

Análise da evolução da produtividade do milho em estados selecionados no Brasil para os anos de 2001 e 2011

Analysis of the evolution of corn productivity in selected states in Brazil for the years 2001 and 2011

Jackelline Favro¹
Ana Maria Machado Caravieri²
Marcio Marconato³
Sidnei Pereira do Nascimento⁴
Marcia Regina Gabardo da Camara⁵
Carlos Eduardo Caldarelli⁶

Resumo

Este estudo tem por objetivo identificar a produtividade do milho, para os anos de 2001 e 2011, nos estados que possuem maior produção. A metodologia utilizada é a análise exploratória dos dados espaciais (AEDE), para verificar a existência de *clusters* locais e globais com alta eficiência produtiva na produção deste cereal. Os dados utilizados foram a produtividade de todos os municípios do Paraná, Rio Grande do Sul, São Paulo, Goiás, Minas Gerais, Santa Catarina, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Bahia. Os dados para o cálculo da produtividade – quantidade e área plantada – foram coletados a partir da Pesquisa Agrícola Municipal (PAM) do IBGE. A análise dos resultados permite observar ao longo dos anos a presença de *clusters* eficientes que contribuem para ganhos de parcelas adicionais de mercado deste grão, o que concorre para o desenvolvimento do agronegócio na economia brasileira. Neste contexto, o estudo conclui que há *clusters* de eficiência na produção, com elevada produtividade na cultura de milho nos estados que se destacam como maiores produtores deste cereal no Brasil.

Palavras-chave: Produtividade, análise exploratória de dados espaciais, milho.

Abstract

This study aims to identify the productivity of corn, for the years 2001 and 2011, the states that have higher production. The methodology used is the exploratory analysis of spatial data (ESDA) to check for local and global clusters with high production efficiency in the production of this cereal. The data used were the productivity of all municipalities of Paraná, Rio Grande do Sul, São Paulo, Goiás, Minas Gerais, Santa Catarina, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul and Bahia. The data for the calculation of productivity - the amount and planted area - were collected from the Municipal Agricultural Research (PAM) of IBGE. The analysis allows to observe over the years the presence of efficient clusters which contribute to additional parcels market gains this grain, which contributes to the development of agribusiness in the Brazilian economy. In this context, the study concludes that there is efficiency in production clusters with high productivity in maize crop in the states that stand out as major producers of maize in Brazil.

¹ Mestre em Economia Regional. Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Teoria Econômica da Universidade Estadual de Maringá . e-mail : jacke.favro@gmail.com .

² Mestre em Economia Regional. E-mail : anacaravieri@gmail.com .

³ Mestre em Economia Regional. Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Teoria Econômica da Universidade Estadual de Maringá. E-mail : marconatoce@bol.com.br

⁴ Doutor, Professor do depto. De Economia – UEL . e-mail : sidnei@uel.br

⁵Doutora, Professor do depto. De Economia – UEL . e-mail: mgabardo@uel.br

⁶Doutor, Professor do depto. De Economia – UEL . e-mail: caldarelli@uel.br

Key words: productivity, exploratory analysis of spatial data, corn.

JEL: C38, O13, R12

Enviado em: 14/07/2015

Aprovado para publicação em: 25/01/2016

INTRODUÇÃO

A crescente produção de milho, verificada ao longo das últimas décadas no Brasil, contribuiu para uma mudança significativa na cadeia produtiva de milho. O incremento da produção possibilitou tanto o abastecimento ao mercado doméstico quanto ao externo. Estes fatores colaboraram para ganhos de produtividade nesta cultura, o que proporciona uma produção mais eficiente e custos menores.

Os ganhos provenientes do aumento da produtividade contribuem significativamente para a expansão do mercado, por isso a importância de analisar a produtividade da agricultura e as mudanças que vêm sendo realizadas nesta área, pois são essenciais ao crescimento de longo prazo. Este fato ajudará a identificar o padrão da agricultura nos próximos anos (GASQUES, *et al.* 2010).

O presente artigo tem por objetivo identificar a produtividade do milho nos estados brasileiros que apresentaram a maior produção nos anos de 2001 e 2011. Discutem-se os indicadores de produtividade dos estados que possuem a maior produção no Brasil. Para compreender a estrutura espacial da produção de milho brasileira, este trabalho busca mostrar a estrutura espacial da produtividade deste grão. Utiliza-se a análise exploratória de dados espaciais, com o intuito de detectar a associação espacial entre a produtividade dos estados e a formação de *clusters* espaciais de produtividade.

Este trabalho se justifica, pois, na literatura recente não foram encontrados estudos utilizando a análise espacial com o intuito de verificar se a produtividade da cultura de milho tem contribuído para uma maior produção no Brasil. Com isso, verificou-se a importância do aprofundamento do tema, pois o Brasil nas últimas décadas vem se destacando na produção e comercialização deste grão.

O artigo encontra-se dividido em cinco seções, incluindo esta introdução. A próxima seção apresenta o panorama da produção de milho no Brasil. A terceira, destaca os principais instrumentos metodológicos da análise exploratória de dados espaciais e a construção do banco de dados. Na quarta seção, são expostos os resultados da pesquisa e na quinta e última seção, são exibidas as considerações finais.

PANORAMA DA PRODUÇÃO DE MILHO NO BRASIL

O Brasil se destaca como o quarto maior produtor mundial de milho, na safra 2011/2012 sua produção correspondeu a 7,2% da produção mundial. A produção brasileira é voltada para atender a demanda interna, como insumo básico para a avicultura e suinocultura, dois setores extremamente competitivos em nível internacional e grandes geradores de receitas via exportação. O excedente da produção brasileira é voltado para a exportação (ABIMILHO, 2013).

Com relação à produção, este cereal respondeu por cerca de 43% da produção nacional de grãos na safra 2012/2013, destacando-se como um dos segmentos econômicos mais importantes do agronegócio brasileiro (CONAB, 2015).

O milho é produzido em todas as regiões do país, mas pode-se verificar uma produção mais acentuada nos estados do Paraná, Rio Grande do Sul, Santa Catarina, São Paulo, Minas Gerais, Bahia, Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul.

De acordo com os dados da Tabela 1, a produção destes estados representou 96% da produção nacional em 2001 e 91% em 2011. Neste contexto, o estado do Paraná apresentou a maior produção, com crescimento moderado nos anos em estudo. Os estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás, Bahia e Minas Gerais apresentaram um crescimento significativo da produção de 2001 para 2011, contudo o Mato Grosso foi o estado que mais se destacou, apresentando um crescimento de aproximadamente 400% neste período.

Tabela 1 - Quantidade produzida de milho dos principais estados produtores nos anos de 2001 e 2011 (em mil toneladas)

2001		2011	
Brasil	41.962.475	Brasil	55.660.415
Paraná	12.646.564	Paraná	12.472.720
Rio Grande do Sul	6.134.207	Mato Grosso	7.763.942
São Paulo	4.200.120	Minas Gerais	6.536.187
Goiás	4.157.387	Rio Grande do Sul	5.772.422
Minas Gerais	4.021.411	Goiás	5.743.622
Santa Catarina	3.946.870	Santa Catarina	3.651.825
Mato Grosso do Sul	2.185.846	Mato Grosso do Sul	3.628.492
Mato Grosso	1.743.043	São Paulo	3.362.555
Bahia	992.852	Bahia	2.051.623

Fonte: IBGE (2013)

A produção de milho no Brasil vem se desenvolvendo e se destacando ao longo dos últimos anos, principalmente, no que concerne à produtividade. Nas décadas de 1960 e 1970 a produção de milho praticamente acompanhou o crescimento da área, sem ganhos expressivos de produtividade. A partir da década de 1980, contrastando com a área colhida, a quantidade total produzida tem crescido sistematicamente, resultando em um aumento significativo do rendimento físico durante todo este período. Esses ganhos de produtividade a partir dos anos 1980, decorrem, por um lado da modernização tecnológica e do deslocamento da produção para terras de melhor qualidade, principalmente na região Centro-Oeste, notadamente Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, e por outro lado, pela sinergia de rotação de cultura com soja (ARAUJO-FILHO, 2005).

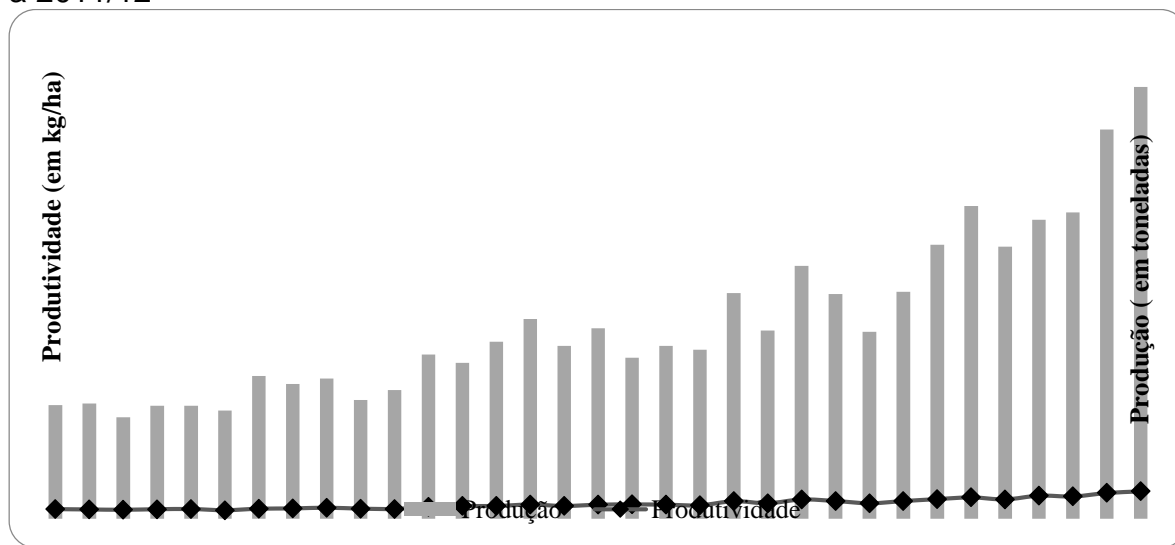
Desde o final da década de 80, a produção brasileira de milho apresenta crescimento acelerado. A maior rentabilidade em decorrência do aumento do preço recebido pelo produtor, associados a fatores macroeconômicos como desregulamentação da economia e a eliminação de tarifas sobre produtos importados, expuseram a produção nacional de milho a maior competição com o milho importado. Estes fatores contribuíram para que os produtores buscassem obter ganhos de produtividade em suas lavouras (CALDARELLI; BACCHI, 2012).

Na Figura 1, pode-se verificar um aumento da produtividade do milho ao longo das últimas décadas. No período de 1990/91 a 1994/95, com a abertura da economia brasileira, grande parte dos mercados no país, inclusive os agropecuários, expostos a uma maior concorrência, são induzidos a uma melhora de produtividade sob pena

de serem reduzidas suas parcelas de mercado e com isso lucratividade da atividade. Neste período, ocorre no país uma melhora em termos de produtividade e diversos segmentos agropecuários, inclusive o mercado de grãos. Conquanto a produtividade do milho tenha aumentado neste período, grande parte da produção era destinada ao mercado interno e a melhora na produção e na produtividade pode estar associada à defesa da atividade frente às importações.

Por outro lado, entre 2000/2001 e 2012/13 a evolução da produção e da produtividade do milho no Brasil pode estar associada a outro fator, a maior inserção no mercado externo deste produto e com isso estratégias competitivas para inserção no mercado externo. A intensificação da produção do milho safrinha na região Centro-Oeste e as exportações brasileiras crescentes deste grão ajudam a corroborar com essa análise.

Figura 1- Evolução da produção e da produtividade do milho no Brasil entre 1980/81 a 2011/12



Fonte: CONAB (2014)

Segundo o Censo agropecuário de 2006, os aumentos da produtividade da terra e dos fatores de produção, em geral, ocorrem por meio de investimentos em pesquisa, qualificação da mão de obra e os resultados de políticas agrícolas.

De acordo com Gasques, *et al.* (2009), o aumento dos gastos com pesquisa afeta diretamente a produtividade. O aumento de 1% nos gastos com pesquisa da Embrapa eleva em 0,2% o índice de produtividade total dos fatores.

Com relação às políticas agrícolas, pode-se constatar que os efeitos do crédito rural sobre a produtividade ocorrem por ser um fator essencial para a produção e modernização. Como as transformações de insumos em produtos ocorrem com certa defasagem de tempo, a disponibilidade de crédito fornece liquidez e possibilita aos seus usuários a aquisição de insumos de melhor qualidade, acelera a adoção de melhores tecnologias e possibilita a ampliação da escala de produção pela aquisição de mais terras ou novos equipamentos (GASQUES, *et al.*, 2012).

Outro fator que afeta a produtividade são as exportações, onde pode-se verificar duas razões principais. A primeira é a ampliação das exportações, a qual requer o aprimoramento da qualidade dos produtos, e com isso promove a incorporação de melhorias na produção, que somente acontece com maior produtividade. A segunda razão é que para exportar é necessário que o país seja competitivo, e isso demanda aumentos de produtividade para que seja possível

produzir com menores custos. A exportação na maioria das vezes requer o aumento da escala de produção, o que permite o uso de tecnologias mais avançadas (GASQUES, *et al.*, 2012).

Associado ao custo de produção do milho, Guimarães *et al.* (2011) destaca que o Brasil possui uma grande diversidade de condições de cultivo. Independentemente da região existem sistemas de cultivo de milho muito evidentes, destacam-se três:

- Produtor de grãos e pecuária: o agricultor utiliza de um nível médio de tecnologia, por ter um custo mais adequado de produção, o plantio é comum visando à renovação de pastagens, com lavoura de pequeno e médio porte, portando uma capacidade gerencial não muito adequada;

- Pequeno produtor: é o produtor de subsistência, ou seja, a maior parte de sua produção é consumida na propriedade. Com nível tecnológico baixo, este tipo de produção tem perdido cada vez mais sua importância no mercado;

- Produção de milho safrinha: ocupa cerca de 3 milhões de hectares de milho, este é semeado extemporaneamente após a soja precoce. A época de plantio interfere diretamente no investimento tecnológico e rendimento da safrinha.

Dos sistemas de produção identificados, o que mais prontamente assimila as tecnologias disponíveis na busca de competitividade diz respeito ao “produtor comercial de grãos”. Trata-se de um sistema em que ocorre grande homogeneização do padrão tecnológico empregado pelos produtores na condução das lavouras de milho, variando pouco entre as principais regiões produtoras (GARCIA apud GUIMARÃES *et al.*, 2011).

Com o objetivo de verificar a evolução da produtividade, a Tabela 2 apresenta a taxa de crescimento dos principais estados produtores. Pode-se observar a evolução dessa cultura nos anos em análise. Os estados que apresentaram a maior taxa de crescimento foram: Goiás, Rio Grande do Sul, Minas Gerais, Santa Catarina e a Bahia.

Segundo Alves e Amaral (2011), o estado da Bahia vem se destacando por possuir tecnologia desenvolvida tanto na indústria como na agroindústria, que reflete no aumento da produção do estado. O estado do Mato Grosso do Sul, apesar do aumento da produção apresentou taxa negativa de produtividade. O estado do Paraná, mesmo sendo o maior produtor de milho, obteve a menor taxa de crescimento juntamente com o estado de São Paulo.

Tabela 2 - Taxa de crescimento da produtividade do milho dos principais estados produtores nos anos de 2001 e 2011 (em kg/hectare)

Estados	Produtividade 2001	Produtividade 2011	Taxa de Crescimento (%)
Brasil	3,25	4,09	26
Paraná	4,49	5,05	12,5
Rio Grande do Sul	3,66	5,25	43,5
São Paulo	3,74	4,18	12
Goiás	4,55	5,98	31,5
Minas Gerais	3,30	5,46	65,6
Santa Catarina	4,40	6,73	53
Mato Grosso do Sul	3,99	3,63	-9,5
Mato Grosso	3,23	4,04	25,3
Bahia	1,44	2,57	79

Fonte: Elaboração própria com base em dados do IBGE (2013)

Com isso observou-se que a produção brasileira de milho apresenta uma evolução tanto da produção quanto da produtividade nos últimos anos. Nota-se que a

produção de milho no Brasil está concentrada nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste do país.

METODOLOGIA E BASE DE DADOS

Análise Exploratória de Dados Espaciais

A análise exploratória de dados espaciais caracteriza-se por uma coleção de técnicas que tem como objetivo descrever e visualizar distribuições espaciais, identificar localidades atípicas (*outliers* espaciais), descobrir padrões de associação espacial (*clusters* espaciais) e sugerir diferentes regimes espaciais e outras formas de instabilidade (ANSELIN, 1995).

Segundo Almeida (2012), o primeiro passo no estudo de AEDE é testar a hipótese de que os dados espaciais sejam distribuídos aleatoriamente. Intuitivamente, aleatoriedade espacial significa que os valores de um atributo numa região não dependem dos valores deste atributo nas regiões vizinhas.

É importante ressaltar, que essa análise é mais apropriada na investigação de variáveis espacialmente densas ou intensivas, ou seja, variáveis que são divididas por algum indicador de intensidade, variáveis por área, por exemplo, (ALMEIDA, 2012).

Matriz de pesos espaciais

O conceito de matrizes de pesos espaciais é baseado na contiguidade, que, por sua vez, pode ser definida de acordo com a vizinhança, a distância tanto geográfica quanto socioeconômica, bem como um a combinação disso. Das formas de matrizes de pesos espaciais utilizadas, uma das mais comuns é a convenção Rainha apresentada na Figura 2. Neste caso, além das fronteiras com extensão diferente de zero, puderam ser considerados os vértices (nós), na visualização de um mapa como contíguo. Porém, o mapa é uma mera representação abstrata da real configuração geográfica.

Figura 2 - Convenção rainha de contiguidade
Rainha

	A	

Fonte: Elaborado pelos autores com base em Almeida (2012)

Estatística I de Moran

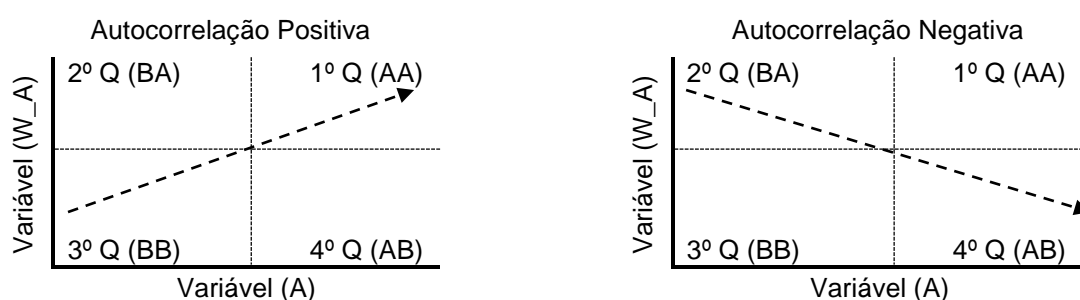
Segundo Almeida (2012), a estatística *I* de Moran é um coeficiente de autocorrelação espacial, no qual se utiliza a medida de autocovariância na forma de produto cruzado. Os valores de *I* maiores (ou menores) do que o valor esperado $E(I) = -1/(n-1)$ significa que há autocorrelação positiva (ou negativa). A autocorrelação espacial positiva revela que existe uma similaridade entre os valores do atributo

estudado e da localização espacial do atributo. Já a autocorrelação espacial negativa revela, por sua vez, que existe uma dissimilaridade entre os valores do atributo considerado e a localização espacial. O I de Moran fornece três tipos de informações: o nível de significância prove a informação sobre os dados estarem distribuídos aleatoriamente ou não, o sinal positivo da estatística I de Moran, desde que significativos, indica que os dados estão concentrados através das regiões. O sinal negativo, por sua vez, indica a dispersão dos dados e a magnitude da estatística fornece a força da autocorrelação espacial, quanto mais próximo de 1, mais forte é autocorrelação e quanto mais próximo de -1 mais disperso estará os dados.

Diagrama de Dispersão de Moran

Para Almeida (2012), o diagrama de dispersão de Moran é uma alternativa para visualizar a autocorrelação espacial, o qual mostra a defasagem espacial da variável de interesse no eixo vertical e o valor da variável de interesse no eixo horizontal. Além da medida global de associação linear espacial, conforme apresentado na Figura 3, esse diagrama fornece outras informações, tais como quatro tipos de associação linear espacial, a saber: Alto-Alto (AA), Baixo-Baixo (BB), Alto-Baixo (AB) e Baixo-Alto (BA).

Figura 3 - Diagrama de Dispersão de Moran



Fonte: Almeida (2012)

Um agrupamento Alto-Alto (AA) significa que as unidades espaciais pertencentes a esse agrupamento exibem valores altos da variável de interesse, rodeados por unidades espaciais que apresentam valores também altos, representado pelo primeiro quadrante do diagrama. Um agrupamento Baixo-Baixo (BB) refere-se a um agrupamento cujas unidades espaciais mostram valores baixos circundados por unidades espaciais que ostentam valores também baixos, representado pelo terceiro quadrante.

Um agrupamento Alto-Baixo (AB) diz respeito a um *cluster* no qual uma unidade espacial qualquer com um alto valor da variável de interesse são circunvizinhos de unidades espaciais com um baixo valor. Isso é representado pelo quarto quadrante. Um agrupamento Baixo-Alto (BA), representado pelo segundo quadrante, concerne a um *cluster* no qual uma unidade espacial qualquer com um baixo valor da variável de interesse são circundados por unidades espaciais com alto valor.

Indicador Local de Associação Espacial (LISA)

O indicador LISA demonstra o grau de autocorrelação espacial local. Conforme enfatiza Anselin (1995), para que isso ocorra é necessário que essa estatística satisfaça a dois critérios: a) esses indicadores devem possuir, para cada observação, uma indicação de *clusters* espaciais significantes de valores similares ao redor de cada observação; b) o somatório dos indicadores lisa, em todas as regiões, deve ser proporcional ao indicador de autocorrelação espacial global. A estatística LISA tem por finalidade testar a hipótese nula, ou seja, a ausência de associação espacial local. Assim, deve-se fazer uso de uma aleatorização condicional, que permita determinar pseudoníveis de significância.

Para a obtenção de uma distribuição empírica das estatísticas de teste, deve-se observar se o valor da variável de interesse está dentro ou fora da região crítica definida. Dessa maneira, se o valor calculado for superior em magnitude à esperança matemática do I de Moran, seus resultados serão estatisticamente significativos.

Base de dados

O cálculo da produtividade média foi realizado utilizando os dados referentes à área plantada (em hectares) e a quantidade produzida de milho (em quilogramas) para os nove estados que apresentaram a maior produção, nos anos de 2001 e 2011, obtidos da Pesquisa Agrícola Municipal (PAM) do IBGE. Segundo Almeida (2012), a produtividade média tem caráter parcial e é obtida pela divisão da quantidade produzida pela área plantada. A variável produtividade (kg/hectare) dessa maneira torna-se uma variável de intensidade, isto porque, as variáveis absolutas ou extensivas podem levar a resultados equivocados na interpretação, pois costumam estar relacionadas ao tamanho da população ou a área das regiões em estudo.

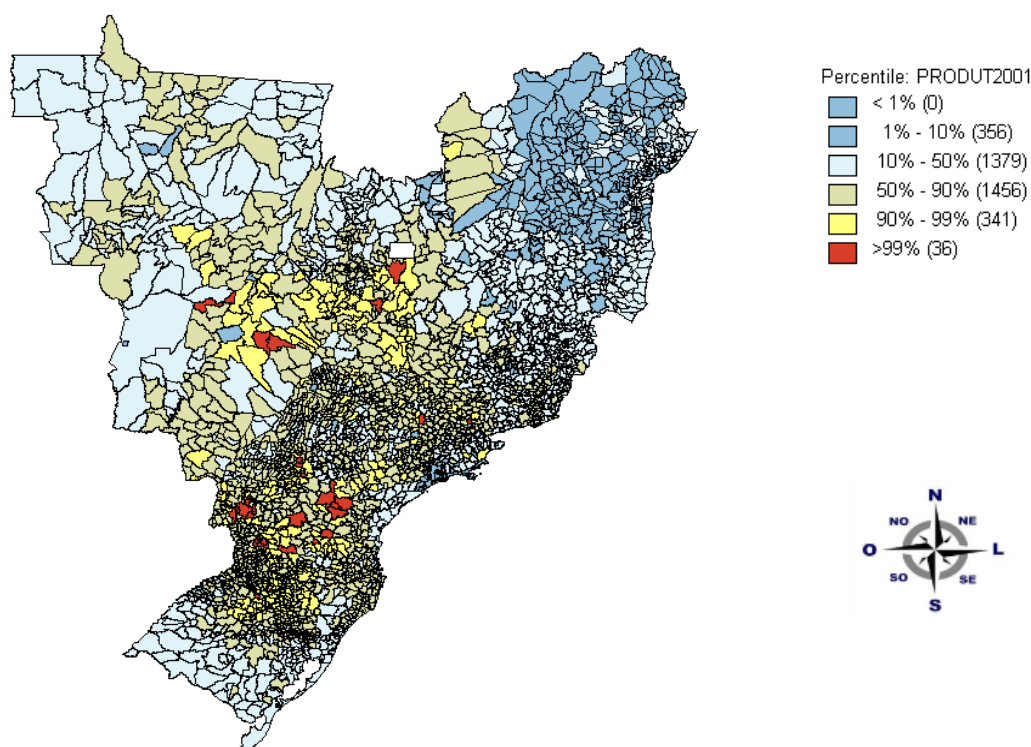
RESULTADOS E DISCUSSÃO

A cadeia produtiva de milho vem se desenvolvendo ao longo dos anos, fato este que contribuiu para ganhos produtividade e competitividade. Observou-se que a produção de milho no Brasil está concentrada nos estados de Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, São Paulo, Minas Gerais, Bahia e Goiás. Em vista disto, esta pesquisa tem por objetivo detectar os *clusters* de produtividade de milho nestes estados por meio da análise exploratória de dados espaciais (AEDE).

O presente trabalho teve início com a análise dos *outliers* de produtividade de milho nos anos de 2001 e 2011. *Outliers* são observações que não seguem o mesmo processo de dependência espacial como a maioria dos dados. É importante identificar *outliers* que exercem uma influência espúria sobre a medida global de autocorrelação espacial.

A Figura 4 apresenta os *outliers* da produtividade de milho em 2001. Os pontos em vermelho no mapa representam as cidades que possuem a maior produtividade.

Figura 4 - Mapa dos municípios que apresentam *outliers* de produtividade de milho no ano de 2001



Fonte: Elaboração própria

Diante do exposto (Figura 4), a Tabela 3 identifica os 36 municípios que apresentaram alta produtividade no ano de 2001. Dentre os 9 estados maiores produtores, apenas os estados de Goiás, Minas Gerais, Paraná, Rio Grande do Sul e São Paulo possuem *outliers*. O Paraná apresentou 26 municípios que possuem alta produtividade, e os mesmos estão concentrados nas regiões: Oeste, Centro Oriental, Sudoeste e Norte Central. No estado de Mato Grosso do Sul, verificou-se 3 municípios que apresentaram *outliers*, eles estão situados na região Leste e Norte. O estado de Goiás apresentou 2 municípios que estão localizados nas regiões Sul e do Entorno do Distrito Federal. No estado de Rio Grande do Sul, observou-se 2 municípios que estão centrados na região Noroeste. Os estados de São Paulo e Minas Gerais apresentaram apenas 1 município que possui *outliers*. O município que apresentou a maior produtividade na produção de milho no ano de 2001 foi Mauá da Serra – PR com 8,50.

Com isso, pode-se observar a importância do Paraná com relação à produtividade do milho. Analisando os municípios das regiões Oeste, Centro Oriental e Norte Central que se destacaram em termos de produtividade no ano em estudo, dados do Ipardes (2002) apontam que os municípios de Cascavel, Castro, Ponta Grossa, Carambei e Rolândia possuíam indústrias de abates de aves e suínos. Os demais municípios destas regiões que apresentaram significativo valor de produtividade estão localizados aos redores destes municípios.

Este fato pode ter contribuído para o incremento da produtividade do milho visto que, os insumos de maior importância para a produção de aves e suínos são o milho e o farelo de soja. Segundo Andrade (2002), do total de milho em grão consumido no Brasil no ano de 2000, 72,25% foi destinado à alimentação de animais; 31,05%, à

avicultura de corte; 5,71%, à avicultura de postura; e 23,60% à suinocultura. Com isso, pode-se verificar a importância deste grão na agroindústria.

Já com relação à região Sudoeste paranaense, dados do Iparde (2004) apontam que a economia dos municípios desta região é voltada para a agricultura apresentando uma pauta agrícola pouco diversificada, com predominância dos cultivos de soja e milho. Para 26 dos 37 municípios esses dois produtos representam mais de 70% do valor da produção agrícola, destacando-se Vitorino (89%), Renascença (87,5%), Mariópolis (86,7%) e Bom Sucesso do Sul (86,7%). Considerando o total do valor da produção agrícola, os municípios de Renascença, Capanema, Coronel Vivida, Realeza, Chopinzinho, Francisco Beltrão e Pato Branco respondem em conjunto por 35% da geração desse valor na mesorregião.

Tabela 3 - Municípios que apresentaram alta produtividade de milho em 2001 (em kg/hectare)

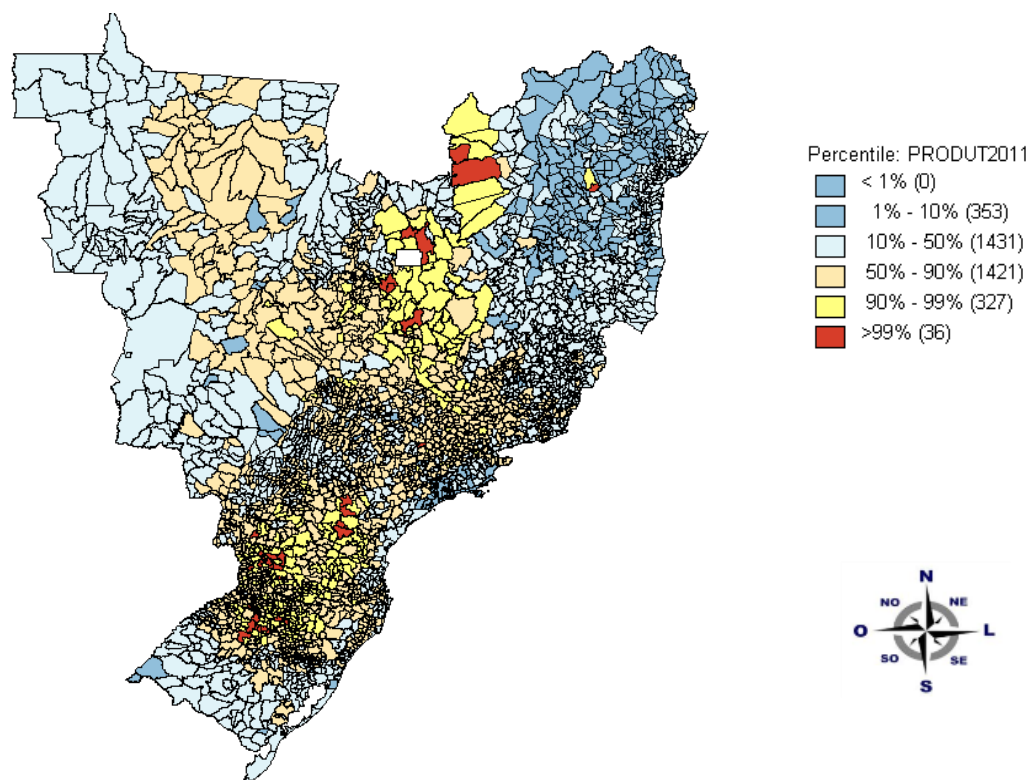
Estados	Municípios	Produtividade
Goiás	Caldas Novas	6,39
	Luziana	6,54
Mato Grosso do Sul	Cassilandia	6,30
	Chapadão do Sul	6,81
	Sonora	6,31
Minas Gerais	Campanha	6,50
	Santa Tereza do Oeste	6,75
Paraná	Ibema	7,32
	Campo Bonito	6,34
	Cascavel	6,79
	Catanduvas	7,52
	Céu Azul	7,31
	Corbélia	6,39
	Foz do Jordão	6,39
	Guarapuava	6,50
	Palmas	7,02
	Bom Sucesso do Sul	7,08
	Mariópolis	6,51
	Pato Branco	6,78
	Renascença	6,88
	Paula Freitas	6,74
	São Mateus do Sul	6,58
	Ventania	6,92
	Carambeí	8,00
	Ponta Grossa	6,78
	Castro	7,17
	Marilândia do Sul	7,22
Mauá da Serra	8,50	
Arapongas	6,29	
Rolândia	6,66	
Prado Ferreira	6,20	
Rio Grande do Sul	Ipiranga do Sul	6,30
	Almirante Tamandaré do Sul	7,00
São Paulo	Casa Branca	6,41

Fonte: Elaborada pelo autor através de dados do IBGE

Analisando os *outliers* identificados em 2011, a Figura 5 permite verificar que ocorreu uma mudança significativa com relação ao ano de 2001, pois exibe uma

queda no número de municípios que apresentaram maior produtividade no estado do Paraná. Os pontos em vermelho no mapa representam as cidades que possuem a maior produtividade.

Figura 5 – Mapa dos municípios que apresentam *Outliers* de produtividade de milho no ano de 2011



Fonte: Elaboração própria

A Tabela 4 permite identificar os 37 municípios que apresentaram alta produtividade no ano de 2011. Dentre os nove estados maiores produtores de milho, Goiás, Bahia, Paraná, Rio Grande do Sul, São Paulo e Santa Catarina possuem *outliers*. Entretanto, pode-se verificar uma mudança em relação a 2001, pois neste ano o maior índice de produtividade foi de 8,5, já em 2011 houve um aumento da produtividade média, onde verificou-se que o maior índice de produtividade foi de 10,6 representado pelo município de Renascença – PR. Observa-se que o Paraná continua se destacando em termos de produtividade por possuir o maior número de municípios que possuem *outliers*, em 2011 apresentou 14 municípios, no qual 7 estão localizados na região Sudoeste, 4 na Centro Oriental, 2 Norte Central e 1 na Centro Sul. Com isso, pode-se verificar a importância das regiões Sudoeste e Centro Oriental paranaense na produtividade do milho no Paraná.

Na região Centro-Oriental além da importância da avicultura e suinocultura para a economia desta região, verificou-se que em 2011 os municípios de Castro e Carambeí apresentaram uma importante produção de derivados de leite, soja, combinada com o trigo, e também do milho, importante componente da alimentação dos rebanhos leiteiros (SEAB/DERAL, 2013).

Com relação à economia da região Sudoeste paranaense, a mesma está assentada na indústria de alimentos (abate e preparação de carnes, produção de

óleos vegetais, rações e laticínios) e de madeira (madeira res serrada, chapas laminadas e confecção de móveis). Nos anos recentes, verificam-se alterações nessa estrutura produtiva, com declínio da participação da indústria da madeira e crescimento da indústria de máquinas e equipamentos (eletrodomésticos) e metalurgia. Esse perfil industrial guarda estreita relação com a base agropecuária do espaço, tendo na produção de grãos e proteínas animais seus principais produtos (IPARDES, 2009).

Segundo IparDES (2009), os principais produtos produzidos nos municípios de Pato Branco, Renascença, Verê, Bom Sucesso do Sul e Mariópolis, são: aves de corte, soja e milho e nos municípios de Clevelândia e Coronel Vivida os principais produtos produzidos são: soja, milho e leite. Com isso, pode-se concluir que a produtividade do milho no estado do Paraná está relacionada com o desenvolvimento da agroindústria.

O Rio Grande do Sul apresentou 11 municípios que possuem *outliers*, um crescimento significativo com relação a 2001, eles estão concentrados na região Noroeste do estado.

Os municípios do estado de Goiás estão situados na região Sudeste e entorno do Distrito Federal. Em 2011 este estado exibiu 5 municípios que apresentaram *outliers*. Verificando a importância destes municípios, Matos e Salaza (2005), apontam que na região Sudeste de Goiás é possível identificar áreas de modernização agrícola nos municípios de Catalão, Campo Alegre de Goiás, Ipameri, Orizona, Silvania, Vianópolis e Gameleira que juntos, têm grande representatividade na produção de grãos do estado, especialmente na cultura de soja. Também é considerável a produção de milho em alguns municípios. Catalão é o maior produtor de soja e o segundo maior produtor de milho do Sudeste goiano. Os municípios de Formosa e Água Fria de Goiás, localizados na região do entorno do Distrito Federal apresentam grande importância na produção de lavouras temporária.

No estado da Bahia, os 4 municípios que apresentam *outliers* estão situados na região Oeste do estado. Segundo Ilário (2013), o Oeste baiano ocupa uma posição de destaque no cenário nacional como um dos principais expoentes do agronegócio globalizado, além de apresentar um elevado crescimento demográfico e econômico. Esse dinamismo, diretamente associada à agricultura moderna e especializada, pode ser comprovado pelos dados da produção de *commodities* agrícolas, particularmente nas culturas de soja, milho e algodão herbáceo.

Os municípios de São Desidério, Luis Eduardo Magalhães e Barreiras são destaques nesta região, pois, além de elevada produtividade agrícola, outros atributos lhes garantem destaque no cenário nacional, como a presença de comércio diversificado e infraestrutura rodoviária que possibilita a circulação e concentração, em suas margens, de plantas industriais. Também se destaca, nessas cidades, a localização das principais sedes de empresas agrícolas, da indústria de fertilizantes, corretivos, máquinas e implementos agrícolas, tendo-se como exemplo as empresas Cargill e Bunge (ILÁRIO, 2013).

Tabela 4 - Municípios que apresentaram alta produtividade de milho no ano de 2011

Estado	Municípios	Produtividade
Bahia	São Desidério	9,5
	Mucugê	9,2
	Luís Eduardo Magalhães	9,6
	Ibicoara	9,8
Goiás	Formosa	9,7
	Vianópolis	9,7
	Silvânia	9,7
	Catalão	9,6
	Água Fria de Goiás	9,5
	Renascença	10,6
Paraná	Bom Sucesso do Sul	10,3
	Verê	10,3
	Mariópolis	10,2
	Pato Branco	10,1
	Coronel Vivida	10,0
	Clevelândia	10,0
	Mauá da Serra	9,9
	Ponta Grossa	9,7
	Piraí do Sul	9,7
	Arapoti	9,6
	Carambeí	9,8
	Mangueirinha	9,8
	Catanduvas	9,8
	Alto Alegre	10,2
	Água Santa	9,6
Saldanha Marinho	10,0	
Boa Vista das Missões	9,6	
Chapada	10,0	
Rio Grande do Sul	Cruz Alta	9,6
Victor Graeff	10,0	
Colorado	10,0	
Coxilha	9,8	
Santa Bárbara do Sul	10,2	
Não-Me-Toque	9,6	
São Paulo	Leme	9,6
Santa Catarina	Palma Sola	9,6
	Ouro Verde	10,2

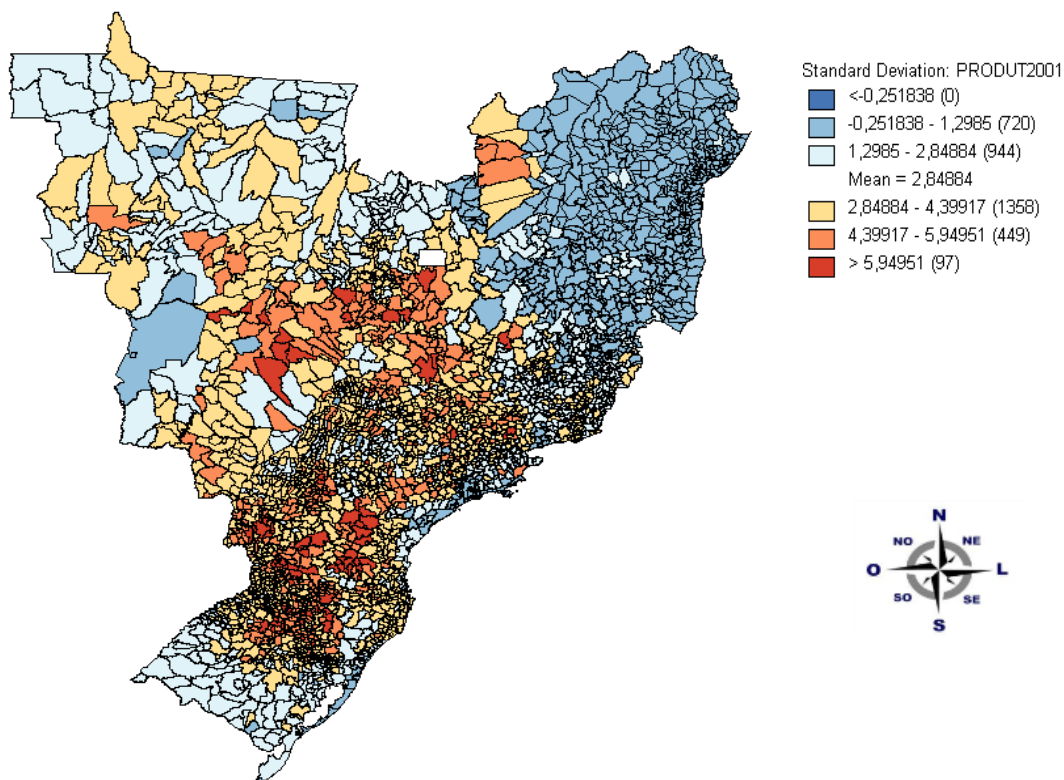
Fonte: Elaborada pelos autores com base em dados do IBGE

Mapa de Desvio Padrão

Os Mapas de Desvio Padrão apresentam a média da variável produtividade. Na Figura 6 todos os municípios que estão abaixo da média são representados em azul e os que estão acima da média encontram-se em vermelho. Com isso, pode-se verificar que no ano de 2001, os estados de Minas Gerais e Bahia foram os estados que apresentaram produtividade abaixo da média. Já nos estados de Goiás, Mato

Grosso do Sul, Paraná e Santa Catarina observou-se que vários municípios apresentaram produtividade acima da média.

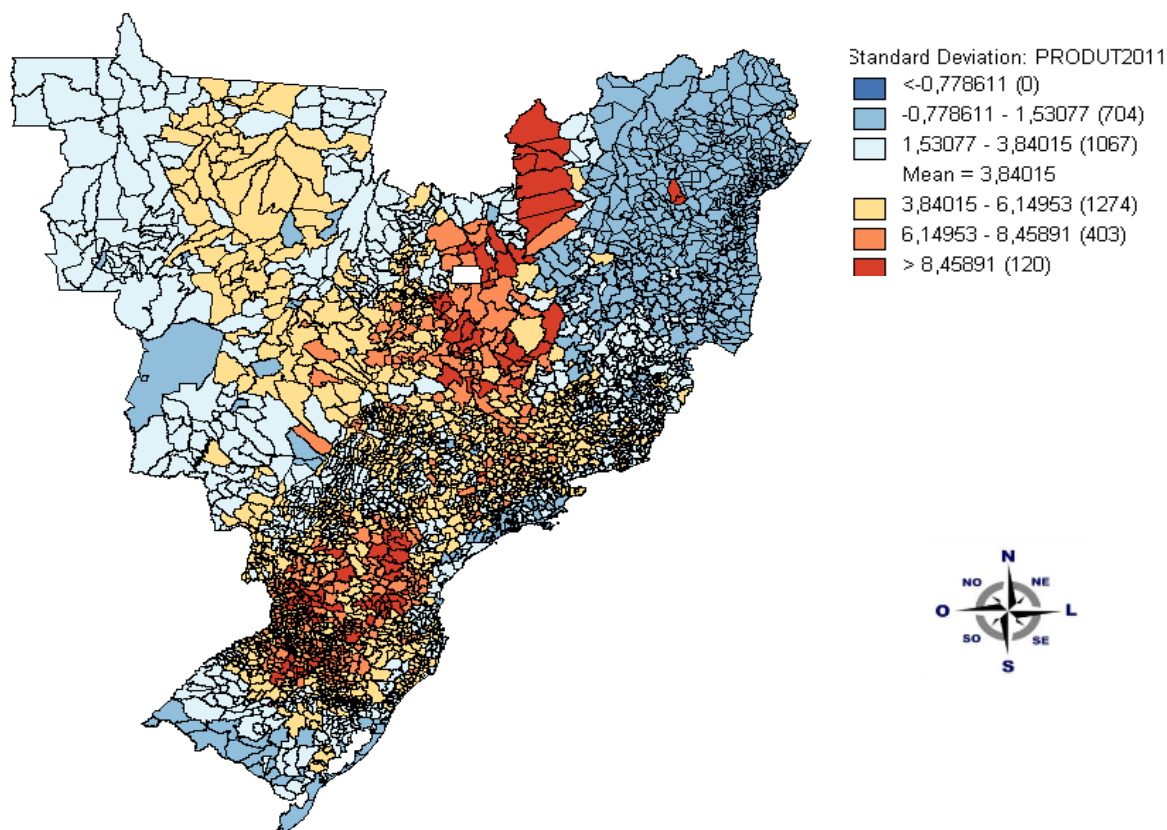
Figura 6 - Mapa de desvio padrão da produtividade de milho no ano de 2001



Fonte: Elaboração própria dos autores

Com relação ao mapa de desvio padrão de 2011 (Figura 7), pode-se observar que os estados de Goiás, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul apresentaram municípios que possuem produtividade acima da média. Os estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, São Paulo e Minas Gerais apresentaram municípios que estão na média.

Figura 7 - Mapa de desvio padrão da produtividade de milho no ano de 2011



Fonte: Elaboração própria

Estatística / de Moran

A partir das estatísticas de I Moran listadas na Tabela 5, com 1% de significância pode-se rejeitar a hipótese de ausência de autocorrelação espacial das variáveis Produt 2001 e Produt 2011, os valores computados de I são maiores que os valores esperados (média), isso também indica que as variáveis estão autocorrelacionados no espaço.

Tabela 5 - Autocorrelação espacial global

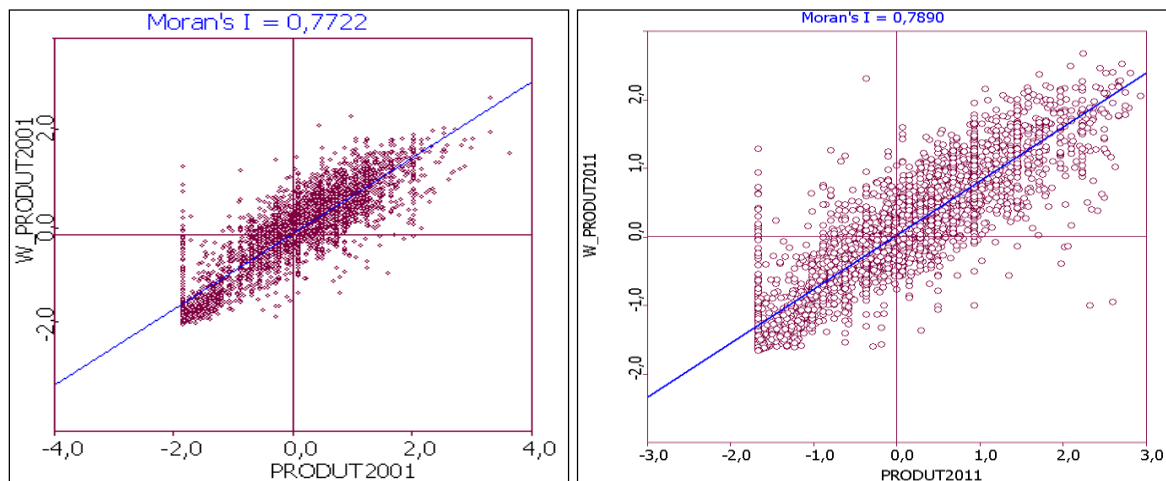
Variável	I de Moran	Probabilidade
Produtividade 2001	0,7722	0,001
Produtividade 2011	0,7890	0,001

Fonte: Elaboração própria dos autores

A Figura 8 apresentada a estatística / de Moran e o diagrama de dispersão de Moran no qual é possível observar o grau de dependência espacial do fenômeno estudado. No eixo horizontal está a produtividade de milho e no eixo vertical a defasagem espacial dos municípios dos estados de Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul, São Paulo, Minas Gerais, Bahia, Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul para os anos de 2001 e 2011. Observou-se que nos dois períodos a estatística

I de Moran apresentou uma relação positiva, visto que nos dois diagramas observa-se uma aglomeração dos municípios no quadrante AA e BB. Verifica-se que em 2001 os municípios aparecem mais concentrados, já em 2011 observa-se uma dispersão.

Figura 8 - Diagrama de dispersão de Moran para a produtividade de milho nos estados que possuem maior produção nos anos de 2001 e 2011



Fonte: Elaborado pelos autores com o programa geoda.

Indicadores Locais de Associação Espacial (LISA)

Segundo Almeida (2012) o mapa de *cluster* LISA combina informação do diagrama de dispersão de Moran e do mapa de significância das medidas de associação local *ii*. Nas Figuras 9 e 10, serão apresentados os *clusters* de produtividade de milho para os anos de 2001 e 2011. Tal representação permite identificar em quais regiões estão formadas as aglomerações AA, AB, BA e BB.

As regiões destacadas em vermelho representam o regime espacial alto-alto, ou seja, municípios com elevada produtividade no milho circunvizinhado por municípios com a mesma condição. Por outro lado, as regiões destacadas em azul representam as aglomerações baixo-baixo, neste caso representado por municípios com baixa produtividade cercado por outros vizinhos com produtividade baixa.

Observam-se alguns municípios destacados em verde, que representam municípios com baixa produtividade cercados por vizinhos com alta produtividade, e amarelo que representam municípios com alta produtividade cercado por vizinhos com baixa produtividade, porém estas representações se encontram dispersas pelo mapa.

Na Figura 9, verifica-se que o estado da Bahia apresentou *cluster* baixo-baixo, apenas na região Oeste. Observou-se *cluster* alto-baixo nos municípios de Jaborandi e Baianópolis e os demais municípios desta região não foram significativos.

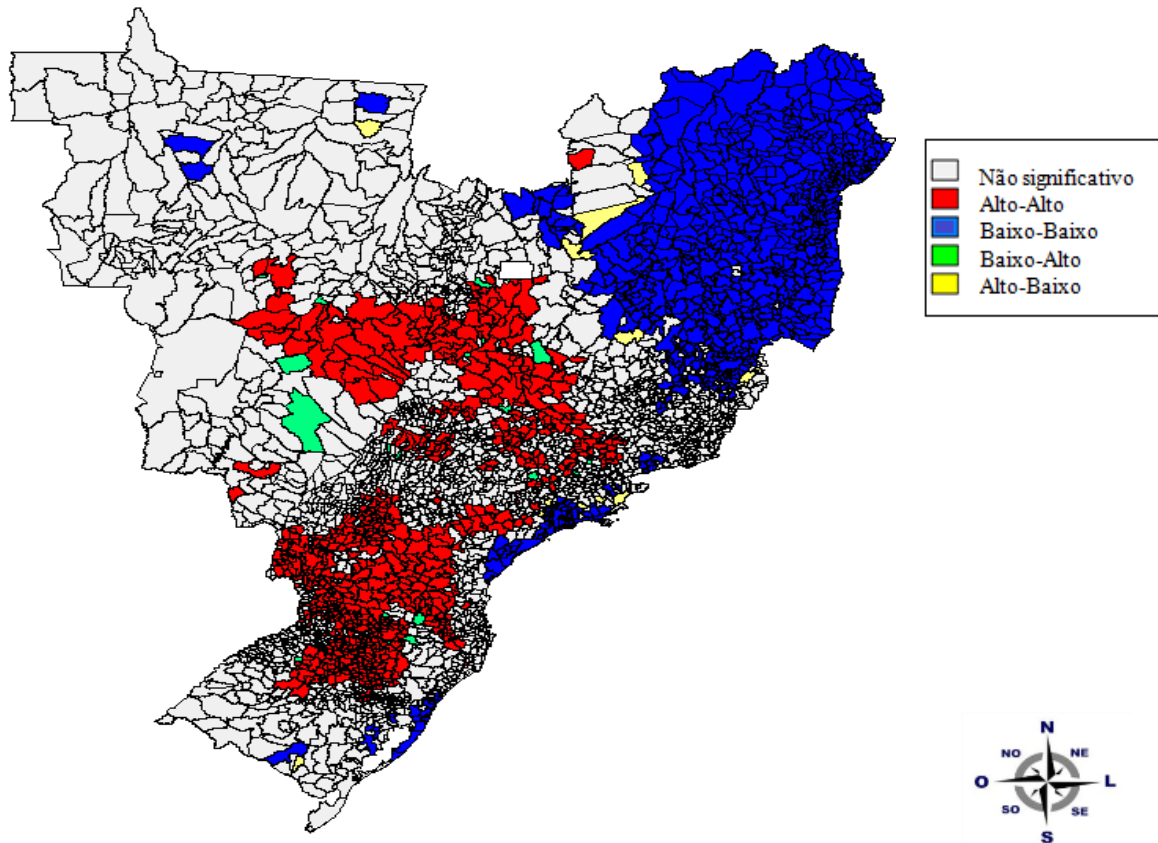
No estado de Mato Grosso, os municípios de Tapurah, Porto dos Gaúchos e Confresa apresentaram *cluster* baixo-baixo. Os municípios de Alto Araguaia, Campo Verde, Dom Aquino apresentaram *cluster* alto-alto. Os demais municípios foram não significativos.

O estado de Mato Grosso do Sul apresentou *cluster* alto-alto nos municípios de Dourados e Aral Moreira e também nos municípios da região Leste do estado. No Rio

Grande do Sul, verificou-se um *cluster* alto-alto na região Noroeste do estado e um *cluster* baixo-baixo na região metropolitana de Porto Alegre. No estado de Santa Catarina verifica-se um *cluster* alto-alto. Os municípios da região Sul e Sudeste não apresentaram significância para a produtividade.

No Paraná observou-se um *cluster* alto-alto na maioria dos municípios do estado, sendo que as regiões Noroeste, Norte Pioneiro e região metropolitana de Curitiba foram não significativas. O estado de Goiás apresentou um *cluster* alto-alto nas regiões, Sudeste e Sul, na região Nordeste do estado verifica-se um *cluster* baixo-baixo. No estado de Minas Gerais o *cluster* alto-alto, está localizado na região do Triângulo Mineiro. Verificou-se também um *cluster* baixo-baixo na região do Vale do Rio Doce.

Figura 9 - Mapa de *cluster* de produtividade de milho dos principais estados produtores em 2001



Fonte: Elaboração própria dos autores

Observando a Figura 10 que apresenta os *clusters* de produtividade no ano de 2011, pode-se verificar o deslocamento da produtividade nos estados em estudo. No estado de Goiás verificou-se um *cluster* alto-alto nas regiões do Entorno do Distrito Federal, Sudoeste e Sudeste. Com isso observa-se que ocorreu um crescimento da produtividade no estado de Goiás de 2001 para 2011.

O estado de Goiás tem se caracterizado por produzir milho em áreas grandes, com uso de tecnologias modernas e sementes de alta qualidade e potencialidade, o

que favorece ao crescimento da produtividade daquele estado. Outro fator que tem impulsionado o crescimento de milho na região Centro-Oeste, e em especial no estado de Goiás, é a ampliação do parque industrial, em direção à região de cerrado, que utiliza milho como insumo. Por outro lado, o uso da cultura de milho no sistema de cultivo de PLANTIO DIRETO também tem favorecido os níveis de produção e produtividade nesta região (EMBRAPA, 2015).

O estado da Bahia apresentou *cluster* baixo-baixo, apenas na região Oeste observou-se um *cluster* alto-alto. Este fato pode ser justificado em virtude da Região Nordeste deter a maior parcela dos estabelecimentos familiares na produção de milho do País (58%), segundo resultados do censo agropecuário de 2006. Verifica-se no Nordeste que os agricultores familiares utilizam técnicas rudimentares na produção de milho sendo este um dos fatores do baixo nível de produtividade apresentado por eles. Além disso, boa parte da produção é direcionada para o autoconsumo (ALVES; AMARAL, 2011).

No Rio Grande do Sul, verificou-se um *cluster* alto-alto na região Noroeste do estado e um *cluster* baixo-baixo na região metropolitana de Porto Alegre e na região Sudoeste. Em Santa Catarina observou-se os mesmos *cluster* formados em 2001.

Já no Paraná ocorreu à redução dos *clusters* alto-alto, verifica-se que a região Oeste que em 2001 apresentava *cluster* alto-alto, em 2011 não foi significativa juntamente com as regiões que as regiões Noroeste, Norte Pioneiro e região metropolitana de Curitiba. No entanto, apesar da redução do *cluster* alto-alto o Paraná continua a se destacar na produtividade da cultura de milho. Segundo dados da Secretaria da Agricultura e Abastecimento do estado do Paraná (2011), as altas produtividades na produção de milho registradas no estado se dão devido ao profissionalismo dos agricultores paranaenses, ao importante papel do setor cooperativo, às associações de produtores, ampla rede de assessoria técnica, aos órgãos de pesquisa (tanto público como privado), ao investimento em tecnologia e a adoção de práticas culturais de manejo sustentável.

O estado de São Paulo apresentou *cluster* alto-alto e baixo-baixo. Em Minas Gerais o *cluster* alto-alto está situado na região do Triângulo Mineiro.

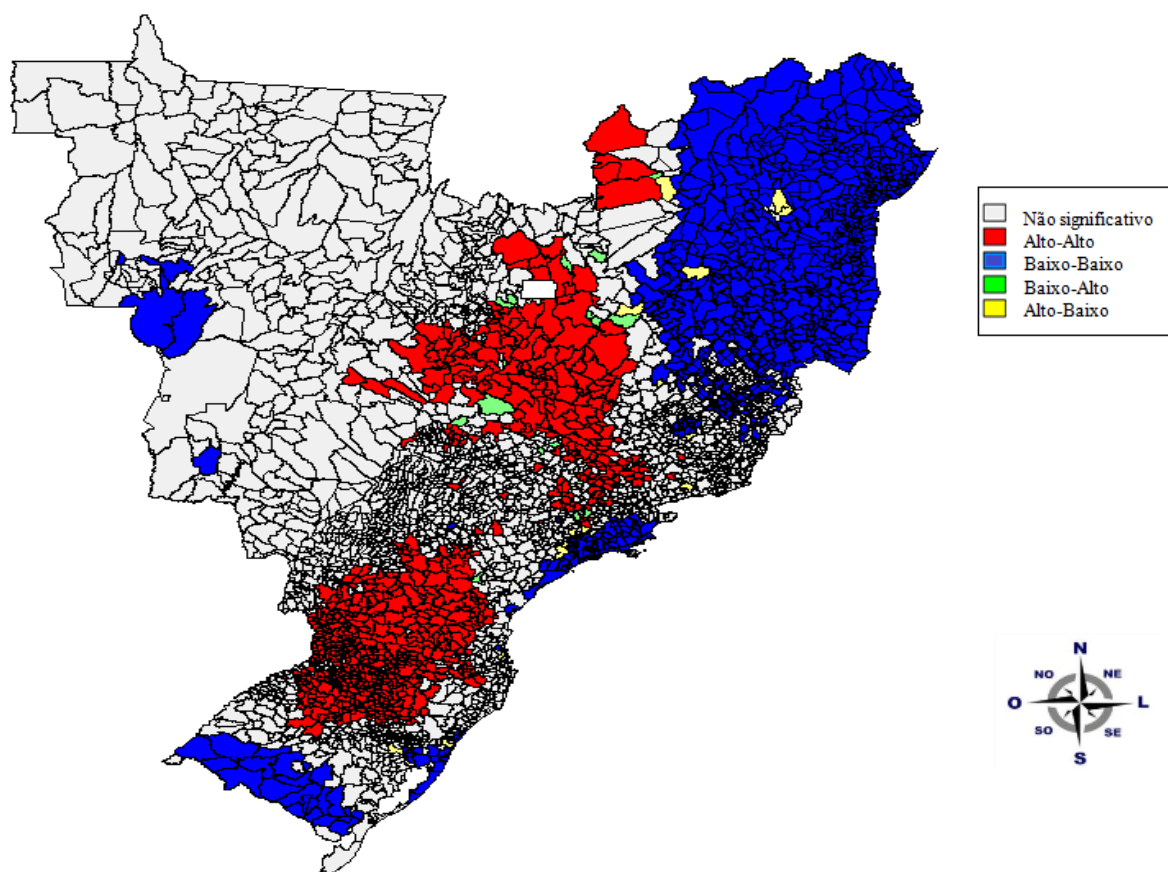


Figura 10 – Mapa de *cluster* de produtividade do milho dos principais estados produtores em 2011

Fonte: Elaboração própria dos autores

Os estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, não apresentaram *clusters* significativos. Para Almeida (2012), uma região não significativa, significa que tal região não se encontra em nenhum agrupamento, porque o valor da variável para essa região não é diferente, em termos estatísticos, da média de todas as regiões.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como motivação identificar os padrões de autocorrelação espacial entre os estados brasileiros que possuem a maior produção de milho em relação à produtividade agrícola nos anos de 2001 e 2011. A fim de comprovar tais resultados foram aplicadas ferramentas de Análise exploratória de dados espaciais (AEDE).

A AEDE contribuiu significativamente para que se observasse o deslocamento e as mudanças ocorridas nos maiores produtores de milho nos anos em análise. Pode-se observar que ocorreu um crescimento da produtividade no estado de Goiás no ano de 2011, e redução da produtividade no Paraná. Verificou-se também que o estado de Mato Grosso não foi significativo apesar de se verificar o crescimento significativo da produção no ano de 2011.

Observa-se no período em análise que houve crescimento na produtividade média dos estados em análise. Este incremento de produtividade contribui para que a cadeia produtiva de milho obtenha ganhos de eficiência, fator que influencia na comercialização deste grão tanto internamente quanto no mercado externo, haja vista que o mercado de milho apresenta uma tendência de aumento de consumo.

Contudo, pode-se concluir que foram identificados *cluster* de alta produtividade na cultura de milho, principalmente entre os municípios do estado do Paraná, que no período em estudo se destacou como o maior produtor de milho do Brasil. Esse fato demonstra a importância deste estado para a produção do aludido cereal.

Para trabalhos futuros sugere-se que sejam realizadas análises da convergência da produtividade na cultura de milho, identificando os fatores que contribuem para o aumento da produtividade do aludido cereal tendo como enfoque as características dos sistemas de produção de cada região e nas mudanças que vem ocorrendo entre a 1ª e a 2ª safra deste grão.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, E. **Econometria Espacial Aplicada**, Editora Alínea, Campinas SP, 2012.

ALVES, H. C. R.; AMARAL, R. F. do. Produção, área colhida e produtividade do milho no Nordeste. **Informe Rural Etene**. Banco do Nordeste, ano V, nº 16. set. 2011.

ANSELIN, L. **Local Indicators of Spatial Association (LISA)**, Geographical Analysis, V. 27, 1995.

ARAUJO-FILHO, O. A. **Co-integração e causalidade na política de garantia de preços mínimos e preços agrícolas: o caso do milho no Brasil**. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE MILHO – ABIMILHO. Disponível em: <<http://www.abimilho.com.br/>> Acesso em: 5 maio. 2013.

CALDARELLI, C. E.; BACCHI, M. R. P. Fatores de influência no do preço do milho no Brasil. **Revista Nova Economia**, Belo Horizonte, MG, v.22, p.141-164, 2012.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. disponível em: <<http://www.conab.gov.br>> acesso em 24 maio 2013.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **MILHO**. Disponível em: http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_1_ed/mercado.htm Acesso em 10 jun. 2015.

GASQUES, J. G.; BASTOS, E. T.; BACCHI, M. R. P.; VALDES, C. **Produtividade total dos fatores e transformações da agricultura brasileira: análise dos dados dos censos agropecuários**. In: Gasques, J. G.; Vieira Filho, J. E.; Navarro, Z.. (Org.). *A agricultura brasileira: desempenho, desafios e perspectivas*. Brasília: Ipea - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2010, v. , p. 19-64.

GASQUES, J; BASTOS, E. T; VALDES, C.; BACCHI, M. R. P. Produtividade da agricultura brasileira e os efeitos de algumas políticas. **Revista de Política Agrícola**, v. 3, p. 83-92, 2012.

GUIMARÃES, L.S; PENNA L.B; LANDAU, E.C. Relato da produção de milho no Brasil entre 2000 e 2009. **Revista da Faculdade Cenecista de Vila Velha**, v.7, jul./dez.2011.

ILARIO, C.G. A região agrícola competitiva do Oeste Baiano. Boletim Campineiro de Geografia , v.3, n.1, 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA – IBGE. Disponível em:< <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/agric>>. Acesso em 02 set.2013.

INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONOMICO E SOCIAL – IPARDES. Disponível em : <http://www.ipardes.gov.br>

_____. Leituras regionais: mesorregião sudoeste paranaense. Curitiba, 2004.

_____. Sudoeste Paranaense: especificidades e diversidades. Curitiba,Ipardes: 2009.

_____. Análise da competitividade da cadeia agroindustrial de carne suína no Estado do Paraná. Curitiba: IPARDES, 2002

MATOS, P.F;SALAZA,V.L. **Territorialização da agricultura moderna na região da estrada de ferro (Goiás) e as modificações no espaço agrário**. XIX ENCONTRO NACIONAL DE GEOGRAFIA AGRARIA, São Paulo, 2009.

SECRETARIA DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ECONOMIA RURAL - SEAB/DERAL. disponível em: < <http://www.agricultura.pr.gov.br/>>. acesso em: 11 jul. 2012

SEAB/DERAL. Secretaria da Agricultura e do Abastecimento do estado do Paraná. Departamento de economia rural. **Milho (2011-2012)**. Disponível em:<http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/milho_2011_12.pdf>. Acesso em: 05 de abril de 2014.