

Análise espacial da produtividade do feijão nos municípios paranaenses nos anos 2006, 2010 e 2014

Spatial analysis of bean productivity in municipalities in the years of 2006, 2010 and 2014

Pietro André Telatin Paschoalino¹
Ednaldo Michellon²
Luan Vinicius Bernardelli³
José Rodrigo Gobi⁴
Luiz Guilherme de Oliveira Santos⁵

Resumo

O estado do Paraná vem se destacando no cenário nacional em relação à produção da cultura do feijão, pois é o principal produtor do grão, sendo que em 2014 atingiu 25% da produção nacional. O objetivo do presente estudo é analisar o padrão de associação espacial da produtividade do feijão em relação à terra no Paraná, nos anos 2006, 2010 e 2014. Através da AEDE foi possível verificar autocorrelação espacial positiva nos dados. Com relação aos agrupamentos, verifica-se que ao longo do tempo houve modificação e transbordamento dos mesmos, sendo que em 2014 os *clusters* de produtividade BB se concentraram na região Noroeste Paranaense, já os *clusters* AA se concentraram principalmente nas regiões Sudeste, Centro Oriental e Centro Sul paranaense. A análise da estatística I de Moran bivariada permitiu constatar uma autocorrelação espacial temporal positiva, mostrando, assim, que o tempo também tem influenciado na estrutura dos dados.

Palavras-chave: Desenvolvimento. Produtividade da terra. Feijão.

Abstract

The state of Paraná has been standing out in the national scenario in relation to the production of the bean crop, since it is the main producer of the grain, and in 2014 it reached 25% of the national production. Thus, due to this significant participation in the production of this leguminous, the objective of the present study is to analyze the pattern of spatial association of bean productivity in relation to land in Paraná in the years of 2006, 2010 and 2014. Through the ESDA, we verified a positive autocorrelation in the data. With respect to the clusters, we also verified that over time there were modifications and overflow of them, and in 2014 the clusters of productivity BB were concentrated in the Northwest of Paraná region, whereas the AA clusters concentrated mainly in the Southeast, Eastern Center and Center South of Paraná. The analysis from the bivariate Moran I statistic revealed positive temporal spatial autocorrelation, thus showing that time also influences the data structure.

¹ Graduado em Ciências Econômicas pela Universidade Estadual de Londrina e mestrando em Teoria Econômica pela Universidade Estadual de Maringá. E-mail : pietro_telato@hotmail.com

² Professor associado ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Econômicas da Universidade Estadual de Maringá (UEM). E-mail : emichellon@uem.br

³ Doutorando em Teoria Econômica pela Universidade Estadual de Maringá. e-mail : luanbernardelli@gmail.com

⁴ Mestrando em teoria econômica pela Universidade Estadual de Maringá. e-mail : rodrigo_gobi@hotmail.com

⁵ Mestrando em teoria econômica pela Universidade Estadual de Maringá. e-mail : lgos_@hotmail.com

Key-words: Development, productivity of land, bean.

JEL: Q13, R12, R14

Enviado em: 19/01/2017

Aprovado para publicação em: 12/06/2017

INTRODUÇÃO

A cultura do feijão se destaca como importante produto para o Brasil tanto economicamente, quanto socialmente. De acordo com Carneiro e Parré (2005) é o principal componente da dieta alimentar dos menos favorecidos. É ainda importante para geração de renda e ocupação de mão de obra menos qualificada, uma vez que a cultura é utilizada como alternativa econômica de exploração agrícola em pequenas propriedades.

Devido à sua importância econômica e social, diversos trabalhos como os de Freddi *et al.* (2005), Santos *et al.* (2005), Binotti *et al.* (2008), Cortez *et al.* (2008); Montanari *et al.* (2013a), Montanari *et al.*, (2013b) buscaram encontrar os principais determinantes da produtividade do feijão e elencam questões como solo, forma de irrigação, plantio entre outros.

Para a região Sul, a relevância é ainda mais significativa, pois concentra a principal parcela da produção de feijão, que soma mais de um milhão de toneladas e representa em torno de 30% do total produzido no país (CTSBF, 2012).

Devido a relevante participação do Paraná na produção de feijão e a importância da cultura na agricultura familiar, o presente estudo tem como objetivo analisar o padrão de associação espacial da produtividade do feijão em relação à terra no estado nos anos 2006, 2010 e 2014.

Diferentemente dos trabalhos supracitados, nesse estudo investiga-se a autocorrelação nos dados e a formação de *clusters* da produtividade no período, além disso, buscam-se as explicações para a formação dos possíveis agrupamentos encontrados.

Além desta introdução, o trabalho divide-se em mais 4 seções. A próxima seção apresenta a revisão de literatura. A terceira seção descreve a metodologia utilizada no trabalho. Em seguida, os resultados obtidos são analisados por meio dos indicadores e estatísticas sobre a produtividade do feijão em relação a terra no Paraná, assim como os resultados da análise exploratória de dados espaciais. Por fim, na última seção apresenta-se as principais conclusões deste estudo.

REVISÃO DE LITERATURA

Mercado do Feijão

Os dados da FAO ONU - *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (2017) – revelam que no ano de 2014, os seis maiores produtores no mundo (no qual o Brasil está incluso) produziram mais de 33,5 milhões de toneladas de feijão. A Tabela 1 apresenta os dados de produção e a áreas colhidas dos seis maiores produtores de feijão no mundo nos anos 2006, 2010 e 2014.

De acordo com a Tabela 1, é possível observar que nos três anos o Brasil se apresenta como o 4º maior produtor mundial, produzindo cerca de 3294 mil toneladas no ano de 2014. Como apresentado, a China é o maior produtor mundial do produto.

Porém, cabe destacar que o país com maior produtividade (em relação à terra) na produção de feijão nos 3 anos estudados foi o Kuwait, produzindo cerca de 78 toneladas por ha em 2014. Por sua vez, o Brasil produziu cerca de 1,17 toneladas por ha, retratando assim grande necessidade do fator de produção terra.

Tabela 1: Produção e área colhida de feijão nos seis principais países, 2006, 2010 e 2014.

País/Ano	Produção (mil t)			Área Colhida (mil ha)		
	2006	2010	2014	2006	2010	2014
China	14072,25	16507,97	18093,47	1506,86	1507,07	1241,27
Índia	3791,5	5476,13	4746,10	8737,47	11209,82	10225,73
Myanmar	2502	3530	4651,09	2394	2710	3017,25
Brasil	3457,74	3158,91	3294,59	4034,38	3423,65	3185,75
México	1485,06	1240,64	1367,71	1733,21	1639,15	1691,20
EUA	1192,25	1498,92	1357,06	637,24	762,89	678,4
Total	26500,80	31412,57	33510,02	19043,16	21252,58	20039,59

Fonte: Elaborado pelos autores através dos dados da FAO (2017).

Na Tabela 2 é possível observar os 6 principais países exportadores e importadores de feijão no ano 2013. Verifica-se que o maior exportador de feijão no mundo foi Myanmar. Por sua vez, o Brasil se configurou como o 2º maior importador mundial nesse ano, atrás apenas da Índia, importando a quantia de 285,211 milhões de dólares e apresentando um déficit superior a 285,187 milhões na balança do produto. Fica claro que mesmo com a posição privilegiada do Brasil na produção, é necessário avançar em questões como produtividade para garantir uma menor necessidade de importação do produto, já que a dieta brasileira é altamente dependente do mesmo.

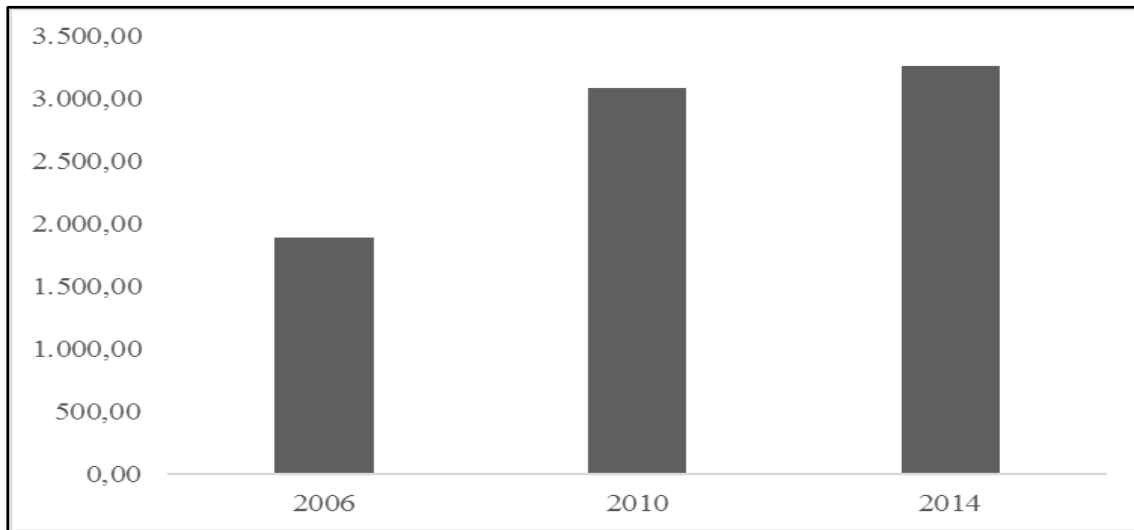
Tabela 2: Exportação e Importação de Feijão dos 6 principais países em US\$ 1000, 2006, 2010 e 2014.

Exportação		Importação	
País/Ano	Valor (US\$ 1000)	País/Ano	Valor (US\$ 1000)
Myanmar	1050000	Índia	667565
China	966953	Brasil	285211
EUA	470538	EUA	282850
Canadá	332460	Reino Unido	257144
Egito	179860	França	231279
Etiópia	169033	Itália	213299
Total	3168844	Total	1937348

Fonte: Elaborado pelos autores através dos dados da FAO (2017).

Por sua vez, a Figura 1, traz o valor bruto da produção gerada no Brasil nos anos 2006, 2010 e 2014, em milhões de dólares. De acordo com a Figura 1, é possível verificar que no Brasil, a cultura vem exibindo cada vez maior importância econômica, tendo apresentado de 2006 a 2014 um crescimento de aproximadamente 72%, sendo o VBP neste último ano superior a 3,2 bilhões de dólares.

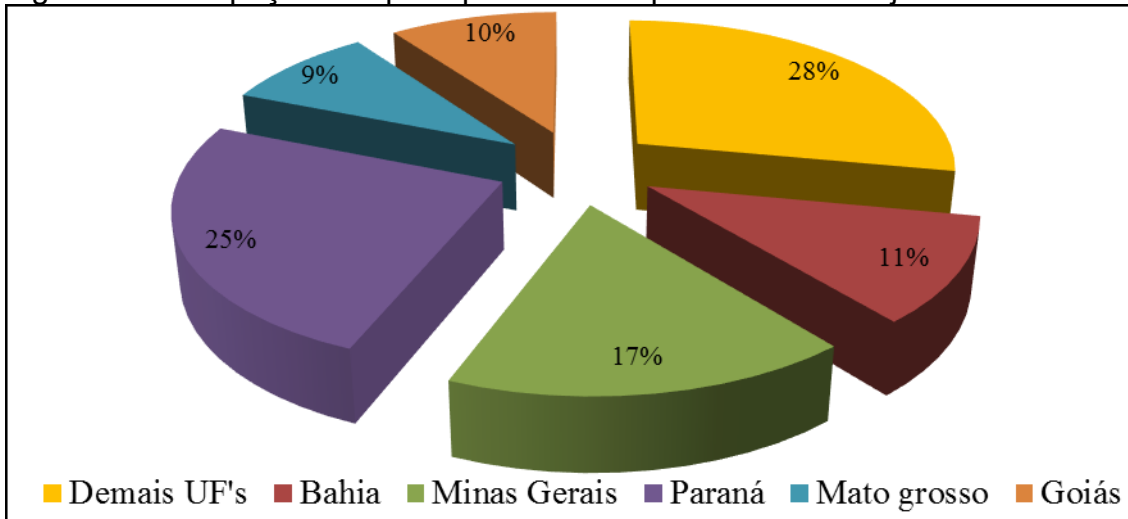
Figura 1: Feijão – Valor Bruto da Produção, 2006, 2010 e 2014 – US\$ milhões.



Fonte: Elaborado pelos autores com dados do IBGE (2016 - PAM).

O Paraná se destaca em relação à cultura tanto regional quanto nacionalmente. Conforme a Figura 2, que mostra a produção de feijão (grãos) em toneladas no ano de 2014, observa-se que o estado se configurou como maior produtor no Brasil. De acordo com Carneiro e Parré (2005) a cultura está diretamente relacionada à agricultura familiar, destacando-se em pequenos e médios estabelecimentos, o que de certa forma explica o não acompanhamento na adoção de tecnologias das culturas destinadas à exportação como por exemplo, de commodities.

Figura 2: Participação dos principais estados produtores de feijão do Brasil



Fonte: Elaborado pelos autores com dados do IBGE (2016 - PAM).

Na Tabela 3, é possível analisar a produção e produtividade em relação à terra no Paraná da cultura de feijão nos anos 2006, 2010 e 2014. De acordo com a Tabela 3, é possível verificar que a quantidade produzida no Paraná está estagnada, porém apresenta um aumento de produtividade, ou seja, é necessário menos terra para produzir uma mesma quantidade de feijão, o fato é importante, uma vez que 65% da

produção é oriunda da agricultura familiar, significando assim, que o aumento da produtividade pode estar ocorrendo nesta (CTSBF, 2012).

Tabela 3: Produção e produtividade em relação à terra da cultura de feijão no Paraná, 2006, 2010 e 2014.

	2006	2010	2014
Quant. Produzida (t)	818015	792010	813623
Produtividade da terra	1,36	1,52	1,60

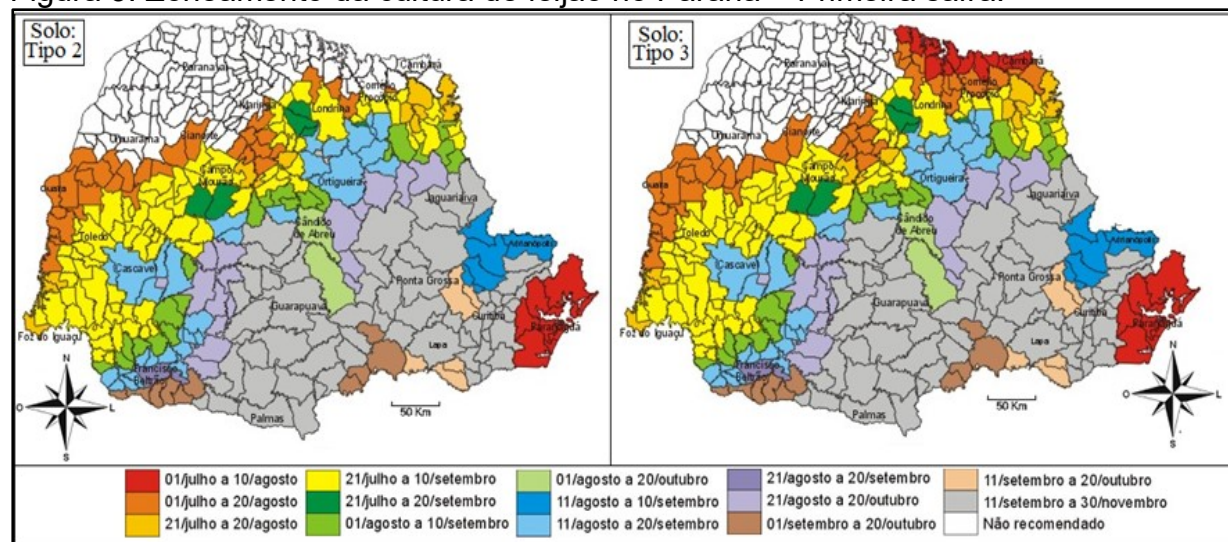
Fonte: Elaborado pelos autores com dados do IBGE (2016 - PAM).

Com relação a questões técnicas, Segundo Rosse e Vencovsky (2000), o cultivo do feijoeiro ocorre em praticamente todos os estados do Brasil, retratando as mais diversas condições ambientais. Além disso, por ser uma cultura de ciclo curto, pode ser cultivado em mais de uma época do ano, tanto de maneira exclusiva quanto consorciada com outras culturas. Deste modo, além de contar com tantas variações climáticas e de sistemas produtivos, também pode apresentar elevada disparidade tecnológica entre os agricultores.

Segundo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2016), o cultivo de feijão é realizado em três safras, sendo a primeira chamada de “safra das águas”, a segunda de “safra seca” e a terceira de “safra de outono/inverno”, sendo a primeira geralmente cultivada no segundo semestre do ano e responsável por quase 50% da produção total do país⁶.

O feijoeiro não tolera geada em nenhuma fase de seu ciclo de desenvolvimento, sendo ainda sensível ao calor excessivo, além de apresentar baixa tolerância à deficiência hídrica (MAPA, 2016). Através do zoneamento agrícola é possível verificar as melhores épocas da semeadura do feijoeiro. As Figuras 3, 4 e 5 demonstram os mapas com o zoneamento agrícola para a cultura do feijão no Paraná segundo mapas do Instituto Agrônomo do Paraná (2016).

Figura 3: Zoneamento da cultura de feijão no Paraná – Primeira safra.

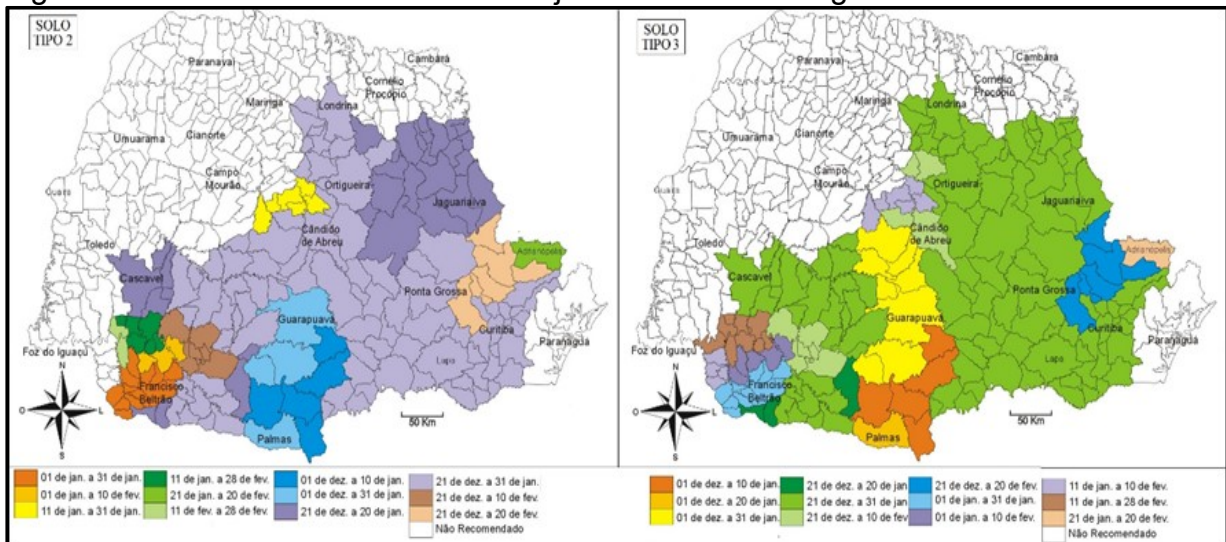


Fonte: IAPAR (2016).

⁶ No Paraná, o cultivo da “safra das águas” é realizado entre os meses de julho a novembro, o da “safra seca” entre os meses de dezembro e janeiro. Por fim, o período de cultivo da safra de outono/inverno é realizado entre os meses de fevereiro e abril (CTSBF, 2012).

Ao analisar o zoneamento agrícola, nota-se alguns aspectos da semeadura da cultura no estado. A primeira safra, ou a mais importante em relação à produção nacional, não é recomendada na região Noroeste paranaense. Além disso, na segunda safra, a região não recomendada aumenta, ou seja, há um efeito transbordamento que engloba além do Noroeste, as regiões Oeste, Norte Central, e Centro Ocidental paranaense.

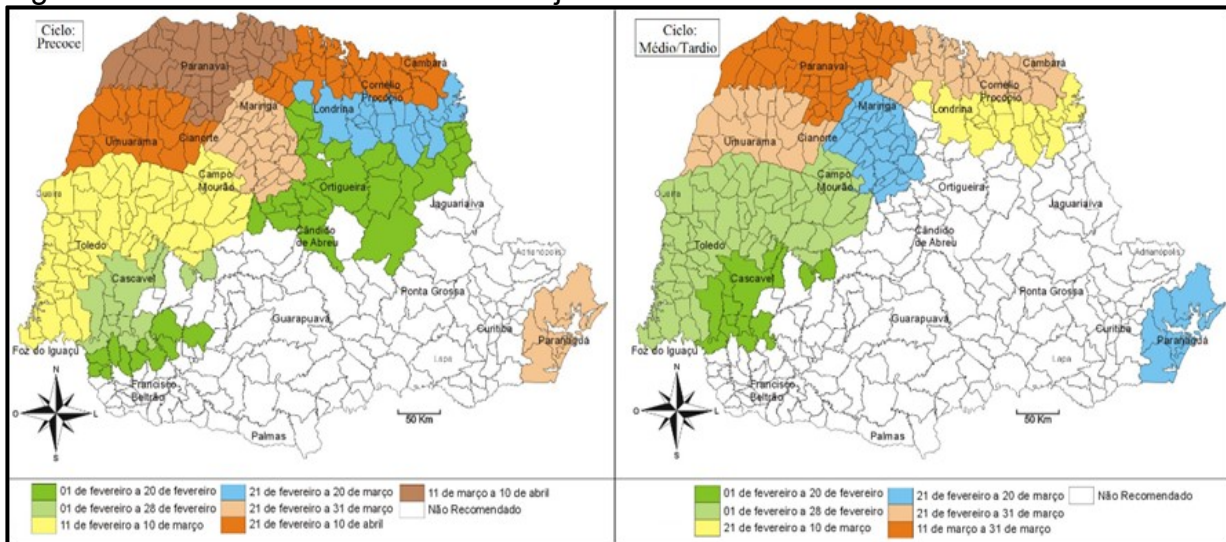
Figura 4: Zoneamento da cultura de feijão no Paraná – Segunda safra.



Fonte: IAPAR (2016).

Já na terceira safra, a relação da produção se inverte e as áreas não recomendadas passam a ser as que estavam recomendadas tanto para a primeira safra quanto para a segunda, ou seja, as regiões Sudoeste, Centro-Sul, Sudeste e Centro-Oriental paranaense.

Figura 5: Zoneamento da cultura de feijão – Terceira safra.



Fonte: IAPAR (2016).

Evidências empíricas sobre o feijão

Dado a importância do espaço geográfico na produtividade agrícola, alguns estudos buscaram incluí-lo como determinante da produtividade do feijão, como ocorre em Clemente (2013), que ao analisar a produtividade do feijão, observou aumentos significativos na produção e principalmente na produtividade entre os anos de 1990 a 2013, tendo como fator em comum a vizinhança. Em outras palavras Clemente (2013) encontrou na espacialidade um elemento em comum dos municípios com alta produtividade no cultivo do feijão e da soja, retratando a importância desta variável para o presente estudo.

Contudo, os estudos que tiveram como objetivo principal analisar a produtividade agrícola ou produção agropecuária de maneira espacial são relativamente escassos, porém, destes trabalhos, alguns se destacam. Pinheiro (2007) analisa o valor bruto da produção agropecuária de maneira espacial para os municípios do Paraná, identificando *clusters* de alta produtividade e de baixa produtividade no estado.

Levando em consideração exclusivamente a produtividade, Perobelli *et al.* (2007) fazem uma análise da produtividade agrícola geral brasileira, mais especificamente para microrregiões brasileiras. Seus resultados afirmam que a produtividade agrícola apresenta uma autocorrelação espacial positiva e crescente ao longo dos períodos analisados.

Diniz *et al.* (2012) realizam uma análise espacial da produtividade da laranja para os municípios do estado de São Paulo. Os resultados também apresentaram autocorrelação espacial positiva, ou seja, a maioria dos *clusters* identificados foram AA e BB (Alto-Alto e Baixo-Baixo).

Desta forma, dado as peculiaridades da cultura em âmbito nacional e a importância do Paraná na oferta do produto, o presente estudo representa um avanço no entendimento das peculiaridades da produtividade agrícola e neste caso da cultura do feijão para o estado. Além de identificar a presença de autocorrelação nos dados, busca-se obter os determinantes dos agrupamentos de produtividade em nível estadual.

METODOLOGIA

O presente estudo utiliza como metodologia a análise exploratória de dados espaciais (AEDE), partindo do pressuposto que os dados podem apresentar autocorrelação espacial.

Segundo Tobler (1970), todas as coisas são relacionadas entre si, porém coisas próximas são mais relacionadas entre si do que coisas distantes. Anselin (1998) inova ao apresentar a AEDE como um conjunto de técnicas, para descobrir padrões espaciais (*clusters*), sugerir diferentes regimes espaciais e outras formas de instabilidade espacial ou não estacionaridade espacial. Das ferramentas utilizadas na AEDE a autocorrelação é, muitas vezes, a mais importante, mostrando o fenômeno em que similaridades locais (proximidade espacial) é acompanhada por valor de similaridade (correlação).

Almeida (2012) fundamenta que a análise é mais apropriada para variáveis intensivas, isto é, variáveis que são divididas por algum indicador de intensidade como, por exemplo, população e área. Assim, essas variáveis consideram as externalidades relevantes para determinação da variável estudada como, por exemplo, os efeitos de aglomeração. Além disso, para avaliação da estrutura de dados é necessário utilizar o conceito de uma matriz de pesos espaciais, que expressa o

arranjo espacial (topologia, contiguidade) dos dados e constitui o ponto de partida para apontar qualquer teste estatístico ou modelo por extenso.

Dessa forma, utilizou-se no trabalho as estatísticas I de Moran Global e Local. A primeira é indicada para descrever a estrutura de correlação espacial que melhor descreva os dados. De forma complementar, a segunda é utilizada quando se dispõe de grande número de áreas, o que leva a probabilidade de existirem diferentes regimes de correlação espacial em distintas sub-regiões, sendo necessário diferenciá-las. De acordo com Almeida (2012) a estatística I de Moran é dada por:

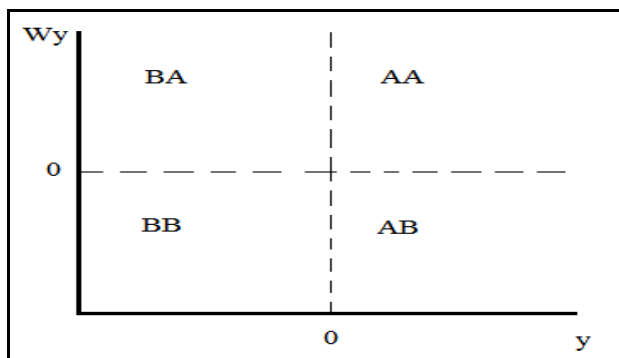
$$I = \left(\frac{n}{\sum \sum w_{ij}} \right) \left(\frac{\sum \sum w_{ij} (y_i - \bar{y})(y_j - \bar{y})}{\sum (y_i - \bar{y})^2} \right) \quad (1)$$

Em que, “ n ” representa o número de unidades espaciais, “ y_i ” é a variável de interesse, “ w_{ij} ” é o peso espacial para o par de unidades espaciais “ i ” e “ j ”. A estatística I de Moran é um coeficiente de associação linear do tipo produto cruzado padronizado por dois termos, o primeiro refere-se à variância dos dados de interesse [$\sum (y_i - \bar{y})^2$], ao passo que o segundo fornece a ideia da configuração espacial dos dados [$n/\sum \sum w_{ij}$]. Valores de I maiores (ou menores) do que o valor esperado $E(I) = -\frac{1}{n-1}$ significa que há autocorrelação positiva (ou negativa). Além disso, tratando-se de uma estatística é necessário avaliar sua significância.

Deste modo, supõe-se que a estatística I seja normalmente distribuída, essa distribuição é construída através do pressuposto conhecido como aleatorização⁷. Assim, como em outros testes, toma-se como regra de decisão o pseudo valor- p , que indica a probabilidade de se rejeitar a hipótese nula sendo ela verdadeira. Se o pseudo valor- p for menor que determinado nível de significância rejeita-se a hipótese nula.

Para visualização da estatística I de Moran o trabalho utilizou o diagrama de dispersão de Moran (Moran *scatterplot*). Segundo Almeida, Perobelli e Ferreira (2008), o diagrama permite visualizar a correlação linear entre o y (variável em análise), e Wy (variável em análise defasada espacialmente), o coeficiente I de Moran é a inclinação da curva de regressão de Wy contra y , sendo que a inclinação indica o grau de ajustamento. Como representado na Figura 6 o diagrama é dividido em quatro quadrantes (AA, BB, AB e BA)⁸.

Figura 6: Ilustração do Diagrama de dispersão de Moran



Fonte: Elaborado pelos autores (2016).

⁷ Os valores observados da variável em análise são aleatoriamente realocados para as diversas regiões. Após a realocação, a estatística de teste é calculada para uma dessas realocações. Obtendo assim, uma distribuição de referência empírica.

⁸ Sendo A = Alto e B = Baixo, ou seja, AA = Alto-Alto; BB = Baixo-Baixo; AB = Alto-Baixo e BA = Baixo-Alto.

Para a análise de *clusters*, utilizou-se o índice de Moran local, ou LISA. Segundo Anselin (1998) o índice é uma decomposição do indicador global de autocorrelação na contribuição local. Desta forma, de acordo com Lima, Caldarelli e Camara (2014), o indicador serve para responder questões de associação local nos dados. A estatística LISA deve satisfazer dois critérios: primeiro, para cada observação o indicador deve oferecer uma indicação de *clusters* espaciais significantes de valores similares em torno da observação, segundo, a soma dos indicadores LISA'S para todas as observações é proporcional ao indicador de associação espacial global. Da mesma forma que no indicador global, a contribuição local de cada observação é dividida em quatro categorias (AA, BB, AB, e BA), ou seja, AA significa que a região *i* é alta em relação à média e seu vizinho *j* também é alto. De acordo com Anselin (1995) o indicador é dado, por:

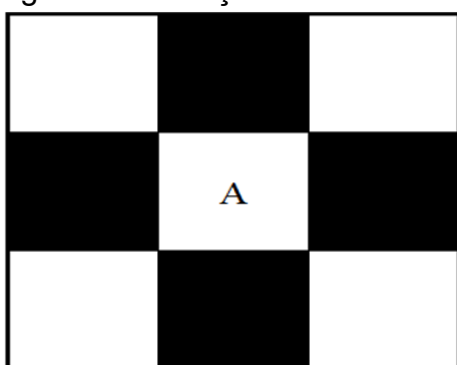
$$I_i = \frac{(y_i - \bar{y}) \sum_j w_{ij} (y_j - \bar{y})}{\sum_i (y_i - \bar{y})^2 / n} \quad (2)$$

Assim, como no caso do *I* de Moran global, o resultado da estatística depende de seu valor em relação à esperança matemática. Além disso, deve-se verificar sua significância⁹, através do pressuposto de aleatorização e em seguida plotá-los no mapa para análise dos *clusters*.

O trabalho utilizou ainda a estatística *I* de Moran bivariado, ou seja, um índice em que são utilizadas duas variáveis nesse caso iguais, porém mensuradas em diferentes períodos. Segundo Perobelli *et al.* (2007) a intenção é analisar a autocorrelação espacial em um determinado espaço de tempo.

Para definição da matriz de pesos espaciais (*W*), utilizou-se a matriz Torre (ROOK), pois foi a matriz que apresentou os maiores *I* de Moran significantes. As matrizes de pesos espaciais são definidas através da contiguidade com sua vizinhança, é utilizada com o objetivo de capturar os efeitos dessa contiguidade e vizinhança sobre os dados, através de ponderações, ou seja, a variável observada em cada região recebe uma ponderação, quando fizer vizinhança com a região analisada. Segundo Almeida (2012), a matriz ROOK é determinada quando apenas as fronteiras físicas são diferentes de zero entre as regiões, conforme a Figura 7.

Figura 7: Ilustração da matriz torre (ROOK).



Fonte: Elaborado pelos autores (2016).

⁹ Sendo H0: Ausência de autocorrelação espacial local e HA: Presença de autocorrelação espacial local.

Para construção da variável produtividade do feijão em relação à terra (uma variável de intensidade, indicada para análise espacial) foram utilizados os dados de quantidade produzida (t) e área plantada (ha) da cultura do feijão nos anos 2006, 2010 e 2014, obtidos junto ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), pela Produção Agrícola municipal - PAM.

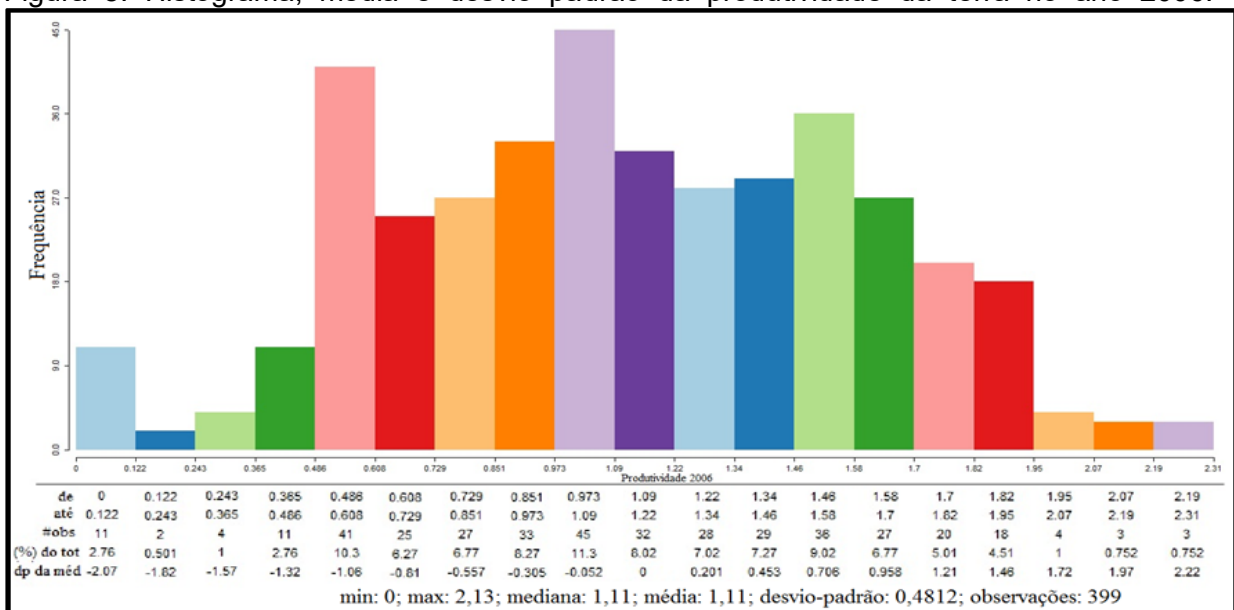
Para o zoneamento agrícola-climático foram utilizados os mapas do Instituto Agrônomo do Paraná IAPAR (2016). O zoneamento agrícola mostra as melhores épocas de semeadura, para cada tipo de solo em cada região do estado. Para análise dos dados utilizou-se o software gratuito GEODA.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise descritiva e univariada (*I* de Moran)

As Figuras 8, 9 e 10 apresentam os histogramas para a variável produtividade do feijão nos anos 2006, 2010 e 2014, respectivamente. Através destas é possível analisar os valores mínimos e máximos da produtividade em cada período, além da média, mediana e desvio padrão.

Figura 8: Histograma, média e desvio padrão da produtividade da terra no ano 2006.

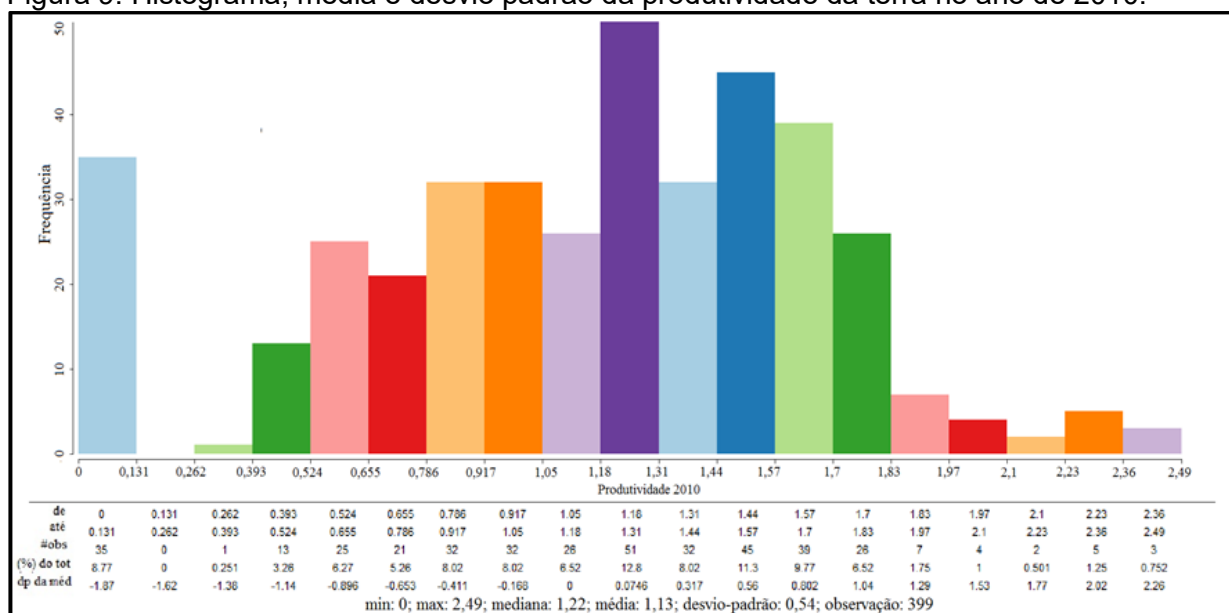


Fonte: Elaborado pelos autores (2016).

Conforme a Figura 8, a produtividade da cultura do feijão no ano 2006 variou entre 0 e 2,31, sendo a média do estado 1,12 com um desvio padrão de 0,48. Além disso, apenas três municípios apresentaram uma produtividade maior que 2,19, sendo estes Verê, Castro e Arapoti.

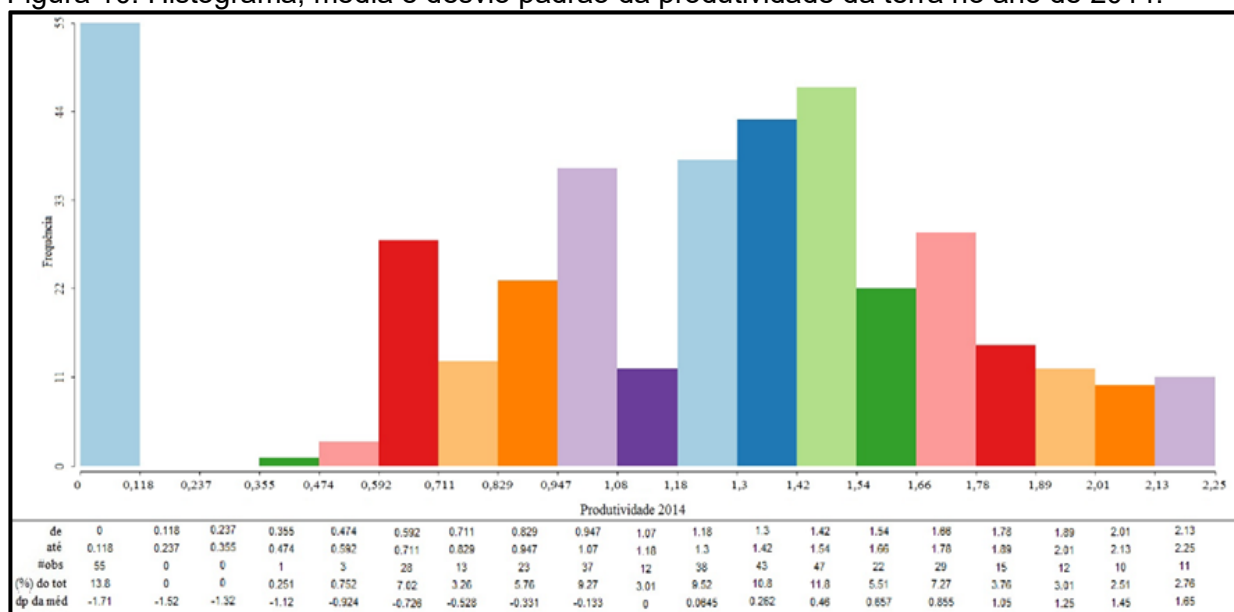
Já no ano 2010, através da Figura 9, é possível observar que a produtividade variou entre 0 e 2,49, sendo que a média da produtividade do estado aumentou para 1,14, com desvio padrão de 0,54. Por fim, no ano de 2014, a partir da Figura 10, evidencia-se que a produtividade variou de 0 a 2,25, com uma média de 1,15 e desvio padrão de 0,60. Em 2014, 8 municípios já apresentavam uma produtividade maior que 2,19, sendo eles Boa Esperança, Ventania, Araucária, Balsa Nova, Contenda, São João do Triunfo, Palmeira e Porto Amazonas.

Figura 9: Histograma, média e desvio padrão da produtividade da terra no ano de 2010.



Fonte: Elaborado pelos autores (2016).

Figura 10: Histograma, média e desvio padrão da produtividade da terra no ano de 2014.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Partindo para a análise exploratória de dados espaciais (AEDE), especificamente a estatística I de Moran global, dispostas na Tabela 4 e Figura 11 (diagrama de dispersão de Moran), é possível notar que as estatísticas apresentaram autocorrelação espacial positiva, sendo significativas estatisticamente em todos os anos. Apesar disso, a autocorrelação parece estar diminuindo com o passar do tempo.

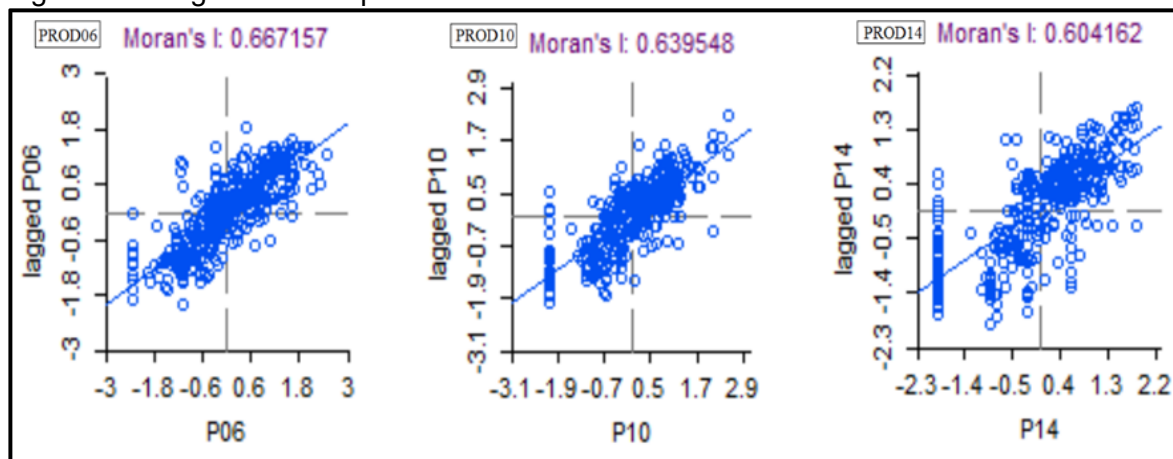
Tabela 4: I de Moran, Valor Esperado, Desvio Padrão e Pseudo-Valor P.

	I	VE	DP	Valor-p
PROD06	0,6686	-0,0025	0,0305	0,001
PROD10	0,6385	-0,0025	0,0308	0,001
PROD14	0,6088	-0,0025	0,0301	0,001

Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos dados do IBGE.

Nota¹: Pseudo-significância baseada em 999 permutações aleatórias.

Figura 11: Diagrama de dispersão de Moran.



Fonte: Elaborado pelos autores (2016).

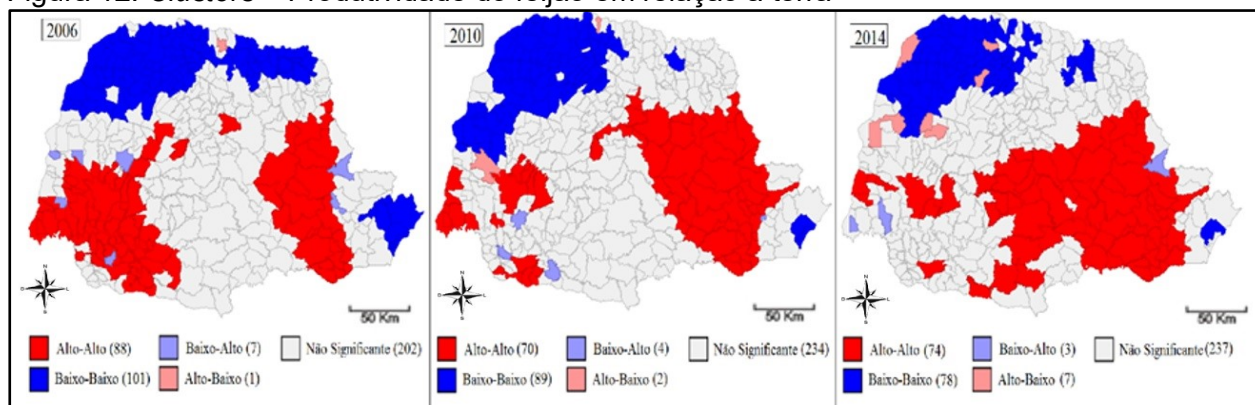
A Figura 12 apresenta os *clusters* da estatística LISA para a variável produtividade do feijão em relação à terra nos anos 2006, 2010 e 2014. É possível identificar que, de fato, há presença de autocorrelação espacial positiva, pois, a maioria dos *clusters* representados foram AA e BB. Além disso, nota-se que com o passar do tempo o estado diminui suas regiões BB gradativamente, assim como as regiões AA se comparado ao ano 2006 com 2014.

Nota-se, ainda, que em 2006 as regiões BB se estendem do Noroeste ao Norte Pioneiro passando pelo Norte Central paranaense, concentrando-se também na Região Metropolitana de Curitiba. Com o passar dos anos, os *clusters* BB ficam mais concentrados na região Noroeste paranaense. Já em relação aos *clusters* AA, perdem-se grande parte dos *clusters* registrados mais à Oeste do estado, em contrapartida, há um grande efeito transbordamento do Leste ao Centro. Assim, em 2014, os *clusters* se localizaram principalmente nas regiões Sudeste, Centro Oriental e Centro Sul paranaense.

Cabe mencionar ainda que a região Noroeste Paranaense é composta por 61 municípios. Possivelmente, os *clusters* BB da região advêm do fato de que essa região, de acordo com o zoneamento agrícola, é apta apenas à terceira safra, ou de “outono/inverno”, de menor importância em relação à produção (CTSBF, 2012).

Por sua vez, as regiões Sudeste, Centro Oriental e Centro Sul paranaense são compostas por 21, 14 e 24 municípios, respectivamente e apresentaram *clusters* AA de produtividade. Mais uma vez, a explicação para a caracterização dos *clusters* advêm do zoneamento Agrícola. As três regiões estão aptas para a primeira e segunda safra, as mais importantes em relação à produção nacional. Assim, municípios que apresentam questões técnicas favoráveis (solo, clima) tanto à primeira quanto para a segunda safra, tendem a apresentar uma maior produtividade em relação à terra para a cultura do feijão.

Figura 12: *Clusters* – Produtividade do feijão em relação à terra



Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos dados do IBGE e IPEA (2016).

Desta forma, obter métodos produtivos que privilegiem a terceira safra e assim, seus municípios pode favorecer uma melhor oferta do produto e conduzir preços mais estáveis durante o ano, diminuindo por exemplo, custos elevados com transporte para se buscar o produto em outros estados, ou até mesmo os déficits na balança do produto. O simples fato de o produto ser o principal componente da dieta alimentar dos menos favorecidos, como destacado por Carneiro e Parré (2005), já justifica a busca pelo aumento da produtividade da terceira safra.

Análise bivariada

Através da estatística *I* de Moran bivariada, assim como pelo diagrama de dispersão bivariado é possível realizar a análise da autocorrelação espacial em um determinado período de tempo. De acordo com o resultado do *I* de Moran da Tabela 5, assim como pela Figura 13, observa-se que há uma autocorrelação espacial temporal positiva, ou seja, regiões com alta produtividade no ano de 2014 eram rodeadas por regiões com alta produtividade no ano de 2006, da mesma forma que regiões com baixa produtividade no ano de 2014 eram rodeadas por regiões de baixa produtividade em 2006.

Tabela 5: *I* de Moran, Valor Esperado, Desvio Padrão e Pseudo-Valor P da análise Bivariada.

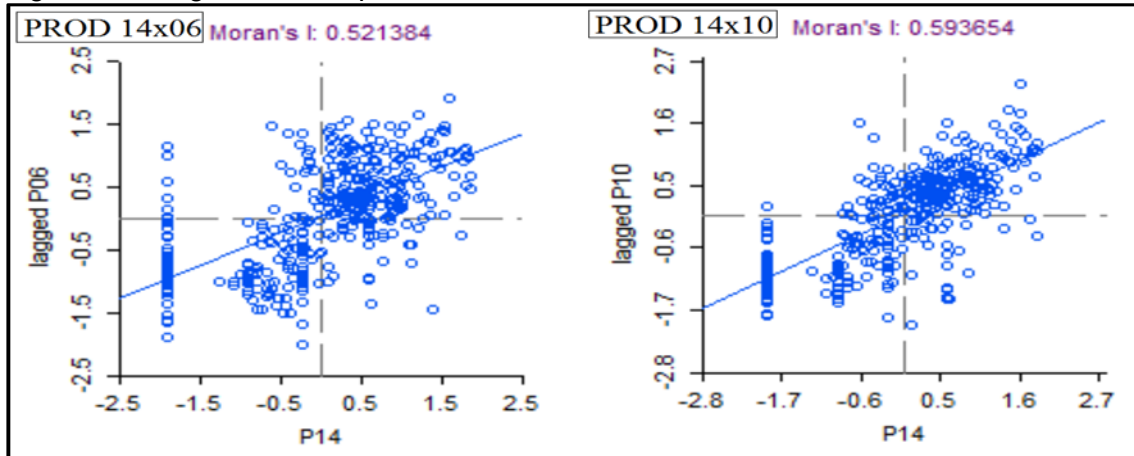
	<i>I</i>	VE	DP	Valor-p
PROD14x PROD06	0,5226	-0,0025	0,0240	0,001
PROD14x PROD10	0,5945	-0,0025	0,0264	0,001

Elaborado pelos autores a partir dos dados do IBGE.

Nota: Pseudo-significância baseada em 999 permutações aleatórias.

De acordo com Perobelli et al. (2007) uma autocorrelação espacial temporal positiva é coerente com o que a teoria prediz, visto que a produtividade média agrícola depende de diversos fatores, como por exemplo, o avanço tecnológico, pesquisa e inovação agrícola, que tem por características a cumulatividade e a dispersão no tempo e espaço. Indicando ainda que em posterior tratamento econométrico, seja necessária a inclusão de uma inércia temporal e espacial.

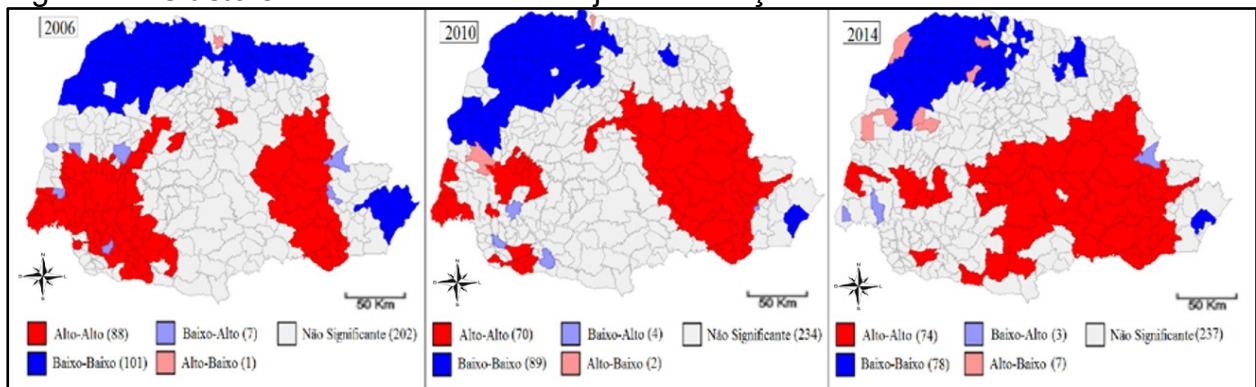
Figura 13: Diagrama de dispersão de Moran.



Fonte: Elaborado pelos autores.

A partir da estatística Lisa disposta na Figura 14, é possível verificar os *clusters* de produtividade da cultura no ano de 2014, em relação aos anos de 2010 e 2006 defasados espacialmente. Nota-se, ainda, que quando analisada a produtividade em 2014 com a produtividade em 2006, as regiões com os *clusters* se aproximam da análise univariada de 2006, o mesmo acontece com a análise do ano 2014 com o ano 2010. Dessa forma, nota-se que o tempo exerce considerável influência na disposição espacial sendo que estes apresentam certo nível de inércia (mesmo que tenham ocorrido efeitos de transbordamento e desaparecimento de *clusters*), ou seja, grande parte das regiões com alta ou baixa produtividade em 2014, também apresentava alta/baixa produtividade nos anos anteriores nos municípios vizinhos dado que os fatores edafoclimáticos e características da terra favorecem o plantio de feijão nestas áreas.

Figura 14: *Clusters* – Produtividade do feijão em relação à terra



Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos dados do IBGE e IPEA (2016).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho mostra a importância econômica da cultura do feijão no Paraná. Além disso, foi possível analisar a distribuição da produtividade do feijão em relação à terra no estado. Dos dados descritivos, foi possível afirmar que a média da produtividade está aumentando, mesmo que não acompanhe o aumento de culturas destinadas à exportação.

Da análise espacial, observou-se que com o passar do tempo, *clusters* AA se concentraram, nas regiões favoráveis à semeadura na primeira e segunda safra, em 2014 essas regiões foram: Sudeste, Centro Oriental e Centro Sul paranaense. Por sua vez, os *clusters* BB passaram a se concentrar nas regiões favoráveis à terceira safra, sendo representado em 2014, principalmente pela região Noroeste paranaense.

Ainda assim, a terceira safra é importante para abastecer o mercado com o produto e manter os preços mais estáveis durante o ano, sendo necessários mecanismos para aumentar a produtividade nessas regiões. A demanda do feijão é relativamente constante durante o ano, assim se a produtividade do estado é menor nas regiões pertencentes à terceira safra, o Paraná precisará trazer o produto de outros estados para compensar a queda de produção/produtividade, ou depender de estoques/importação.

Por fim, os resultados da análise bivariada inferem que os dados apresentam autocorrelação espacial temporal, ou seja, o tempo também influencia a estrutura dos dados. Nesse caso, os municípios com alta/baixa produtividade em 2014 estavam cercados por municípios com alta/baixa produtividade em 2006 e 2010, já que o *I* de Moran foi maior que o valor esperado. A autocorrelação espacial temporal positiva está de acordo com a teoria, já que a produtividade agrícola depende de fatores cumulativos.

Para pesquisas futuras, recomenda-se estudar o efeito dessa produtividade sobre os rendimentos de agricultores pertencentes à agricultura familiar no Paraná, assim como a influência de órgãos de pesquisa e extensão sobre o aumento da produtividade da cultura no estado. Outro relevante objetivo para a futura continuidade deste trabalho é analisar a produtividade do feijão, por safra, ampliando os resultados deste importante problema de pesquisa.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, E. **Econometria Espacial**. Campinas–SP. Alínea, 2012.

ALMEIDA, E. S.; PEROBELLI, F. S.; FERREIRA, P.G. Existe convergência da produtividade agrícola espacial no Brasil? **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 46, p. 31-52, 2008.

ANSELIN, L. Interactive techniques and exploratory spatial data analysis. LONGLEY, P.A, GOODCHILD, M. F.; MAGUIRE, D.J.; WIND, D. W. (eds). **Geographical information system: principles, techniques, management and applications**. Wiley: New York. p 253-365, 1998.

ANSELIN, L. Local Indicators of Spatial Association – LISA. **Geographical Analysis**, 27, n.2, p. 93-115, 1995.

BINOTTI, F. F; HAGA, K. I; CARDOSO, E. D; ALVES, C. Z; SÁ, M; ARF, O. Efeito do período de envelhecimento acelerado no teste de condutividade elétrica e na qualidade fisiológica de sementes de feijão. **Acta Scientiarum. Agronomy (Online)**, v. 30, p. 247-254, 2008.

CARNEIRO, P. T. V. M.; PARRÉ, J. L.. A importância do setor varejista na comercialização de feijão no Paraná. **Revista de Economia e Agronegócio**, Viçosa, v. 3, n.2, p. 277-298, 2005.

CLEMENTE, A. M. **Utilização da estatística espacial para analisar a dinâmica do feijão e da soja no Brasil, entre os anos de 1990 a 2013**. 2015. xiv, 52 f., il. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade de Brasília, Brasília, 2015.

CLIFF, A. D.; ORD, J. K. **Spatial processes: Models & applications**. London: Pion, 1981.

COMISSÃO TÉCNICA SUL-BRASILEIRA DE FEIJÃO (CTSBF). Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina. Informações técnicas para o cultivo de feijão na Região Sul brasileira: EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO RURAL DE SANTA CATARINA. 2. Ed. Florianópolis: Gerência de Marketing e Comunicação (gmc), 157p. 2012.

CORTEZ, J. W.; FREDDI, O. S; FURLANI, C. E. A; SILVA, R. P. Influência da profundidade de semeadura e da carga vertical na roda compactadora no desenvolvimento da cultura do feijão. **Engenharia na Agricultura**, v. 16, p. 27-38, 2008.

[DINIZ, S. S.](#); CAMARA, M. R. G.; MASSAMBANI, M. O.; ANHESINI, J. A. R. ; SESSO FILHO, U. A.. **Análise Espacial da Produtividade da Laranja dos Municípios do Estado de São Paulo: 2002-2010**. 2012. (Apresentação de Trabalho/Congresso).

FREDDI, O., CARVALHO, M. P; CENTURION, J. F; BARBOSA, G. F. Variabilidade espacial da produtividade do feijão em um latossolo vermelho distroférico sob preparo convencional e plantio direto. **Acta Scientiarum (UEM)**, Maringá, v. 27, p. 61-67, 2005.

Instituto Agrônomo do Paraná. Disponível em: <http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=1092>. Acesso em: 28 set. 2016.

LIMA, V. M. A.; CALDARELLI, C. E.; CAMARA, M. R. G. Análise do desenvolvimento municipal paranaense: uma abordagem espacial na década de 2000. **Economia e Desenvolvimento** (Santa Maria), v. 26, p. 1-19, 2014.

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Disponível em: http://www.agricultura.gov.br/arg_editor/file/zoneamento_agricola/portarias_uf/POR_T%20N%2071%20FEIJAO%201%20SAFRA%20PR.rtf. Acesso em: 25 set. 2016.

MONTANARI, R.; CARVALHO, M. P. ANDREOTTI, M; DALCHIAVON, F. C; LOVERA, L.H; HONORATO, M.A.O. Aspectos da produtividade do feijão correlacionados com atributos físicos do solo sob elevado nível tecnológico de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo (Impresso)**, v. 34, p. 1811-1822, 2010.

MONTANARI, R; NAGEL, P.L; LUZ, A. P; SILVA, E. N. S. REZENDE, I.S; SILVA, L. V; MACHADO, F.C; ROQUE, C. G. Correlação espacial e temporal de atributos físicos do solo com a produtividade do feijão em Chapadão do Sul - MS. **Agrarian** (Dourados. Online), v. 6, p. 289-302, 2013b.

MONTANARI, R; RODRIGUES, G.G; CARVALHO, M. P; DALCHIAVON, F. C; MACHADO, F.C; GONZÁLEZ, A. P. Atributos químicos de um Latossolo espacialmente relacionados com a produtividade e componentes de produção do

feijão em Selvíria (MS). **Revista de Ciências Agroveterinárias (UDESC)**, v. 12, p. 1-10, 2013a.

PEROBELLI, F. S.; ALMEIDA, E. S.; ALVIM, M. I. S. A; FERREIRA, P. G.. Produtividade do setor agrícola brasileiro (1991-2003): uma análise espacial. **Nova Economia** (UFMG), v. 17, p. 65-91, 2007.

PINHEIRO, M. A. **Distribuição espacial da agropecuária do estado do Paraná: um estudo da função de produção**. Maringá, 2007, 126p. Dissertação (Mestrado em Economia) – Universidade Estadual de Maringá.

ROSSE, L. N.; VENCOVSKY, R.. Modelo de regressão não-linear aplicado ao estudo da estabilidade fenotípica de genótipos de feijão no estado do Paraná. **Bragantia** (São Paulo), IAC, v. 59, n.1, p. 99-107, 2000.

SANTOS, P. A; CARVALHO, M. P; FREDDI, O. S. KITAMURA, A. E. FREITAG, E. E; VANZELA, L. S. Correlação linear e espacial entre o rendimento de grãos do feijoeiro e a resistência mecânica à penetração em um Latossolo Vermelho distrófico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 29, p. 287-295, 2005.

TOBLER, W. R. A computer movie simulating urban growth in the Detroit region, **Economic Geography**. V.46, p. 234–240, 1970.