

Chamada Especial Biocombustíveis

Análise Espacial da Produtividade de Óleo Vegetal para Produção de Biodiesel na Zona da Mata Mineira

Spatial Analysis of the Productivity of Vegetable Oil for the Production of Biodiesel in the
Zona da Mata Mineira

Rudolph Fabiano Alves Pedroza Teixeira
FCL/Car/UNESP

Eduardo Simões de Almeida
ESALQ/USP

Lourival Batista de Oliveira Júnior
PPGA/UFLA

Maria Isabel da Silva Azevedo Alvim
UFV

Artigo recebido em janeiro de 2008 e aprovado em setembro de 2008

Resumo

Desde o final da década de 1990 os combustíveis derivados da biomassa vêm ganhando importância crescente no cenário mundial. Por reduzir as emissões de CO₂ e promover o desenvolvimento regional, o biodiesel surge como uma alternativa economicamente viável. Dessa forma, este artigo avalia a produtividade de óleo vegetal na Zona da Mata Mineira para a produção de biodiesel nos anos de 2005 e 2006, por meio da análise exploratória de dados espaciais. Como forma de medir o potencial produtivo de óleo vegetal na mesorregião, calcula-se o teor de óleo vegetal presente em cada oleaginosa e depois são somados todos os teores para se obter o total de óleo vegetal. Foram identificados *clusters* para a plantação de oleaginosas tanto de baixa quanto de alta eficiência agrícola. Os resultados obtidos indicam a possibilidade de geração

significativa de empregos na maioria das microrregiões da Zona da Mata Mineira. Em função disso, observa-se que é altamente viável a plantação de oleaginosas para produção de biodiesel nessa mesorregião, criando condições para a valorização da agricultura familiar e combate às disparidades regionais.

Palavras-chave: agricultura familiar, desenvolvimento regional, óleo vegetal, biodiesel e análise exploratória de dados espaciais.

Abstract

Since the late 1990's vegetable oils have been conquering an increasing importance in the world. In virtue of reducing the CO2 emissions and promoting regional development, the biodiesel emerges as a viable alternative. Hence this article appraises the productivity of vegetable oil for the production of biodiesel in the Zona da Mata Mineira over the period 2005/2006, using the exploratory spatial data analysis. In order to measure the productive potential of vegetable oil at the regional level, one calculates the content of oil for each vegetable and these contents are summed up to obtain the total of vegetable oil. Clusters were identified for the production of vegetables both the high efficiency and low efficiency. The finding reveal the possibility of generating jobs in most regions within Zona da Mata Mineira. Hence one observes the plantation of vegetables for the production of biodiesel is highly viable in the Zona da Mata Mineira.

Key words: family agriculture, regional development, vegetable oil, biodiesel and exploratory spatial data analysis.

1 Introdução

Cada vez mais, a adoção de fontes de energia renovável vem convergindo para um consenso entre os países. A necessidade da utilização de combustíveis “limpos”, derivados da biomassa, é corroborada por inúmeros fatores de ordem ambiental, econômica e social (PARK, 2006).

A criação de um mercado internacional de biocombustíveis já é uma realidade, a elevação do preço do petróleo e as incertezas inerentes ao seu mercado, principalmente a contração das reservas mundiais dessa *commodity* e a crescente preocupação mundial com a questão ambiental formalizada através do Protocolo de Kyoto ratificam esse novo mercado (MAPA, 2006).

De extensão continental e com excelentes condições edafoclimáticas, o Brasil é visto com um enorme potencial para a produção de biomassa para finalidades químicas, energéticas e alimentares (LIMA, 2005). De acordo com Holanda (2004), o biodiesel surge como excelente opção, por ser um combustível obtido de fontes renováveis, a exemplo de óleos e gorduras de origem animal e vegetal, além de matérias graxas provenientes de esgotos. Biodegradável, não tóxico, e praticamente livre de enxofre e substâncias aromáticas e cancerígenas, recebe a classificação de “combustível ecológico”.

Em julho de 2003 foi criado por Decreto Presidencial o Grupo de Trabalho Interministerial – GTI para analisar a viabilidade da produção e uso do biodiesel no Brasil. Em dezembro do mesmo ano os trabalhos já haviam sido encerrados, tendo sido apuradas as seguintes medidas, necessárias à implementação de um programa de porte nacional:

- i) Promover a inclusão social dos pequenos agricultores familiares por meio da geração de emprego e renda no âmbito da cadeia produtiva do biodiesel (ACCARINI, 2006).
- ii) Focalizar o desenvolvimento regional baseado na agricultura da agro-energia, com base na agregação de valor das cadeias produtivas (MAPA, 2006).
- iii) Reduzir a chamada “petrodependência” por intermédio da redução das importações de diesel fóssil, permitindo a economia de divisas (LIMA, 2005).
- iv) Assegurar o incremento da participação do componente renovável na matriz energética brasileira (ACCARINI, 2006).
- v) Mitigar a emissão de poluentes e os custos relativos à saúde com o combate aos problemas respiratórios (PACHECO, 2004).
- vi) Ratificar o compromisso brasileiro com o Protocolo de Kyoto e captar recursos por meio dos créditos de carbono (MAPA, 2006).

Assim, em 6 de dezembro de 2004, foi lançado oficialmente o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB), que, em suas diretrizes, procura consolidar a inserção da agricultura familiar por intermédio da plantação de oleaginosas como forma de combater as disparidades regionais e, desta maneira, conseguir levar regiões decadentes ao desenvolvimento econômico sustentável, pautado na geração de emprego e renda no setor agropecuário (ABRAMOVAY & MAGALHÃES, 2007; MAPA, 2006). A Zona da Mata Mineira parece se enquadrar no

escopo do PNPB, na medida em que necessita resgatar o seu dinamismo econômico e possui forte potencial no que tange ao desenvolvimento de sua agricultura familiar.

A mesorregião Zona da Mata Mineira possui uma área de 35.229 km², o que equivale a 6% do território de Minas Gerais e é composta por 142 municípios, agregados em sete microrregiões, a saber: Ponte Nova (18 municípios), Manhuaçu (20 municípios), Viçosa (20 municípios), Ubá (17 municípios), Juiz de Fora (33 municípios) e Cataguases (14 municípios).

Em termos gerais, a Zona da Mata de Minas Gerais, entre 1999 e 2003, exibiu uma forte decadência econômica tanto em termos absolutos quanto em termos relativos ao Estado de Minas Gerais, assim como ficou constatada uma clara tendência de empobrecimento absoluto da Zona da Mata, pois, com exceção do PIB de Serviços (2,7%), todos os demais, PIB Agropecuário (-16,7%), PIB da Indústria (-7,3%) e PIB por Habitante (-8,6%) apresentaram crescimento negativo no período 1999-2003. Salienta-se ainda que o PIB da Zona da Mata de 1999 até 2003 decresceu 5,22%, ao passo que o PIB de Minas Gerais cresceu 9,93% no mesmo período (RESENDE FILHO & OLIVEIRA JR., 2006).

Para o Banco Desenvolvimento de Minas Gerais (BDMG, 2002), o PIB Agropecuário da Zona da Mata tem apresentado decréscimos porque essa mesorregião possui solos com fertilidade natural muito baixa¹, deficiência de assistência técnica, produtores em situação financeira precária e produtividade agrícola baixa,

Esses fatores se coadunam com as principais motivações do PNPB, que se encontram no desenvolvimento regional e na valorização da agricultura familiar de pequena escala. Os benefícios ambientais e a inclusão social são estímulos mais que suficientes para justificar uma análise da produtividade média de óleo vegetal na Zona da Mata Mineira para a produção de biodiesel a partir das diretrizes do PNPB.

A metodologia empregada neste artigo utiliza-se de técnicas de análise exploratória de dados espaciais (AEDE), sendo útil para revelar padrões de associação espacial (*clusters*), ou seja, localizar agrupamentos locais que revelem a concentração ou a dispersão geográfica dos níveis de produtividade ao longo dos municípios que compõem a Zona da Mata Mineira.

2 Referencial Teórico

A econometria espacial difere da econometria convencional, como descrita na maioria dos livros-texto, porque leva em consideração os chamados efeitos espaciais na especificação, na estimação, no teste de hipótese e na previsão de modelos, com dados em corte cruzado ou em painel. Na presença desses efeitos espaciais, os resultados proporcionados pela análise econométrica convencional tornam-se inválidos.

A diferença entre a econometria espacial e a econometria convencional concentra-se na preocupação de se incorporar na modelagem o padrão da interação sócio-econômica entre os agentes num sistema, assim como as características da estrutura desse sistema no espaço. Essas interações e as características estruturais – que podem ser instáveis no espaço – geram efeitos espaciais em vários processos de várias naturezas, e não apenas de cunho econômico (ANSELIN, 2003; ANSELIN, 1988; ANSELIN e BERA, 1998).

De modo geral, todo processo que se dá no espaço está sujeito à chamada Lei de Tobler, também conhecida como a Primeira Lei da Geografia, cujo enunciado pode ser estabelecido da seguinte forma: "tudo depende de todo o restante, porém o que está mais próximo depende mais do que aquilo que está mais distante". A Lei de Tobler destaca, com isso, o papel da proximidade para o estabelecimento da interação espacial entre os fenômenos. Como a dependência está muito ligada à interação espacial, é importante definir o que se entende por este conceito. De acordo com Odland (1988, p. 13), "a interação espacial, que é o movimento de bens, pessoas ou informação através do espaço, significa que eventos ou circunstâncias num lugar podem afetar as condições em outros lugares se os lugares interagem entre si".

A dependência espacial significa, por sua vez, que o valor de uma variável de interesse numa certa região i , digamos y_i , depende do valor dessa variável nas regiões vizinhas j (y_j). É possível destacar três fontes primárias de dependência espacial: uma relacionada a uma variedade de processos de interação espacial, a saber, processo de difusão espacial (difusão tecnológica, por exemplo), a troca de mercadorias entre as regiões (comércio), o comportamento estratégico (interdependência dos agentes nas regiões) e a dispersão ou espraiamento (a fronteira agrícola, por exemplo).

Uma outra vinculada a erros nos dados espaciais, ocasionada pela falta ou baixa correspondência entre o escopo do fenômeno em estudo e o zoneamento das unidades espaciais (distritos, municípios, microrregiões etc.) com respeito aos dados (ANSELIN, 1988). E, finalmente, uma outra com respeito a erros de especificação do modelo. Pode-se denominar a primeira fonte como sendo autêntica e as duas outras como sendo espúrias.

Não é difícil de perceber que a agricultura é muito sensível aos efeitos espaciais. O desenvolvimento das culturas agrícolas através do espaço é heterogêneo, pois depende de diferentes técnicas de produção, condições de climas, solo e topografia. Por outro lado, os efeitos de interdependência entre diferentes regiões produtoras manifestam-se de diversas formas, tais como ordenação geográfica dos dados, difusão espacial de certos fenômenos que influenciam os vizinhos, processos de competição espacial no âmbito da expansão da fronteira agrícola ou na formação de cinturões agrícolas.

3 Procedimentos Metodológicos

Para que se possa determinar a distribuição espacial da produtividade média de óleo vegetal para a produção de biodiesel através do enfoque do PNPB, é necessária a utilização de técnicas de análise exploratória de dados espaciais (AEDE), como forma de estudar a dependência espacial entre as variáveis (ALMEIDA, 2007a).

Conforme destacam Perobelli *et al.* (2006), a análise exploratória de dados espaciais está baseada em aspectos espaciais da base de dados, tratando diretamente de dependência espacial (*i.e.* associação espacial) e heterogeneidade espacial. Em suma, a finalidade da AEDE é caracterizar a distribuição espacial, os padrões de associação espacial (*clusters* espaciais), verificar a ocorrência de diferentes regimes espaciais ou outras formas de instabilidade espacial (não-estacionariedade) e identificar observações atípicas (*i.e.* *outliers*).

Para que a AEDE seja implementada de maneira eficiente é necessária à utilização de variáveis intensivas ou espacialmente densas, já que variáveis absolutas podem induzir a enganos

na análise. A utilização do total de observações em números absolutos de um fenômeno não é aconselhável, tendo em vista que estes atributos podem estar correlacionados com variáveis de escala, o que geraria correlações espaciais espúrias (ANSELIN, 2005).

De acordo com Gonçalves (2005, p. 411): "*métodos convencionais, como regressões múltiplas e inspeção visual de mapas, não são formas mais adequadas de lidar com dados georeferenciados, pois não são confiáveis para detectar agrupamentos e padrões espaciais significativos.*" Assim, a AEDE é o método mais indicado para se obter medidas de autocorrelação espacial global e local, observando a influência dos efeitos espaciais por intermédio de instrumentos quantitativos e não pelo "olho humano" (ANSELIN, 1998; ANSELIN, 1995).

Para se mensurar a autocorrelação espacial global é utilizado o *I* de Moran global univariado e também sua versão multivariada. Já para se obter medidas de autocorrelação espacial local, são utilizados os indicadores LISA, representados pelo mapa de *clusters* em suas versões tanto univariadas como multivariadas.

3.1 Autocorrelação Espacial Global Univariada

Em um estudo de AEDE a primeira condição a ser satisfeita refere-se ao teste da hipótese nula, em que, os dados espaciais são distribuídos aleatoriamente. O que significa que atributos de uma região não dependem dos valores desse atributo em regiões vizinhas (ALMEIDA, 2007a).

Um coeficiente de autocorrelação descreve um conjunto de dados que está ordenado em uma determinada frequência, assim um coeficiente de autocorrelação espacial descreve um conjunto de dados que está ordenado em uma seqüência espacial. Almeida (2007a, p. 6) ainda destaca que "*qualquer coeficiente de autocorrelação espacial pode ser construído pela razão de uma medida de autocovariância e uma medida de variação total dos dados*".

Uma forma de calcular a autocorrelação espacial é por meio do *I* de Moran. Essa é uma estatística que fornece de maneira formal o grau de associação linear entre os vetores de valores observados em um tempo t (z_t) e a média ponderada dos valores dos seus vizinhos, ou as defasagens espaciais (W_{zt}) como são mais conhecidos na literatura. Valores do *I* de Moran maiores ou menores do que o valor esperado $E(I) = -1/(n-1)$ revelam autocorrelação espacial positiva ou negativa, respectivamente (ALMEIDA et al., 2005; ALMEIDA, 2007a; PEROBELLI et al. 2005).

Os valores dessa estatística variam entre -1 e $+1$, onde -1 representa um coeficiente de correlação linear perfeitamente negativa e $+1$ representa um coeficiente de correlação linear perfeitamente positiva (ANSELIN, 1995). Para Perobelli et al (2006), essa estatística pode ser representada através da seguinte notação matricial:

$$I_t = \left(\frac{n}{S_0} \right) \left(\frac{Z_t' W Z_t}{Z_t' Z_t} \right) \quad (1)$$

na qual $t = \{1, 2, \dots, n\}$.

Nessa equação, z_t é o vetor de n observações para o ano t na forma de desvio em relação à média. W é a matriz de pesos espaciais, que segundo, Haddad e Pimentel (2004 p. 26), pode ser

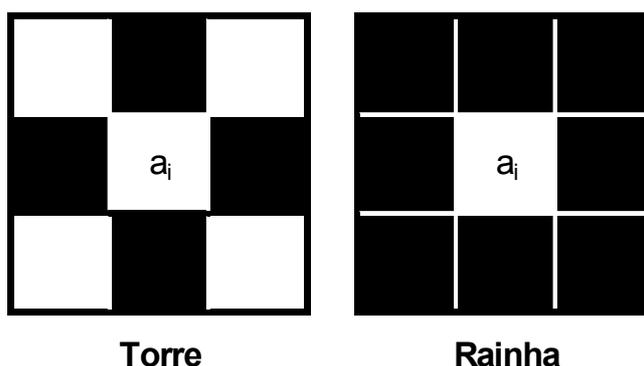
definida como uma matriz quadrada em que: "cada célula a_{ij} indica relação existente entre a região i e j em um sistema de n regiões. A célula a_{ij} é nula no caso das regiões não serem vizinhas, caso contrário o valor passa a ser 1".

A matriz de pesos espaciais quando é normalizada na linha, isto é, quando a soma dos elementos da linha é igual a 1, fornece a expressão (1) da seguinte forma:

$$I_t = \left(\frac{Z_t' W Z_t}{Z_t' Z_t} \right) \quad (2)$$

A literatura registra diversos modos de se construir a matriz de pesos espaciais, mas os dois mais utilizados são a Rainha (*Queen*) e a Torre (*Rook*), (figura 1). A matriz Rainha considera vizinhas duas regiões que apresentem fronteiras comuns, além dos nós (vértices) comuns. Já a matriz Torre, por definição, é mais simples, considerando vizinhas apenas as regiões que possuam uma fronteira comum (HADDAD & PIMENTEL, 2004).

Figura 1. Exemplos de Regiões Vizinhas em cada Tipo de Matriz



Fonte: Elaboração dos autores.

Anselin (1995) considera que o I de Moran, por ser uma medida de associação espacial global, não é capaz de revelar padrões de associação espacial local. Para isso, existem duas ferramentas capazes de detectar esse tipo de padrão, o diagrama de dispersão de Moran e os indicadores locais de associação espacial – LISA².

3.2 Diagrama de Dispersão de Moran

Segundo Almeida *et al.* (2005), o diagrama de dispersão de Moran é uma representação do coeficiente de regressão linear, mediante um gráfico de duas variáveis z e Wz , na qual o coeficiente da inclinação da curva de regressão é dado pela estatística I de Moran. A inclinação da curva é obtida pela regressão de Wz contra z e esta inclinação fornece o grau de ajustamento.

O diagrama de dispersão de Moran (figura 2) é dividido em quatro quadrantes. Estes quadrantes correspondem a quatro padrões de associação espacial local entre determinadas regiões e seus respectivos vizinhos (ALMEIDA, 2007b).

O primeiro quadrante, conhecido como Alto-Alto (AA), localiza-se na parte superior direita e representa regiões que possuem valores acima da média para uma determinada variável cercada por regiões que também possuam valores acima da média para esta variável.

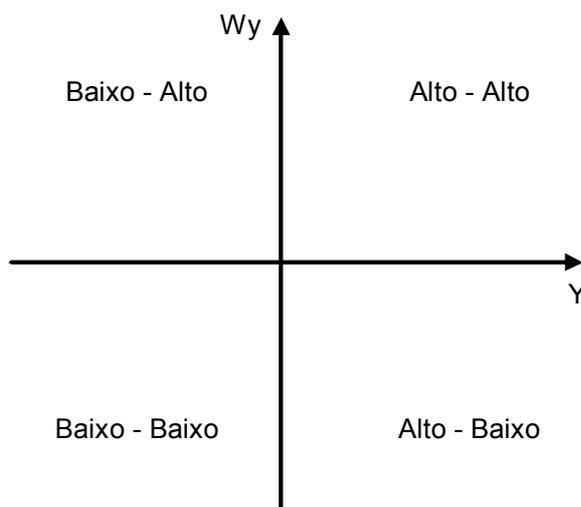
O segundo quadrante, denominado como Baixo-Alto (BA), localiza-se na parte superior esquerda e é constituído por regiões que apresentam baixos valores para a variável de interesse, rodeadas por regiões que possuem elevado valor para essa mesma variável.

O terceiro quadrante, classificado como Baixo-Baixo (BB), está localizado na parte inferior esquerda e indica regiões que possuem baixos valores para a variável em análise, cercadas por regiões de também baixo valor para a mesma variável.

O quarto e último quadrante, conhecido como Alto-Baixo (AB), encontra-se localizado na parte inferior direita e revela regiões que possuem valores acima da média para a variável de interesse, cercadas por regiões que possuem valores abaixo da média para a mesma variável.

Como destacam Perobelli *et al.* (2006), as microrregiões que apresentam padrões de associação espacial positiva AA e BB, formam *clusters* de valores similares, ao passo que microrregiões de padrões BA e AB apresentam associação espacial negativa.

Figura 2. Exemplo de Diagrama de Dispersão do *I* de Moran



Fonte: Elaboração dos autores.

3.3 Indicadores Locais de Associação Espacial (LISA)

Os indicadores LISA indicam 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 e b) o somatório dos indicadores

LISA, em todas as regiões, deve ser proporcional ao indicador de autocorrelação espacial global. Dessa maneira, os indicadores LISA podem ser representados por intermédio da seguinte equação:

$$I_{i,t} = \frac{(x_{i,t} - \mu_t)}{m_0} \sum_j w_{i,j} (x_{i,t} - \mu_t) \text{ com } m_0 = \frac{(x_{i,t} - \mu_t)^2}{n} \quad (3)$$

na qual $x_{i,t}$ é a observação de uma variável de interesse na região i para o ano t , μ_t é a média das observações entre as regiões para o ano t , no qual, o somatório em relação a j é tal que somente os valores vizinhos de j são incluídos.

De acordo com Anselin (1995), a estatística LISA é usada para 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 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.

Já para se calcular a existência de autocorrelação entre uma dada variável observada em uma região, e uma outra variável observada em uma região vizinha, é requerida a adoção do I de Moran global multivariado. Essa estatística fornece de maneira formal o grau de relacionamento entre as duas variáveis.

3.4 Autocorrelação Espacial Global Multivariada

A estatística I de Moran também pode ser utilizada para calcular o grau de interação entre duas variáveis distintas. Conforme enfatiza Almeida (2007a), a idéia central é descobrir se valores de uma determinada variável em uma região guardam relação com valores de uma outra variável em regiões vizinhas.

O coeficiente do I de Moran multivariado, com a matriz W já normalizada na linha, é dado pela seguinte equação:

$$I_{k,l} = \frac{Z_k' W Z_l}{n} \quad (4)$$

Com n representando o número de observações e W a matriz de pesos espaciais. A soma dos quadrados no denominador é constante e igual a n independente de z_k ou de z_l (RIGOTTI e VASCONCELLOS, 2005).

O diagrama de dispersão de Moran multivariado segue o mesmo padrão de análise do diagrama de dispersão de Moran univariado, só que no primeiro o eixo das ordenadas é representado por Wx , que é a variável x defasada para os vizinhos confrontada com a variável y no eixo das abscissas (ALMEIDA, 2007a).

Existem, também, algumas maneiras de se expressar a existência de autocorrelação multivariada em termos locais. Contudo, como forma de manter o estudo homogêneo, será utilizado o *I* de Moran local multivariado ou bivariado.

3.5 Autocorrelação Espacial Local Multivariada

De acordo com Anselin *et al.*, (2003, p. 7), o *I* de Moran local multivariado "dá uma indicação do grau de associação linear (positiva ou negativa) entre o valor para uma variável em uma dada locação *i* e a média de uma outra variável nas locações vizinhas". A estatística *I* de Moran local multivariado é dada pela equação³:

$$I_{k,l} = \frac{Z'_k W_{z,l}}{n} \quad (5)$$

O indicador local de associação espacial (LISA) fornece o grau de autocorrelação espacial, estatisticamente significativo, em cada unidade regional (HADDAD e PIMENTEL, 2004). Destarte, como destaca Almeida (2007a), pode-se mapear os valores do *I* de Moran local bivariado estatisticamente significativos, gerando um mapa de significância bivariado do *I* de Moran Local.

Após explicar a base teórico/metodológica utilizada nesse estudo, são detalhados a seguir, os procedimentos realizados, bem como, o cálculo de estimativas de geração de emprego e produtividade média de óleo vegetal na Zona da Mata Mineira.

4 Base de Dados

Conforme foi destacado, foi utilizada a produtividade média de óleo vegetal (quilogramas por hectare) de maneira a respeitar a literatura sobre o assunto que enfatiza a utilização de variáveis intensivas.

Este estudo fez uso do software GEODATA ANALYSIS (GeoDa) e da base de dados da Pesquisa Agrícola Municipal, gerada por meio do SIDRA (Sistema IBGE de Recuperação Automática: www.sidra.ibge.gov.br), do qual se extraíram informações referentes ao setor agrícola.

Dessa maneira, pretendeu-se mensurar, de modo mais coerente, a efetiva participação da agricultura familiar na plantação de oleaginosas na Zona da Mata Mineira, com o enfoque na produção de biodiesel, seguindo as diretrizes do PNPB.

Os dados utilizados referem-se ao agregado da produtividade média das oleaginosas plantadas na mesorregião Zona da Mata Mineira pela agricultura familiar, para os anos de 2005 e 2006, isto é, logo após a implementação do PNPB, que se deu em dezembro de 2004.

As oleaginosas utilizadas constam na tabela 1, a saber: a soja⁴, o milho, o maracujá⁵, a mamona, o coco-da-baía⁶, o café⁷ e o abacate⁸. Para uma implementação mais coerente com o objetivo deste estudo, procedeu-se da seguinte maneira:

- i) Primeiro a produtividade média de cada oleaginosa foi multiplicada pelo seu percentual médio de óleo vegetal, como forma de fornecer o potencial médio de geração de óleo vegetal total para cada oleaginosa na região considerada.
- ii) Após isso, somaram-se todos os resultados encontrados para cada oleaginosa como forma de obtermos uma medida global de produtividade média para cada ano.
- iii) Multiplicou-se esse valor pelo percentual médio da participação da agricultura familiar⁹ no setor agrícola.
- iv) E, por último, foi calculado o logaritmo das duas variáveis resultantes.

Tabela 1. Produtividade Total Média de Óleo Vegetal por Oleaginosa na Zona da Mata Mineira¹⁰.

Microrregião/Ano	Oleaginosas (Produtividade Total Média da Agricultura Familiar)															
	Abacate		Café		Coco-da-baía		Mamona		Milho		Soja		Maracujá		Total	
	2005	2006	2005	2006	2005	2006	2005	2006	2005	2006	2005	2006	2005	2006	2005	2006
Ponte Nova	0	0	316	323	15742	19507	0	0	1484	816	169	101	777	815	18488	21562
Manhuaçu	418	1463	612	564	9753	15914	926	0	1675	1111	0	0	586	581	13970	19633
Viçosa	0	0	539	544	0	0	0	0	1709	1586	0	0	1502	1502	3750	3632
Muriaé	1129	1129	452	473	14960	25239	699	766	1415	1318	0	0	878	1515	19533	30440
Ubá	293	293	369	374	31519	35100	0	0	1546	1404	0	0	1935	1935	35662	39106
Juiz de Fora	2571	2403	440	402	24084	22672	0	0	2781	2477	0	0	586	908	30462	28862
Cataguases	878	2090	280	290	82654	82654	0	0	1090	855	0	0	1273	1655	86175	87544
Total	5289	7378	3008	2970	178712	201086	1625	766	11700	9567	169	101	7537	8911	208040	230779

Fonte: Elaboração dos autores a partir da Pesquisa Agrícola Municipal do IBGE.

Para se estimar a geração de emprego nessa mesorregião com a plantação de oleaginosas voltadas para a produção de biodiesel, levando-se em consideração as orientações do PNPB, foram utilizados dados extraídos de Holanda (2004). Para o autor, 600 mil hectares plantados para a produção de biodiesel têm potencial de geração de 250 mil empregos. Dessa maneira, pode-se calcular o efeito multiplicador na geração de emprego na Zona da Mata Mineira.

No ano de 2005, poderiam ter sido gerados mais de 120 mil novos postos de trabalho através da agricultura familiar, com a plantação de oleaginosas na região, na medida em que, foram plantados mais de 288 mil hectares. Já no ano de 2006 poderiam ter sido gerados quase 116 mil novos empregos, com mais de 278 mil hectares plantados.

A queda no potencial de geração de emprego de 2005 para 2006, em termos absolutos, não retrata adequadamente a realidade, pois apenas a área plantada total foi considerada nesses cálculos, sendo importante também se levar em conta a produtividade média. Para se ter idéia, de acordo com a tabela 1, a produtividade média total em 2005 foi de mais 208 mil litros de óleo vegetal por hectare, enquanto no ano de 2006 esse valor aumentou para quase 231 mil litros de óleo por hectare.

Isso significa que a mesorregião Zona da Mata Mineira possui potencial para a geração de emprego e renda, tanto pelo lado do incremento da área cultivada, como pelos ganhos de escala

proporcionados pela especialização e alocação eficiente dos fatores de produção (aumento da produtividade).

Em termos comparativos, a Zona da Mata possui uma produtividade média de óleo vegetal muito superior à média nacional para quase todas as oleaginosas consideradas no estudo. A única oleaginosa que possui valores próximos aos da média nacional é a soja.

A produtividade média nacional de óleo vegetal derivado da soja foi de quase 157 litros por hectare em 2005 e de aproximadamente 167 litros por hectare em 2006. Na Zona da Mata Mineira, essas quantias foram de 169 litros por hectare em 2005 e de 101 litros por hectare em 2006, isto é, o potencial da produtividade média de óleo vegetal da soja nessa mesorregião em 2005 foi de quase 1,08 vezes a média nacional, ao passo que, em 2006, a mesma produtividade média apresentou decréscimo atingindo pouco mais de 0,6 vezes a média nacional.

Entretanto, isso pode ser considerado um caso isolado, tendo em vista que, todas as demais oleaginosas da tabela 1, apresentam uma produtividade média de óleo vegetal muitas vezes superior à média nacional. O caso mais discrepante é o do milho, que fornece uma produtividade média nacional de óleo vegetal de 197,6 litros por hectare em 2005 e de quase 220 litros por hectare em 2006. Na Zona da Mata, essas quantias atingem o valor de 11.700 litros por hectare em 2005 e de 9.567 litros por hectare em 2006, o que revela que a produtividade média do óleo de milho na Zona da Mata Mineira foi de quase 154 vezes a média nacional para 2005 e de aproximadamente 114,5 vezes a média nacional para 2006.

A longo prazo, com a efetiva implementação do PNPB a partir do aquecimento da demanda por biodiesel, tendo em vista a redução dos combustíveis não renováveis, espera-se que tanto a produtividade média por hectare, como a área total plantada das oleaginosas aumente, não só na Zona da Mata Mineira, mas em todo o país.

Dessa maneira para se avaliar o potencial gerador de biodiesel na Zona da Mata Mineira, assim como o comportamento da distribuição espacial dos principais municípios produtores de oleaginosas na mesorregião, foi realizada uma análise espacial para a produtividade média de óleo vegetal na Zona da Mata Mineira para os anos de 2005 e 2006.

5 Análise dos Resultados

Para a análise espacial da produtividade média de óleo vegetal na Zona da Mata Mineira voltada para produção de biodiesel, foi utilizada a análise exploratória de dados espaciais (AEDE), como exposto anteriormente.

O uso desse ferramental permite que seja observada tanto a tendência de associação global das variáveis, através do *I* de Moran global, bem como, padrões de associação local (*clusters*), através dos indicadores (LISA), diagrama de dispersão de Moran e mapa de *clusters*. Dessa maneira, foi realizada a análise espacial univariada da produtividade média de óleo vegetal para os anos de 2005 e 2006, e a análise espacial multivariada, ou bivariada, relacionando os anos de 2005 e 2006.

A matriz de pesos espaciais *W* adotada neste estudo foi baseada no princípio da contigüidade de convenção Rainha.

5.1 Análise da Produtividade Média de Óleo Vegetal para o Ano de 2005

O primeiro passo foi o cálculo do *I* de Moran global, que revelou uma correlação positiva de 0,387, ou seja, rejeita-se a hipótese nula¹¹ para um nível de significância de 5%, já que se pode considerar que existe uma correlação positiva entre a produtividade média de óleo vegetal em um município e o valor médio da produtividade média de óleo vegetal nos seus vizinhos.

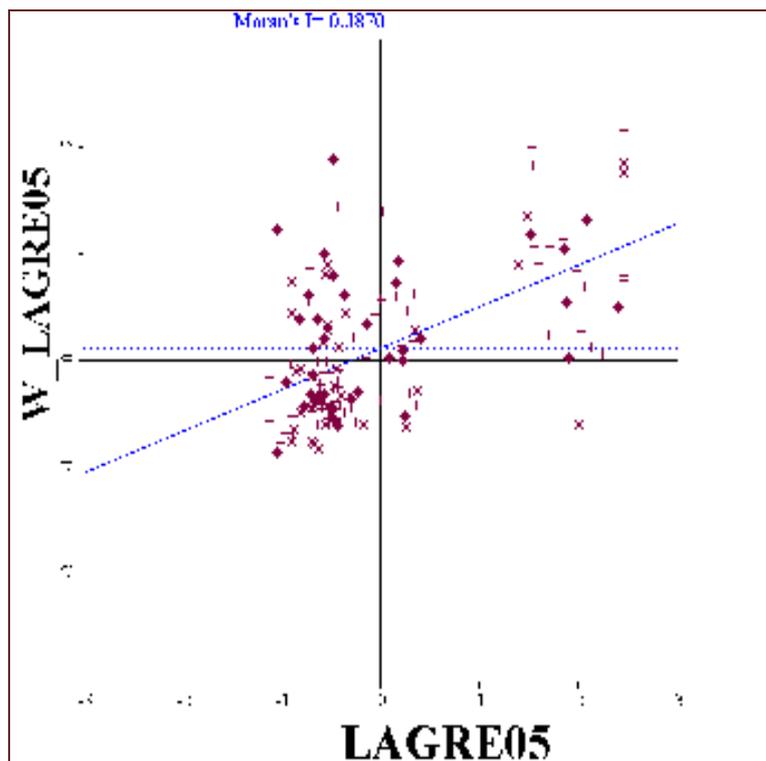
Dessa maneira, foi construído um diagrama de dispersão de Moran (figura 3) e um mapa de *clusters* (figura 4) para a região como forma de se localizar padrões de autocorrelação local. A figura 4 indica os três padrões de autocorrelação na mesorregião Zona da Mata Mineira para a distribuição espacial da produtividade média de óleo vegetal, a saber, os padrões Alto-Alto (Vermelho), Baixo-Baixo (Azul) e Baixo-Alto (Lilás).

O padrão Alto-Alto é composto por municípios com elevada produtividade média de óleo vegetal, rodeados por municípios que também possuem elevada produtividade média de óleo vegetal.

O padrão Baixo-Baixo apresenta municípios com valores abaixo da média para a produtividade média de óleo vegetal circundados por municípios que também possuem valores abaixo da média para a produtividade média de óleo vegetal.

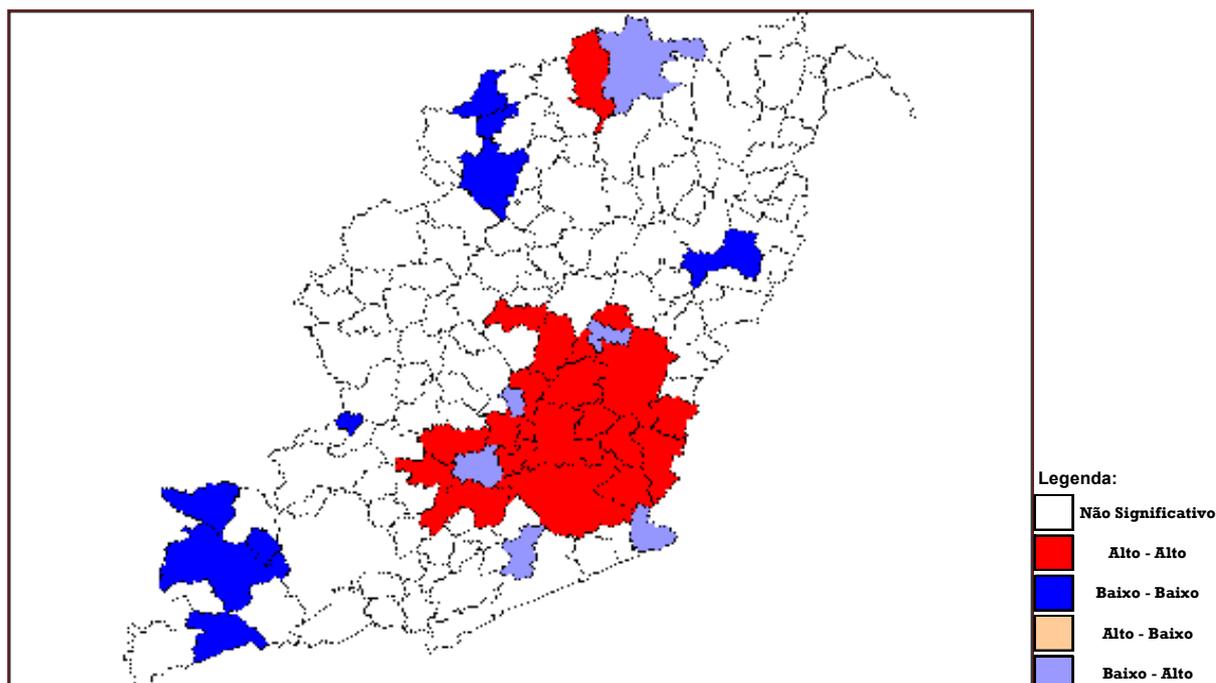
E o padrão Baixo-Alto representa municípios com baixos valores para a produtividade média de óleo vegetal, que possuem como vizinhos municípios com elevados valores para a produtividade média de óleo vegetal.

Figura 3. Diagrama de Dispersão de Moran Univariado para a Produtividade Média de Óleo Vegetal na Zona da Mata Mineira no Ano de 2005



Fonte: Elaboração dos autores.

Figura 4. Mapa de *Clusters* para Produtividade Média de Óleo Vegetal na Zona da Mata Mineira para o Ano de 2005



Fonte: Elaboração dos autores.

Analisando a figura, observa-se que a localização do *cluster* Alto-Alto concentra-se, mormente, nas microrregiões de Cataguases (oito municípios), Ubá (cinco municípios), Muriaé (quatro municípios) e Juiz de Fora (dois municípios). Além dessas, mais ao norte da mesorregião encontra-se a microrregião de Ponte Nova, com apenas um município com este padrão.

As cidades que apresentam o padrão Baixo-Baixo se localizam nas microrregiões de Juiz de Fora (cinco municípios), Ponte Nova (três municípios) e Muriaé (um município).

Já os municípios que apresentam o padrão Baixo-Alto estão localizados nas microrregiões de Cataguases (dois municípios), Juiz de Fora (um município), Ponte Nova (um município), Ubá (um município) e Muriaé (um município). Pela análise da figura 4, pode-se perceber que o *cluster* Alto-Alto encontrado mais a sudeste da mesorregião Zona da Mata de Minas Gerais, é bastante significativo.

5.2 Análise da Produtividade Média de Óleo Vegetal para o Ano de 2006

Seguindo de maneira semelhante os procedimentos realizados para o ano de 2005, foi calculado o *I* de Moran global para o ano de 2006. Esse indicou uma correlação positiva de 0,3254, o que significa que, no nível de 5% de significância, rejeita-se a hipótese nula¹². Assim, não há evidências para rejeitar a hipótese de que existe uma correlação positiva entre a produtividade média de óleo vegetal em um dado município e a produtividade média de óleo vegetal em seus vizinhos.

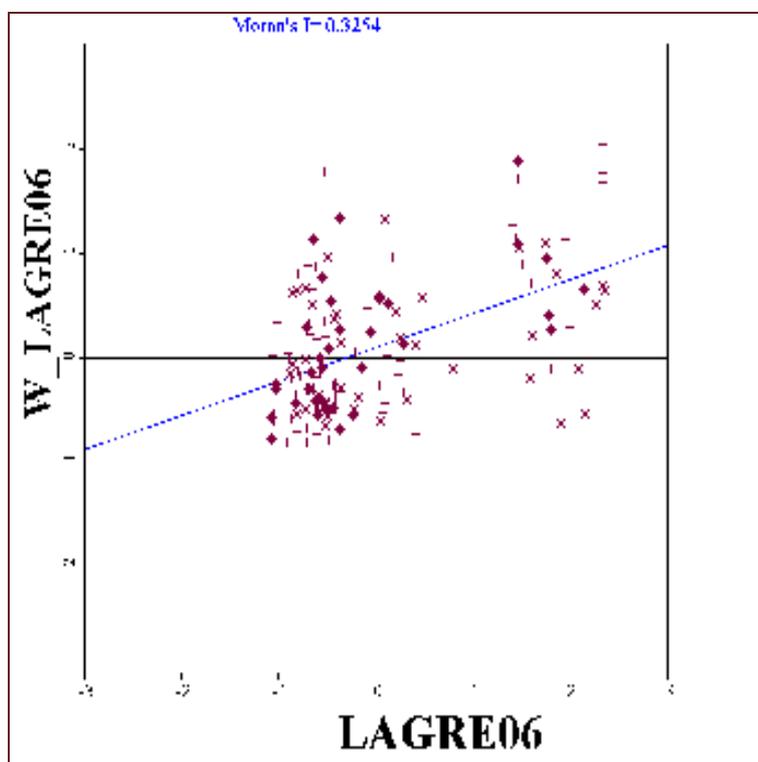
Como forma de se visualizar autocorrelações espaciais locais, foi construído o diagrama de dispersão de Moran (figura 5) e o mapa de *clusters* (figura 6) para a produtividade média de óleo

vegetal na Zona da Mata Mineira para o ano de 2006, revelando, os mesmos tipos de padrões encontrados para o ano de 2005, Alto-Alto, Baixo-Baixo e Baixo-Alto.

O padrão Alto-Alto é encontrado mais a sudeste da mesorregião, nos municípios das microrregiões de Cataguases (oito municípios), Ubá (cinco municípios), Muriaé (quatro municípios) e Juiz de Fora (dois municípios) e na região norte através da microrregião de Ponte Nova (um município).

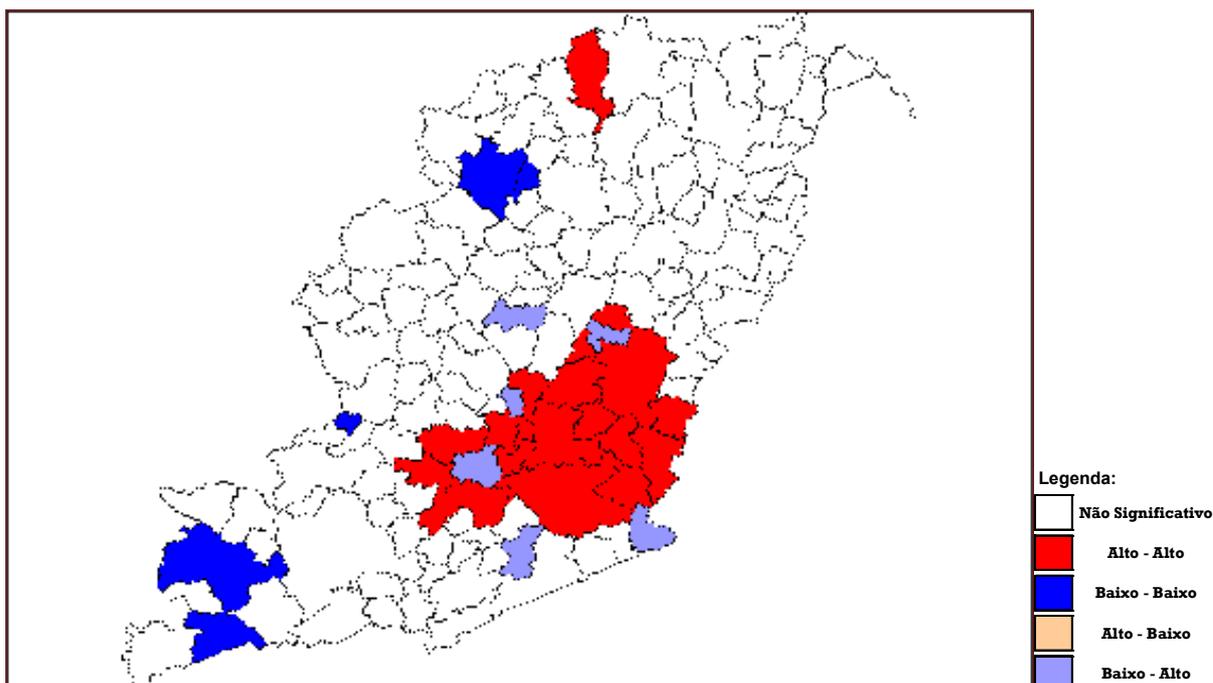
As microrregiões que apresentam o padrão Baixo-Baixo são as de Juiz de Fora (três municípios) e Ponte Nova (dois municípios). E as que apresentam o padrão Baixo-Alto são as de Cataguases e Ubá (dois municípios), Juiz de Fora e Muriaé, ambas com um município.

Figura 5. Diagrama de Dispersão de Moran Univariado para a Produtividade Média de Óleo Vegetal na Zona da Mata Mineira no ano de 2006



Fonte: Elaboração dos autores.

Figura 6. Mapa de *Clusters* para a Produtividade Média de Óleo Vegetal na Zona da Mata Mineira para o Ano de 2006



Fonte: Elaboração dos autores.

Pela observação do mapa de clusters entre os anos de 2005 e 2006, deve-se notar que, além do *cluster* Alto-Alto ser o mais significativo dos três, parece ocorrer um processo de convergência na mesorregião Zona da Mata. Desse modo uma análise bivariada correlacionando a produtividade média de óleo vegetal entre os anos de 2005 e 2006 na Zona da Mata Mineira, pode auxiliar na descoberta de padrões espacialmente significativos com respeito a esses dois períodos.

5.3 Análise Bivariada da Produtividade Média de Óleo Vegetal

É interessante fazer uma análise bivariada da produtividade média de óleo vegetal na Zona da Mata Mineira por intermédio do cálculo do *I* de Moran global bivariado. Essa estatística indicou um valor de 0,3544, ou seja, em um nível de significância de 5%, rejeita-se a hipótese nula¹³ de que não há correlação espacial entre as variáveis.

Assim, pode-se considerar que existe uma correlação espacial positiva entre o valor da produtividade média de óleo vegetal em 2006 para um município e o valor da produtividade média de óleo vegetal em 2005 para seus vizinhos.

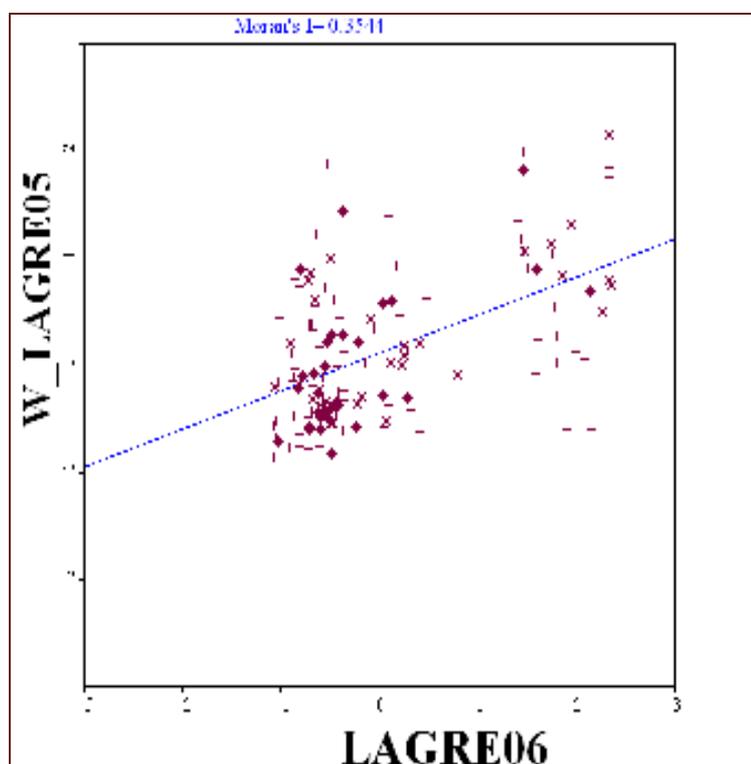
Para uma análise local, foi construído o diagrama de dispersão de Moran bivariado (figura 7) e o mapa de *clusters* bivariado (figura 8) entre as variáveis, com a produtividade média de óleo vegetal no ano de 2006 no eixo das abscissas e a produtividade média de óleo vegetal para o ano de 2005 no eixo das ordenadas.

Analisando o mapa de *clusters* da figura 8, nota-se a existência de três tipos de padrão espacial predominantes. Um Alto-Alto, um Baixo-Baixo e um Baixo-Alto, o padrão Alto-Alto indica que municípios com uma elevada produtividade média de óleo vegetal em 2006 são rodeados por municípios com valores elevados para a mesma variável para o ano de 2005.

O padrão Baixo-Baixo revela que municípios com baixos valores para a produtividade média de óleo vegetal em 2006 são vizinhos de municípios com baixos valores para essa variável em 2005. E o padrão Baixo-Alto indica que municípios com valores baixos para a produtividade média de óleo vegetal em 2006 são circundados por municípios com valores elevados para a produtividade média de óleo vegetal no ano de 2005.

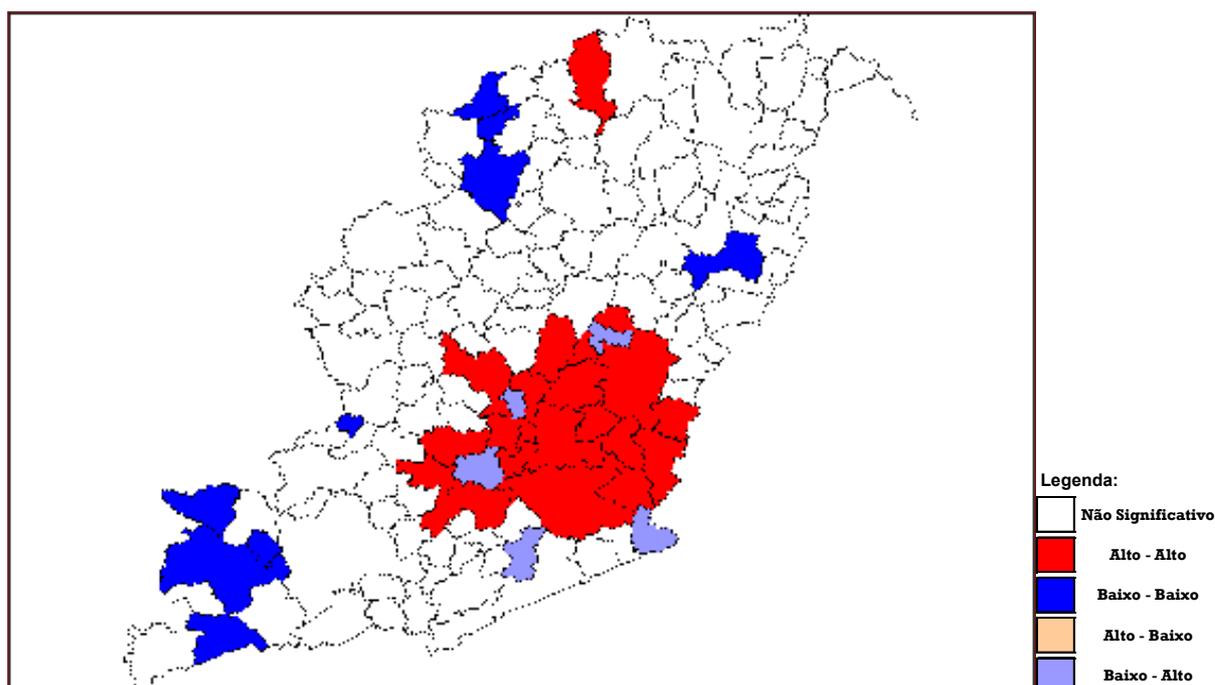
Dessa forma, o padrão Alto-Alto, que se encontra na região sudeste da mesorregião, é o de maior destaque, já que engloba o maior número de municípios com valores similares entre as variáveis. Esse tipo de padrão está presente em municípios das microrregiões de Cataguases (oito municípios), Ubá (cinco municípios), Muriaé (quatro municípios), Juiz de Fora (dois municípios) e Ponte Nova no norte de mesorregião com um município.

Figura 7. Diagrama de Dispersão de Moran Bivariado Correlacionando a Produtividade Média de Óleo Vegetal nos Anos de 2006 e 2005



Fonte: Elaboração dos autores.

Figura 8. Mapa de *Clusters* Correlacionando a Produtividade Média de Óleo Vegetal para os Anos de 2006 e 2005



Fonte: Elaboração dos autores.

O padrão Baixo-Baixo é encontrado predominantemente no sul e no norte de mesorregião, sendo representado pelas microrregiões de Juiz de Fora (cinco municípios), Ponte Nova (três municípios) e Muriaé (um município). Já o padrão Baixo-Alto está presente nas regiões norte e sudeste da Zona da Mata Mineira, sendo representados pelas microrregiões de Cataguases (dois municípios), Juiz de Fora, Muriaé e Ubá (um município cada).

6 Considerações Finais

A utilização do biodiesel como fonte alternativa de energia pode ser defendida pelos ganhos ambientais com a redução significativa das emissões de CO₂, pela economia de divisas com a importação de derivados do petróleo (principalmente óleo diesel), pela contração dos gastos em saúde por parte do governo¹⁴, pela redução do desemprego no campo, bem como, pelo desenvolvimento regional.

O PNPB em suas diretrizes sublinha que a produção de biodiesel no Brasil deve ser orientada, principalmente, para a valorização da agricultura familiar e a redução das disparidades regionais. Dessa maneira, a Zona da Mata Mineira se insere perfeitamente nesse contexto, tendo em vista que sua agricultura tem forte presença familiar e essa mesorregião vivencia um processo de decadência absoluto e relativo.

Utilizando técnicas de análise exploratória de dados espaciais (AEDE), foi realizada uma análise espacial da produtividade média de óleo vegetal nos municípios da Zona da Mata Mineira, como forma de avaliar a viabilidade da produção de biodiesel nessa mesorregião.

Foi diagnosticado que a produtividade média de óleo vegetal na mesorregião Zona da Mata Mineira é caracterizada pela existência de três tipos de padrões espaciais (*clusters*), Alto-Alto, Baixo-Baixo e Baixo-Alto. Dentre esses três, o padrão Alto-Alto é o de maior destaque, por ser representado por um número maior de municípios, agrupando-se principalmente na região sudeste da mesorregião.

Das sete microrregiões da Zona da Mata, as únicas que não apresentaram nenhum *cluster* significativo foram as microrregiões de Manhuaçu e Viçosa. Com todas as demais microrregiões, envolvidas em, pelo menos, um tipo de padrão espacial significativo.

Assim, percebe-se nitidamente que, no ano de 2005, existe uma região de destaque na plantação de oleaginosas, representada, principalmente, pelos municípios de Guiricema, Guidoal, Guarani, São Geraldo e Astolfo Dutra na microrregião de Ubá; São Sebastião da Vargem Alegre, Muriaé, Mirai e Barão do Monte Alto na microrregião de Muriaé; Santana de Cataguases, Recreio, Palma, Leopoldina, Laranjal, Itamarati de Minas, Dona Eusébia e Cataguases, na microrregião de Cataguases; São João Nepomuceno e Rio Novo na microrregião de Juiz de Fora e São Pedro dos Ferros na microrregião de Ponte Nova.

No ano de 2006, o *cluster* Alto-Alto sofreu uma redução na microrregião de Ubá, com a exclusão dos municípios de Guiricema e São Geraldo, ao passo que o *cluster* Baixo-Baixo reduziu-se mais que proporcionalmente com a exclusão dos municípios de Pedro Teixeira e Santa Rita de Ibitipoca na microrregião de Juiz de Fora, Dom Silvério e Rio Doce na microrregião de Ponte Nova e do município de Carangola na microrregião de Muriaé. Esse comportamento pode indicar um processo de convergência, ou seja, ao longo do tempo os municípios da Zona da Mata atingiriam um nível de produtividade média de óleo vegetal comum a todos.

A análise bivariada da produtividade média de óleo vegetal para o ano de 2006 no eixo das abscissas e para o ano de 2005 no eixo das ordenadas (defasagem espacial) também indicou uma autocorrelação global positiva, indicada pelo *I* de Moran global de valor 0,3544, ou seja, a hipótese nula foi rejeitada para um nível de 5% de significância.

Então, por meio do mapa de *clusters* da figura 8, pode-se perceber que o padrão Alto-Alto é o de maior destaque na mesorregião, sendo representado pelos municípios de Cataguases, Dona Eusébia, Itamarati de Minas, Palma, Leopoldina, Recreio, Laranjal e Santana de Cataguases, na microrregião de Cataguases, Ubá, Astolfo Dutra, Guiricema, Guarani e Guidoal na microrregião de Ubá, Muriaé, São Sebastião da Vargem Alegre, Mirai e Barão do Monte Alto na microrregião de Muriaé, São João Nepomuceno e Rio Novo na microrregião de Juiz de Fora, e São Pedro dos Ferros na microrregião de Ponte Nova.

O padrão Baixo-Baixo se localiza, mormente, em parte das regiões Sul e Norte da mesorregião, e são representados pelos municípios de Lima Duarte, Santa Rita de Ibitipoca, Rio Preto, Pedro Teixeira e Paiva na microrregião de Juiz de Fora, Ponte Nova, Dom Silvério e Rio Doce na microrregião de Ponte Nova, e Carangola na microrregião de Muriaé.

Já padrão Baixo-Alto está presente nos municípios de Pirapetinga e Santo Antônio do Aventureiro na microrregião de Cataguases, Rosário da Limeira na microrregião de Muriaé, Rodeiro na microrregião de Ubá e Descoberto na microrregião de Juiz de Fora.

Os cálculos realizados na seção referente à base de dados corroboram as informações produzidas através da análise espacial. Revelando que um número significativo de empregos

poderia ter sido gerado com a efetiva implementação das diretrizes do PNPB na Zona da Mata Mineira nos anos de 2005 e 2006, dado o seu potencial produtivo de óleo vegetal para a produção de biodiesel.

Dessa maneira, fica evidenciado que a Zona da Mata Mineira pode beneficiar-se do PNPB, já que possui potencial produtivo de oleaginosas suficientemente grandes para gerar emprego e renda no campo por meio da agricultura familiar.

Referências

ABRAMOVAY, Ricardo; MAGALHÃES, Reginaldo. *O acesso dos agricultores familiares aos mercados de biodiesel: parcerias entre grandes empresa e movimentos sociais*. Texto para discussão nº 6. São Paulo: Fipe, 2007.

ACCARINI, José Honório. Biodiesel no Brasil: estágio atual e perspectivas. *Bahia Análise & Dados*, v. 16, n. 1, p. 51-63, jun. 2006.

ALMEIDA, E. S., HADDAD, E. A. e HEWINGS, G. J. D. The spatial pattern of crime in Minas Gerais: an exploratory analysis. *Economia Aplicada*, vol. 9, n. 1, 2005.

ALMEIDA, Eduardo Simões de. *Econometria Espacial Aplicada*. Apostila, FEA/UFJF, 2007a.

ALMEIDA, Marco Antônio Silveira de. *Análise exploratória e modelo explicativo da criminalidade no Estado de São Paulo: interação espacial (2001)*. 2007. 85 f. Dissertação (Mestrado em Economia) – Faculdade de Economia, Universidade Estadual de São Paulo, Araraquara, 2007b.

ANSELIN, L. *Exploring Spatial Data with GeoDa: a Workbook*. University of Illinois, Urbana-Champaign, 2005.

ANSELIN, L. e BERA, A. Spatial dependence in linear regression models with an introduction to spatial econometrics. In: Ullah A. e Giles D. E. (eds.) *Handbook of applied economic statistics*, Marcel Dekker, New York, p. 237-289, 1998.

ANSELIN, L. *Spatial econometrics: methods and models*. Kluwer Academic, Boston, 1988.

ANSELIN, L. Local indicators of spatial association – LISA. *Geographical Analysis*. V 27 (2), April. p. 93-115. 1995.

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

ANSELIN, L; SYABRI, I; SMIRNOV, O. *Visualizing multivariate spatial correlation with dynamically linked Windows*. Mimeo, University of Illinois, 2003.

BDMG – BANCO DE DESENVOLVIMENTO DE MINAS GERAIS. 2002. *Minas Gerais do Século XXI*. Rona Editora, 2002.

CAMARGOS, Rodrigo Ribeiro da Silva. Avaliação da Viabilidade de se Produzir Biodiesel Através da Transesterificação de Óleo de Grãos de Café Defeituosos. 2005. 105 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Escola de Engenharia da UFMG, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

CARVALHO, L. C. P. Agroturismo: uma forma de complementação da renda na agricultura familiar. *Informações Fipe*, n. 271, p. 18-21, 2003.

CLIFF, A. D. and ORD, J. K. *Spatial processes: models and applications*. Pion, London. 1981.

COLUSSI, Francieli ; AYUB, Ricardo Antonio ; FERRARI, R. A. . Valorização de Subprodutos da Indústria do Maracujá - Aproveitamento de Sementes. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 26, p. 101-102, 2004.

GONÇALVES, E. *Distribuição Espacial da Atividade Inovadora Brasileira: Uma Análise Exploratória*. Texto para discussão CEDEPLAR nº 246. Belo Horizonte: UFMG, 2005.

HADDAD, E. A.; PIMENTEL, E. *Análise da Distribuição Espacial da Renda no Estado de Minas Gerais: Uma Abordagem Setorial*. Texto para discussão, NEREUS. São Paulo. 2004.

HOLANDA, Ariosto. *O Biodiesel e a Inclusão Social*. Brasília: Câmara dos Deputados, Coordenação de Publicações, 2004. 24 p.: (Série estudos científicos e tecnológicos; n. 1).

LIMA, Paulo César Ribeiro. *Biodiesel: Um Novo Combustível para o Brasil*. Consultoria Legislativa, Câmara dos Deputados, Brasília, fev. 2005.

MAPA - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Plano Nacional de Agroenergia, 2006-2011. Brasília: 2006. 114 p. ISBN 85-7383-357-2.

MOURAD, A. L. *Principais Culturas para Obtenção de Óleos Vegetais Combustíveis no Brasil*. In: 6º Congresso Internacional sobre Geração Distribuída e Energia no Meio Rural AGRENER GD 2006, 2006, Campinas. Anais do AGRENER GD 2006. Campinas: NIPE/UNICAMP, 2006. v. CD-Rom. p. 1-10.

ODLAND, J. *Spatial autocorrelation*. Sage publications, Londres, 1988.

PACHECO, Fabiana. Biodiesel: Será o combustível do futuro? *Conjuntura e Planejamento*, Salvador: SEI, nº 122, p. 26-31, jul. 2004.

PARENTE, E. J. S. *Biodiesel: Uma aventura tecnológica num país engraçado*. 2003. Fortaleza, Tecbio, 2003.

PARK, Kil Hyang . *Projeto Biodiesel e a Inclusão Social*. In: I Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel, 2006, Brasília. I Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel: artigos científicos. Brasília: MCT. v. I. p. 61-65.

PEROBELLI, F. S.; ALMEIDA, Eduardo Simões; ALVIM, Maria Isabel da Silva A; FERREIRA, Pedro Guilherme. Análise Espacial da Produtividade do Setor Agrícola Brasileiro: 1991-2003. *Nova Economia*, v. 17, p. 65-95, 2007.

PEROBELLI, Fernando Salgueiro; ALMEIDA, Eduardo Simões de; SOUZA, Murilo Corrêa de; SOUZA, Rafael Moraes de. *Produção de soja na região sul do Brasil (1991-2003): uma análise espacial*. Texto para discussão NUPE nº 23. UFJF: 2005.

PEROBELLI, F. S.; FERREIRA, Pedro Guilherme; FARIA, Weslem Rodrigues. *Análise de Convergência Espacial do PIB per capita em Minas Gerais: 1975-2003*. In: XI Encontro Regional de Economia, 2006, Fortaleza. Nordeste: Estratégias de Desenvolvimento Regional. Fortaleza: BNB, 2006.

PRATES, Cláudia Pimentel; PIEROBON, Ernesto Costa; COSTA, Ricardo Cunha da. Formação do Mercado de Biodiesel no Brasil. *BNDES Setorial*, n. 25, p. 39-64, mar. 2007.

RESENDE FILHO, Moisés de Andrade; OLIVEIRA JR, Lourival Batista de. *Crescimento da Economia da Mesorregião Zona da Mata de Minas Gerais: Diagnósticos e Alternativas Relatório de Pesquisa*, FEA/UFJF. 2006.

RIGOTTI, J. I. R; VASCONCELLOS, I. R. P. Uma análise espacial exploratória dos fluxos populacionais brasileiros nos períodos 1986-1991 e 1995-2000. *Anais do IV Encontro Nacional Sobre Migrações da Abep*. Rio de Janeiro, 2005.

TANGO, João Shojiro; CARVALHO, Cássia Regina Limonta; SOARES, N. B. Caracterização física e química de frutos de abacate visando a seu potencial para extração de óleo. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 26, n. 1, p. 17-23, 2004.

¹ A plantação de oleaginosas (principalmente a mamona) caracteriza-se por possuir excelente adaptabilidade a solos de baixa fertilidade, servindo de alicerce para o PNPB nas regiões menos desenvolvidas.

² *Local Indicator of Spatial Association*.

³ Esta equação adota notações já citadas.

⁴ Segundo Mourad (2006), a soja possui um teor de óleo da ordem de 18,5% de sua massa, o milho tem 6,5%, o coco-da-baía 57% e a mamona 46%.

⁵ O estudo de Colussi, Ayub & Ferrari (2004) serviu de base para o cálculo do teor médio de óleo do maracujá, 6,7% de sua massa.

⁶ Para esta variável foi necessária a utilização de um conversor de medidas, pois encontrava-se medida em frutos por hectare, ao passo que as demais estavam mensuradas em quilogramas por hectare.

⁷ Camargos (2005) forneceu os subsídios para o cálculo do teor médio de óleo do café. O percentual médio encontrado foi de 6,8% de sua massa, considerando uma média para os tipos cru e torrado.

⁸ O teor médio de óleo do abacate é de 11% de sua massa. Esse cálculo foi realizado tendo como base o estudo de Tango, Carvalho & Soares (2004).

⁹ Segundo Carvalho (2003), a agricultura familiar corresponde por 38% de toda a produção agrícola nacional.

¹⁰ Os dados estão em quilogramas por hectare.

¹¹ O nível de significância para o teste foi de 0,1% com 999 permutações.

¹² O nível de significância para o teste foi de 0,1% com 999 permutações.

¹³ O nível de significância para o teste foi de 0,1%, com 999 permutações.

¹⁴ Via redução da emissão de poluentes que provocam doenças respiratórias.