

## CORRELAÇÃO ESPACIAL DA EMERGÊNCIA DE CULTURAS DETECTADAS POR SENSORIAMENTO REMOTO: UMA ABORDAGEM PARA O SEGURO AGRÍCOLA BASEADO EM AGREGAÇÃO ESPACIAL DE CONTRATOS

ROBERTO MATTES HORN<sup>1</sup>; FRANCISCO MAZZAROLO SEGER<sup>2</sup>; ROGÉRIO  
COSTA CAMPOS<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Universidade Federal de Pelotas – robertomhorn@gmail.com*

<sup>2</sup>*Universidade Federal de Pelotas – franciscoseger@hotmail.com*

<sup>3</sup>*Universidade Federal de Pelotas – rogerio.c.campos@hotmail.com*

### 1. INTRODUÇÃO

O seguro baseado em produtividade agregada (SBPA) é uma alternativa ao contrato tradicional que utiliza a produtividade individual do talhão agrícola. No SBPA os produtores são indenizados e pagam prêmios que são calculados com referência ao grupo de agregação em que o produtor se encontra. Esse tipo de contrato apresenta diversos benefícios em relação ao tradicional, tais como como, as reduções do risco moral, da seleção adversa e dos custos administrativos e de operação (MIRANDA, 1991; GLAUBER, 2004).

A correlação da área agrícola segurada com seu grupo de agregação é crucial para a utilização do SBPA (MIRANDA, 1991). Esse modelo de seguro torna-se atrativo e viável apenas quando o nível de correlação entre a produtividade individual da área e seu grupo de agregação é suficientemente alto.

A detecção de estádios fenológicos permite sincronizar fases de vulnerabilidade da cultura com as variáveis meteorológicas. Essa sincronização é essencial para modelar a produtividade das culturas. Um dos eventos críticos é a emergência da cultura que pode ser derivada por meio de séries temporais de índices de vegetação obtidas por sensoriamento remoto.

A construção de grupos com base na correlação da data de detecção da emergência possibilita reduzir a variabilidade da produtividade com implicação para a elaboração de contratos de SBPA mais justos para o segurado e o segurador.

O objetivo desse trabalho é demonstrar a viabilidade da construção de clusters de correlação de emergência na escala área segurada e comparar essa abordagem com a tradicional prática de grupamento baseada na divisão política municipal.

### 2. METODOLOGIA

A área de estudo situa-se no centro norte do Rio Grande do Sul. Estão compreendidos seis municípios na vizinhança de Passo Fundo que formam uma região espacial contínua. Para a análise foi utilizado um mapa de cultura da soja da safra 2016-17 já preparado e validado por metodologia independente.

Séries temporais de NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) foram utilizadas para estimar a emergência da cultura da soja com a técnica de ajustes de funções logísticas e derivações de mínimos e máximos locais (ZHANG et al., 2003). Dados de reflectância, com 250m de resolução espacial, de composições de 8 dias do sensor MODIS nas plataformas Aqua e Terra foram utilizados na derivação das séries de NDVI da área mapeada para período de 2005-01-01 até

2016-12-31. A área de soja mapeada compreende 37588 pixels de 250x250m.

A emergência da cultura da soja foi estimada nas dez safras de verão durante o período de estudo. O período de estimativa da emergência foi definido entre 01/set e 31/jan de cada ano.

Dois métodos de agregação da fenologia estimada foram comparados. O primeiro foi a utilização dos limites políticos municipais e o segundo a formação de clusters por k-médias (FORGY, 1965; HARTIGAN e WONG, 1979). Em cada grupo formado foi calculada a série histórica de médias de emergências ao longo dos anos. As correlações foram determinadas entre as séries temporais individuais de cada pixel classificado como área agrícola e a média do seu grupo formados pelos critérios limite municipal e cluster pelo método de k-médias. As correlações calculadas foram reunidas para cada metodologia e comparadas.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na determinação do número de clusters formados por k-médias foi utilizado o critério do ponto de inflexão na relação entre a variância intra-cluster e o número de clusters. Pelo critério o número de clusters é determinado pelo ponto em que a adição de um novo cluster não causa mais redução significativa da variabilidade entre os diferentes clusters. O número de clusters resultante foi 6.

A Tabela 1 apresenta estatísticas descritivas dos dados das emergências estimadas nos seis municípios nas 10 safras analisadas, das correlações dos indivíduos (pixels ou talhões) com a média municipal e das correlações entre os indivíduos e os clusters propostos.

Tabela 1 – Estatísticas descritivas das emergências estimadas e diferentes correlações

	Mínimo	1º Quartil	Mediana	Média	3º Quartil	Máximo
Emergência estimada	01/set	03/nov	15/nov	12/nov	24/nov	31/jan
Correlação pixel-município	-0,94	0,05	0,32	0,28	0,53	0,96
Correlação pixel-cluster	-0,75	0,34	0,54	0,49	0,69	0,98

Os dados estão agregados para todos os clusters e todos os municípios analisados. O grupamento em cluster teve um desempenho melhor na produção de grupos mais bem correlacionados. Ocorreu um aumento de 0,21 e 0,22 na correlação média e mediana respectivamente. Vinte e cinco por cento dos pixels (um pixel representa uma área de 6.25ha) apresentaram uma correlação superior a 0,69 para o cluster e 0,53 para o município.

Fica assim demonstrado que o método de detecção de emergência na escala da área contratada permite agrupar os agricultores de forma mais eficiente que o critério de pertencimento ao município. Na Figura 1 item “a” os clusters (rotulados de 1 a 6) estão distribuídos em todos os municípios de maneira pulverizada. No item “b” podemos observar com mais detalhes as distribuições das correlações. A linha contínua representa a distribuição de correlação com o cluster e a linha tracejada a distribuição de correlação com o município.

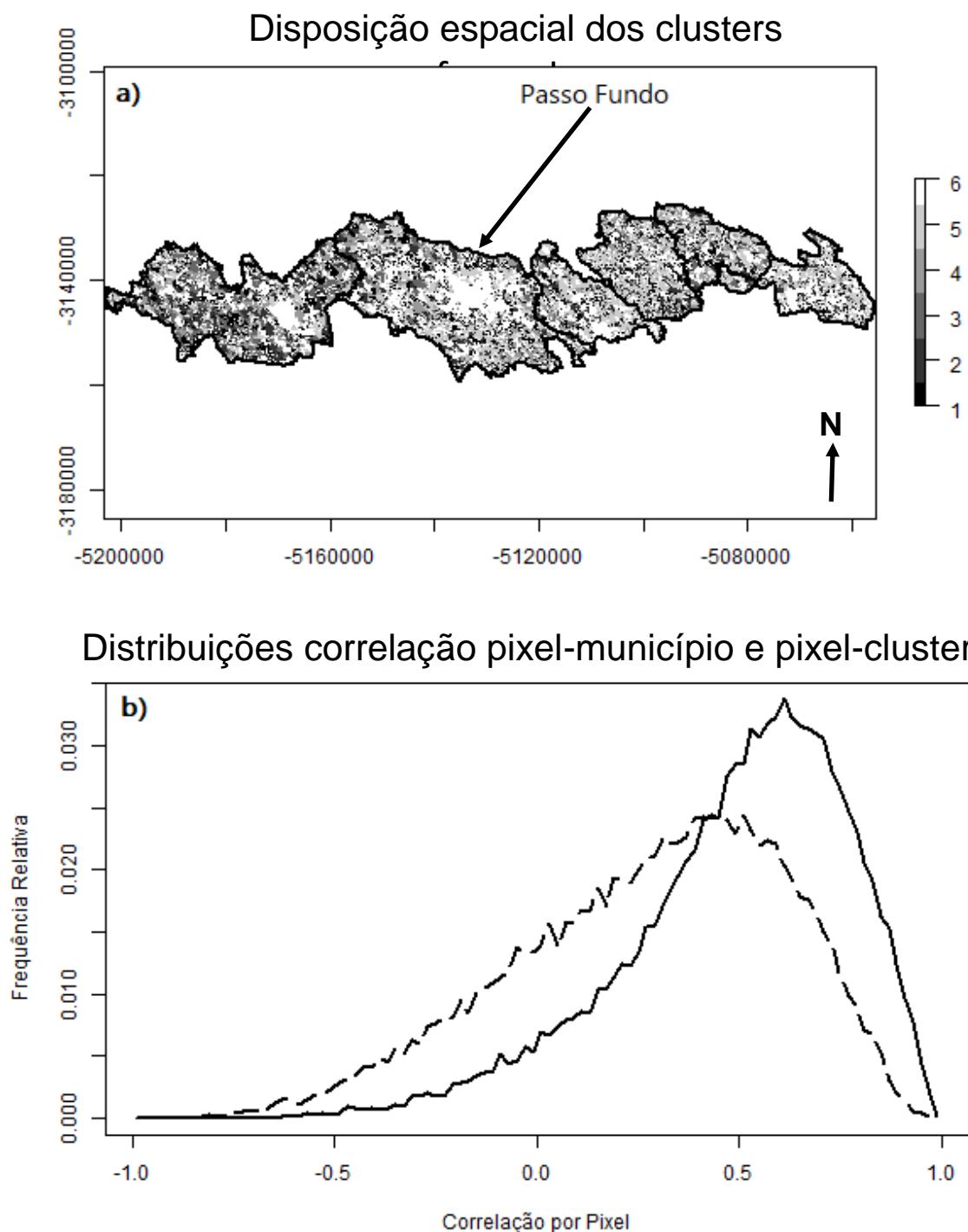


Figura 1 – a) Mapa dos municípios da área de estudo com os clusters resultantes rotulados de 1 a 6. b) Distribuição de correlação entre emergência do pixel e média municipal (linha tracejada) e emergência do pixel e média do cluster (linha contínua).

#### 4. CONCLUSÕES

Em relação ao critério de agregação com base nos limites políticos municipais, a utilização de clusters promove um aumento substancial das correlações das emergências estimadas entre a unidade de área segurada e o

seu grupo de agregação. Estudos futuros podem verificar a implicação do uso desta ferramenta na aplicação do seguro baseado em produtividade agregada.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- FORGY, E. Cluster Analysis of Multivariate Data: Efficiency versus Interpretability of Classification. **Biometrics** v. 21, n. 3, p. 768–769 , 1965.
- GLAUBER, J. W. Crop Insurance Reconsidered. **American Journal of Agricultural Economics**, v. 86, n. 5, p. 1179–1195, 2004.
- HARTIGAN, J. A.; WONG, M. A. Algorithm AS 136: A K-Means Clustering Algorithm. **Applied Statistics**, v. 28, n. 1, p. 100, 1979.
- MIRANDA, Mario J. Area-Yield Crop Insurance Reconsidered. **American Journal of Agricultural Economics**, v. 73, n. 2, p. 233, 1991.
- ZHANG, Xiaoyang; FRIEDL, Mark A.; SCHAAF, Crystal B.; *et al.* Monitoring vegetation phenology using MODIS. **Remote Sensing of Environment**, v. 84, n. 3, p. 471–475, 2003.