



Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro de Pesquisa Agropecuária de Clima Temperado
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

ISSN 1516-8840

Dezembro 2002

Documentos 108

Mapeamento do Risco de Frio Durante o Período Reprodutivo do Arroz Irrigado no Rio Grande do Sul

Silvio Steinmetz
Alexandre Garcia Amaral

Pelotas, RS
2002

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Clima Temperado

Endereço: BR 392 Km 78
Caixa Postal 403 - Pelotas, RS
Fone: (53) 275 8199
Fax: (53) 275 8219 - 275 8221
Home page: www.cpact.embrapa.br
E-mail: sac@cpact.embrapa.br

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: Mário Franklin da Cunha Gastal
Secretária-Executiva: Joseane M. Lopes Garcia
Membros: Ariano Martins Magalhães Junior, Flávio Luiz Carpena Carvalho,
Darcy Bitencourt, Cláudio José da Silva Freire, Vera Allgayer Osório
Suplentes: Carlos Alberto Barbosa Medeiros e Eva Choer

Supervisor editorial: Maria Devanir Freitas Rodrigues
Revisoras de texto: Maria Devanir Freitas Rodrigues/Ana Luiza Barragana Viegas
Normalização bibliográfica: Regina das Graças Vasconcelos dos Santos
Editoração eletrônica: Oscar Castro

1ª edição
1ª impressão (2002): 200 exemplares

Todos os direitos reservados

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Steinmetz, Silvio.

Mapeamento do risco de frio durante o período reprodutivo do arroz irrigado no Rio Grande do Sul / Silvio Steinmetz, Alexandre Garcia Amaral. - Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2002.
19p - (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 108).

ISSN 1516-8840

1. Climatologia - Arroz irrigado - Rio Grande do Sul I. Amaral, Alexandre Garcia
II. Título III. Série.

CDD 630.2516

Autores

Silvio Steinmetz

Eng. Agr. Dr. Embrapa Clima Temperado
Caixa Postal 403, CEP 96001-970 Pelotas, RS.
Br 392 Km 78, e-mail: silvio@cpact.embrapa.br

Alexandre Garcia Amaral

Geógrafo, bolsista do projeto Zoneamento Agrícola

Apresentação

O Brasil

Arione da Silva Pereira
Chefe de Pesquisa e Desenvolvimento

Sumário

Mapeamento do Risco de Frio Durante o Período Reprodutivo do Arroz Irrigado no Rio Grande do Sul	9
Introdução	9
Material e Métodos	10
Resultados e Discussão	11
Conclusões e Recomendações	18
Agradecimentos	18
Referências Bibliográficas	18

Mapeamento do Risco de Frio Durante o Período Reprodutivo do Arroz Irrigado no Rio Grande do Sul

Silvio Steinmetz
Alexandre Garcia Amaral

Introdução

O Rio Grande do Sul é o maior produtor de arroz irrigado do Brasil, tendo contribuído, nos últimos anos, com cerca de 50% do total de arroz produzido no país. Apesar dos altos índices médios de produtividade (superiores a 5 t/ha), a ocorrência de baixas temperaturas do ar durante as fases críticas da planta pode causar, em alguns anos, decréscimos acentuados no rendimento das lavouras (Terres & Galli, 1985; Mota, 1994).

A planta de arroz é mais sensível às baixas temperaturas nas fases de pré-floração ou, mais especificamente, na microsporogênese e na floração (Satake, 1976; Terres & Galli, 1985). A temperatura crítica, que causa esterilidade das espiguetas, varia de acordo com as características dos estudos realizados. No Rio Grande do Sul, a temperatura de 15°C tem sido usada como referência em estudos climatológicos (Mota, 1994; Steinmetz et al., 1999)

Os estudos que determinam os períodos de ocorrência de temperaturas prejudiciais à cultura do arroz irrigado são muito importantes na definição das épocas mais apropriadas de semeadura, pois permitem estabelecer que as fases críticas da planta coincidam com o período de menores chances de ocorrência de temperaturas prejudiciais à cultura (Buriol et al., 1998; Steinmetz et al. 2001a,b). Com essa finalidade, Mota (1988) calculou a média de dias por ano com temperaturas mínimas do ar menores ou iguais a 15°C, nos meses de janeiro e fevereiro, em sete localidades do Rio Grande do Sul, mostrando diferenças acentuadas entre elas. Essa metodologia também foi usada por Steinmetz et al. (1995), mas, para períodos decendiais, nos meses de dezembro a março, indicando que o período de menor risco compreende os decêndios dos meses de janeiro e fevereiro e o 1º decêndio de março, mas com uma variabilidade acentuada entre as distintas regiões orizícolas do Estado. Estudos dessa natureza ganham importância na medida em que um maior número de localidades são consideradas e técnicas de geoprocessamento são utilizadas para espacializar os resultados obtidos.

O objetivo deste trabalho é mapear os resultados mensais e decendiais de média de dias por ano com temperaturas mínimas do ar menores ou iguais a 15°C, nas principais regiões produtoras de arroz irrigado do Rio Grande do Sul.

Material e Métodos

Utilizaram-se séries longas de dados diários de temperatura mínima do ar dos meses de dezembro, janeiro, fevereiro e março de dezenove estações meteorológicas situadas nas principais regiões produtoras de arroz irrigado do Rio Grande do Sul (Tabela 1). Foi calculado, para cada um dos decêndios desses meses, o número médio de dias por ano com temperaturas menores ou iguais a 15°C. A partir da soma dos valores decendiais, foram obtidos os totais médios mensais.

O programa de geoprocessamento Idrisi foi usado para espacializar os resultados obtidos, gerando-se quatro mapas com dados mensais e doze mapas com dados decendiais. As informações de latitude, longitude e altitude são as descritas na Tabela 1. A interpolação dos dados foi feita utilizando o programa Surfer. Cinco classes foram estabelecidas para representar a espacialização dos dados mensais (Figura 1) e decendiais (Figuras 3 e 4).

Tabela 1. Estações meteorológicas com suas respectivas coordenadas geográficas, período de observação e instituição a qual pertencem.

Município	Latitude (S)	Longitude (W)	Altitude (m)	Período de observação	Instituição
Alegrete	29° 46'	55° 47'	116	1968-1986	8° DISME ⁽¹⁾
Bagé	31° 20'	54° 06'	216	1946-1993	8° DISME
Cachoeira do Sul	30° 02'	52° 53'	68	1961-1978	8° DISME
Cachoeirinha	29° 57'	51° 04'	46	1975-1990	Fepagro ⁽²⁾
Eldorado do Sul	30° 05'	51° 43'	46	1967-1990	FEPAGRO
Encruzilhada do Sul	30° 32'	52° 31'	427	1946-1972	8° DISME
Jaguarão	32° 33'	53° 23'	11	1944-1987	FEPAGRO
Pelotas	31° 52'	52° 21'	13	1951-1996	UFPEL/Embrapa ⁽³⁾
Piratini	31° 26'	53° 06'	345	1944-1972	8° DISME
Rio Grande	32° 01'	52° 15'	15	1954-1990	Fepagro
Rosário do Sul	30° 15'	54° 57'	130	1956-1980	DNAEE ⁽⁴⁾
Santa Maria	29° 41'	53° 48'	138	1968-1991	8° DISME
Santa Vitória do Palmar	33° 31'	53° 21'	5	1946-1994	8° DISME
Santana do Livramento	30° 53'	55° 31'	210	1946-1990	8° DISME
São Borja	29° 39'	56° 00'	96	1944-1966	8° DISME
São Gabriel	30° 20'	54° 19'	109	1944-1976	Fepagro
Tapes	30° 50'	51° 35'	5	1956-1990	8° DISME
Taquari	29° 48'	51° 49'	76	1963-1990	Fepagro
Uruguaiana	29° 45'	57° 05'	74	1946-1994	8° DISME

(1) 8° Distrito de Meteorologia/Instituto Nacional de Meteorologia (8° DISME/INMET)

(2) Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (Fepagro)

(3) Estação Meteorológica operada através de convênio entre a Universidade Federal de Pelotas e a Embrapa Clima Temperado

(4) Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica

Resultados e Discussão

A Tabela 2 indica que os totais médios mensais de dias com $t \leq 15^{\circ}\text{C}$ são mais elevados em dezembro e março, com diferenças bastante acentuadas entre as localidades. Os valores extremos variam de 3,6 dias/ano (Tapes) a 16 dias/ano (Piratini), em dezembro, e de 3,3 dias/ano a 12,6 dias/ano, em março, para essas mesmas localidades. Em janeiro e fevereiro, os valores médios são inferiores aos de dezembro e março, mas também com grandes diferenças entre as localidades. Os dados extremos variam de 1,4 dia/ano (Uruguaiana) a 9,1 dias/ano (Piratini), em janeiro, e de 1,3 dia/ano (Tapes) a 7,6 dias/ano (Piratini) em fevereiro.

A espacialização dos dados mensais (Figura 1) mostra que, nos meses de dezembro e março, a maioria das localidades encontra-se nas classes mais altas de dias com $t \leq 15^{\circ}\text{C}$ (Figura 1a,d). Por outro lado, em janeiro e fevereiro, predominam as classes mais baixas de dias com $t \leq 15^{\circ}\text{C}$ (Figura 1b,c).

Tabela 2. Médias de dias por ano com temperaturas mínimas do ar menores ou iguais a 15° C, nos decênios dos meses de dezembro a março e totais médios mensais (T) em dezenove localidades do Rio Grande do Sul. Embrapa Clima Temperado, Pelotas RS, 2002.

Localidade	Média de dias por ano com $t \leq 15^\circ \text{C}$															
	Dezembro			Janeiro			Fevereiro			Março						
	1	2	T	1	2	T	1	2	T	1	2	T				
Alegrete	2,8	1,4	1,8	6,0	1,3	0,9	0,9	3,1	1,1	0,5	1,3	2,9	2,8	2,0	3,7	8,5
Bagé	2,9	2,7	2,9	8,5	1,6	1,5	1,2	4,3	1,7	1,3	1,6	4,5	1,8	2,9	3,4	8,1
Cachoeira do Sul	2,1	1,5	1,8	5,4	1,1	1,0	0,4	2,5	0,7	0,7	0,9	2,3	0,8	2,1	1,8	4,7
Cachoeirinha	2,1	1,7	1,4	5,2	1,2	0,1	0,6	1,9	0,9	0,1	0,5	1,5	0,6	0,9	2,5	4,0
Encruzilhada do Sul	4,0	4,3	4,0	12,3	2,0	2,4	1,8	6,2	1,7	1,8	1,6	5,1	2,0	3,6	4,0	9,6
Eldorado do Sul	2,7	1,5	1,3	5,5	1,4	0,4	0,5	2,3	1,0	0,4	0,7	2,1	1,0	1,6	2,7	5,3
Jaguarão	4,0	3,5	3,8	8,2	2,4	2,2	1,9	5,0	2,0	1,7	2,3	5,0	1,9	3,7	4,5	7,9
Pelotas	2,9	2,8	2,8	8,5	1,6	1,4	1,1	4,1	1,4	1,3	1,2	4,0	1,6	2,4	3,4	7,4
Piratini	5,5	5,2	5,3	16	3,1	3,3	2,7	9,1	2,7	2,5	2,4	7,6	3,2	4,6	4,9	12,6
Rio Grande	2,7	2,7	3,2	8,6	1,7	1,5	1,6	4,8	1,4	1,5	1,4	4,3	1,6	2,8	3,6	8,0
Rosário do Sul	3,0	2,2	3,0	8,1	2,1	1,9	1,3	5,3	1,8	1,8	2,0	5,5	2,0	3,3	4,5	9,8
Santa Maria	2,6	1,8	1,6	6,0	1,3	1,1	0,7	3,1	0,9	0,9	1,0	2,8	1,0	2,2	2,8	6,0
Santa Vitória do Palmar	3,9	3,8	3,4	11,1	2,1	2,1	1,7	5,9	1,7	1,7	1,6	5,1	2,1	3,3	3,8	9,2
Santana do Livramento	3,7	3,2	3,8	10,1	2,1	2,1	2,1	6,1	2,2	1,8	1,7	5,2	2,5	4,1	5,3	11,3
São Borja	1,1	1,9	1,3	4,3	0,6	0,5	0,5	1,7	0,7	0,4	0,4	1,5	0,9	1,6	2,0	4,5
São Gabriel	3,2	2,8	2,8	8,8	1,4	1,6	1,2	4,2	1,6	1,4	1,3	4,2	1,7	3,1	3,7	8,5
Tapes	1,1	1,3	1,1	3,6	0,7	0,6	0,2	1,5	0,5	0,4	0,4	1,3	0,6	1,4	1,3	3,3
Taquari	1,9	1,6	1,3	4,8	1,0	0,6	0,5	2,1	0,6	0,3	0,7	1,6	0,6	1,6	1,8	4,0
Uruguaiana	1,4	1,5	1,5	4,2	0,6	0,4	0,4	1,4	0,5	0,5	0,5	1,5	0,8	1,9	2,6	5,3
Média	2,8	2,5	2,5	7,8	1,5	1,3	1,1	3,9	1,3	1,1	1,2	3,7	1,6	2,6	3,3	7,4

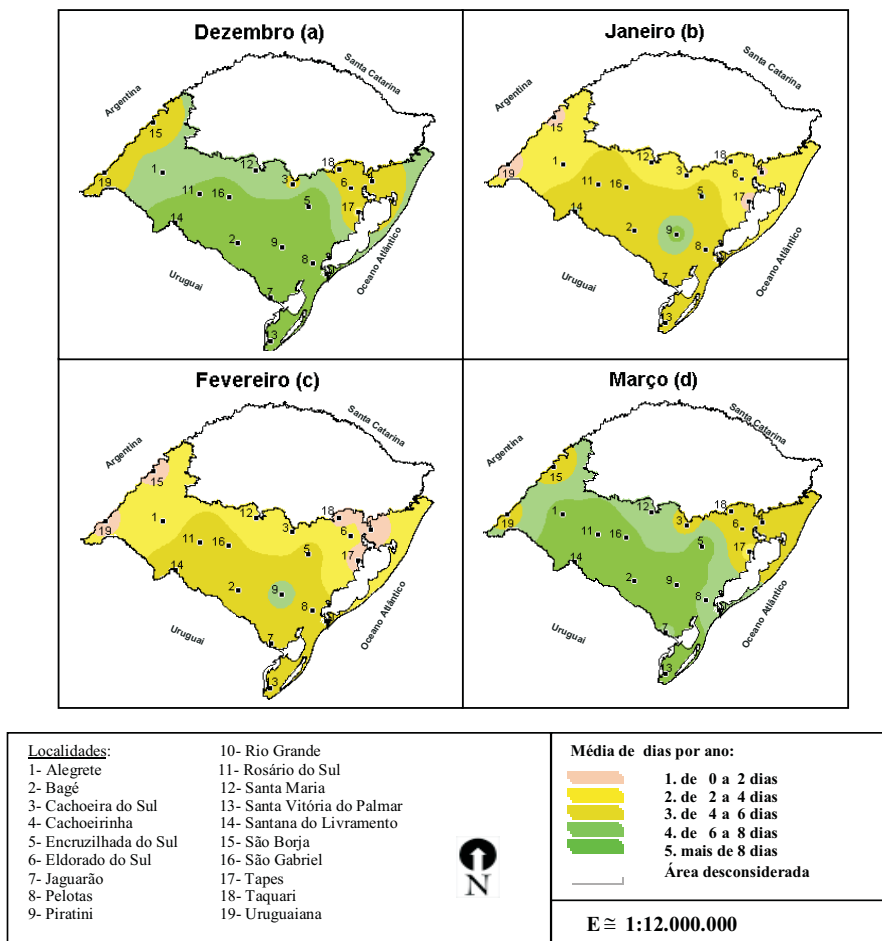


Figura 1. Regionalização da média de dias por ano com temperaturas mínimas do ar menores ou iguais a 15°C, nos meses de dezembro (a), janeiro (b), fevereiro (c) e março (d), nas principais regiões produtoras de arroz irrigado do Rio Grande do Sul. Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2002.

A análise dos dados decendiais é mais interessante do ponto de vista agrônomo, pois permite definir a época de semeadura de modo que as fases mais sensíveis da cultura coincidam com os períodos de menores chances de ocorrência de frio. A tabela 2 mostra que os valores médios mais baixos ocorrem nos decêndios dos meses de janeiro e fevereiro e no primeiro decêndio de março, mas, com grandes diferenças entre as localidades. Essas características, para seis localidades situadas em distintas regiões produtoras de arroz, são mostradas na figura 2. Ela indica, por exemplo, que o risco de ocorrência de frio é maior em Santa Vitória do Palmar (Figura 2f) do que em Uruguaiana (Figura 2d).

Os dados da tabela 2 e da figura 2 indicam que as épocas de semeadura e o ciclo das cultivares devem ser escolhidos de forma que as fases de pré-floração e floração coincidam com os períodos de menores chances de ocorrência de $t_{\leq 15^{\circ}\text{C}}$, ou seja, nos decêndios de janeiro e fevereiro e no primeiro decêndio de março. Por outro lado, deve-se evitar que essas fases críticas coincidam com os decêndios dos meses de dezembro e com o 2º e 3º decêndios de março, devido ao maior risco envolvido. Desses dois períodos, o último é o mais prejudicial à cultura, pois, além do maior risco de frio, a disponibilidade média de radiação solar em março é menor do que em dezembro devido, fundamentalmente, ao menor comprimento dos dias.

A espacialização dos dados decendiais para os meses de janeiro e fevereiro (Figuras 3d,e,f e 4a,b,c), que normalmente coincidem com as fases mais sensíveis da planta, mostra que os riscos são menos acentuados na maioria das localidades situadas na Fronteira Oeste, na Depressão Central e nas Planícies Costeiras Interna e Externa à Lagoa dos Patos. Por outro lado, os riscos são mais acentuados na maioria das localidades situadas no Litoral Sul e na Campanha. Nessas duas regiões, os riscos são mais acentuados nas áreas de maior altitude.

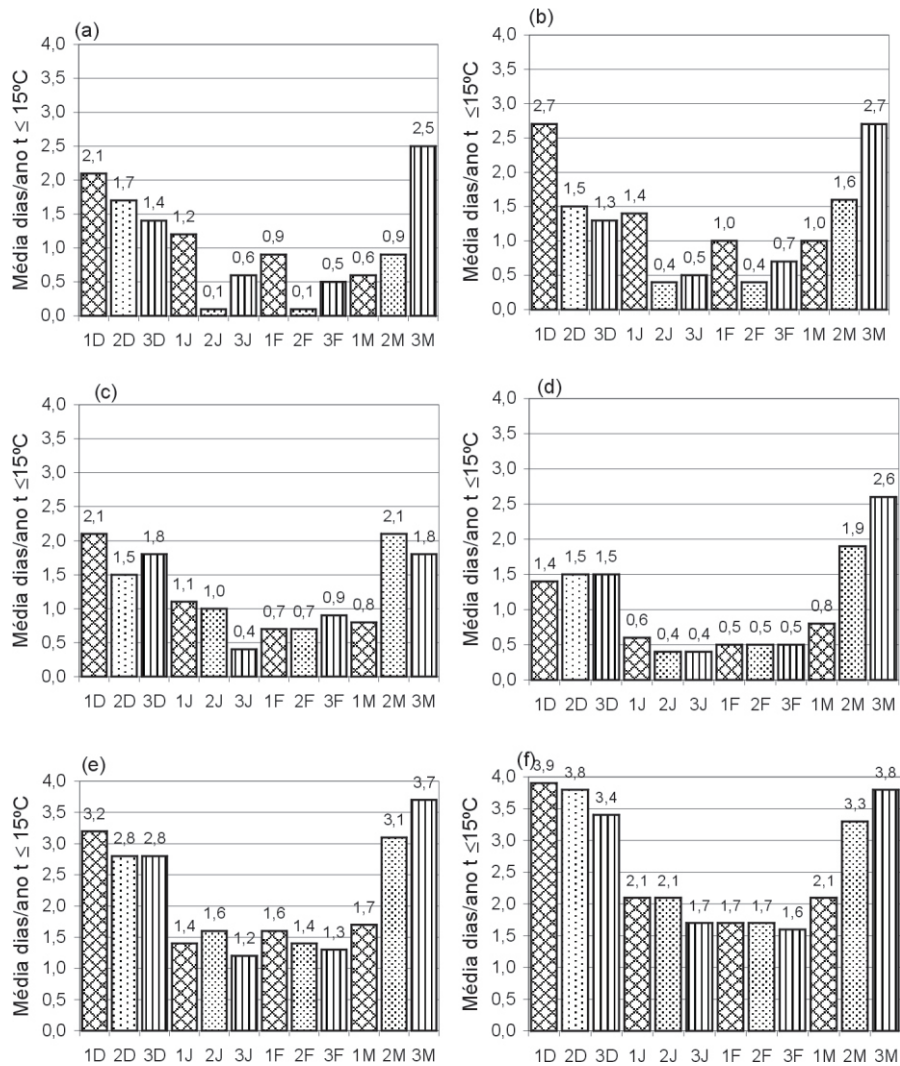


Figura 2. Média de dias por ano com temperaturas mínimas do ar menores ou iguais a 15°C , nos decêndios dos meses de dezembro, janeiro, fevereiro e março nas localidades de Cachoeirinha (a), Eldorado do Sul (b), Cachoeira do Sul (c), Uruguaiiana (d), São Gabriel (e) e Santa Vitória do Palmar (f). Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2002.

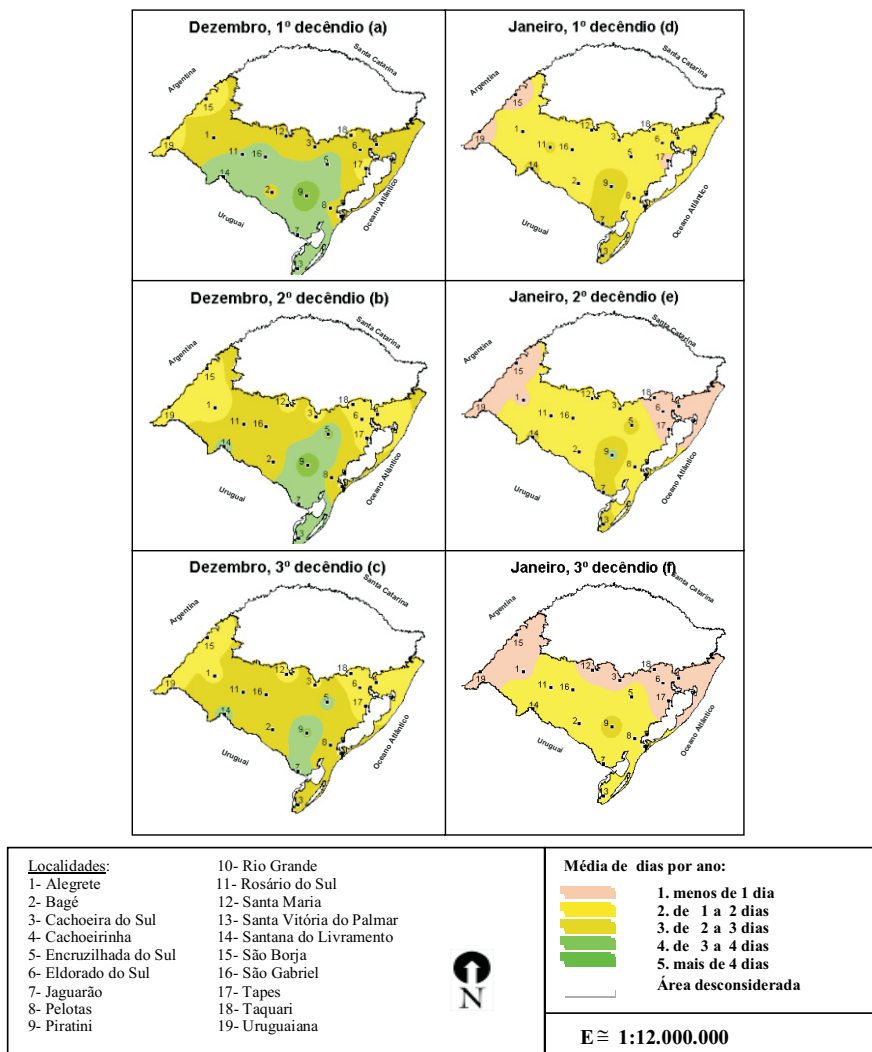


Figura 3. Regionalização da média de dias por ano com temperaturas mínimas do ar menores ou iguais a 15°C, nos decêndios dos meses de dezembro e janeiro nas principais regiões produtoras de arroz irrigado do Rio Grande do Sul. Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2002.

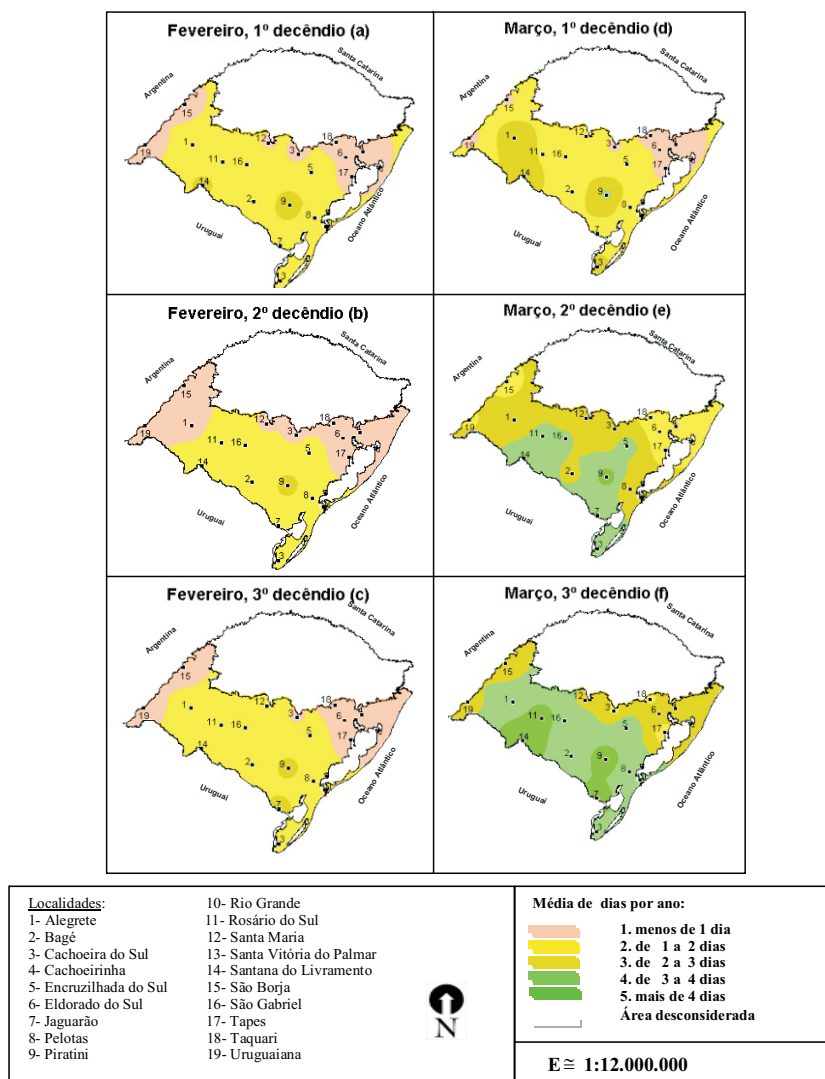


Figura 4. Regionalização da média de dias por ano com temperaturas mínimas do ar menores ou iguais a 15°C, nos decêndios dos meses de fevereiro e março nas principais regiões produtoras de arroz irrigado do Rio Grande do Sul. Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2002.

Conclusões e Recomendações

Os resultados obtidos neste estudo permitem concluir que:

- os riscos de ocorrência de temperaturas mínimas do ar menores ou iguais a 15°C variam de acordo com os períodos estudados, sendo menores nos decêndios dos meses de janeiro e fevereiro, e no primeiro decêndio de março;
- os riscos de ocorrência de $t \leq 15^\circ\text{C}$ variam de acordo com as regiões orizícolas do Estado. Eles são menos acentuados na maioria das localidades situadas na Fronteira Oeste, na Depressão Central e nas Planícies Costeiras Interna e Externa à Lagoa dos Patos, e mais acentuados na maioria das localidades situadas no Litoral Sul e na Campanha.

Recomenda-se que os resultados obtidos nesse estudo sejam usados como subsídio na definição das épocas de semeadura e das cultivares a serem utilizadas, de modo que as fases mais sensíveis da planta ao frio coincidam com o período de menores chances de ocorrência de $t \leq 15^\circ\text{C}$.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao 8º Distrito de Meteorologia, do Instituto Nacional de Meteorologia (8º DISME/INMET) e à Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (FEPAGRO) pela cedência dos dados meteorológicos. Os autores agradecem, também, às funcionárias da Estação Agroclimatológica, convênio Embrapa/UFPel, Eva S. Ferreira e Denise D. dos Santos, pelo auxílio prestado na elaboração desse trabalho.

Referências Bibliográficas

BURIOL, G.A.; ESTEFANEL, V.; GRAVE, R.A.; DIDONET, I.A.; STEINMETZ, S. Probabilidade de ocorrência de temperaturas mínimas do ar prejudiciais à fecundação das flores de arroz na região da Depressão Central, Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.28, n.1, p.1-9, 1998.

MOTA, F.S. Alertas agrometeorológicos para proteger o arroz contra o frio no período reprodutivo. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v.41, n.387, p.6-7, mar./abr. 1988.

MOTA, F.S. da. Influência da radiação solar e do "frio" no período reprodutivo sobre o rendimento do arroz irrigado em Pelotas e Capão do Leão. **Lavoura Arroeira**, Porto Alegre, v.47, n.413, p.22-23, 1994.

SATAKE, T. Sterile-type cool injury in paddy rice plants. In: INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE. Climate and rice. Los Baños, 1976. p.281-300.

STEINMETZ, S.; ASSIS, F.N. de; BURIOL, G.A.; ESTEFANEL, V.; AMARAL, A.G.; FERREIRA, J.S.A. Regionalização do risco de ocorrência de temperaturas mínimas do ar prejudiciais à fecundação das flores de arroz no estado do Rio Grande do Sul. **Agropecuária Clima Temperado**, Pelotas, v.4, n.1, p.79-91, junho, 2001.

STEINMETZ, S.; ASSIS, F.N. de; BURIOL, G.A.; ESTEFANEL, V.; DIDONÉ, I.A.; OLIVEIRA, H.T. de; SIMONETI, C. Probabilidade de ocorrência de temperaturas mínimas do ar prejudiciais à fecundação das flores de arroz em distintas regiões produtoras do estado do Rio Grande do Sul. **Agropecuária Clima Temperado, Pelotas**, v.4, n.1, p.63-77, junho, 2001.

STEINMETZ, S.; ASSIS, F.N. de; DIDONÉ, I.A.; SIMONETI, C.; TRINDADE, H.T. Frequência de temperaturas mínimas do ar em áreas produtoras de arroz irrigado na região Sul do Rio Grande do Sul. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 21, 1995, Porto Alegre. **Anais**. Porto Alegre: IRGA, 1995. p.137-139.

STEINMETZ, S.; INFELD, J.A.; MALUF, J.R.T.; MATZENAUER, R.; OLIVEIRA, J.C.S. de; AMARAL, A.G.; FERREIRA, J.S.A. **Zoneamento agroclimático do arroz irrigado por épocas de semeadura no Estado do Rio Grande do Sul**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 1999. 28p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 56).

TERRES, A.L.; GALLI, J. Efeitos do frio em cultivares de arroz irrigado no Rio Grande do Sul. In: EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária de Terras Baixas de Clima Temperado (Pelotas, RS). Fundamentos para a cultura do **arroz irrigado**. Campinas: Fundação Cargill, 1985. p. 83-94.