5,73
BAGÉ	0,13	0,34	0,33	-1,47	-3,78	-0,86	-4,34
BOM JES	0,06	-1,48	-0,45	1,35	3,22	9,36	5,21
ENCRUZI	1,20	0,57	1,65	-1,84	-7,16	6,59	8,42
IRAÍ	3,05	3,10	3,28	-9,21	-9,23	14,75	15,41
PAS FUN	0,83	0,30	0,51	-3,91	-5,61	-0,59	6,08
PELOTAS	1,59	0,77	0,93	-7,34	-7,50	7,67	6,96
PORT AL	0,15	0,07	0,40	-2,43	-0,05	3,12	-2,11
SÃO LUI	1,83	1,46	2,48	-6,80	-8,27	5,50	10,76
SANT MA	1,55	1,30	0,33	-5,46	-8,49	10,78	4,71
SANT VIT	0,32	-0,63	0,19	-1,37	-2,07	-0,61	0,78
TORRES	1,37	0,64	1,87	-5,05	-11,97	11,41	9,56
URUGUAI	1,31	1,16	0,04	-6,66	-4,63	7,28	0,21

Nota: significativo a 1% (vermelho), significativo a 5% (azul), não significativo (sem cor).

APÊNDICE J – Tendência (variação total) e teste de significância *t* Student dos índices climáticos da temperatura mínima de verão para as 13 regiões de estudo no Rio Grande do Sul no período entre 1961 e 2005.

ESTAÇÃO	Média sazonal (°C em 45 anos)	Mínimo Absoluto (°C em 45 anos)	Máximo Absoluto (°C em 45 anos)	Percentil 10 (nº dias 45 anos)	Percentil 35 (nº dias 45 anos)	Percentil 65 (nº dias 45 anos)	Percentil 90 (nº dias 45 anos)
BENTO	1,38	2,64	0,55	-11,44	-2,03	8,95	7,96
BAGÉ	0,24	0,57	-1,10	0,09	-4,46	3,26	-0,97
BOM JES	-0,30	0,40	-0,15	7,22	6,72	6,79	-6,46
ENCRUZI	1,63	1,60	1,24	-9,06	-1,69	12,28	9,09
IRAÍ	2,22	3,69	1,63	-10,66	-15,36	13,17	16,65
PAS FUN	0,27	0,89	-0,61	-2,65	-0,45	3,03	1,25
PELOTAS	2,01	2,16	1,00	-8,95	-11,27	10,04	12,40
PORT AL	0,29	0,44	0,37	-2,18	-4,31	1,86	1,19
SÃO LUI	1,44	2,30	1,29	-7,10	-10,48	9,02	8,72
SANT MA	1,40	1,11	0,25	-4,12	-10,94	11,11	7,74
SANT VIT	0,53	1,02	0,24	-1,83	-4,38	3,09	3,45
TORRES	0,57	-0,64	1,81	2,04	-9,19	1,38	11,65
URUGUAI	0,34	3,63	-0,67	-3,64	-0,59	2,36	-2,00

Nota: significativo a 1% (vermelho), significativo a 5% (azul), não significativo (sem cor).

APÊNDICE K – Tendência (variação total) e teste de significância *t* Student dos índices climáticos da temperatura mínima de outono para as 13 regiões de estudo no Rio Grande do Sul no período entre 1961 e 2005.

ESTAÇÃO	Média sazonal (°C em 45 anos)	Mínimo Absoluto (°C em 45 anos)	Máximo Absoluto (°C em 45 anos)	Percentil 10 (nº dias 45 anos)	Percentil 35 (nº dias 45 anos)	Percentil 65 (nº dias 45 anos)	Percentil 90 (nº dias 45 anos)
BENTO	1,67	2,38	2,94	-4,41	-0,38	4,06	11,42
BAGÉ	0,68	-0,70	1,71	-0,47	-3,89	1,17	4,70
BOM JES	-0,95	-4,30	0,97	1,05	7,43	-2,12	2,22
ENCRUZI	1,26	-0,28	2,33	-1,41	-1,23	1,30	12,21
IRAI	3,28	1,63	4,09	-8,47	-5,47	8,26	18,88
PAS FUN	0,81	-0,55	2,00	-2,43	-0,14	-0,85	8,93
PELOTAS	2,29	2,31	1,04	-6,97	-14,24	4,79	7,80
PORT AL	0,51	-0,31	1,18	-1,38	-1,55	0,84	5,92
SÃO LUI	2,13	1,21	3,54	-5,75	-2,54	5,44	13,57
SANT MA	1,19	-0,68	2,10	-2,22	-2,62	1,69	10,78
SANT VIT	0,50	-0,94	0,97	1,00	-2,63	3,60	4,26
TORRES	1,67	0,12	2,61	-4,13	-8,24	2,18	10,88
URUGUAI	1,22	-0,02	-5,40	-1,23	-3,70	2,24	5,04

Nota: significativo a 1% (vermelho), significativo a 5% (azul), não significativo (sem cor)

APÊNDICE L – Tendência (variação total) e teste de significância *t* Student dos índices climáticos da temperatura mínima de inverno para as 13 regiões de estudo no Rio Grande do Sul no período entre 1961 e 2005.

ESTAÇÃO	Média sazonal (°C em 45 anos)	Mínimo Absoluto (°C em 45 anos)	Máximo Absoluto (°C em 45 anos)	Percentil 10 (nº dias 45 anos)	Percentil 35 (nº dias 45 anos)	Percentil 65 (nº dias 45 anos)	Percentil 90 (nº dias 45 anos)
BENTO	0,39	1,77	1,18	-1,40	1,87	-4,14	4,85
BAGÉ	-0,86	-1,18	1,55	4,39	5,19	-9,03	1,38
BOM JES	-2,47	-5,69	-1,16	10,54	9,93	-6,79	-3,97
ENCRUZI	0,06	-1,30	1,63	4,89	4,78	4,17	7,00
IRAI	1,76	-0,58	2,82	-3,12	-5,63	2,33	11,61
PAS FUN	-0,39	-1,81	0,38	2,05	1,83	-3,30	0,05
PELOTAS	0,48	0,90	1,59	-2,31	-0,92	-5,18	4,38
PORT AL	-0,57	-0,78	0,37	3,00	4,57	-8,16	0,82
SÃO LUI	0,76	0,07	1,78	-0,47	-2,97	-7,38	10,20
SANT MA	0,87	-0,62	1,82	1,22	1,37	0,35	8,41
SANT VIT	-0,80	-0,77	0,79	6,43	8,53	0,31	0,11
TORRES	-0,23	-0,11	0,96	2,58	4,06	-2,21	5,03
URUGUAI	0,92	-1,45	2,34	1,70	-1,76	4,03	7,52

Nota: significativo a 1% (vermelho), significativo a 5% (azul), não significativo (sem cor).

APÊNDICE M – Tendência (variação total) e teste de significância *t* Student dos índices climáticos da temperatura máxima de primavera para as 13 regiões de estudo no Rio Grande do Sul no período entre 1961 e 2005.

ESTAÇÃO	Média sazonal (°C em 45 anos)	Mínimo Absoluto (°C em 45 anos)	Máximo Absoluto (°C em 45 anos)	Percentil 10 (nº dias 45 anos)	Percentil 35 (nº dias 45 anos)	Percentil 65 (nº dias 45 anos)	Percentil 90 (nº dias 45 anos)
BENTO	-0,35	-0,75	-1,29	-1,52	0,27	-1,43	-6,05
BAGÉ	-0,82	-0,63	-0,69	1,65	3,17	-2,65	-5,11
BOM JES	1,86	1,73	1,37	0,52	6,11	21,65	14,50
ENCRUZI	1,71	1,21	2,16	-3,99	-4,34	10,69	5,67
IRAI	-0,04	0,44	0,06	0,31	2,13	6,03	-0,64
PAS FUN	0,50	0,26	0,17	0,18	-5,02	-0,50	2,98
PELOTAS	0,65	0,71	-0,23	-5,89	-1,92	2,44	1,49
PORT AL	0,65	0,90	-0,32	-3,68	-5,14	2,04	1,93
SÃO LUI	2,02	1,31	1,45	-7,22	-8,40	6,18	9,92
SANT MA	0,58	0,27	1,43	0,65	-0,14	4,33	3,89
SANT VIT	0,19	0,64	0,04	-1,78	-1,74	3,48	-1,89
TORRES	1,65	1,24	2,98	-7,86	-13,01	15,59	10,66
URUGUAI	-0,70	-0,67	0,44	3,13	-0,97	-3,97	-1,22

Nota: significativo a 1% (vermelho), significativo a 5% (azul), não significativo (sem cor).

APÊNDICE N – Tendência (variação total) e teste de significância *t* Student dos índices climáticos da temperatura máxima de verão para as 13 regiões de estudo no Rio Grande do Sul no período entre 1961 e 2005.

ESTAÇÃO	Média sazonal (°C em 45 anos)	Mínimo Absoluto (°C em 45 anos)	Máximo Absoluto (°C em 45 anos)	Percentil 10 (nº dias 45 anos)	Percentil 35 (nº dias 45 anos)	Percentil 65 (nº dias 45 anos)	Percentil 90 (nº dias 45 anos)
BENTO	-0,54	1,76	-1,24	-2,42	0,12	-2,83	-12,74
BAGÉ	-1,09	0,12	-2,43	0,90	8,95	-5,40	-6,48
BOM JES	1,78	1,80	1,12	-2,50	5,61	19,68	11,33
ENCRUZI	2,21	2,52	1,94	-9,19	-5,18	13,57	7,52
IRAI	-0,25	1,54	-1,18	-2,44	-0,68	-1,06	-9,70
PAS FUN	0,20	1,98	-1,10	-5,33	3,10	1,74	-3,48
PELOTAS	0,45	1,38	-0,36	-5,42	-2,08	5,69	-1,39
PORT AL	0,71	1,79	0,29	-6,05	-3,55	6,43	-2,23
SÃO LUI	2,10	1,73	1,34	-9,40	-10,02	8,89	9,91
SANT MA	0,89	1,01	0,80	-3,30	-1,49	5,16	5,00
SANT VIT	-0,23	0,91	-1,18	-3,54	3,75	1,26	-6,33
TORRES	2,27	2,08	2,05	-13,97	-25,57	25,70	16,42
URUGUAI	-0,70	-0,01	-0,06	0,37	-2,76	-9,33	-3,43

Nota: significativo a 1% (vermelho), significativo a 5% (azul), não significativo (sem cor).

APÊNDICE O – Tendência (variação total) e teste de significância *t* Student dos índices climáticos da temperatura máxima de outono para as 13 regiões de estudo no Rio Grande do Sul no período entre 1961 e 2005.

ESTAÇÃO	Média sazonal (°C em 45 anos)	Mínimo Absoluto (°C em 45 anos)	Máximo Absoluto (°C em 45 anos)	Percentil 10 (nº dias 45 anos)	Percentil 35 (nº dias 45 anos)	Percentil 65 (nº dias 45 anos)	Percentil 90 (nº dias 45 anos)
BENTO	-0,880	-0,12	-3,52	3,44	5,51	-8,59	-0,15
BAGÉ	-1,382	-1,14	0,23	2,54	10,38	-5,85	-3,97
BOM JES	1,186	3,38	12,41	-2,73	6,06	11,81	9,56
ENCRUZI	1,153	0,76	3,00	-2,41	5,12	6,55	6,97
IRAI	-0,089	-1,30	-0,98	1,82	4,75	0,87	4,80
PAS FUN	0,386	1,90	1,60	0,00	3,49	-2,19	5,71
PELOTAS	0,299	0,16	2,20	-3,02	3,55	-1,32	2,73
PORT AL	0,402	0,24	1,44	-3,55	5,49	-4,83	5,30
SÃO LUI	1,246	2,40	2,09	-4,73	2,19	2,38	7,32
SANT MA	0,004	1,77	4,88	-0,52	6,41	-2,08	4,41
SANT VIT	-0,265	0,48	0,85	-1,13	6,31	-1,16	-0,54
TORRES	1,961	1,28	2,15	-8,22	-3,92	5,28	10,95
URUGUAI	-0,803	-1,60	-1,51	0,10	6,44	-9,52	-4,57

Nota: significativo a 1% (vermelho), significativo a 5% (azul), não significativo (sem cor)

APÊNDICE P – Tendência (variação total) e teste de significância *t* Student dos índices climáticos da temperatura máxima de inverno para as 13 regiões de estudo no Rio Grande do Sul no período entre 1961 e 2005.

ESTAÇÃO	Média sazonal (°C em 45 anos)	Mínimo Absoluto (°C em 45 anos)	Máximo Absoluto (°C em 45 anos)	Percentil 10 (nº dias 45 anos)	Percentil 35 (nº dias 45 anos)	Percentil 65 (nº dias 45 anos)	Percentil 90 (nº dias 45 anos)
BENTO	-0,65	-1,97	0,30	2,58	4,53	-4,14	0,97
BAGÉ	-0,38	-0,43	0,85	3,72	1,89	-9,03	1,14
BOM JES	0,61	0,63	2,57	1,67	-1,98	-6,79	7,92
ENCRUZI	0,91	0,11	2,23	3,00	2,23	4,17	7,56
IRAI	0,64	0,92	1,47	1,96	-0,69	2,33	7,16
PAS FUN	-0,39	0,42	-0,66	0,78	1,45	-3,30	-2,93
PELOTAS	0,61	0,05	2,26	-0,75	-5,22	-5,18	3,00
PORT AL	0,45	0,37	-0,24	2,27	-5,47	-8,16	4,27
SÃO LUI	0,92	0,94	0,98	-0,47	-3,91	-7,38	5,63
SANT MA	0,47	-0,37	2,21	2,15	2,10	0,35	6,08
SANT VIT	-0,03	-1,18	3,51	3,63	7,33	0,31	5,48
TORRES	0,78	-0,33	3,63	-2,05	-5,17	-2,21	3,82
URUGUAI	0,04	-0,44	1,36	1,20	-0,04	4,03	3,13

Nota: significativo a 1% (vermelho), significativo a 5% (azul), não significativo (sem cor).