

ISSN 1678-2518

Dezembro, 2012

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

# ***Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento* 175**

## **Caracterização e Mapeamento do Risco de Frio durante o Perí- odo Reprodutivo do Arroz Irrigado no Estado do Rio Grande do Sul**

Silvio Steinmetz  
Ivan Rodrigues de Almeida

Pelotas, RS  
2012

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Clima Temperado

Endereço: BR 392 Km 78

Caixa Postal 403, CEP 96001-970 - Pelotas, RS

Fone: (53) 3275-8199

Fax: (53) 3275-8219 - 3275-8221

Home page: [www.cpact.embrapa.br](http://www.cpact.embrapa.br)

E-mail: [sac@cpact.embrapa.br](mailto:sac@cpact.embrapa.br)

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: Ariano Martins de Magalhães Júnior

Secretária-Executiva: Joseane Mary Lopes Garcia

Membros: Márcia Vizzotto, Ana Paula Schneid Afonso, Giovanni Theisen, Luis Antônio Suita de Castro, Flávio Luiz Carpena Carvalho, Christiane Rodrigues Congro Bertoldi, Regina das Graças Vasconcelos dos Santos.

Suplentes: Isabel Helena Verneti Azambuja, Beatriz Marti Emygdio

Supervisão editorial: Antônio Luiz Oliveira Heberlé

Revisão de texto: Bárbara Chevallier Cosenza

Normalização bibliográfica: Regina Vasconcelos

Editoração eletrônica e capa: Juliane Nachtigall

1a edição

1a impressão (2012): 100 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).

## Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

### Embrapa Clima Temperado

---

Steinmetz, Silvio

Caracterização e mapeamento do risco de frio durante o período reprodutivo do arroz irrigado no Estado do Rio Grande do Sul / Silvio Steinmetz e Ivan Rodrigues de Almeida. – Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2012.

24 p. (Embrapa Clima Temperado. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 1678-2518, 175)

1. *Oryza sativa* L. 2. Temperatura mínima do ar. 3. Época de semeadura. 4. Mapas. I. Almeida, Ivan Rodrigues. II. Título. III. Série.

---

CDD 633.18

© Embrapa 2012

# Sumário

Resumo .....	5
Abstract .....	7
Introdução .....	9
Material e métodos ... ..	11
Resultados e discussão .....	13
Conclusões.....	21
Referências .....	22



# Caracterização e Mapeamento do Risco de Frio durante o Período Reprodutivo do Arroz Irrigado no Estado do Rio Grande do Sul

---

*Silvio Steinmetz<sup>1</sup>*

*Ivan Rodrigues de Almeida<sup>2</sup>*

## Resumo

No Estado do Rio Grande do Sul, maior produtor de arroz irrigado por inundação do Brasil, a ocorrência de baixas temperaturas do ar durante o período reprodutivo da planta pode causar, em alguns anos, decréscimos acentuados na produtividade de grãos. O objetivo deste trabalho foi calcular a média de dias por ano com temperaturas mínimas do ar menores ou iguais a 15°C ( $t \leq 15^\circ\text{C}$ ), nos decêndios de dezembro a março, e elaborar mapas envolvendo as principais regiões produtoras de arroz irrigado do estado. Utilizaram-se, para a maioria das localidades, séries de 30 anos (1976-2005), de dados diários de temperatura mínima do ar de quinze estações meteorológicas situadas nas principais regiões produtoras. Calculou-se, para cada um dos decêndios

---

<sup>1</sup> Eng.-agrôn., Doutor, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, [silvio.steinmetz@embrapa.br](mailto:silvio.steinmetz@embrapa.br).

<sup>2</sup> Geógrafo, Doutor, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, [ivan.almeida@embrapa.br](mailto:ivan.almeida@embrapa.br).

de dezembro a março, o número médio de dias por ano com  $t \leq 15^{\circ}\text{C}$ . A partir da soma dos valores decendiais, foram obtidos os totais médios mensais. Para o mapeamento dos resultados em ambiente de Sistemas de Informações Geográficas (SIG), foram estabelecidas equações de regressão múltipla entre o número de dias com  $t \leq 15^{\circ}\text{C}$  dos períodos decendiais e mensais e os dados de altitude, latitude e longitude das 15 estações meteorológicas utilizadas. Também foram usadas imagens de relevo com um grau de detalhe para cada ponto (pixel) de aproximadamente um hectare. As médias decendiais de dias por ano com  $t \leq 15^{\circ}\text{C}$ , de todas as localidades, foram mais altas no primeiro decêndio de dezembro (2,6 dias/ano) e no último decêndio de março (3,6 dias/ano); e mais baixas nos decêndios dos meses de janeiro (1,0 dia/ano) e fevereiro (1,1 dia/ano) e no primeiro decêndio de março (1,3 dia/ano), mas com grandes diferenças entre as localidades. Os riscos de ocorrência de  $t \leq 15^{\circ}\text{C}$  variam de acordo com as regiões orizícolas do estado, sendo 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 na Zona Sul e na Campanha.

**Termos para indexação:** *Oryza sativa* L., temperatura mínima do ar, época de semeadura, mapas.

# Characterization and Mapping Cold Risk during the Reproductive Period of Irrigated Rice in the State of Rio Grande do Sul

*Silvio Steinmetz<sup>1</sup>*

*Ivan Rodrigues de Almeida<sup>2</sup>*

## Abstract

In the State of Rio Grande do Sul, which is the largest flood irrigated rice producer of Brazil, the occurrence of low air temperatures during the reproductive stage of the plant can cause, in some years, decreases in grain yield. The aim of this study was to calculate the average number of days per year with minimum air temperature lower than or equal to 15°C ( $t \leq 15^\circ\text{C}$ ), in ten-day periods from December to March, and to draw maps involving the main rice producing regions of the State. For most localities, series of 30 years (1976-2005) of daily minimum air temperature data were used, of fifteen meteorological stations located in the main rice producing regions. For each of the ten-day periods, from December to March, it was calculated the average number of days per year with  $t \leq 15^\circ\text{C}$ . The monthly number of days per year with  $t \leq 15^\circ\text{C}$  was obtained from the sum of the ten-day period values. For mapping the results in Geographic Information System (GIS), multiple regression equations were established between the

number of days per year with  $t \leq 15^{\circ}\text{C}$  for ten-day and monthly periods, with data of altitude, latitude and longitude of the 15 meteorological stations. Relief images were also used with a resolution of approximately one pixel per hectare. The average of the ten-day periods for the number of days per year with  $t \leq 15^{\circ}\text{C}$ , for all localities, were higher in the first ten-day period of December (2.6 days/year) and in the last ten-day period of March (3.6 days/year); and lower in the ten-day periods of January (1.0 day/year) and February (1.1 day/year) and in the first ten-day period of March (1.3 days/year), but with large differences among localities. The risk of occurring a given number of days per year with  $t \leq 15^{\circ}\text{C}$  varies according to the rice producing regions of the State, being lower in most locations of the western border (Fronteira Oeste), in the central lower part (Depressão Central) and in the flat areas in both sides of the "Lagoa dos Patos" (Planície Costeira Interna e Planície Costeira Externa à Lagoa dos Patos), and higher in most localities of the southern region (Zona Sul) and in the prairies (Campanha).

**Index terms:** *Oryza sativa* L., minimum air temperature, sowing dates, maps.



## Introdução

O Estado do Rio Grande do Sul é o maior produtor de arroz irrigado por inundação do Brasil, tendo contribuído, nas safras 2009/10 a 2011/12, com 64% da produção nacional (CONAB, 2012). Apesar dos altos índices de produtividade – média de 7,2 t ha<sup>-1</sup> nas três safras – a ocorrência de baixas temperaturas do ar durante o período reprodutivo da planta pode causar, em alguns anos, decréscimos acentuados na produtividade de grãos (TERRES; GALLI, 1985; MOTA, 1994).

Durante o período reprodutivo, 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. Mas, no Rio Grande do Sul, a temperatura de 15 °C tem sido usada como referência em estudos climatológicos (MOTA, 1994; STEINMETZ et al., 2007).

Os estudos que determinam os períodos de ocorrência de temperaturas prejudiciais à cultura do arroz irrigado são muito importantes para a definição das épocas mais apropriadas de semeadura, de acordo com o ciclo das cultivares, pois possibilitam implantar a cultura de modo que as fases críticas da planta coincidam com os períodos de menores chances de ocorrência de temperaturas prejudiciais (BURIOL et al., 1998; STEINMETZ et al., 2001a; 2001b). 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 e Amaral (2002), 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 primeiro decêndio de março, mas com uma variabilidade acentuada entre as distintas regiões orizícolas do estado.

Estudos mais recentes demonstram que está havendo redução no risco de frio nas principais regiões produtoras de arroz irrigado no Rio Grande do Sul em decorrência do aquecimento global (MARQUES et al., 2005; STEINMETZ et al., 2005). Assim, há necessidade de atualizações periódicas, usando-se séries históricas de dados mais recentes, dos estudos relacionados à caracterização do risco de frio nas distintas regiões produtoras de arroz irrigado no estado. Estudos dessa natureza tornam-se importantes à medida que um maior número de localidades são consideradas e técnicas de geoprocessamento são utilizadas para espacializar os resultados obtidos.

O objetivo deste trabalho foi calcular a média de dias por ano com temperaturas mínimas do ar menores ou iguais a 15 °C, nos decêndios de dezembro a março, e elaborar mapas envolvendo as principais regiões produtoras de arroz irrigado do Rio Grande do Sul.

## Material e métodos

Utilizaram-se, para a maioria das localidades, séries de 30 anos (1976-2005), de dados diários de temperatura mínima do ar dos meses de dezembro, janeiro, fevereiro e março de quinze estações meteorológicas situadas nas principais regiões produtoras de arroz irrigado do Rio Grande do Sul (Tabela 1). Calculou-se, para cada decêndio desses meses, o número médio de dias por ano com temperaturas menores ou iguais a  $15^{\circ}\text{C}$  ( $t \leq 15^{\circ}\text{C}$ ). A partir da soma dos valores decendiais, foram obtidos os totais médios mensais (Tabela 2).

Ilustrou-se a variação das médias de dias/ano nos decêndios de dezembro a março, para seis localidades, cada uma situada em uma das seis regiões arrozeiras de acordo com a regionalização do Instituto Rio-Grandense do Arroz (IRGA), a saber: Uruguaiana (Fronteira Oeste), Santana do Livramento (Campanha), Santa Maria (Depressão Central), Eldorado do Sul (Planície Costeira Interna à Lagoa dos Patos), Maquiné (Planície Costeira Externa à Lagoa dos Patos) e Santa Vitória do Palmar (Zona Sul) (Figura 2).

Para o mapeamento dos resultados, foram estabelecidas equações de regressão múltipla entre o número de dias com  $t \leq 15^{\circ}\text{C}$  dos períodos decendiais e mensais, com os dados de altitude, latitude e longitude das 15 estações meteorológicas utilizadas. Para a espacialização em ambiente de Sistemas de Informações Geográficas (SIG), foram obtidas, junto ao CGIAR-CSI (Consultative Group for International Agriculture Research - Consortium for Spatial Information), as imagens de relevo adquiridas pela missão SRTM da NASA (Shuttle Radar Topography Mission - National

Aeronautics and Space Administration), disponíveis no endereço eletrônico <http://srtm.csi.cgiar.org/SELECTION/inputCoord.asp>. Estas imagens representam um modelo de altitude do relevo contido no perímetro do Rio Grande do Sul, com um grau de detalhe para cada ponto (pixel) de aproximadamente um hectare. A integração deste modelo como variável independente, com as equações de regressão para cada decêndio ou mês com o total de dias (e décimos) com  $t \leq 15^{\circ}\text{C}$  permitiu um mapeamento mais detalhado comparativamente à simples interpolação entre as estações meteorológicas.

**Tabela 1.** Localidades das estações meteorológicas, coordenadas geográficas, período de observação e instituição a qual pertence.

Município	Latitude (S)	Longitude (W)	Altitude (m)	Período de observação	Instituição
Alegrete	29° 46´	55° 47´	116	1976-1990	8° DISME <sup>(1)</sup>
Bagé	31° 20´	54° 06´	216	1976-2005	8° DISME
Cachoeirinha	29° 57´	51° 04´	46	1977-2005	FEPAGRO <sup>(2)</sup>
Capão do Leão (Pelotas)	31° 52´	52° 21´	13	1976-2005	UFPel/EMBRAPA/8°DISME <sup>(3)</sup>
Eldorado do Sul (Guaíba)	30° 05´	51° 43´	46	1976-1990	FEPAGRO
Encruzilhada do Sul	30° 32´	52° 31´	427	1991-2005	8° DISME
Maquiné (Osório)	30° 29´	51° 09´	32	1976-2004	FEPAGRO
Rio Grande	32° 01´	52° 15´	15	1976-2005	FEPAGRO
Santa Maria	29° 41´	53° 48´	138	1976-2005	8° DISME
Santana do Livramento	30° 53´	55° 31´	210	1976-2005	8° DISME
Santa Vitória do Palmar	33° 31´	53° 21´	5	1976-2005	8° DISME
São Borja	29° 39´	56° 00´	96	1991-2005	8° DISME
São Gabriel	30° 20´	54° 19´	109	1991-2005	FEPAGRO
Taquari	29° 48´	51° 49´	76	1976-2005	FEPAGRO
Uruguaiana	29° 45´	57° 05´	74	1976-2005	8° DISME

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

<sup>(2)</sup> Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (FEPAGRO)

<sup>(3)</sup> Estação Meteorológica operada por meio de convênio entre a Universidade Federal de Pelotas (UFPel), a Embrapa Clima Temperado e o 8° DISME/INMET

## Resultados e discussão

Os totais médios mensais de dias com  $t \leq 15^{\circ}\text{C}$  foram mais elevados em dezembro e março, com diferenças acentuadas entre as localidades (Tabela 2). Os valores extremos variaram de 2,5 dias/ano (São Borja) a 10 dias/ano (Santa Vitória do Palmar), em dezembro, e de 3,8 dias/ano (São Borja) a 8,6 dias/ano (Santana do Livramento), em março. Em janeiro e fevereiro, os totais médios mensais foram inferiores aos de dezembro e março, mas também com grandes diferenças entre as localidades. Os dados extremos variaram de 1,1 dia/ano (São Borja) a 4,6 dias/ano (Santana do Livramento e Santa Vitória do Palmar), em janeiro, e de 1,7 dia/ano (São Borja) a 4,7 dias/ano (Santa Vitória do Palmar), em fevereiro.

A espacialização dos dados mensais (Figura 1) mostrou que, nos meses de dezembro e março, a maioria das localidades enquadra-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). Esses dados refletem as diferenças na temperatura mínima do ar das distintas regiões produtoras de arroz irrigado no Rio Grande do Sul e estão de acordo com os obtidos por Wrege et al. (2011).

A análise dos dados decendiais assume maior importância do ponto de vista agrônomo, pois permite definir a época de semeadura mais apropriada, de acordo com o ciclo das cultivares, de modo que as fases mais sensíveis da planta coincidam com os períodos de menores chances de ocorrência de frio. As médias decendiais de todas as localidades foram mais altas no primeiro

decêndio de dezembro (2,6 dias/ano) e no último decêndio de março (3,6 dias/ano); e mais baixas nos decêndios dos meses de janeiro (1,0 dia/ano) e fevereiro (1,1 dia/ano) e no primeiro decêndio de março (1,3 dia/ano), mas com grandes diferenças entre as localidades (Tabela 2).

**Tabela 2.** Média de dias por ano com temperaturas mínimas do ar menores ou iguais a 15 °C ( $t \leq 15^\circ\text{C}$ ), nos decêndios dos meses de dezembro a março e totais médios (T) em quinze localidades do Rio Grande do Sul. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2012.

Localidade	Média de dias por ano com $t \leq 15^\circ\text{C}$															
	Dezembro				Janeiro				Fevereiro				Março			
	1D	2D	3D	T	1J	2J	3J	T	1F	2F	3F	T	1M	2M	3M	T
Alegrete	2,4	1,5	1,6	5,5	0,9	0,5	1,1	2,5	1,0	0,5	0,7	2,2	1,8	2,3	3,8	7,9
Bagé	3,3	2,5	3,1	8,9	1,8	1,4	1,2	4,4	1,8	1,5	1,3	4,6	1,9	2,5	3,9	8,3
Cachoerinha	2,3	1,7	1,7	5,7	1,3	0,7	0,7	2,7	0,8	0,8	0,5	2,1	1,0	1,4	2,8	5,2
Capão do Leão (Pelotas)	2,4	2,1	1,7	6,2	0,8	1,0	1,0	2,8	0,7	1,2	1,6	3,5	1,2	1,6	3,4	6,2
Eldorado do Sul (Guaíba)	2,4	1,3	1,3	5,0	1,2	0,4	0,5	2,1	1,0	0,4	0,6	2,0	1,1	1,5	2,8	5,4
Encruzilhada do Sul	3,8	2,9	2,0	8,7	1,6	2,0	0,8	4,4	1,3	2,7	1,1	5,1	1,1	1,6	4,6	7,3
Maquíné (Osório)	3,4	2,6	3,0	9,0	2,0	1,7	1,1	4,8	1,1	1,1	1,2	3,4	1,4	1,9	3,5	6,8
Rio Grande	2,2	2,1	2,1	6,4	1,4	1,0	1,4	3,8	1,5	1,2	1,0	3,7	1,3	1,3	3,3	5,9
Santa Maria Santana	2,1	1,7	1,5	5,3	0,9	0,7	0,6	2,2	1,0	1,1	0,7	2,8	0,8	1,3	3,4	5,5
Livramento Santa Vitória do	3,2	2,4	3,4	9,0	1,9	1,4	1,3	4,6	2,0	1,4	1,2	4,6	2,0	2,1	4,7	8,8
Palmar	4,2	3,2	2,6	10,0	1,7	1,5	1,4	4,6	1,8	1,6	1,3	4,7	1,9	2,6	4,1	8,6
São Borja	1,4	0,5	0,6	2,5	0,3	0,7	0,1	1,1	0,4	0,7	0,6	1,7	0,5	0,6	2,7	3,8
São Gabriel	1,7	1,0	0,8	3,5	0,4	0,7	0,3	1,4	0,8	1,0	0,3	2,1	0,8	1,7	3,4	5,9
Taquari	2,3	2,1	1,8	6,2	1,0	0,9	0,8	2,7	0,8	0,9	1,7	3,4	0,9	1,4	3,2	5,5
Uruguaiana	1,7	1,0	0,9	3,6	0,6	0,8	0,4	1,8	0,6	0,9	0,9	2,4	1,0	1,2	3,3	5,5
Média	2,6	1,9	1,9	6,4	1,2	1,0	0,8	3,0	1,1	1,2	1,0	3,3	1,3	1,7	3,6	6,6

A variação das médias de dias/ano nos decêndios de dezembro a março, para seis localidades, cada uma situada em uma das seis regiões arrozeiras de acordo com a regionalização do Instituto Rio-Grandense do Arroz (IRGA) está indicada na Figura 2. Dessas localidades, por exemplo, o risco de ocorrência de frio é maior em Santa Vitória do Palmar (Figura 2f) e em Santana do Livramento (Figura 2e) do que em Uruguaiana (Figura 2a).

Os dados da Tabela 2 e da Figura 2 indicam que, considerando-se apenas o risco de frio, as épocas de semeadura e o ciclo das cultivares devem ser escolhidos de modo 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 meses (dezembro e março), 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 em qualquer das localidades estudadas. Deve-se ressaltar que, além do risco de frio, a disponibilidade de radiação solar e a temperatura do solo são dois parâmetros que têm sido considerados na definição das épocas de semeadura mais apropriadas para cultivares de diferentes comprimentos de ciclo (STEINMETZ et al., 2007).

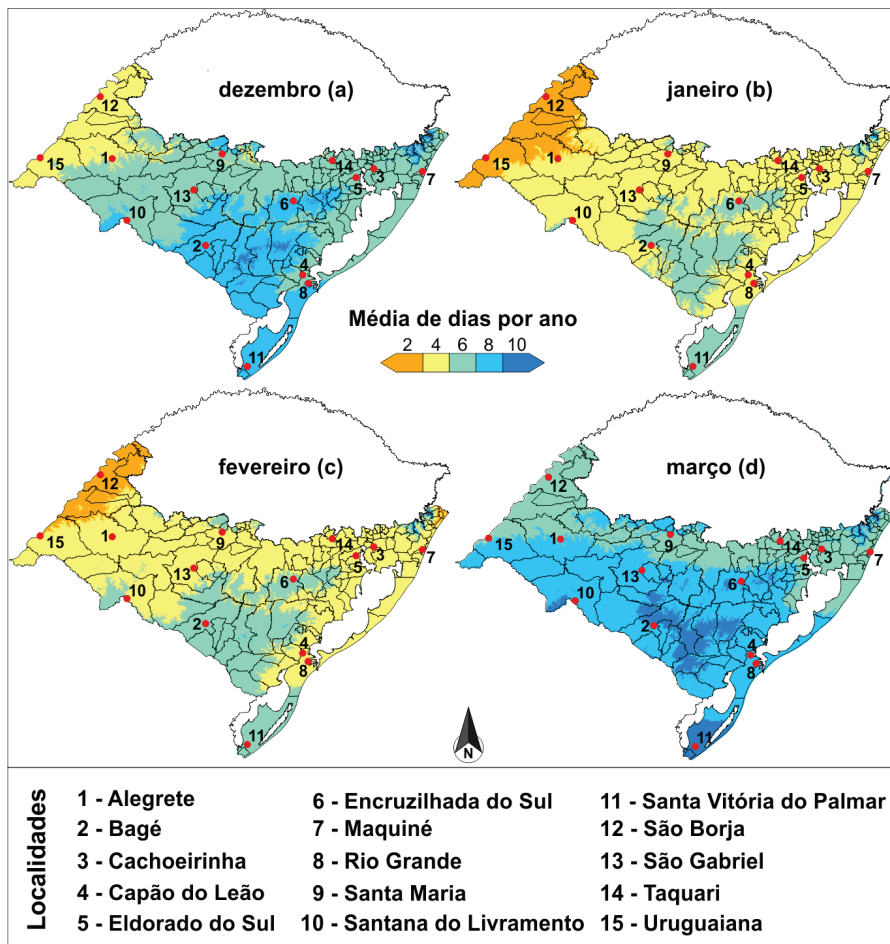
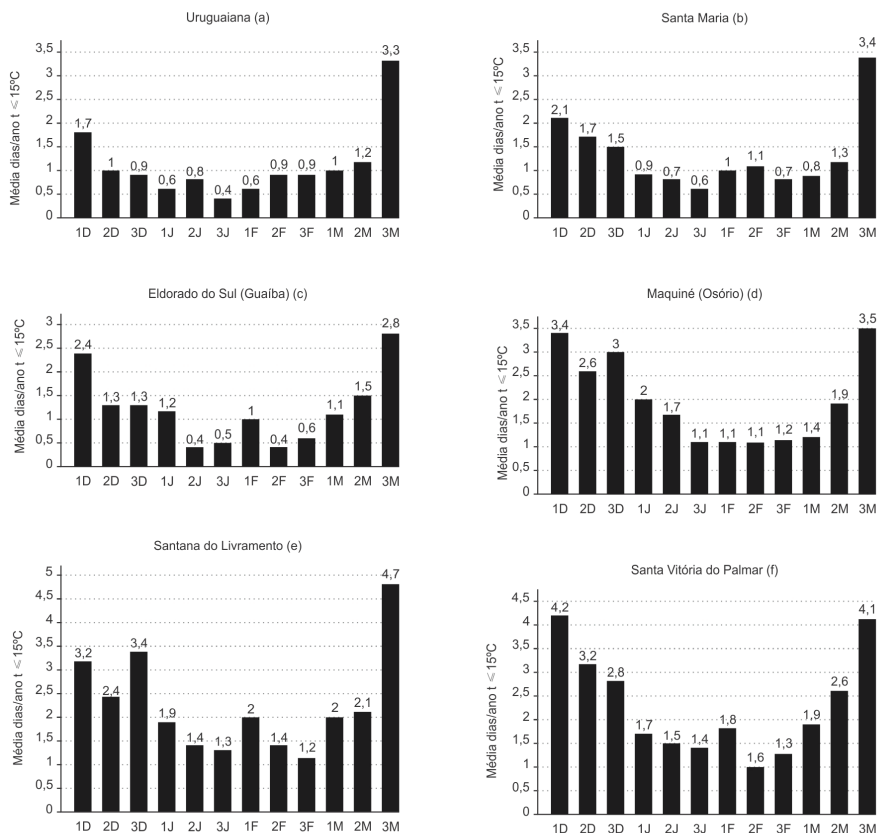


Figura 1. Mapeamento da média de dias por ano com temperaturas mínimas do ar menores ou iguais a 15 °C, nos meses de dezembro (a), janeiro (b), fevereiro (c) e março (d), nas principais regiões produtoras de arroz irrigado do Rio Grande do Sul. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2012.



A espacialização dos dados, na forma de mapas decendiais, facilita a identificação do grau de risco de frio nos municípios que compõem as principais regiões produtoras de arroz irrigado no estado. Assim, por exemplo, verifica-se que no primeiro decêndio de dezembro (Figura 3a), a maior parte dos municípios enquadra-se nas classes com três e quatro dias por ano com  $t \leq 15^{\circ}\text{C}$  enquanto que no terceiro decêndio de março (Figura 4f) predominam as classes com quatro e cinco dias por ano com  $t \leq 15^{\circ}\text{C}$ . Por outro lado, nos decêndios de janeiro (Figura 3d, e, f), fevereiro (Figura 4a, b, c) e no primeiro decêndio de março (Figura 4d, e, f) a maior parte dos municípios situa-se nas classes de um a dois dias por ano com  $t \leq 15^{\circ}\text{C}$ .



**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 Uruguaiana (a), Santa Maria (b), Eldorado do Sul (c), Maquiné (d), Santana do Livramento (e) e Santa Vitória do Palmar (f). Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2012.

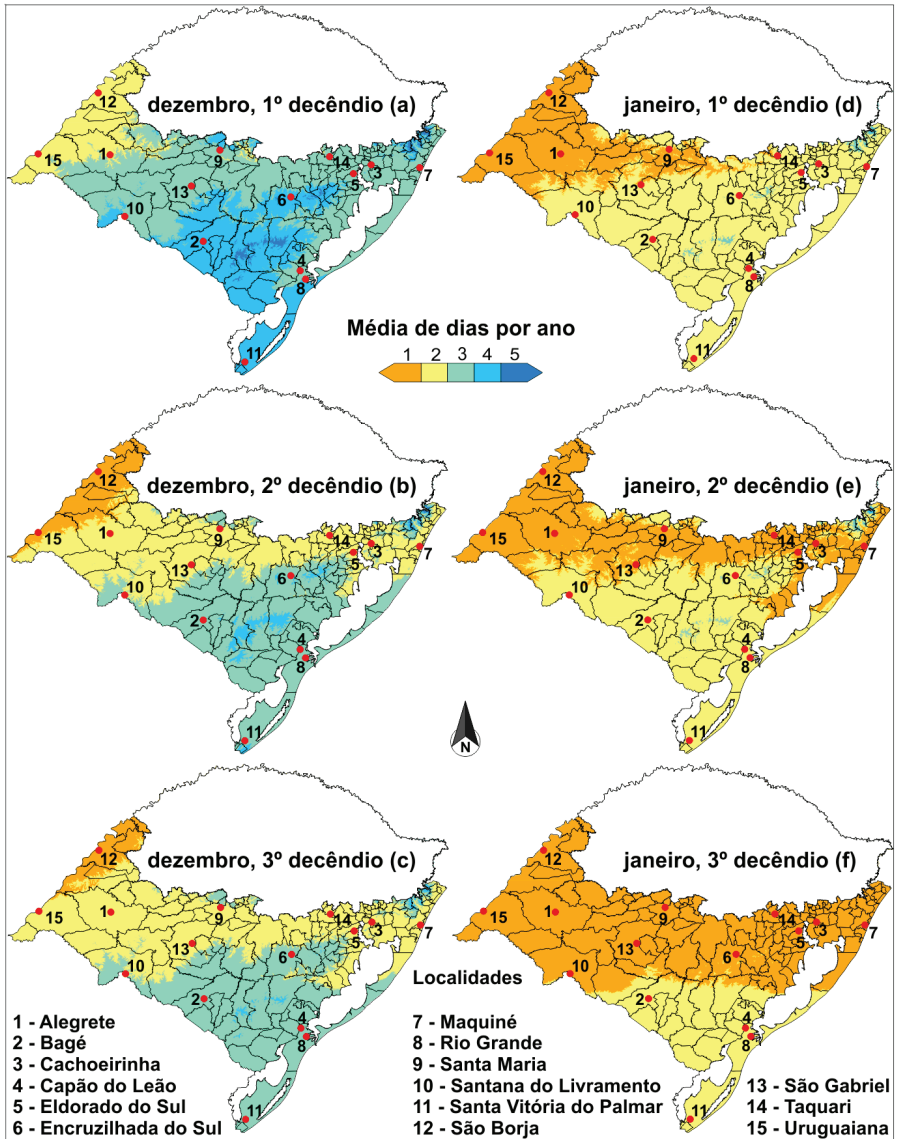


Figura 3. Mapeamento da média de dias por ano com temperaturas mínimas do ar menores ou iguais a 15 °C, nos decêndios dos meses de dezembro e janeiro nas principais regiões produtoras de arroz irrigado do Rio Grande do Sul. Empresa Clima Temperado, Pelotas, 2012.

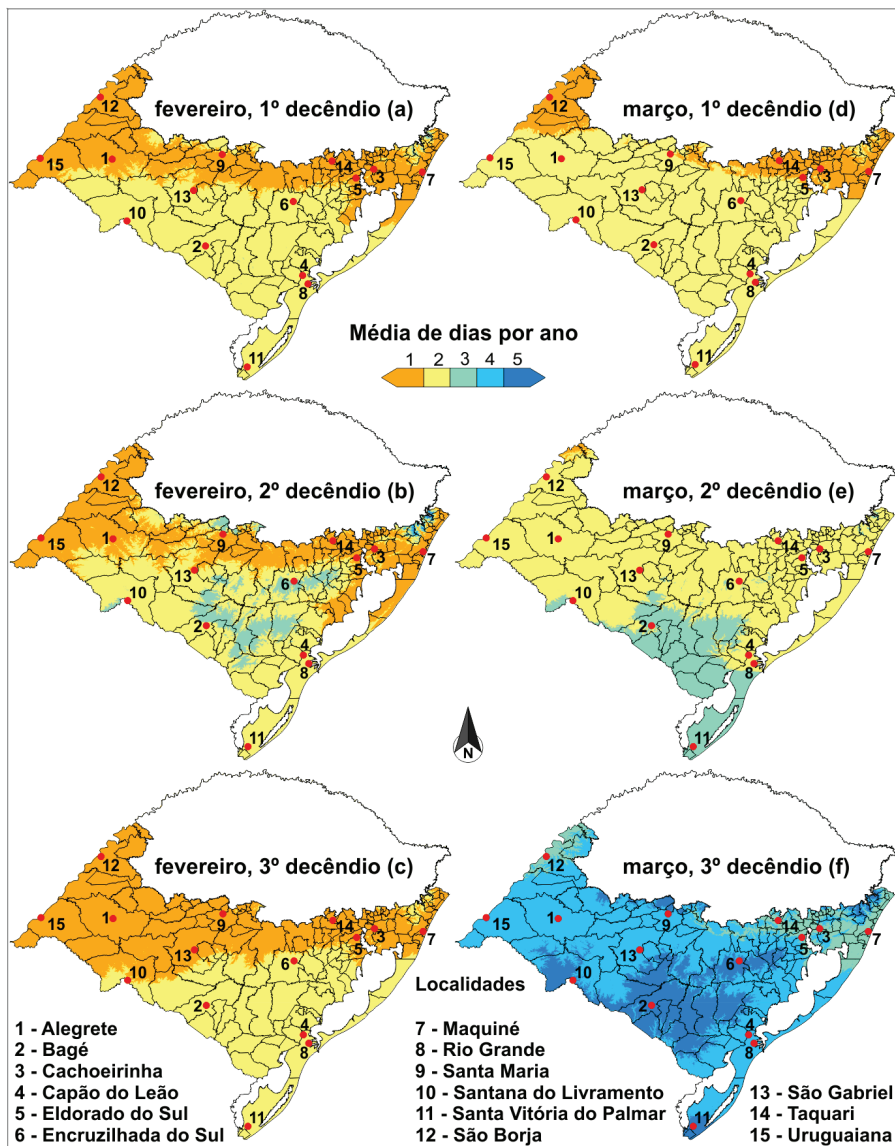


Figura 4. Mapeamento da média de dias por ano com temperaturas mínimas do ar menores ou iguais a 15 °C, nos decêndios dos meses de fevereiro e março nas principais regiões produtoras de arroz irrigado do Rio Grande do Sul. Empresa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2012.

## Conclusões

Os resultados obtidos neste estudo permitem concluir que:

- os riscos de ocorrência de temperaturas mínimas do ar menores ou iguais a  $15\text{ }^{\circ}\text{C}$  ( $t \leq 15\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) 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  $t \leq 15\text{ }^{\circ}\text{C}$  variam de acordo com as regiões orizícolas do estado. 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 na Zona Sul e na Campanha.

## 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 usados neste trabalho.

## Referências

CONAB. Séries históricas: grãos. Maio/2011. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&t=2>>.

Acesso em: 18 mai. 2012.

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.

MARQUES, J. R. Q.; STEINMETZ, S.; DINIZ, G.; SIQUEIRA, O. J. W. de; WREGE, M. S.; HERTER, F. G.; 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... Santa Maria. Universidade Federal de Santa Maria, 2005. p. 224-226.

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 Arrozeira*, 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.; AMARAL, A. G. Mapeamento do risco de frio durante o período reprodutivo do arroz irrigado no Rio Grande do Sul. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2002. 19 p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 108).

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, 2001a.

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, 2001b.

STEINMETZ, S.; FAGUNDES, P.R.R.; MARIOT, C.H.P.; WREGE, M.S.; MATZENAUER, R.; MALUF, J.R.T.; FERREIRA, J.S.A. Zonamento agroclimático do arroz irrigado por épocas de semeadura no Estado do Rio Grande do Sul (Versão 4). Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2007. 34p. (Embrapa Clima Temperado.

Documentos, 199).

STEINMETZ, S.; WREGE, M. S.; PINHEIRO, M.J.; FERREIRA, J.S.A. Impacto do aquecimento global na redução do risco de frio em arroz irrigado no Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 4., 2005, Santa Maria. Anais... Santa Maria. Universidade Federal de Santa Maria, 2005. p. 247-250.

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.

WREGE, M. S.; STEINMETZ, S.; REISSER JÚNIOR, C.; ALMEIDA, I. R. de; (Eds.). 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.