

# RISCO DE FRIO NO PERÍODO REPRODUTIVO DO ARROZ IRRIGADO NO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL E SUA RELAÇÃO COM O AQUECIMENTO GLOBAL

SILVIO STEINMETZ<sup>1</sup>, IVAN R. de ALMEIDA<sup>2</sup>, CARLOS REISSER JÚNIOR<sup>3</sup>,  
RONALDO MATZENAUER<sup>4</sup>, BERNADETE RADIN<sup>4</sup>, SOLISMAR D. PRESTES<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Eng. Agrônomo, Doutor, Pesquisador do Laboratório de Agrometeorologia, Embrapa Clima Temperado, CPACT, Pelotas – RS, Fone (53) 3275 8270, [silvio@cpact.embrapa.br](mailto:silvio@cpact.embrapa.br); <sup>2</sup>Geógrafo, Dr., Embrapa Clima Temperado; <sup>3</sup>Eng. Agrícola, Dr., Embrapa Clima Temperado; <sup>4</sup>Eng. Agrônomo, Dr., Pesquisadores da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (Fepagro); <sup>5</sup>Meteorologista do 8º Distrito de Meteorologia (8º Disme/Inmet)

Apresentado no XVI Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 22 a 25 de setembro de 2009 – GranDarrell Minas Hotel, Eventos e Convenções – Belo Horizonte – MG.

**RESUMO:** O objetivo deste trabalho foi avaliar a variação do risco de frio nos meses de dezembro a março, em dois períodos de 30 anos, para oito localidades produtoras de arroz irrigado do Rio Grande do Sul, e em três períodos de 30 anos, para Pelotas, e verificar a sua possível relação com o aquecimento global. Utilizaram-se dados diários de temperatura mínima do ar ( $T_n$ ) dos meses de dezembro, janeiro, fevereiro e março de nove estações meteorológicas que dispunham de séries longas de dados. Foi calculado o número médio de dias por ano com temperaturas menores ou iguais a  $15^\circ\text{C}$  ( $T_n \leq 15^\circ\text{C}$ ). Usaram-se dois períodos de 30 anos (1946-1975; 1976-2005), para oito localidades, e três períodos de 30 anos (1916-1945; 1946-1975; 1976-2005), para a localidade de Pelotas. Os decréscimos no número médio de dias por ano com  $T_n \leq 15^\circ\text{C}$  verificados nos dois últimos períodos de 30 anos (de 1946-1975 para 1976-2005) foram de 25%, 27%, 19% e 14%, respectivamente, para os meses de dezembro, janeiro, fevereiro e março. Os resultados permitem concluir que o risco de frio durante o período reprodutivo do arroz irrigado está diminuindo no Rio Grande do Sul devido ao aumento da temperatura mínima do ar, que deve estar associado ao aquecimento global.

**PALAVRAS-CHAVE:** temperatura mínima do ar, *Oryza sativa L.*, mudanças climáticas

## RISK OF LOW AIR TEMPERATURE DURING THE REPRODUCTIVE STAGE OF IRRIGATED RICE IN THE STATE OF RIO GRANDE DO SUL AND ITS RELATION WITH THE GLOBAL WARMING

**ABSTRACT:** The objective of this work was to evaluate the variation in the risk of having low air temperature in the months from December to March, in two periods of 30 years, for eight rice producing localities in the State of Rio Grande do Sul, Brazil, and in three periods of 30 years for Pelotas and to relate it to the global warming. It was calculated the number of days per year in which the minimum air temperature was equal to or lower than  $15^\circ\text{C}$  ( $T_n \leq 15^\circ\text{C}$ ). The two and three periods of 30 years were, respectively, 1946-1975 and 1976-2005 and 1916-1945, 1946-1975 and 1976-2005. The decrease in the average number of days per year with  $T_n \leq 15^\circ\text{C}$  in the two periods of 30 years (from 1946-1975 to 1976-2005) were 25%, 27%, 19% and 14%, respectively, for the months of December, January, February and March. The results allow conclude that the risk of having harmful temperatures during the reproductive stage of the irrigated rice is decreasing in the State of Rio Grande do Sul and it is probably associated with the global warming.

**KEYWORDS:** minimum air temperature, *Oryza sativa L.*, climate change

**INTRODUÇÃO:** O Rio Grande do Sul é o maior produtor de arroz irrigado do Brasil, tendo contribuído, na safra 2007/2008, com 61% da produção nacional (CONAB, 2008). A ocorrência de baixas temperaturas durante o período reprodutivo é considerada um dos principais problemas do arroz irrigado no Estado, particularmente nas regiões Litoral Sul e Campanha (STEINMETZ et al., 2002). O aumento da temperatura média do ar na Terra, no período de 100 anos (1906-2005), foi de 0,74°C, sendo que a tendência linear de aquecimento nos últimos 50 anos (0,13°C por década) é quase o dobro do verificado nos últimos 100 anos (IPCC, 2007). Nos Estados Unidos da América no Norte, o aquecimento verificado no período de 1900 a 1949 foi, provavelmente, devido à variação natural do clima e o de 1950 a 1999, foi atribuído, principalmente, ao aumento dos gases de efeito estufa na atmosfera (KAROLY et al., 2003). Nas Filipinas, num período de 25 anos (1979-2003), o aumento da temperatura mínima média anual foi de 1,13°C, sendo o aumento mais expressivo na estação seca (1,33°C) do que na estação chuvosa (0,80°C) (PENG et al., 2004). No Rio Grande do Sul, num período de 57 anos (1948-2004), a tendência de aumento da temperatura mínima variou de 0,8°C até os valores máximos de 1,9; 1,9; 1,7 e 1,9°C, respectivamente, para os meses de dezembro, janeiro, fevereiro e março (MARQUES et al., 2005). Nesses quatro meses, na região de Pelotas, o número médio de dias por ano com temperaturas mínimas do ar menores ou iguais a 15°C, diminuiu 21% no período 1950-2006 em relação ao período 1893-1950 (STEINMETZ et al., 2007). O objetivo deste trabalho foi avaliar a variação do risco de frio nos meses de dezembro a março, em dois períodos de 30 anos para oito localidades produtoras de arroz irrigado do Rio Grande do Sul e em três períodos de 30 anos para Pelotas, e verificar a sua possível relação com o aquecimento global.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Utilizaram-se dados diários de temperatura mínima do ar ( $T_n$ ) dos meses de dezembro, janeiro, fevereiro e março de nove estações meteorológicas situadas nas principais regiões produtoras de arroz irrigado do Rio Grande do Sul e que dispunham de séries longas de dados. O período de dezembro a março foi utilizado por coincidir com o período reprodutivo do arroz irrigado, que varia com a época de semeadura e com o ciclo da cultivar utilizada. Utilizaram-se dois períodos de 30 anos (1946-1975; 1976-2005), para oito localidades, e três períodos de 30 anos (1916-1945; 1946-1975; 1976-2005), para a localidade de Pelotas. No período de 1946-1975, para algumas localidades, o primeiro ano utilizado foi 1947, mas para Rio Grande e Osório, atualmente Maquiné, foram, respectivamente, 1954 e 1956. As oito estações meteorológicas pertencem ao Inmet ou à Fepagro e a de Pelotas é mantida através do convênio Embrapa/UFPel/Inmet. Esta última, atualmente situa-se no município de Capão do Leão. Foi calculado, para cada um dos decênios, o número médio de dias por ano com temperaturas menores ou iguais a 15°C ( $T_n \leq 15^\circ\text{C}$ ). A partir da soma dos valores decenais, foram obtidos os totais médios mensais, relatados neste trabalho. Foram calculadas, também, as médias decenais e mensais da temperatura mínima do ar.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** A Tabela 1 indica diferenças expressivas entre as localidades, mas praticamente todas apresentam, em todos os meses, decréscimos no número de dias por ano com temperaturas mínimas do ar menores ou iguais a 15°C ( $T_n \leq 15^\circ\text{C}$ ), nos dois ou três períodos estudados. Essa tendência fica evidenciada quando se consideram os valores médios de todas as localidades. Os decréscimos verificados nos dois últimos períodos de 30 anos (de 1946-1975 para 1976-2005) foram de 25% (de 8,8 dias ano<sup>-1</sup> para 6,6 dias ano<sup>-1</sup>), 27% (de 4,5 dias ano<sup>-1</sup> para 3,3 dias ano<sup>-1</sup>), 19% (de 4,2 dias ano<sup>-1</sup> para 3,4 dias ano<sup>-1</sup>) e 14% (de 4,2 dias ano<sup>-1</sup> para 3,4 dias ano<sup>-1</sup>), respectivamente, para os meses de dezembro, janeiro, fevereiro e março (Figura 1). A média dos quatro meses foi de 21%. Esses

resultados são consequência do aumento das temperaturas mínimas que, na média de todas as localidades, nesses dois períodos de 30 anos, variaram de 16,9°C para 17,7°C (+0,8°C), em dezembro, de 18,6°C para 19,1°C (+0,5°C), em janeiro, de 18,5°C para 19,0°C (+0,5°C), em fevereiro, e de 17,2°C para 17,8°C (+0,6°C), em março.

Tabela 1. Média de dias por ano com temperaturas mínimas do ar menores ou iguais a 15° C, nos meses de dezembro, janeiro, fevereiro e março, em dois períodos de 30 anos, para nove localidades do Rio Grande do Sul e em três períodos de 30 anos para a localidade de Pelotas.

Localidades	Média de dias por ano com $T_n \leq 15^\circ \text{C}$											
	Dezembro			Janeiro			Fevereiro			Março		
	1*	2*	3*	1*	2*	3*	1*	2*	3*	1*	2*	3*
Bagé		8,7	8,9		4,6	4,4		4,8	4,6		8,0	8,3
Osório (Maquiné)		11,4	9,0		5,7	4,8		4,9	3,4		6,2	6,8
Pelotas (Capão do Leão)	10,2	9,7	6,2	5,9	4,9	2,8	4,3	4,7	3,5	8,4	7,8	6,2
Rio Grande		8,8	6,4		5,1	3,8		4,7	3,7		8,4	5,9
Santana do Livramento		11,4	9,0		6,3	4,6		5,9	4,6		11,8	8,8
Santa Vitória do Palmar		11,8	10,0		6,4	4,6		5,7	4,7		9,7	8,6
São Borja		4,3	2,5		1,6	1,1		1,5	1,7		4,5	3,8
São Gabriel		8,6	3,5		4,2	1,4		4,1	2,1		8,3	5,9
Uruguaiana		4,6	3,6		1,8	1,8		1,4	2,4		5,0	5,5
Média		8,8	6,6		4,5	3,3		4,2	3,4		7,7	6,6

1\*: 1916-1945; 2\*:1946-1975; 3\*: 1976-2005

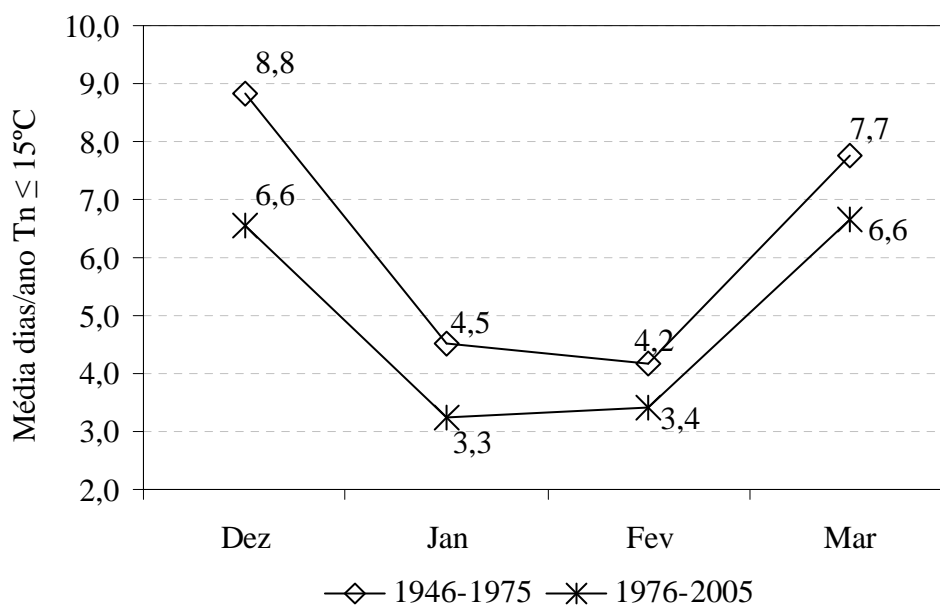


Figura 1. Média de dias por ano com temperaturas mínimas do ar menores ou iguais a 15°C, nos meses de dezembro, janeiro, fevereiro e março, em dois períodos de 30 anos, para nove localidades do Rio Grande do Sul.

Os decréscimos no número de dias por ano com  $T_n \leq 15^\circ\text{C}$  foram ainda mais acentuados quando se considerou, para a localidade de Pelotas, o primeiro e o último período de 30 anos (de 1916-1945 para 1976-2005) (Figura 2), sendo de 39%, 52%, 25% e 26%, respectivamente,

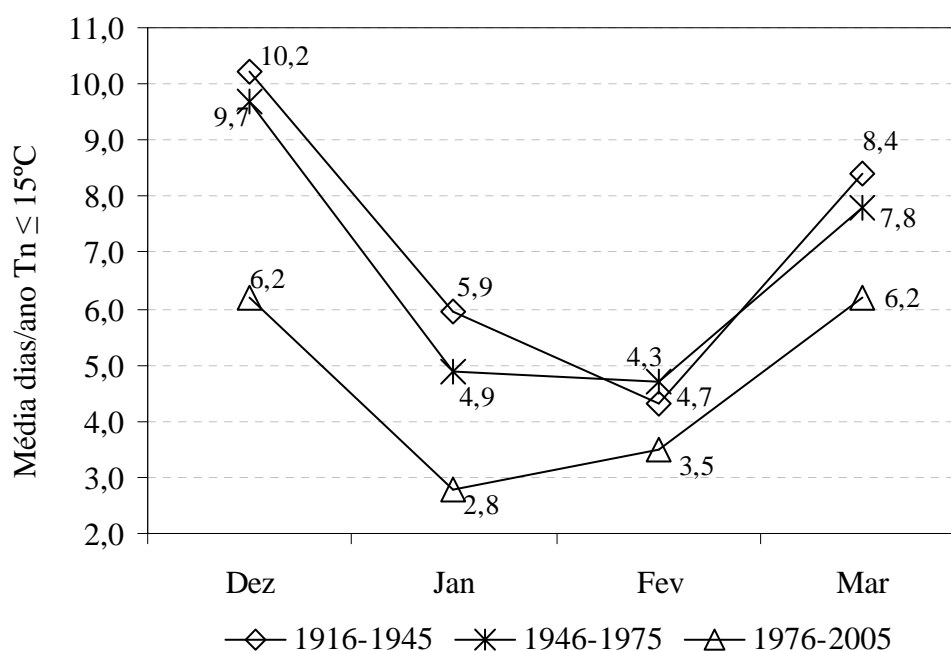


Figura 2. Média de dias por ano com temperaturas mínimas do ar menores ou iguais a  $15^\circ\text{C}$ , nos meses de dezembro, janeiro, fevereiro e março, em três períodos de 30 anos, para a localidade de Pelotas-RS.

para os meses de dezembro, janeiro, fevereiro e março. A média dos quatro meses foi 35%. Nessa localidade, os aumentos da temperatura mínima entre o primeiro e o último período de 30 anos variaram de  $16,5^\circ\text{C}$  para  $17,8^\circ\text{C}$  ( $+1,3^\circ\text{C}$ ), em dezembro, de  $18,0^\circ\text{C}$  para  $19,3^\circ\text{C}$  ( $+1,3^\circ\text{C}$ ), em janeiro, de  $18,3^\circ\text{C}$  para  $19,3^\circ\text{C}$  ( $+1,0^\circ\text{C}$ ), em fevereiro, e de  $17,2^\circ\text{C}$  para  $18,6^\circ\text{C}$  ( $+1,4^\circ\text{C}$ ), em março. Os resultados obtidos indicam que está ocorrendo uma diminuição do risco de frio para o arroz irrigado no Rio Grande do Sul em decorrência do aumento da temperatura mínima ar, confirmando os dados obtidos por Marques et al. (2005) e por Steinmetz et al. (2007). É provável que esse aumento da temperatura mínima do ar seja decorrência do aquecimento global, pois situações semelhantes têm sido registradas em outras partes do mundo (IPCC, 2007; PENG et al., 2004).

**CONCLUSÃO:** O risco de frio durante o período reprodutivo do arroz irrigado está diminuindo no Rio Grande do Sul devido ao aumento da temperatura mínima do ar, que deve estar associado ao aquecimento global.

**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, à Assistente de Pesquisa Denise Duarte dos Santos, da Embrapa Clima Temperado, pelo auxílio na elaboração deste trabalho.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da Safra Brasileira. Grãos. Safra 2007/2008. Décimo Primeiro Levantamento. Agosto/2008. Disponível em <http://www.conab.gov.br> Acesso em 28 ago. 2008.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE- IPCC. Climate change 2007: the physical science basis. Summary for Policymakers. Disponível: <http://www.ipcc.ch> Consultado em 15 fev. 2007.

KAROLY, D.J., BRAGANZA, K., STOTT, P.A., ARBLASTER, J.M., MEEHL, G.A., BROCCOLI, A.J., DIXON, K.W. Detection of a human influence on north American climate. *Science*, v. 302, p. 1200-1203, nov. 2003. Disponível em: [www.sciencemag.org](http://www.sciencemag.org). Acesso em 15 jul. 2004.

MARQUES, J.R.Q.; STEINMETZ, S.; DINIZ, G.; SIQUEIRA, O.J.W. de; WREGGE, 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. Santa Maria. **Anais**. Santa Maria. Universidade Federal de Santa Maria, 2005. p.224-226.

PENG, S., HUANG, J., SHEEHY, J.E., LAZA, R.C., VISPERAS, R.M., ZHONG, X., CENTENO, G.S., KHUSH, G.S., CASSMAN, K.G. Rice yields decline with higher night temperature from global warming. **National Academy of Sciences of the USA**, Washington, D.C., v.101, n.27, p.9971-9975, jul. 2004. Disponível em: [www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.0403720101](http://www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.0403720101). Acesso em: 15 jul. 2004.

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. 19p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 108).

STEINMETZ, S. Risco de frio em arroz irrigado na região de Pelotas e sua relação com o aquecimento global. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 5. REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 27. Pelotas. **Anais**. Pelotas. Embrapa Clima Temperado, 2007. v. 1, p.377-379.