

## ASSOCIAÇÃO ESPACIAL ENTRE EVENTOS DE CRESCIMENTO DO PIB E DO VALOR DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA NO RIO GRANDE DO SUL EM UM ANO DE BAIXO DESEMPENHO DA SAFRA

ROBERTO MATTES HORN<sup>1</sup>; FRANCISCO MAZZAROLO SEGER<sup>2</sup>; GEAN NASCIMENTO ROCHA<sup>3</sup>; MÁRIO DUARTE CANEVER<sup>4</sup>; ROGÉRIO COSTA CAMPOS<sup>5</sup>

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

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

<sup>3</sup>*Engenheiro Agrícola – gean.r91@gmail.com*

<sup>4</sup>*Universidade Federal de Pelotas - caneverm@gmail.com*

<sup>5</sup>*Universidade Federal de Pelotas – rogerio.c.campos@hotmail.com*

### 1. INTRODUÇÃO

A importância do Valor da Produção Agrícola (VPA) para o PIB do Rio Grande do Sul é conhecida (FEE, 2016), no entanto, algumas particularidades dessa relação ainda foram pouco investigadas. A forma como a dependência varia no espaço do Estado e como se mostra sensível ao desempenho da safra ainda é pouco abordada. Métodos de análise espacial têm sido pouco aplicados para geração de métricas de probabilidade sobre condicionantes do desempenho do PIB no território do RS. Atualmente, pouca informação está disponível para o planejamento do desenvolvimento territorial do Estado sob a perspectiva das distinções locais e temporais da formação do PIB.

De especial importância é a análise da dependência local quando o valor da produção agrícola está sob a influência de extremos climáticos, com forte influência sobre as variáveis agrometeorológicas que condicionam o rendimento das culturas. Diferenças espaciais da força dessa dependência são expostas quando as condições climáticas limitam a produção agrícola. Nos anos de baixo rendimento de grãos, a limitação do transbordamento do PIB e as diferenças edafoclimáticos podem acentuar a dependência espacial entre as variáveis. Nesse caso, o ano-safra é uma variável aleatória no modelo de formação do PIB.

A distribuição espacial analisada em anos de extremos climáticos pode ocorrer sob a hipótese de que algumas variáveis devem atuar de forma específica sobre o território. A análise da estacionariedade da relação entre as variáveis deve mostrar as imposições de restrições ao crescimento do PIB ( $C_{PIB}$ ) em diferentes graus, dada a força de dependência na localidade em questão.

Uma dificuldade em relacionar o crescimento (ou retração) do PIB ao VP ocorre por conta da assimetria das variáveis que modulam essa associação no espaço. O crescimento do valor da produção agrícola de grãos e o crescimento do PIB ( $C_{PIB}$ ) são gerados com alto grau de assimetria e de dispersão. A geração de assimetria é esperada por conta a variabilidade do tamanho e do potencial produtivo das terras destinadas à agricultura nos municípios gaúchos. Diferenças edafoclimáticas, tamanho da área agrícola, valor do cultivado e nível tecnológico entre municípios são fatores de assimetria com características locais.

Análises espaciais robustas minimizam problemas de não observância de relações lineares das distribuições assimétricas com presença de *outliers* (FOTHERINGHAM et. al. 2002). Métricas robustas são preferidas nas análises exploratórias e inferência sobre variáveis assimétricas com elevado grau de dispersão. Por exemplo, a posição da observação relativa à mediana é uma métrica agregada com capacidade limitada de refino da análise, mas sua robustez

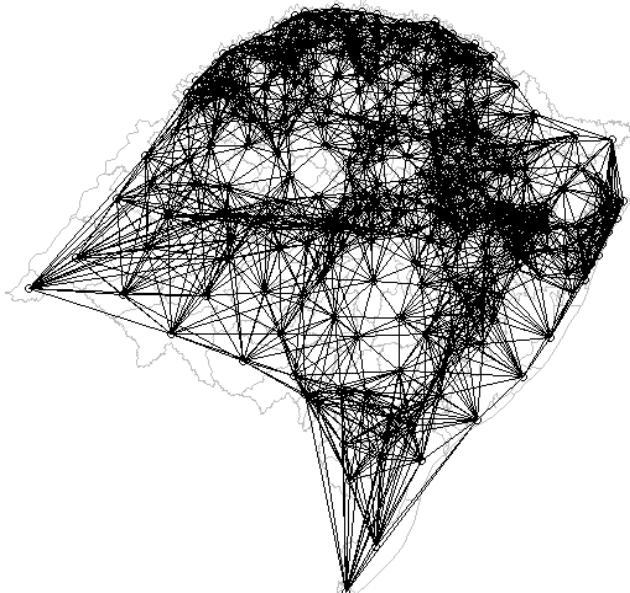
é elevada no processo de verificação da agregação espacial dos eventos e suas intersecções.

Nesse estudo, no ano agrícola 2004/2005 de baixo desempenho da safra, o espaço do Rio Grande do Sul foi particionado em eventos relativos às medianas das variáveis Crib e Cvp (IBGE, 2016). O objetivo da análise é determinar se os eventos ocorrem sob a força de uma estruturação espacial que pode ser particular à característica do ano safra estudado.

## 2. METODOLOGIA

A agregação espacial estatisticamente significante é analisada na escala das unidades municipais do Estado. Dois testes (Cliff e Ord, 1981) foram realizados para verificar a dependência espacial da ocorrência dos eventos. Ambos os testes são realizados mediante a existência de uma suposta estrutura de continuidade espacial. O pacote spdep (BIVAND e PIRAS, 2015) do software R foi utilizado para as análises.

O primeiro teste utilizado é paramétrico e pressupõe uma distribuição  $t$  para o número de eventos esperados na ausência da dependência espacial. A hipótese para ausência da autocorrelação espacial assume que os eventos estão distribuídos segundo um processo aleatório não livre dado por uma distribuição hipergeométrica. Sob essa hipótese, à medida que o número de observações aumenta, a distribuição do número de eventos contados no alcance do espaço contínuo converge assintoticamente para uma distribuição normal.

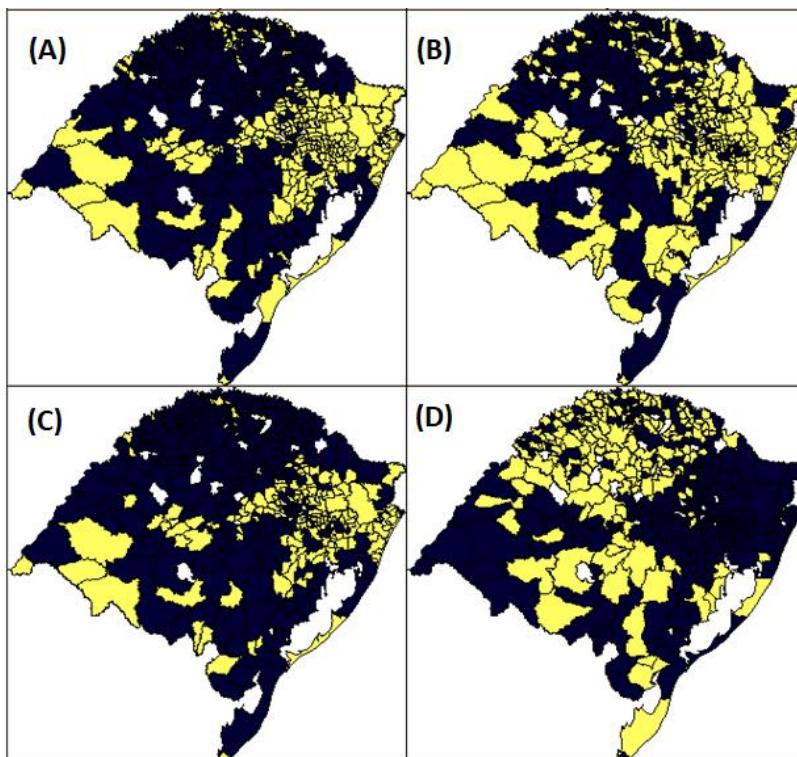


**Figura 1.** Estruturação da matriz de ponderação espacial com  $k$  igual a 15 vizinhos mais próximos para a contiguidade espacial com base nos centroides dos municípios do Rio Grande do Sul.

O segundo teste foi aplicado para verificar a autocorrelação em um processo de Monte Carlo realizado com 1000 permutações aleatórias do posicionamento não livre dos eventos no espaço. A posição no ranque da contagem de eventos iguais realizada quando as observações se encontram na posição original, define o valor  $p$  do teste não paramétrico. A divergência entre os testes paramétrico e não paramétrico é utilizada como diagnóstico de para a ausência da normalidade requerida para o teste paramétrico.

Na contagem de eventos iguais, a matriz de estruturação espacial indica a relação de continuidade espacial (Figura 1) de forma binária para os 15 vizinhos mais próximos.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO



**Figura 2.** Em cor amarela a distribuição dos eventos relativos à mediana. (A) crescimento do Valor da Produção Agrícola acima da mediana, (B) crescimento do valor do PIB acima da mediana, (C) intersecção dos crescimentos do VPA e do PIB ocorrendo acima da mediana e (D) intersecção dos crescimentos do VPA e do PIB ocorrendo abaixo da mediana.

Os crescimentos posicionados acima da mediana ( $C_{VPA}^+$ ,  $C_{PIB}^+$ ) estão vinculados espacialmente e agregados em torno da linha NE-SO (Figura 2). A região metropolitana e a Serra Gaúcha concentram a intersecção dos eventos de crescimento acima da mediana (Figura 2). A diversificação da atividade econômica na região e a disponibilidade de irrigação para cultura do arroz supostamente determinam a intersecção dos eventos de crescimento.

Em torno da linha NO-SE ocorre a associação entre os eventos de crescimento abaixo da mediana ( $C_{VPA}^-$ ,  $C_{PIB}^-$ ). Na região Norte/Noroeste predominam atividades econômicas direta e indiretamente especializadas em agricultura principalmente de sequeiro. Por conta disso, a queda do Valor da Produção, ocasionada pelo déficit hídrico do ano analisado, supostamente arrastou o PIB para crescimentos também abaixo da mediana nessa região.

Eventos posicionados em lados opostos, quando um Crescimento avança acima da mediana e o outro não, são menos prováveis e apresentam um padrão espacial de ocorrências com agregação espacial menos evidente. Para estes eventos, o teste paramétrico sob a distribuição  $t$  e o não paramétrico de Monte Carlo foram mais conservativos ao não rejeitar a hipótese de nulidade para a ausência de autocorrelação espacial.

**Tabela 1.** Resultado dos testes (paramétrico e não paramétrico) para ocorrência

Eventos	Teste paramétrico				Teste não paramétrico		
	$J_{EE}$	$E(J_{EE})$	$var(J_{EE})$	$valor\ p$	Média da simulação	Variância da simulação	$valor\ p$
Cpib <sup>+</sup>	1052	872	301	0,0000	871,5	292,5	0,0009
Cvp <sup>+</sup>	1052	870	300	0,0000	871	300,2	0,0009
(Cpib <sup>+</sup> , Cvp <sup>+</sup> )	707	431	208	0,0000	430,4	210,6	0,0009
(Cpib <sup>-</sup> , Cvp <sup>-</sup> )	699	431	208	0,0000	431	215	0,0009
(Cpib <sup>+</sup> , Cvp <sup>-</sup> )	118	75,6	52,9	0,0000	118	75	0,0009
(Cpib <sup>-</sup> /Cvp <sup>+</sup> )	86	75	52	0,0648	75	48	0,0644

de eventos não ao acaso.  $J_{EE}$ ,  $E(J_{EE})$  e  $var(J_{EE})$  são respectivamente a contagem observada, a contagem esperada para ausência de estruturação e a variância esperada.

A hipótese de ausência de associação espacial entre os eventos não foi rejeitada para a intersecção (Cpib<sup>+</sup>, Cvp<sup>-</sup>). A intersecção dos eventos opostos, para o caso em que o PIB cresce acima da mediana, ainda que o VP não cresça, ocorrem com menor probabilidade do que os eventos de vinculação (intersecção) dos crescimentos.

#### 4. CONCLUSÕES

Os eventos crescimentos do PIB e do VPA relativos à mediana mostraram-se espacialmente estruturados no Estado. Em ambos os testes paramétrico e não paramétrico a aglomeração espacial entre os eventos foi significativa no ano de baixo desempenho da safra analisado. Evidenciou-se assim que as regiões do RS são distintas em resposta à associação entre o PIB e o VPA em um ano de baixo desempenho da safra.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIVAND, R. PIRAS G. **Comparing Implementations of Estimation Methods for Spatial Econometrics**. Journal of Statistical Software, 63(18), 1-36. URL <http://www.jstatsoft.org/v63/i18/>, 2015.

CLIFF, A. D.; ORD, J. K. **Spatial process: Models and Applications**. Pion Limited, London UK. 1981.

FEE - FUNDAÇÃO DE ECONOMIA E ESTATÍSTICA. Salário mínimo e empregos de baixos salários na RMPA. **Carta de Conjuntura FEE**, v. 25, n. 1, 2016.

FOTHERINGHAM, A. S.; BRUNSDON, C.; CHARLTON, M. **Geographically weighted regression: the analysis of spatially varying relationships**. Chichester: John Wiley & Sons, 2002. 283p.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola Municipal - Culturas temporárias e permanentes**. Rio de Janeiro: IBGE, v. 43, 2016. 64 p.