Revista Brasileira de Climatologia
ISSN: 1980-055x (Impressa) 2237-8642 (Eletrônica)

REGIÕES COM SIMILARIDADE DE HORAS DE FRIO NO OUTONO-INVERNO NO SUL DO BRASIL

WREGE, Marcos Silveira – marcos.wrege@embrapa.br
Engenheiro Agrônomo, Doutor. Embrapa Florestas

HERTER, Flavio Gilberto – flavioherter@gmail.com
Engenheiro Agrônomo, Doutor. Universidade Federal de Pelotas

FRITZSONS, Elenice – elenice.fritzsons@embrapa.br
Engenheiro Agrônomo, Doutor. Embrapa Florestas

RESUMO: O objetivo deste estudo foi identificar, na Região Sul do Brasil, zonas homogêneas quanto às horas de frio no período outono-inverno e contribuir, assim, para estudos de riscos climáticos para espécies frutíferas e florestais criófilas, cultivadas em regiões de clima temperado. As regiões foram delimitadas por análise de agrupamento, com variáveis classificatórias definidas pela disponibilidade estacional de horas de frio (<7,2 ^{o}C) acumuladas no período maio-setembro. A análise permitiu o reconhecimento de cinco zonas homogêneas de horas de frio na Região Sul do Brasil. O Litoral e o Noroeste do Paraná apresentam os menores valores, enquanto as regiões serranas apresentam os maiores valores. Nas demais regiões, os valores são intermediários, permitindo a diversificação das atividades de fruticultura e de florestas.

PALAVRAS-CHAVE: análise de agrupamento, análise de componentes principais, riscos climáticos, zonas homogêneas, horas de frio.

ABSTRACT: *Chilling hours homogeneous areas in Autumn-Winter in southern Brazil* - The aim of this study was to identify, in the southern region of Brazil, homogeneous zones regarding chilling hours and thus to contribute to studies of climate risks in agriculture and forestry. The regions were delimited by cluster analysis, being the classificatory variables defined by the seasonal availability of chilling hours (<7.2 °C) accumulated during the period from May to September. The analysis allowed the recognition of five zones with homogeneous chilling hours in the southern region of Brazil. The Coast and the Northwestern of the State of Paraná have the lowest values, while mountainous regions have the highest values. In the other regions, the values were intermediate, allowing the diversification of fruit growing activities and forests.
KEYWORDS: cluster analysis, principal component analysis, climatic risks, homogeneous zones, chilling hours.

1. INTRODUÇÃO

O Sul do Brasil é uma das regiões agrícolas mais importantes do país, sendo uma das mais importantes para a fruticultura de clima temperado, com o cultivo da videira, do pessegueiro, da nectarineira, da macieira, etc. e espécies florestais, como o tungue.

A agricultura e o setor florestal no país atingiram alto desempenho com o domínio das técnicas de cultivo em regiões tropicais, alcançando safras recordes com o aumento da produtividade, praticamente sem expandir a área plantada nos últimos anos. Essa conquista se deu em grande parte ao melhoramento genético, mas também ao aperfeiçoamento de ferramentas de planejamento de uso da terra, como o zoneamento agrícola.

O zoneamento agrícola tornou-se instrumento de política agrícola, orientando os produtores quanto aos tipos de cultura a serem plantadas em cada

ISSN: 1980-055x (Impressa) 2237-8642 (Eletrônica)

região e às épocas de plantio mais favoráveis, no caso das culturas anuais (Assad et al., 2001).

O zoneamento agrícola baseia-se na quantificação dos riscos decorrentes de fatores climáticos adversos (Schubnell, 1998) e na satisfação das condições mínimas necessárias para que as espécies completem o ciclo de vida. Os mais importantes fatores de risco para a agricultura no Sul do país são as geadas e o déficit hídrico, responsáveis pela maioria dos sinistros agrícolas (Göpfert et al., 1993). Além destes, para a fruticultura de clima temperado e para algumas espécies florestais, ainda é necessário que ocorra um número determinado de horas de frio no outono-inverno, a fim de que as plantas atinjam um alto potencial produtivo e aumentem a longevidade (Sousa et al., 2009).

As horas de frio são a soma do número de horas em que a temperatura do ar permanece abaixo de um determinado valor, em geral 7,2 ^{o}C, durante o outono e o inverno, período de dormência das frutíferas e das espécies florestais criófilas (crio: frio, fila: amiga). Nesse período, as plantas não paralisam totalmente as atividades fisiológicas. A exposição a baixas temperaturas estimula as atividades bioquímicas e a concentração de hormônios, mobilizando carboidratos que favorecem a brotação das gemas vegetativas e floríferas (Almeida e Antunes, 2012). Portanto, o período de dormência é necessário para uniformizar as brotações de ramos e o florescimento, que ocorrem imediatamente após o período de repouso hibernal, normalmente no final do inverno e início da primavera.

As espécies criófilas que não têm a quantidade de frio que precisam correm o risco de sofrer anomalias fenológicas, com diminuição do rendimento e da longevidade (Sousa et al., 2009).

As regiões serranas do sul do país, de modo geral, têm condições de atender as necessidades das espécies frutíferas e florestais criófilas. Mas, devido à irregularidade das condições de inverno nessas regiões, o ideal é que sejam utilizadas cultivares adaptadas, que consigam ser produtivas e longevas com o mínimo de suas exigências atendidas (Almeida e Antunes, 2012). O zoneamento agrícola, feito pelas instituições de pesquisa, indica quais são os locais com condições mais favoráveis para o plantio dessas espécies com necessidade de frio.

Assim, o somatório das horas de frio no outono-inverno é um índice climático importante que pode auxiliar na identificação de regiões com o mesmo padrão, influenciando nas zonas indicadas para plantio de um grande número de frutíferas e florestais de clima temperado (Wrege et al., 2011).

A aplicação das horas de frio requer o agrupamento das observações segundo critérios de similaridade, considerando sua evolução ao longo do tempo (outono-inverno) (Keller Filho et al., 2005). A análise de agrupamento considera um conjunto inicial de objetos, onde são associadas medidas de várias grandezas denominadas variáveis classificatórias, utilizadas para se obter grupos de objetos assemelhados em relação aos valores assumidos por essas variáveis (Keller Filho et al., 2005; Everritt, 1993).

ISSN: 1980-055x (Impressa) 2237-8642 (Eletrônica)

Vários trabalhos foram publicados sobre análise hierárquica de agrupamento, definindo regiões climaticamente homogêneas, como os de Keller Filho et al. (2005), Diniz et al. (2003), Fritzsons et al. (2010, 2011) e Ribeiro et al. (2011).

O objetivo desse trabalho foi identificar grupos de estações meteorológicas com padrões climáticos similares e, através disso, identificar regiões homogêneas quanto às horas de frio acumuladas no outono-inverno na Região Sul do Brasil, contribuindo, assim, para estudos de riscos climáticos para os setores da fruticultura e de florestas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram usados dados de uma rede de estações meteorológicas da Região Sul do Brasil, com um total de 93 estações com informações de horas de frio (<7,2 ^{o}C) (Figura 1) ocorridas no outono-inverno (no período maio a setembro). Os dados foram avaliados quanto à ausência de erros, completude e consistência. O período considerado foi de 1976-2005, com séries climáticas completas tanto quanto possível e seguindo normas da WMO (1984), que recomenda pelo menos 30 anos de registros para o cálculo das normais climatológicas.

Os dados das 93 estações com valores de horas de frio foram georreferenciados com latitude e longitude (em graus decimais e valores negativos) e altitude (em metros s.n.m) para gerar uma equação de regressão linear simples, permitindo que as horas de frio fossem calculadas em função da latitude, da longitude e da altitude de qualquer ponto georreferenciado da Região Sul do país (Tabela 1) e, assim, poder fazer o mapa de horas de frio (Figura 2).

ISSN: 1980-055x (Impressa) 2237-8642 (Eletrônica)

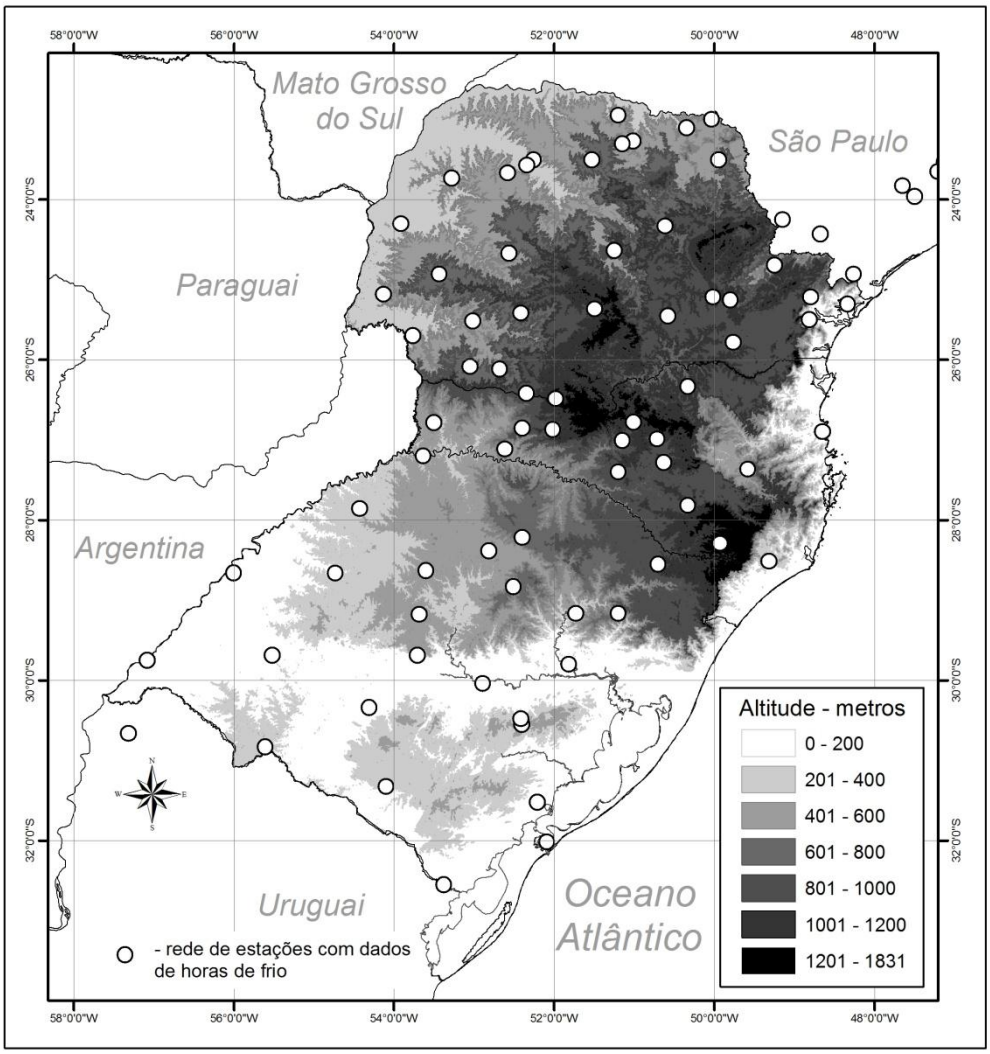

Figura 1. Mapa hipsométrico com a rede de estações meteorológicas na Região Sul do Brasil contendo dados de horas de frio (Iapar, Epagri, Fepagro, Embrapa, UFPel).

Tabela 1. Coeficientes da equação de regressão usada para calcular as horas de frio (<7,2 ^{o}C) ocorridas no outono-inverno na Região Sul do Brasil em função da latitude, da longitude e da altitude.

Período Outono-inverno	constante	α	β	χ
Maio-setembro	-1866,52	-52,71	-9,81	0,3248

Horas de frio = constante + α x latitude + β x longitude + χ x altitude

ISSN: 1980-055x (Impressa) 2237-8642 (Eletrônica)

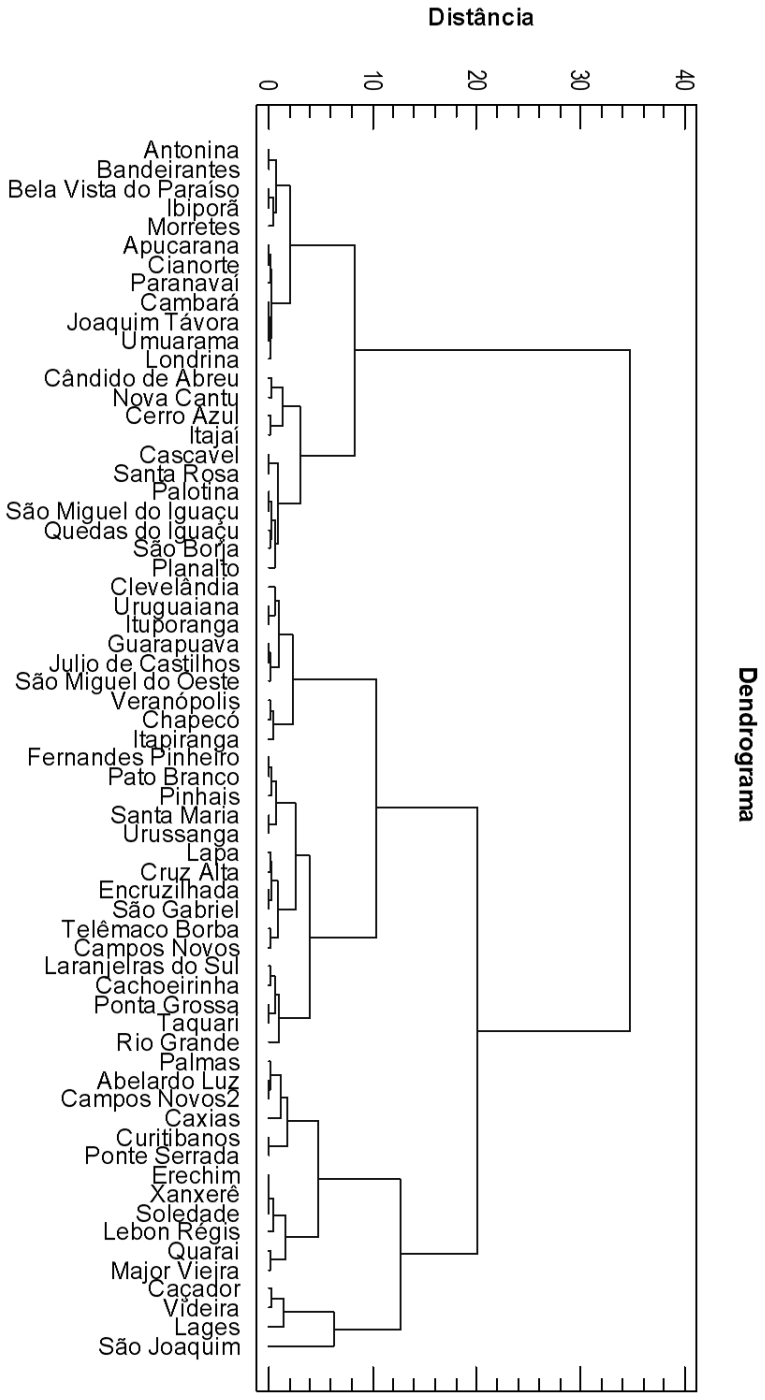

Figura 2. Dendograma representativo da análise de agrupamento das horas de frio ocorridas no outono-inverno no sul do Brasil.

Finalmente, foi escolhido o procedimento mais adequado para formação de grupos homogêneos com horas de frio acumuladas entre maio e setembro.

A análise de agrupamento desdobrou-se em quatro etapas: escolha das variáveis classificatórias, especificação de uma medida de similaridade, seleção

ISSN: 1980-055x (Impressa) 2237-8642 (Eletrônica)

do método de agrupamento e decisão quanto ao número de grupos a serem formados.

Variáveis classificatórias

A escolha das variáveis classificatórias reflete o julgamento do investigador sobre a relevância das variáveis climáticas, de acordo com os propósitos da pesquisa. Na agricultura, geralmente a temperatura e a pluviosidade são as variáveis mais relevantes, na escala temporal mensal, estacional ou anual. A escala anual não reflete as flutuações sazonais que ocorrem ao longo do ano. Por essa razão, as variáveis classificatórias foram escolhidas de forma a captar as flutuações, na escala estacional. Assim, foram calculados, por estação, os valores de horas de frio e feitas as médias estacionais.

Em cada ponto de observação meteorológica fez-se a caracterização do perfil estatístico das horas de frio ao longo do período de um ano.

Medida de similaridade

É fundamental que, na análise de agrupamento, seja definida uma medida de similaridade ou de distância entre os grupos a serem formados (Keller Filho et al., 2005; Everitt, 1993). Neste caso, foi escolhida a medida métrica Euclidiana, porque as variáveis classificatórias selecionadas são medidas reais.

Método de agrupamento

Com o avanço da tecnologia e do uso da computação, foram desenvolvidos muitos métodos de agrupamento de objetos. Dois deles se distinguem: métodos não hierárquicos e métodos hierárquicos.

Não é possível, em princípio, estabelecer o número ideal de agrupamentos para as horas de frio e, por esse motivo, os métodos hierárquicos aglomerativos são os mais recomendados (Kaufman e Rousseau, 1990).

Entre as técnicas de agrupamento hierárquico destacam-se: ligação simples, ligação completa, método centróide, método da mediana, método das médias dos grupos e método da variância mínima (Ward's Method).

Para este trabalho, foi escolhida a técnica da variância mínima (Ward, 1963), recomendado por Edelbrock (1979).

Número de grupos

ISSN: 1980-055x (Impressa) 2237-8642 (Eletrônica)

A escolha do número de grupos a serem usados baseou-se na análise gráfica do 'Dendograma' e da 'Distancia de Aglomeração'. Para os grupos formados, foi calculada a média dos valores de horas de frio com as estações pertencentes ao mesmo agrupamento, apresentados em gráficos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A identificação de zonas homogêneas de horas de frio é importante no processo de seleção de zonas de menores riscos climáticos a serem usadas no zoneamento para frutíferas e algumas espécies florestais criófilas. O conhecimento dos padrões desse índice climático pode ser usado como ferramenta de planejamento agrícola e, portanto, pode auxiliar na escolha das espécies a serem plantadas com baixos riscos climáticos (Keller Filho et al., 2005).

Na Região Sul, atuam sistemas atmosféricos complexos, responsáveis pela identificação de cinco zonas homogêneas quanto às horas de frio, às quais são influenciadas pelas condições de relevo e, assim, favorecem o desenvolvimento de diferentes sistemas de exploração agrícola (Keller Filho et al., 2005; Nobre, 1988), entre os quais a fruticultura de clima temperado e as atividades florestais (Figuras 2, 3 e 4)

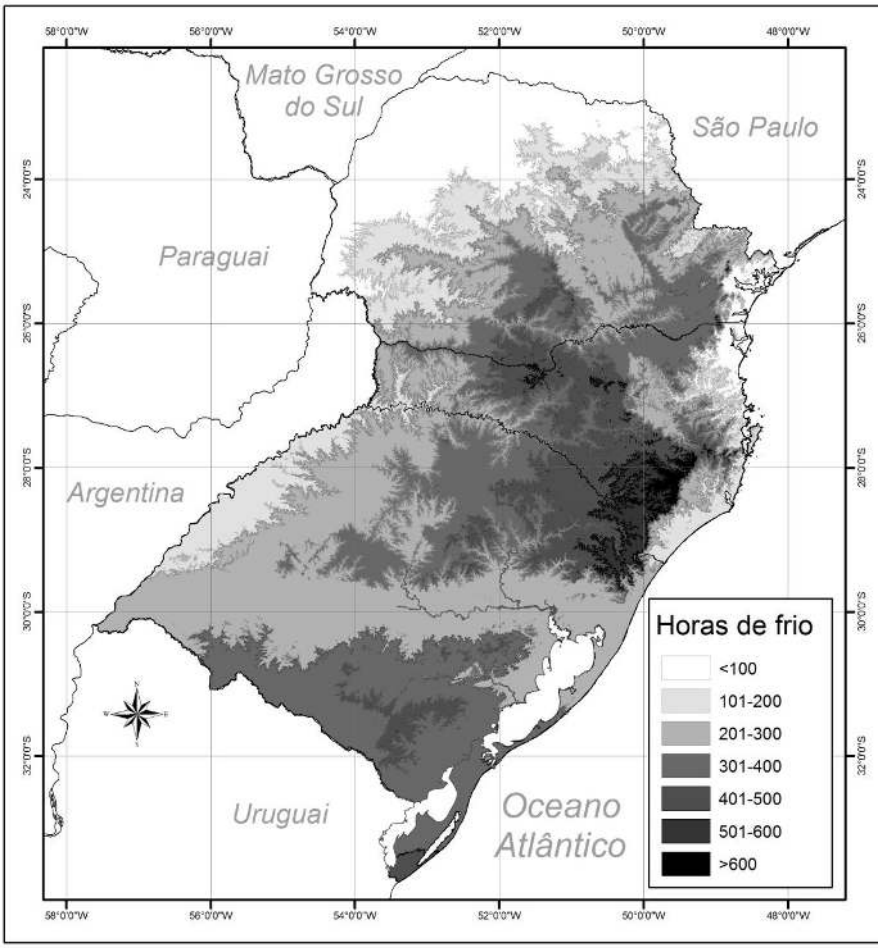

Figura 3. Mapa de horas de frio (<7,2 ºC) acumuladas no período outono-inverno (maio a setembro) na Região Sul do Brasil.

ISSN: 1980-055x (Impressa) 2237-8642 (Eletrônica)

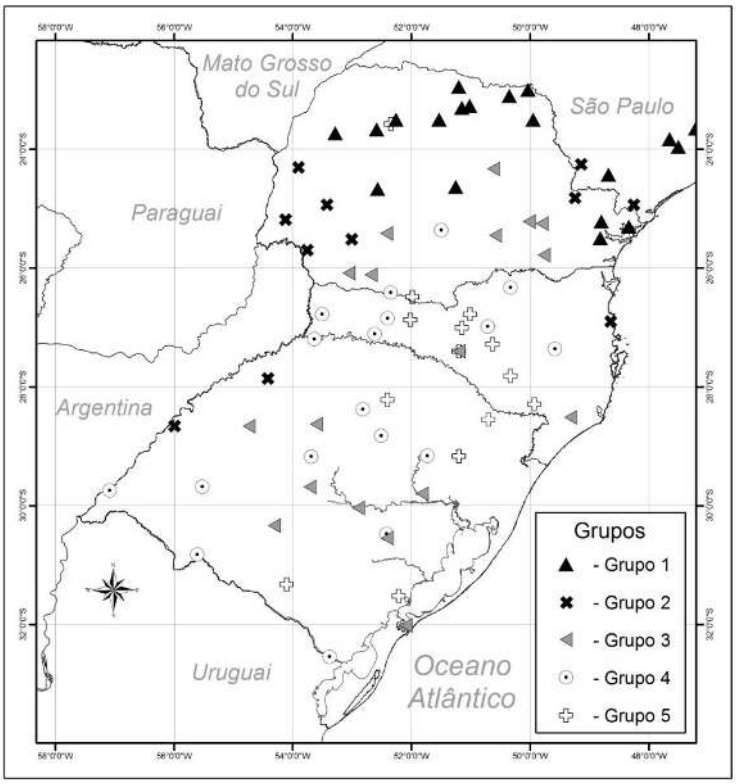

Figura 4. Distribuição espacial de rede de estações meteorológicas na Região Sul do Brasil, conforme as zonas homogêneas de horas de frio (<7,2 ^{o}C) ocorridas no outono-inverno.

Os cinco agrupamentos formados na análise são apresentados (Figuras 2 a 5; Tabela 2) e descritos a seguir, destacando-se as características que têm em comum.

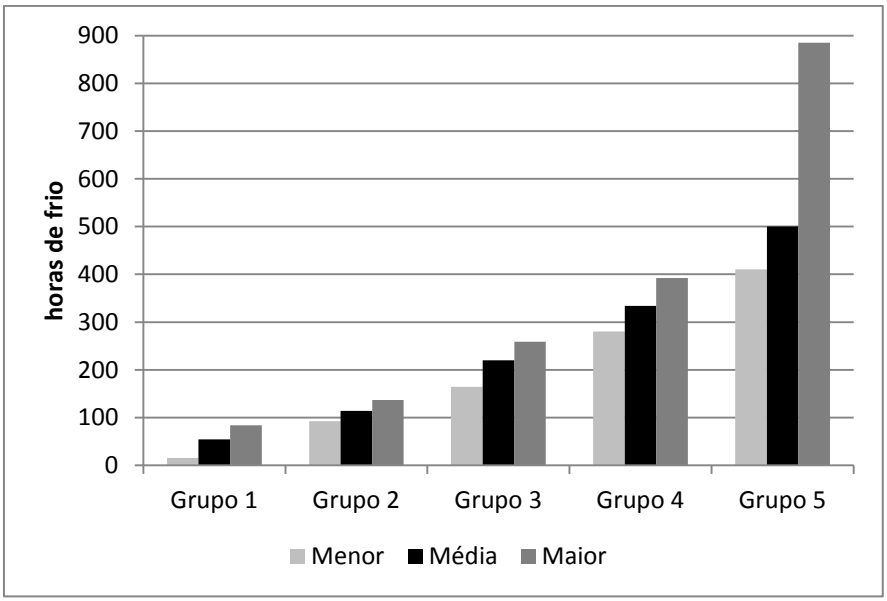

Figura 5. Gráfico das horas de frio acumuladas no período outono-inverno para os grupos de observações similares na Região Sul do Brasil, de acordo com a análise de agrupamento, representando o menor valor do grupo, o valor médio e o maior valor.

ISSN: 1980-055x (Impressa) 2237-8642 (Eletrônica)

Tabela 2. Grupos de estações meteorológicas e valores das horas de frio acumuladas no outono-inverno (maio a setembro).

Grupo 1 / municípios	Estado	latitude	longitude	altitude	horas de frio
Antonina	PR	-25,22	-48,80	60	35,41
Apucarana		-23,50	-51,53	746	43,61
Bandeirantes		-23,10	-50,35	440	33,07
Bela Vista do Paraíso		-22,95	-51,20	600	26,86
Cambará		-23,00	-50,03	450	44,92
Cianorte		-23,67	-52,58	530	43,37
Guaraqueçaba		-25,30	-48,33	40	35,62
Ibiporã		-23,27	-51,02	484	25,55
Joaquim Távora		-23,50	-49,95	512	46,00
Londrina		-23,30	-51,15	585	48,50
Morretes		-25,50	-48,82	59	15,29
Paranavaí		-23,50	-52,26	480	40,76
Umuarama		-23,73	-53,28	480	47,03
Cândido de Abreu		-24,63	-51,25	645	79,30
Nova Cantu		-24,67	-52,57	540	73,75
Grupo 2 / municípios	**Estado**	**latitude**	**longitude**	**altitude**	**horas de frio**
Cascavel	PR	-24,93	-53,43	760	134,00
Cerro Azul		-24,82	-49,25	443	99,26
Palotina		-24,30	-53,92	310	128,84
Planalto		-25,70	-53,77	400	111,76
Quedas do Iguaçu		-25,52	-53,02	514	123,38
São Miguel do Iguaçu		-25,18	-54,13	307	126,64
Santa Rosa	RS	-27,86	-54,43	360	137,00
São Borja		-28,66	-56,00	96	120,00
Itajaí	SC	-26,90	-48,65	5	95,60
Grupo 3 / municípios	**Estado**	**latitude**	**longitude**	**altitude**	**horas de frio**
Fernandes Pinheiro	PR	-25,45	-50,58	893	220,76
Francisco Beltrão		-26,08	-53,05	650	236,24
Lapa		-25,78	-49,77	910	255,47
Laranjeiras do Sul		-25,42	-52,42	880	187,41
Pato Branco		-26,12	-52,68	700	217,72
Pinhais		-25,25	-49,80	930	211,35
Ponta Grossa		-25,22	-50,02	880	179,77
Telêmaco Borba		-24,33	-50,62	768	239,04
Cachoeirinha	RS	-30,04	-52,89	73	192,00
Cruz Alta		-28,63	-53,60	473	259,00
Encruzilhada		-30,55	-52,41	410	252,00
Ijuí		-28,67	-54,73	448	210,00
Rio Grande		-32,02	-52,09	2	164,00
Santa Maria		-29,69	-53,71	95	228,00
São Gabriel		-30,34	-54,31	124	251,00
Taquari		-29,80	-51,82	76	180,00
Campos Novos	SC	-27,40	-51,20	946,67	243,00
Urussanga		-28,52	-49,32	48,17	226,20
Grupo 4 / municípios	**Estado**	**latitude**	**longitude**	**altitude**	**horas de frio**
Clevelândia	PR	-26,42	-52,35	930	308,93
Guarapuava		-25,36	-51,50	1045	284,89

ISSN: 1980-055x (Impressa) 2237-8642 (Eletrônica)

Alegrete	RS	-29,69	-55,52	121	382,00
Erechim		-28,38	-52,82	760	364,00
Guaíba		-30,48	-52,42	46	280,00
Jaguarão		-32,55	-53,38	50	351,00
Julio de Castilhos		-29,18	-53,69	490	285,00
Quaraí		-30,67	-57,32	100	392,00
Santana do Livramento		-30,83	-55,61	328	340,00
Soledade		-28,83	-52,51	720	366,00
Uruguaiana		-29,75	-57,08	62	294,00
Veranópolis		-29,17	-51,73	705	327,00
Chapecó	SC	-27,12	-52,62	679	321,70
Itapiranga		-27,20	-53,63	200	335,80
Ituporanga		-27,37	-49,58	475	295,70
Lebon Régis		-26,99	-50,71	1050	372,60
Major Vieira		-26,33	-50,33	765	386,50
São Miguel do Oeste		-26,79	-53,50	700	287,60
Xanxerê		-26,85	-52,40	841,2	364,00

Grupo 5 / municípios	Estado	latitude	longitude	altitude	horas de frio
Palmas	PR	-26,48	-51,98	1100	437,04
Bagé	RS	-31,33	-54,10	242	410,00
Caxias		-29,17	-51,20	760	463,00
Passo Fundo		-28,22	-52,40	684	422,00
Pelotas		-31,52	-52,21	220	475,95
Vacaria		-28,55	-50,70	955	558,00
Abelardo Luz	SC	-23,57	-52,34	935	441,00
Caçador		-26,78	-51,01	960	552,50
Campos Novos2		-27,40	-51,20	952,6	440,30
Curitibanos		-27,28	-50,63	1016	419,70
Lages		-27,82	-50,33	937	520,00
Ponte Serrada		-26,87	-52,02	1100	420,10
São Joaquim		-28,29	-49,93	1388	884,70
Videira		-27,00	-51,15	779,09	560,90

Grupo 1 - O Norte do Paraná e o Litoral são as regiões com os menores valores de horas de frio acumulados, onde predomina o clima subtropical e são regiões pouco indicadas para a prática de culturas tipicamente de clima temperado. Na média são 55 horas de frio acumulados no período outono-inverno, variando de 15 horas em Morretes, Litoral do Paraná, a 80 horas, em Cândido de Abreu. Esses valores são insuficientes para atender as necessidades de frio da maioria das espécies criófilas.

Grupo 2 - O Sudoeste do Paraná, Noroeste do Rio Grande do Sul, o Vale do Ribeira e parte do Litoral de Santa Catarina são regiões de altitude baixa, formada na maior parte por vales de rios, entre os quais: Sudoeste do Paraná - Vale do Paraná e do Iguaçu, Oeste de Santa Catarina e Noroeste do Rio Grande do Sul - Vale do Uruguai - e são, portanto, regiões quentes, com poucas horas de frio acumuladas e ainda inadequadas para o cultivo de espécies de clima temperado. Os valores acumulados nessa região são de 114 horas, na média,

ISSN: 1980-055x (Impressa) 2237-8642 (Eletrônica)

variando de 95 horas em Itajaí, Litoral Catarinense, a 137 horas em Santa Rosa, no Vale do Uruguai (Rio Grande do Sul) na fronteira entre Brasil e Argentina.

Grupo 3 - Compreende as regiões intermediárias entre os vales de rios, de baixa altitude, com o predomínio de temperaturas elevadas, e as regiões de maior altitude, mais frias e, portanto, com valores intermediários de horas de frio. Para esta região, devem ser preferidas as espécies ou cultivares criófilas que tenham suas necessidades de invernalização atendidas com poucas horas de frio. Os valores acumulados nessa região são de 220 horas, na média, variando de 164 horas em Rio Grande, Litoral Sul gaúcho, a 259 horas em Cruz Alta, situada a 473 metros de altitude, zona de altitude intermediária entre o Vale do Uruguai e a região serrana do Nordeste do Rio Grande do Sul.

Grupo 4 - Região intermediária em horas de frio no outono-inverno, que atende boa parte das espécies criófilas que têm necessidade de horas de frio intermediária para completar a invernalização. Os valores acumulados nessa região são de 333 horas, na média, variando de 280 horas em Guaíba, município próximo à região metropolitana de Porto Alegre, a 392 horas em Quaraí, município situado na Fronteira Oeste do Rio Grande do Sul com a Argentina e Uruguai.

Grupo 5 - Região com os maiores valores de horas de frio acumuladas no período outono-inverno, é a mais adequada para cultivo da maioria das espécies de clima temperado, sendo ideal para espécies como maçã, pêra, entre outras espécies ou cultivares com maior necessidade de frio para completar a invernalização. Os valores acumulados nessa região são de 500 horas, na média, variando de 410 horas em Bagé, extremo sul gaúcho, a 884 horas em São Joaquim, região serrana de Santa Catarina, situada a 1388 metros de altitude.

De modo geral, as condições de relevo e as latitudes médias explicam os motivos de existência de sistemas de exploração agrícola diferenciados na Região Sul do Brasil (Marengo et al., 2012; Tedeschi et al., 2013, 2014; Keller Filho et al., 2005), com a produção de fruticultura de clima temperado e subtropical, além de sistemas de plantio intensivo de espécies florestais, e por essa razão os estudos de zonas homogêneas de horas de frio são importantes na elaboração dos zoneamentos climáticos para espécies criófilas nessa região do país.

A combinação de latitudes médias com o relevo permite o acúmulo de um certo número de horas de frio nas regiões serranas do sul do Brasil.

As regiões serranas, de altitude (Grupos 3, 4 e 5), possuem maior número de horas de frio (de 300 a mais de 800 horas), enquanto que as regiões de baixa altitude, situadas nas calhas de vales dos principais rios da região sul do país, possuem um número muito pequeno de horas de frio (<50 horas), incluindo a região litorânea (Grupos 1 e 2).

ISSN: 1980-055x (Impressa) 2237-8642 (Eletrônica)

4. CONCLUSÕES

A análise hierárquica é adequada para a identificação de zonas homogêneas quanto às horas de frio, permitindo identificar cinco zonas homogêneas na Região Sul do Brasil.

O agrupamento das horas de frio em zonas homogêneas contribui para auxiliar nos estudos de riscos climáticos e de zoneamento agrícola.

A divisão das estações meteorológicas em grupos homogêneos permite facilitar a seleção de cultivares de espécies frutíferas ou florestais melhor adaptadas a cada região, as quais precisam de horas de frio acumuladas no outono-inverno para auxiliar na regularização da produção.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, I.R. de; ANTUNES, L.E.C. Necessidades climáticas e influência do clima sobre adaptação, produção e qualidade. In: Antunes e Hoffmann, 2012. Pequenas Frutas: 500 perguntas, 500 respostas. Você pergunta, a Embrapa responde, p. 41-49. Brasília, 2012.

ASSAD, E.D.; MACEDO, M.A.; CÂMARA, G.; OLIVEIRA, J.C. de; BARBOSA, A.M. Avaliação de métodos para espacialização de índices de necessidade hídrica das culturas e sua aplicação em zoneamento agrícola. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.9, p.581-587, 2001.

DINIZ, G.B. BERLATO, M.A., CLARKE, R. T., FONTANNA, D. C. Identificação de regiões homogêneas de temperaturas máximas e mínimas no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria. V.11, n.2, p. 303-312. 2003.

EDELBROCK, C. Comparing the accuracy of hierarquical clustering algorithms: the problem of classifying everybody. **Multivariate Behavior Research**, v.14, p.367-384, 1979.

EVERRITT, B.S. **Cluster Analysis**. 3nd ed. London: Heinemann Educational Books, 1993. 122 p.

FRITZSONS, E. et al. Análise da pluviometria para definição de zonas homogêneas no Estado do Paraná. **Revista Raega** - O Espaço Geográfico em Análise, [S.l.], v. 23, nov. 2011. Disponível em: <http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs/index.php/raega/article/view/24921>. Acesso em: 17 dez. 2014.

FRITZSONS, E., MANTOVANI, L., WREGE, M.S. Carta de unidades geoclimáticas para o Estado do Paraná para uso florestal. **Pesquisa Florestal Brasileira**, 30 out. 2010. Disponível em: <http://www.cnpf.embrapa.br/pfb/index.php/pfb/article/view/162>. Acesso em: 14 jan. 2011.

GÖPFERT, H.; ROSSETTI, L.A.; SOUZA, J. **Eventos generalizados e seguridade agrícola**. Brasília: IPEA, 1993. 65 p.

HARTIGAN, J.A. Statistical theory in clustering. **Journal of Classification**, v.2, p.63-76, 1985.

KAUFMAN, L.; ROUSSEAU, W. **Finding groups in data**: an introduction to cluster analysis. New York: John Willey & Son, 1990.

KELLER, T.; ASSAD, E.D.; LIMA, P.S. de R. **Regiões pluviometricamente homogêneas no Brasil.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.40, n.4, p.311-322, 2005.

MARENGO, J. A.; LIEBMANN, B.; GRIMM, A. M.; MISRA, V.; SILVA DIAS, P. L.; CAVALCANTI, I. F.; CARVALHO, L. M. V.; BERBERY, E. H.; AMBRIZZI, T.; VERA, C. S.; SAULO, A. C.; NOGUÉS-PAEGLE, J.; ZIPSER, E.; SETH, A.; ALVES, L. M. . Recent developments on the South American monsoon system. **International Journal of Climatology**, v. 32, p. 1-21, 2012.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. 2. ed. Rio de Janeiro: Fundação IBGE, 1989. 421 p.

NOBRE, C.A. Ainda sobre a zona de convergência do Atlântico Sul: a importância do Oceano Atlântico. **Climanálise**, v.3, p.30-33, 1988.

RIBEIRO, C.A.D.; PEZZOPANE, J.R.M.; PEZZOPANE, J.E.M.; LOOS, R.A.; XAVIER, A.C.; CECÍLIO, R.A.; NEVES, M.A. Delimitação de microrregiões agroclimáticas e suas relações com o potencial produtivo da cultura do eucalipto. **Floresta**, Curitiba, PR, v.41, p.779-786, 2011.

SCHUBNELL, P.R. Redução do risco climático na agricultura: uma abordagem probabilística. 2 - ReSultados obtidos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE SECURIDADE E ZONEAMENTO AGRÍCOLA DO MERCOSUL, 1, 1998. p. 513-522, 1991.

SILVA DIAS, M.A.; GRAMMELSBACHER, E. A possível ocorrência do tornado em São Paulo no dia 26 de abril de 1991: um estudo de caso. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.6, p.513-522, 1991.

SOUSA, F.A.; SOUZA, M.J.H. de; RIBEIRO, A.; LEITE, F.P. Disponibilidade do número de horas de frio em Cocais, Minas Gerais. In: XVI Congresso Brasileiro de Agrometeorologia. Anais do XVI Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 2009. Disponível em: <http://www.sbagro.org.br/anais_congresso_2009/cba2009/>. Acesso em: 22 dez. 2014.

TEDESCHI, R. G.; CAVALCANTI, I. F. A.; GRIMM, A. M. Influences of two types of ENSO on South American precipitation. **International Journal of Climatology**, v. 33, p. 1382-1400, 2013.

TEDESCHI, R. G.; GRIMM, A. M.; CAVALCANTI, I. F. A. Influence of Central and East ENSO on extreme events of precipitation in South America during austral spring and summer. **International Journal of Climatology**, v. n/a, p. n/a-n/a, 2014.

THORNTHWAITE, C.W. An approach toward a rational classification climate. **Geographical Review**, New York, v.38, p.55-94, 1948.

WARD, J.H. Hierarquical grouping to optimize an objective function. **Journal of the American Statistical Association**, v.58, p.236-244, 1963.

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION (WMO). **Glossary of terms used in agrometeorology.** CAGM Report n.20, 1984, 254 p.

WREGE, M. S.; GONÇALVES, S. L.; CARAMORI, P. H.; VASCONCELLOS, M. E. C.; OLIVEIRA, D. de; ABUCARUB NETO, M.; CAVIGLIONE, J. H. **Risco de deficiência hídrica na cultura do feijoeiro durante a safra das águas no estado do Paraná**. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, v. 5, n.1, p. 51-59, 1997.

ISSN: 1980-055x (Impressa) 2237-8642 (Eletrônica)

WREGE, M.S.; STEINMETZ, S.; REISSER JR, C.; ALMEIDA, I.R. **Atlas Climático da Região Sul do Brasil: Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado; Colombo: Embrapa Florestas, 2011. 336 p.

Texto submetido à RBClima em 15/09/2015