

# INDICADOR DE SUSTENTABILIDADE PARA O TRIGO NO SUL DO BRASIL BASEADO NO RISCO DE GEADA - PROPOSTA METODOLÓGICA

SAMUEL KOVALESKI<sup>1</sup>, GENEI A. DALMAGO<sup>2</sup>, EVANDRO Z. RIGHI<sup>3</sup>, ANDERSON SANTI<sup>4</sup>, GILBERTO R. CUNHA<sup>5</sup>

1 Eng. Agrônomo, Aluno de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Bolsista Capes, Universidade Federal de Santa Maria, UFSM, Santa Maria – RS. Fone: (0xx55) 3220 8900, [samtotes@hotmail.com](mailto:samtotes@hotmail.com)

2 Eng. Agrônomo, Pesquisador da Embrapa Trigo, Bolsista CNPq/PQ, Passo Fundo – RS,

3 Eng. Agrônomo, Prof. Adjunto, Departamento de Fitotecnia, UFSM, Santa Maria – RS,

4 Eng. Agrônomo, Pesquisador da Embrapa Trigo, Passo Fundo – RS,

5 Eng. Agrônomo, Pesquisador da Embrapa Trigo, Bolsista CNPq/DT, Passo Fundo – RS,

Apresentado no XVIII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 02 a 06 de Setembro de 2013 – Centro de Convenções e Eventos Benedito Silva Nunes, Universidade Federal do Pará, Belém, PA.

**RESUMO:** O objetivo do trabalho foi apresentar uma proposta de indicador de sustentabilidade para a cultura do trigo na região Sul do Brasil, com base no risco de geada para a cultura. Foram compilados dados de temperatura mínima do ar, em 86 locais da região Sul do Brasil. A frequência de ocorrência de geada foi calculada para cada período de 10 dias, de abril a outubro, tendo como limite a temperatura mínima do ar igual ou inferior a 3 °C no abrigo meteorológico. Foi proposto um indicador de sustentabilidade relativo, composto de duas partes, sendo uma que considera a frequência de 20% de geada durante todo o ano e outra que considera a frequência de 20% de geada durante o florescimento do trigo. Na composição do indicador de geada para o trigo (IGT), as duas partes representam efeito aditivo, sendo que a primeira parte recebeu peso 3 e a segunda parte peso 7. O indicador varia de 0 a 1, sendo 0 menos sustentável e 1 mais sustentável. A maior parte da região Sul do Brasil apresentou indicador entre 0,4 e 0,5, com indicador mais próximo a 1 no Norte do Paraná e indicadores mais baixos nas regiões de maior altitude. De maneira geral a resposta é coerente com o esperado sob o ponto de vista climático.

**PALAVRAS-CHAVE:** indicadores de sustentabilidade, índice, desenvolvimento sustentável.

## SUSTAINABILITY INDICATOR FOR WHEAT IN THE SOUTHERN BRAZIL BASED ON FROST RISK - METHODOLOGICAL PROPOSAL

**ABSTRACT:** The objective of this study was to present a proposal of a sustainability indicator for wheat crop in the southern Brazil region, based on the crop frost risk. Minimum air temperature data were collected in 86 different sites located in the southern Brazil region. The frequency of frost occurrence was calculated for each 10-day period and site, during the period from April to October, and the minimum air temperature threshold was considered equal or lesser than 3°C inside the meteorological shelter. A relative sustainability indicator was proposed. This indicator was composed by two parts: one part considers a frost frequency of 20% during all year period; and the other part considers a frost frequency of 20% during the wheat flowering period. In the composition of the frost indicator for wheat (IGT), both parts show additive effect, with an estimated mathematical “weight” of 3 and 7 for the first and second part, respectively. The indicator ranges from 0 to 1, and the value 0 indicates less sustainable, while the value 1 indicates more sustainable. The biggest portion of the southern Brazil region showed a sustainability indicator varying between 0,4 and 0,5. The higher

indicator values (close to 1) were found in the northern Paraná region, while the lower indicator values were verified in regions situated in higher altitudes. In general, the response is coherent with the expectation based on the climate point of view.

**KEYWORDS:** sustainability indicators, index, sustainable development.

## INTRODUÇÃO

As preocupações com processos sustentáveis de produção agrícola têm desafiado a área das ciências agrárias, pela necessidade de integrar conhecimentos da parte ambiental, social e econômica, buscando a sustentabilidade da demanda atual de alimento sem comprometer as necessidades das gerações futuras (Brundlandt, 1987). A metodologia de indicadores de sustentabilidade possibilita trabalhar a complexidade da integração de informações de diferentes naturezas, numa forma multidisciplinar e dentro do contexto sistêmico (Bellen, 2005). Essa metodologia se encaixa bem para o trigo produzido no Sul do Brasil, devido ao grande conjunto de informações, conhecimentos e tecnologias gerados e disponibilizados para a cultura ao longo da história na região.

Entre os fatores abióticos que afetam negativamente a cultura do trigo, nos estados do Sul do Brasil, a geada durante o período de florescimento é o mais importante (Cunha et al., 2001) e pode causar perdas irreversíveis em lavouras de trigo. Nessa região, o risco de ocorrência de geada é de abril a outubro, mas a maior intensidade é nos meses de junho e julho, com maior probabilidade de ocorrência em regiões de maior altitude. Porém, o risco de ocorrência de geada tardia, nos meses de setembro e outubro, quando o trigo encontra-se em florescimento é maior do que para geadas precoces, em abril (Massignam, 1997; Oliveira et al., 1997). Desta forma, o potencial de ocorrência de geadas passa a ser um importante indicador a ser considerado para monitorar/avaliar a sustentabilidade do trigo na região Sul do Brasil. O objetivo deste trabalho foi apresentar uma proposta de indicador de sustentabilidade para a cultura do trigo para a região Sul do Brasil, baseado no risco de geada para a cultura.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na Embrapa Trigo, onde foram compilados dados de temperatura mínima do ar, medida no abrigo meteorológico, em 86 locais da região Sul do Brasil. Os dados foram provenientes do 8º Distrito do Instituto Nacional de Meteorologia (8º DISME/INMET), da rede de estações meteorológicas da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio Grande do Sul (FEPAGRO); da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI) e do Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR). As séries históricas utilizadas não foram homogêneas, quanto ao período de dados disponíveis, variando de 10 a 78 anos, compreendidos entre 1931 e 2008. Foi feita análise crítica dos dados, excluindo-se os anos com problemas de falhas e dados que estavam fora do limite físico esperado.

Com as séries históricas diárias consistidas foram construídas séries decendiais de temperatura mínima do ar para cada local e ano. Na sequência foi calculada a frequência de ocorrência de geada em cada decêndio e local, no período de abril a outubro, tendo como limite a temperatura mínima do ar igual ou inferior a 3 °C no abrigo meteorológico. Esses dados foram utilizados para a elaboração do indicador de sustentabilidade IGT, baseado no risco de geada na floração do trigo, conforme a equação:

$$IGT = \left[ 1 - \left( \frac{DCA}{36} \right) \right] \times 0,3 + \left[ 1 - \left( \frac{DCF}{12} \right) \right] \times 0,7$$

Onde: IGT é o Indicador de geada em trigo; DCA é o número de decêndios com probabilidade superior a 20% de ocorrência de geada no ano; DCF é o número de decêndios no período da floração do trigo (julho a outubro) com probabilidade superior a 20% de ocorrência de geada.

Conforme pode ser observado, o indicador de sustentabilidade proposto é relativo, variando de 0 a 1, sendo o limite inferior de sustentabilidade, ou seja, menos sustentável e 1 o limite superior de sustentabilidade, ou seja, mais sustentável. O mesmo foi composto de duas partes: a primeira parte considera o número de decêndios do ano com frequência superior a 20% de ocorrência de geada, relacionado com o número máximo possível de decêndios dentro de um ano, que é 36. A segunda parte considera o número de decêndios com frequência superior a 20% de ocorrência de geada durante o período de floração do trigo, que é de julho a outubro, em relação ao número possível de decêndios no período, que é de 12. Na composição do indicador de geada para o trigo (IGT), as duas partes representam efeito aditivo, sendo que a primeira parte recebeu peso 3 e a segunda parte peso 7.

A estratégia adotada na construção do indicador IGT abrange dois aspectos importantes para a cultura do trigo. A primeira leva em conta a condição natural do ambiente que, a priori não se altera (exceto na ocorrência de mudanças climáticas), e representa o potencial do ambiente no que diz respeito à ocorrência de geada. Assim, quanto maior o risco de ocorrência de geada menor é a sustentabilidade, em relação a outro local em que o risco de geada é menor ao longo do ano. Na segunda parte do IGT, ao se considerar apenas a geada na floração, indica-se que, mesmo o risco de geada sendo grande ao longo do ano, ou seja, a janela de florescimento do trigo sendo pequena, ainda pode ser sustentável a produção de trigo se a cultura for semeada, no sentido de concentrar o florescimento no período sem ocorrência de geada, ou de menores riscos. A segunda parte representa, portanto, estratégia de manejo, relacionada à época de semeadura.

Após a aplicação da equação do indicador foi feita a espacialização dos dados para se identificar padrões espaciais de agregação. A mesma foi feita com a utilização do software Surfer, utilizando-se o método da Krigagem.

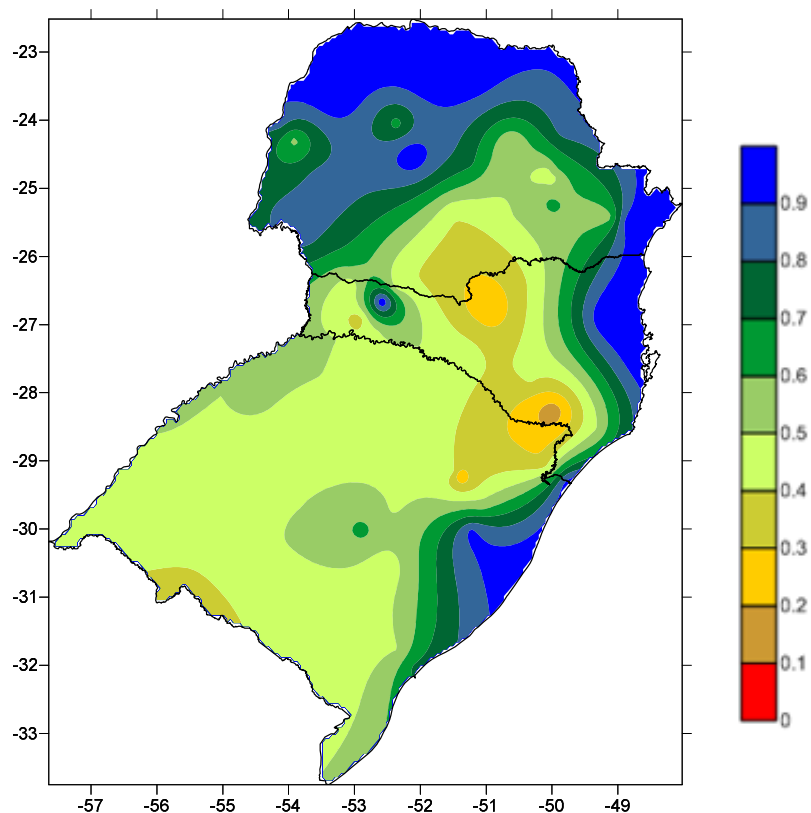
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O indicador de sustentabilidade para o trigo, baseado no risco de geada durante o florescimento, variou de 0,1 a 0,9, sendo a maior área da região Sul do Brasil, com valores entre 0,4 e 0,5 (Figura 1). Os maiores riscos de geada à cultura encontram-se nas regiões de maior altitude (Massignam, 1997), locais que apresentaram também menor valor do indicador. Esses locais localizam-se no Nordeste do Rio Grande do Sul, sudeste e centro de Santa Catarina e Sul do Paraná, indicando que esses locais apresentam menor sustentabilidade à cultura do trigo, com base nesse indicador, cujo valor ficou entre 0,1 e 0,3.

No Rio Grande do Sul, a maior área territorial apresentou indicador entre 0,4 e 0,5, condição também encontrada em Santa Catarina. No Paraná o indicador apresentou os valores mais elevados, especialmente na metade Norte do Estado, tendo apresentado área significativa com indicador superior a 0,8. No extremo Norte do Paraná, uma área significativa apresentou indicador com valores entre 0,9 e 1,0, ou seja, praticamente não há ocorrência de geada ao longo do ano ou durante o período de cultivo de trigo, que foi considerado. Essa resposta é explicada por ser uma região de transição climática entre o clima subtropical e o clima da

savana brasileira. De maneira geral a resposta é coerente com o esperado sob o ponto de vista climático.

Cabe ressaltar que, embora o IGT seja um indicador altamente dependente da condição ambiental, ele pode ser adaptado, condição que possibilita a execução de ações no sentido de melhorar a sustentabilidade da cultura do trigo dos diferentes locais. No caso da primeira parte da equação, um maior detalhamento de avaliação, com mais pontos de coleta de dados meteorológicos pode modificar a condição de sustentabilidade apontada pelo indicador. Na segunda parte, a condição de sustentabilidade pode ser modificada pela alteração do período em que ocorre a floração do trigo, condição que pode ser buscada pelo manejo da época de semeadura e alterações no ciclo das cultivares. O próximo passo é buscar a flexibilização do indicador para considerar manejos específicos, considerando o período de floração de cada cultivar.



**Figura 1.** Indicador de sustentabilidade para o trigo na região Sul do Brasil, baseado no risco de geada na floração do trigo, variando de 0 (menor sustentabilidade) a 1 (maior sustentabilidade). Passo Fundo – RS, 2013.

## CONCLUSÕES

O indicador de sustentabilidade para o trigo no Sul do Brasil, baseado no risco da ocorrência de geada, apresenta potencial de aplicação para a região de estudo.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq pelas bolsas de Produtividade em Pesquisa, produtividade em Desenvolvimento Tecnológico e Extensão Inovadora e Iniciação Científica/PIBIC.

### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

BELLEN, H. M. Van. **Indicadores de sustentabilidade: uma análise comparativa**. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2005. 259p.

BRUNDTLAND, N. **Our Common Future**. Report of the World Commission on Environment and Development, UNITED NATIONS. 1987. Disponível em: [http://www.are.admin.ch/are/en/nachhaltig/international\\_uno/unterseite02330/](http://www.are.admin.ch/are/en/nachhaltig/international_uno/unterseite02330/) Acesso: 12/02/07.

CUNHA, G. R. da.; HAAS, J. C.; MALUF, J. R. T.; CARAMORI, P. H.; ASSAD, E. D.; BRAGA, H. J.; ZULLO Jr. J.; LAZZAROTTO, C.; GONÇALVES, S.; WREGE, M.; BRUNETTA, D.; DOTTO, S. R.; PINTO, H. S.; BRUNINI, O.; THOMÉ, V. M. R.; ZAMPIERI, S. L.; PASINATO, A.; PIMENTAL, M. B. M.; PANDOLFO, C. Zoneamento agrícola e época de semeadura para trigo. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.9, n.3, p.400-414, 2001.

MASSIGNAM, A. M. Probabilidade de ocorrência de geadas em Santa Catarina. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 10., 1997, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1997. p. 74-76.

OLIVEIRA, H. T. de; BERLATO, M. A.; FONTANA, D. C. Probabilidade de ocorrência de geada no estado do Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 10., 1997, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1997. p. 77-79.