

# INFLUÊNCIA DO AQUECIMENTO GLOBAL SOBRE A FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO NA REGIÃO SUL DO BRASIL DIANTE DE ALGUNS CENÁRIOS DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS

MARCOS S. WREGE<sup>1</sup>, FLAVIO G. HERTER<sup>1</sup>, SILVIO STEINMETZ<sup>1</sup>, CARLOS REISSER JR<sup>1</sup>, MARILICE C. GARRASTAZU<sup>2</sup>, PAULO H. CARAMORI<sup>3</sup>, RONALDO MATZENAUER<sup>4</sup>, HUGO J. BRAGA<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Eng. Agrôn., Dr, Lab.Agrometeorologia, Pesquisador, Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, wrege@cpact.embrapa.br

<sup>2</sup>Eng. Agrôn., MS, Lab.Planejamento Ambiental, Embrapa Florestas, Curitiba-PR

<sup>3</sup>Eng. Agrôn., Dr, Lab.Agrometeorologia, Iapar, Londrina-PR

<sup>3</sup>Eng. Agrôn., Dr, Lab.Agrometeorologia, Fepagro, Porto Alegre-RS

<sup>3</sup>Eng. Agrôn., Dr, Lab.Agrometeorologia, Epagri, Florianópolis-SC

Apresentado no XV Congresso Brasileiro de Agrometeorologia - 02 a 05 de julho de 2007 - Aracaju - SE

**RESUMO:** As mudanças climáticas têm sido responsáveis pelas alterações no comportamento das temperaturas do ar, principalmente as mínimas, em todo o globo, alterando, conseqüentemente, o somatório das horas de frio (<7,2°C) entre maio e setembro. Segundo os últimos relatórios do IPCC, existem três cenários possíveis de ocorrência: otimista, pessimista e muito pessimista, com previsões de aumento das temperaturas em 1°C, 3°C e 5,8°C, respectivamente. O primeiro é irreversível, isto é, já está ocorrendo. O segundo é muito provável e o terceiro, pouco provável de ocorrer (a menos que nada seja feito para mitigar o efeito estufa). Com base em tais cenários, foram feitas simulações, estabelecendo uma correlação com o somatório de horas de frio para toda a Região Sul do Brasil e verificando o que poderia ocorrer, caso ocorram aumentos de temperatura mínima do ar. Verificou-se que, com pequenos aumentos de temperatura, a redução do somatório de horas de frio seria expressivo, com sérias repercussões para a fruticultura de clima temperado. Haveria necessidade de readequar os zoneamentos para as frutíferas, dando preferência para as regiões de maior altitude e, a longo prazo, seria necessário o desenvolvimento de um amplo programa de melhoramento, buscando cultivares com menores necessidades de frio no inverno.

**PALAVRAS-CHAVE:** horas de frio, mudanças climáticas, aquecimento global.

## INFLUENCE OF GLOBAL WARMING ON TEMPERATE FRUIT CROPS IN SOUTHERN REGION OF BRAZIL UNDER SOME SCENARIOS OF CLIMATE CHANGES

**ABSTRACT:** The climate changes have been responsible for changes in the behavior of the air temperatures, particularly the minimum temperatures, in the globe, affecting also the sum of chilling hours (<7.2°C) between May and September. According to the last reports of IPCC, there are three possible scenarios: the optimist, the pessimist and the very pessimist, forecasting increases of temperature of 1°C, 3°C and 5,8°C. The first level is irreversible because is already occurring. The second is very likely and the third is unlikely unless nothing is done to stop the global warming. Based on these scenarios, simulations were done establishing a correlation with the sum of chilling hours for the southern region of Brazil verifying what could

occur with the increase in the minimum air temperature. The results indicated that small increases in the minimum temperature would cause expressive reduction in the chilling hours, causing serious problems for the temperate fruit crops. It would be necessary to adjust the agroclimatic zoning for the fruit crops, giving preference for the high altitude regions and in the long range it would be necessary to develop a broad breeding program, searching for cultivars with lower chilling requirements in the winter.

**KEYWORDS:** chilling hours, climate changes, global warming.

**INTRODUÇÃO:** Nas últimas décadas, têm ocorrido mudanças de temperatura do ar, em função de alterações climáticas, causadas por gases de efeito estufa, principalmente o gás carbônico, lançado na atmosfera, entre outras fontes, pela queima de combustíveis fósseis. Esse aumento da temperatura do ar tem causado impacto no meio agrícola, com repercussões sobre a fruticultura de clima temperado na Região Sul do Brasil. As mudanças têm ocorrido em muitas partes do globo, com impacto maior na temperatura mínima do ar (IPCC, 2007; STEINMETZ et al., 2005). Uma das mudanças que tem sido observada na Região Sul do Brasil e que tem relação com as temperaturas mínimas do ar é a redução do somatório das horas de frio (<7,2°C) entre maio e setembro. Com o objetivo de verificar qual seria o impacto do aumento da temperatura mínima do ar sobre o somatório das horas de frio (<7,2°C) entre maio e setembro, foram simulados alguns cenários em que a temperatura mínima ficaria maior em 1°C, 3°C e 5,8°C e qual seria a repercussão sobre a fruticultura de clima temperado na Região Sul do Brasil.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Foram utilizados dados climáticos diários (1961-2000) de séries históricas (30 a 40 anos) de horas de frio (Tabela 1), para 95 estações agrometeorológicas do Instituto Agrônomo do Paraná (Iapar), da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri), da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Sul (Fepagro), do 8º Distrito de Meteorologia do Instituto Nacional de Meteorologia (8ºDISME/INMET) e da Embrapa Clima Temperado, cobrindo geograficamente toda a Região Sul do Brasil. Foram consideradas as horas de frio acumuladas de maio a setembro, período em que, normalmente, as espécies frutíferas de clima temperado encontram-se em dormência.

Foi estabelecida correlação entre os dados de somatório de horas de frio (<7,2°C) e as temperaturas mínimas do ar (°C), obtendo-se uma função das horas de frio pelas temperaturas mínimas dos períodos maio-setembro e anual, para simulação de três cenários futuros: 1) Otimista, com aumento de 1°C; 2) Pessimista, com aumento de 3°C e 3) Muito pessimista, com aumento de 5,8°C (IPCC, 2007). Sobre os dados de temperatura mínima diárias, foram somados os valores de 1°C, 3°C e 5,8°C, simulando situações em que haveria os respectivos aumentos de temperatura.

Horas de frio =  $1436,267 - 27,5005 \times t_{\text{min}_{\text{ms}}} - 61,0445 \times t_{\text{min}_{\text{anual}}}$   
 $R^2=0,81$

Foram feitos mapas de temperatura mínima entre maio e setembro e temperatura mínima anual, ambos para a situação atual, atual+1°C, atual+3°C e atual+5,8°C. Os mapas foram usados na equação anterior e geraram os mapas de horas de frio atual e os com as simulações de aumento de temperatura. Foi usado o

programa ArcGIS (versão 9). Os mapas foram feitos sobre uma grade de pontos distanciados entre si de 90 metros (escala 1:250.000), usando o modelo digital de elevação do SRTM (USGS, 1999), adaptado para o sistema brasileiro de referência oficial por WEBER et al. (2004) e mapas de latitude e longitude, para extrapolação dos valores, segundo as equações apresentadas a seguir (Tabela 1):

Tabela 1. Equações de regressão das temperaturas mínimas entre maio e setembro ( $T_{min_{ms}}$ ) e anual ( $T_{min_{anual}}$ ), para a situação de temperatura mínima atual, atual+1°C, atual+3°C e atual+5,8°C em função da latitude (lati), longitude (longi) e altitude (alti).

Situação	Temperatura	Equações de regressão	R <sup>2</sup>
Atual	$T_{min_{ms}}$	$29,96 + 0,773 \times lati - 0,0687 \times longi - 0,00385 \times alti$	0,79
	$T_{min_{anual}}$	$30,18 + 0,696 \times lati - 0,0944 \times longi - 0,00423 \times alti$	0,84
Atual+1°C	$T_{min_{ms}}$	$30,96 + 0,773 \times lati - 0,0687 \times longi - 0,00385 \times alti$	0,79
	$T_{min_{anual}}$	$31,18 + 0,696 \times lati - 0,0944 \times longi - 0,00423 \times alti$	0,84
Atual+3°C	$T_{min_{ms}}$	$32,96 + 0,773 \times lati - 0,0687 \times longi - 0,00385 \times alti$	0,79
	$T_{min_{anual}}$	$33,18 + 0,696 \times lati - 0,0944 \times longi - 0,00423 \times alti$	0,84
Atual+5,8°C	$T_{min_{ms}}$	$35,76 + 0,773 \times lati - 0,0687 \times longi - 0,00385 \times alti$	0,79
	$T_{min_{anual}}$	$35,98 + 0,696 \times lati - 0,0944 \times longi - 0,00423 \times alti$	0,84

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Nos últimos 12 anos, tem sido observada redução do somatório das horas de frio (<7,2°C), com repercussões para a fruticultura de clima temperado. Pode-se dizer que o cenário atual (Figura 1), praticamente, não representa mais a situação do somatório das horas de frio entre maio e setembro na Região Sul do Brasil, uma vez que as séries usadas para cálculo iniciam-se na década de 1970, na maioria dos casos. A situação atual já pode ser a da Figura 2, com aumento da temperatura mínima do ar de 1°C. Embora essa não seja a situação ideal, as espécies frutíferas se adaptaram até o momento às mudanças de temperatura, por meio do melhoramento genético e da seleção de cultivares com menores necessidades de frio. Se nada for feito para reduzir as emissões de gases de efeito estufa ou para aumentar o seqüestro dos mesmos, estima-se que, em cerca de 20 anos, a temperatura mínima do ar possa ficar maior em 3°C, segundo o relatório do painel intergovernamental sobre mudanças climáticas (IPCC, 2007), repercutindo sobre as horas de frio, conforme demonstrado na Figura 3. Nessa situação, ainda seria possível utilizar cultivares de menores necessidades de frio. Os zoneamentos agroclimáticos para frutíferas de clima temperado precisariam ser refeitos, considerando-se a nova situação, e as cultivares com maiores necessidades de frio seriam substituídas pelas de menores necessidades. Seriam preferenciais as regiões de maior altitude. As de menor altitude seriam preferenciais para o desenvolvimento da fruticultura de clima subtropical ou tropical. As regiões marginais, como o Norte e o Oeste do Paraná, o Vale do Uruguai no Rio Grande do Sul, a Depressão Central e as Terras Baixas seriam as primeiras regiões a sofrer com as mudanças climáticas. O pior cenário, previsto para ocorrer até o final do século (IPCC, 2007), é apresentado na Figura 4. Embora, nessa situação, ainda seja possível encontrar materiais genéticos de baixa necessidade de frio para plantio nas regiões de maior altitude do Sul de Santa Catarina e do Norte do Rio Grande do Sul, para não reduzir a área de plantio das espécies frutíferas de clima temperado, seria necessário realizar pesquisas, buscando cultivares com necessidades de frio abaixo de uma temperatura base maior que 7,2°C, que deveria ser de, no mínimo, 13°C, ou buscando genes presentes na flora brasileira, principalmente de espécies de grande

elasticidade de comportamento em relação ao clima, com tolerância ao calor e às estiagens, e que seria capaz de substituir a necessidade de frio no inverno, para incorporar na genética dessas espécies.

## **CONCLUSÕES**

As mudanças climáticas globais implicam em alterações no somatório de horas de frio e, com as simulações feitas, pode-se conhecer as melhores regiões para o desenvolvimento das frutíferas de clima temperado, diante de cenários de alterações climáticas e, mesmo com temperaturas maiores em 5,8°C, identificar as regiões onde ainda haveria possibilidade de desenvolvimento da fruticultura de clima temperado na Região Sul do Brasil, com espécies e cultivares de baixa necessidade de frio.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

INTERGOVERNAMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Climate change 2007: The Physical Science Bases**. Switzerland: IPCC, 2007. 18 p. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.

STEINMETZ, S.; SIQUEIRA, O. J. W. de; WREGE, M. S.; HERTER, F. G.; REISSER JÚNIOR, C. **Aumento da temperatura mínima do ar na região de Pelotas, sua relação com o aquecimento global e possíveis impactos no arroz irrigado no Rio Grande do Sul**. In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 2005, Campinas. Anais do XIV Congresso Brasileiro de Agrometeorologia. Campinas : Unicamp, 2005. v. 1.

USGS. United States Geological Survey - Survey National Mapping Division: **Global 30 Arc Second Elevation Data**. Disponível em: <<http://edcwww.cr.usgs.gov/landdaac/topo30>>. Acesso em: 10 jul. 1999.

WEBER, E.; HASENACK, H.; FERREIRA, C.J.S. 2004. **Adaptação do modelo digital de elevação do SRTM para o sistema de referência oficial brasileiro e recorte por unidade da federação**. Porto Alegre, UFRGS Centro de Ecologia. Disponível em <http://www.ecologia.ufrgs.br/labgeo>.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), à Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Sul (Fepagro) e à Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri), pelos dados climáticos da Região Sul do Brasil;

À Finep, pelo apoio financeiro.

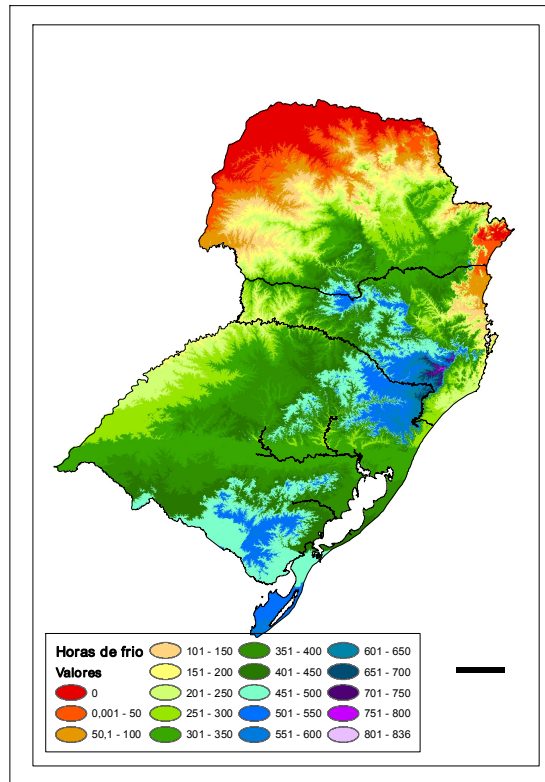


Figura 1. Situação atual do somatório das horas de frio na Região Sul do Brasil.

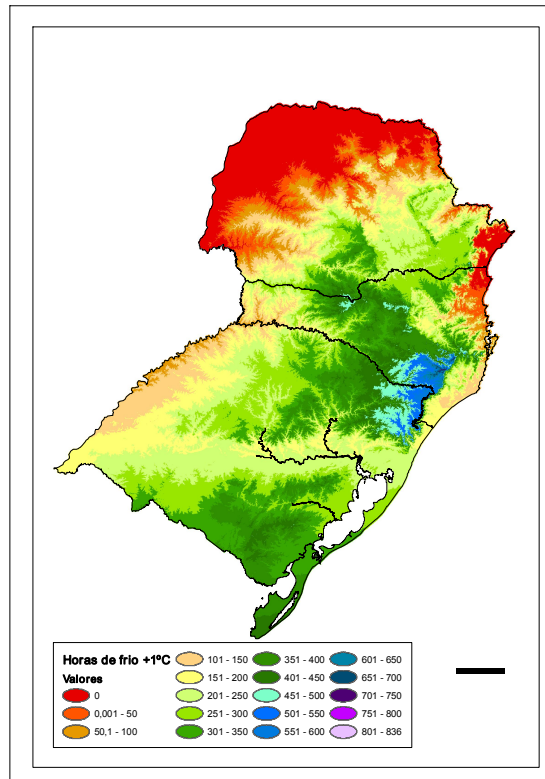


Figura 2. Provável situação futura do somatório das horas de frio na Região Sul do Brasil em um cenário de mudanças climáticas (+1°C).

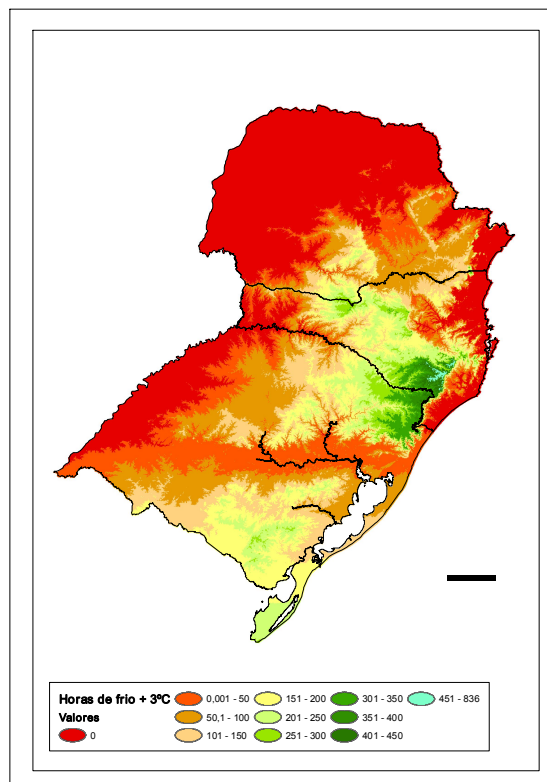


Figura 3. Provável situação futura do somatório das horas de frio na Região Sul do Brasil em um cenário de mudanças climáticas (+3°C).

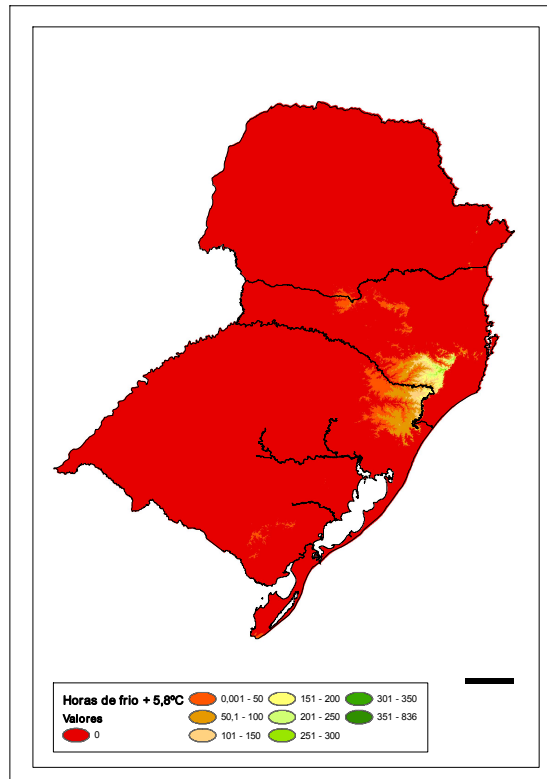


Figura 4. Provável situação futura do somatório das horas de frio na Região Sul do Brasil em um cenário de mudanças climáticas (+5,8°C).