

## Produtividade e logística na produção de biodiesel\*

Rudolph Fabiano A. Pedroza Teixeira\*\*

Mestrando em Economia pela  
FCLAR-UNESP

Eduardo Simões de Almeida\*\*\*

Pesquisador do CNPq e Professor do  
Departamento de Economia e Finanças  
da Faculdade de Economia e  
Administração da Universidade Federal  
de Juiz de Fora (UFJF)

Lourival Batista de Oliveira Júnior\*\*\*\*

Doutorando em Administração pelo  
PPGA-UFLA, Professor do Departamento  
de Economia e Finanças da Faculdade  
de Economia e Administração da

Henrique Silva Fernandes\*\*\*\*\*

Universidade Federal de Juiz de Fora  
Graduado em Economia pela UFJF

### Resumo

*A partir de dezembro de 2004, a agricultura familiar ganhou o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB), que procura estimular a plantação de oleaginosas por esse segmento para a produção de biodiesel. Contudo os gargalos relativos à infraestrutura logística podem tornar vantajoso economicamente para as indústrias produzir seus próprios insumos, ou mesmo os adquirirem dos grandes produtores rurais. Tendo em mente isso, foi utilizado o ferramental da Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE) como forma de verificar como as variáveis "rendimento médio de óleo vegetal", "produção efetiva de biodiesel" e "malha rodoviária total" se associam durante o ano de 2005. Usando as técnicas de análise espacial univariada e bivariada, os resultados revelam que todas as interações espaciais globais são positivas e significativas, mas existem diferenças quando se investigam padrões locais por meio da emergência de agrupamentos espaciais.*

---

\* Artigo recebido em nov. 2008 e aceito para publicação em nov. 2009.

\*\* E-mail: rudolphgp@hotmail.com

\*\*\* E-mail: eduardo.almeida@ufjf.edu.br

\*\*\*\* E-mail: oliveira.junior@ufjf.edu.br

\*\*\*\*\* E-mail: henriquelda@hotmail.com

## **Palavras-chave**

**Agricultura familiar; biodiesel; Análise Exploratória de Dados Espaciais.**

### ***Abstract***

*Over the last years familiar agriculture has received more attention by policy makers, as in the National Program of Strengthening of familiar agriculture and in the National Program of production and use of biodiesel. However, the obstacles referring to logistics and the other costs related to biodiesel system may turn economically advantageous for industries to produce their own inputs or even to buy from big rural farmers. Taking this in consideration, the exploratory spatial data analysis (ESDA) was adopted such as to verify how the variables “vegetable oil average yield”, “effective biodiesel production” and “total road network” are associated with each other during the 2005 year. Using univariate and bivariate spatial analysis techniques, the findings reveal that all global spatial interactions are positive and significant, but there are differences when investigating local patterns by means of the emerging of spatial clusters.*

### ***Key words***

***Familiar agriculture; biodiesel; Exploratory Spatial Data Analysis.***

**Classificação JEL: R12.**

## **1 Introdução**

Dentre os acontecimentos mais marcantes que ocorreram na esfera das políticas públicas para o meio rural brasileiro, no período recente, pode-se destacar a criação do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf), que foi formulado como resposta do Estado às pressões do movimento sindical rural, realizadas desde o final da década de 80. O Programa nasceu com a finalidade de prover crédito agrícola e apoio institucional aos pequenos produtores rurais, que vinham sendo alijados das políticas públicas até então existentes e encontravam sérias dificuldades de se manterem no campo (Schneider; Silva; Marques, 2004).

Dessa maneira, as diretrizes do Programa foram referenciadas segundo experiências europeias, principalmente a da França, que elegeram a agricultura familiar como a forma de produção sobre a qual se implementou, no pós-Guerra, a modernização da produção agrícola e da sociedade rural, associando o aumento da capacidade produtiva à melhora da qualidade de vida (Carneiro, 1997).

No âmbito do Pronaf, ressurgiu o biodiesel, um combustível renovável, biodegradável e ambientalmente correto, sucedâneo do óleo *diesel* mineral, constituído de uma mistura de ésteres metílicos ou etílicos de ácidos graxos, obtidos da reação de transesterificação de qualquer triglicerídeo com um álcool de cadeia curta, metanol ou etanol respectivamente (Parente, 2003, p. 41), que existia no Brasil desde 1980, quando foi assinada a primeira patente pelo Professor Expedito Parente (Chiaranda; Andrade Júnior; Oliveira, 2005).

De proporções continentais e com uma grande diversidade edafoclimática, o Brasil apresenta excelentes condições para a plantação de oleaginosas com o propósito de produzir biodiesel, com profundas repercussões sociais, ambientais e econômicas (Sluszz; Machado, 2006). Entre as culturas mais citadas, estão baga de mamona, polpa de dendê, amêndoa do coco-de-dendê, amêndoa do coco de babaçu, semente de girassol, amêndoa do coco-da-praia, caroço de algodão, grão de amendoim, semente de canola, semente de maracujá, polpa de abacate, caroço de oiticica, semente de linhaça, semente de tomate e nabo forrageiro (Holanda, 2004).

O Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB), lançado no final do ano de 2004, inseriu o biodiesel na matriz energética brasileira e elegeu o produtor familiar como seu maior fornecedor de matéria-prima, ganhando um papel de destaque na cadeia produtiva desse biocombustível (Souza et al., 2005).

De acordo com Sluszz e Machado (2006), por intermédio dessas medidas e da linha de crédito adicional do Pronaf, torna-se possível aos agricultores familiares incrementar sua renda, sem que, para isso, seja necessário o abandono do plantio de alimentos.

Contudo, para Silva (2006), existem diversos entraves que colocam dúvidas sobre a viabilidade da produção de biodiesel no Brasil. Entre os entraves mais importantes, encontram-se a questão da produtividade da produção do óleo vegetal, matéria-prima para a produção do biodiesel, e a questão da logística, a fim de que a cadeia produtiva do biodiesel seja eficiente e possa atender ao objetivo social dos programas governamentais.

A cadeia produtiva do biodiesel pode ser melhor compreendida por meio da ligação existente entre o produtor familiar, no fornecimento de insumos, os intermediários, representados por processamento, transformação, armazenamento e distribuição, e o consumidor final (Abramovay; Magalhães, 2007).

As grandes usinas produtoras de biodiesel têm diversos incentivos para comprar insumos dos produtores familiares, mormente pelo regime tributário diferenciado que possuem os produtores detentores do Selo Combustível Social<sup>1</sup> (Accarini, 2006). Contudo esses incentivos podem ser mitigados, caso o fornecimento se torne por demais oneroso, ou seja, caso a cadeia produtiva deixe de ser eficiente e eficaz. A boa gerência da cadeia produtiva do biodiesel passa necessariamente pelos gargalos de infraestrutura logística e de seus custos relativos (Pacheco, 2004). Para a diminuição dos custos relativos, é necessário haver ganhos de eficiência na cadeia produtiva, sendo que a produtividade da produção de óleo vegetal é de fundamental importância nesse resultado.

Por essa razão, o objetivo principal deste artigo é analisar as duas questões capitais para a agricultura familiar na cadeia do biodiesel, a saber, a questão da produtividade do óleo vegetal e a questão da logística em nível estadual para o ano de 2005. Como um objetivo secundário e específico, o artigo se propõe também a trabalhar essas questões por meio do conjunto de técnicas da Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE).

Além desta **Introdução**, o artigo está organizado da seguinte forma: a próxima seção dedica-se a apresentar os principais conceitos de AEDE, ferramenta que será utilizado para a análise tanto da viabilidade da plantação de oleaginosas pela agricultura familiar como da produção de biodiesel, em consonância com a estrutura logística no Brasil. Ainda nessa seção, é apresentada a base de dados da pesquisa. Na terceira seção, são apresentados e discutidos os resultados. A última seção é reservada às considerações finais.

## 2 Metodologia

Para que se possa determinar a distribuição espacial de variáveis, lançou-se mão da utilização de técnicas de Análise Exploratória de Dados Espaciais, como forma de estudar a dependência espacial entre as variáveis. De acordo com Gonçalves (2005, p. 411): “[...] métodos convencionais, como regressões

---

<sup>1</sup> O Decreto nº 5.297, de 6.12.2004, e o Decreto nº 5.475, de 06.06.2005, determinaram, respectivamente, alíquotas diferenciadas de PIS/Pasep e Cofins, levando em conta a oleaginosa utilizada na produção do biodiesel, o uso, ou não, de mão de obra da agricultura familiar e a região do País na qual está instalada a unidade fabril (Prates; Pierobon; Costa, 2007). O Decreto nº 5.298, de 06.12.2004, determinou alíquota de 0% para o Imposto Sobre Produtos Industrializados (IPI) no caso do biodiesel. Deve-se enfatizar também que a Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico (CIDE) inexistente sobre esse biocombustível (Accarini, 2006).

múltiplas e inspeção visual de mapas, não são formas mais adequadas de lidar com dados georreferenciados, pois não são confiáveis para detectar agrupamentos e padrões espaciais significativos”. Entre um espectro de possibilidades técnicas, a AEDE é o método mais indicado para se obter medidas de autocorrelação espacial global e local, observando a influência dos efeitos espaciais através de instrumentos quantitativos e não pelo “olho humano” (Anselin, 1995; 1998).

De acordo com Anselin (1995), 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, as finalidades da AEDE são 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 (*e. g.* *outliers*).

É importante frisar-se que, para a AEDE ocorrer de maneira mais apropriada, é aconselhável o uso de variáveis intensivas, ou espacialmente densas (variáveis que são divididas por algum indicador de intensidade de população ou de área), tendo em vista que variáveis absolutas podem conduzir a enganos na análise. Isto porque essas variáveis tendem a estar correlacionadas com a área ou com a população total de uma região (Anselin; Syabri; Smirnov, 2003, p. 9).

Para se mensurar a autocorrelação espacial global, são utilizados o *I* de Moran global univariado e também sua versão multivariada. Já para se obterem medidas de autocorrelação espacial local, são utilizados os indicadores locais de associação espacial<sup>2</sup>, representados pelo diagrama de dispersão de Moran e pelo mapa de *clusters*, em suas versões tanto univariadas como multivariadas, descritos, a seguir, nas seções 2.1 a 2.5.

## 2.1 Autocorrelação espacial global univariada

O primeiro passo a ser observado em um estudo de AEDE refere-se ao teste para averiguar se os dados são distribuídos aleatoriamente. Intuitivamente, aleatoriedade espacial significa que valores de um atributo através das regiões não são concentrados nem dispersos espacialmente.

Uma forma de se 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 o valor observado de uma variável e a média ponderada dos valores dessa mesma variável nos seus vizinhos.

---

<sup>2</sup> No original, em inglês, *local indicators of spatial association (LISA)*.

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; Haddad; Hewings, 2005; Almeida, 2007a; Perobelli et al., 2005).

Os valores dessa estatística variam entre -1 e +1, sendo que -1 representa um coeficiente de correlação linear perfeitamente negativa e +1 representa um coeficiente de correlação linear perfeitamente positiva (Anselin, 1995). Para Perobelli, Ferreira e Faria (2006), essa estatística pode ser representada pela seguinte fórmula:

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

em que  $t = \{1, 2 \dots n\}$ .

Nessa equação,  $Z_t$  é um vetor contendo os valores de uma variável normalizada;  $W$  é a matriz quadrada com  $n^2$  elementos, na qual cada elemento  $w_{ij}$  representa uma medida de proximidade espacial entre a região  $i$  e a região  $j$ , quando as observações apresentam fronteira comum,  $w_{ij} = 1$ , e quando não possuem fronteira comum,  $w_{ij} = 0$ ;  $S_0$  é igual a  $\sum \sum w_{ij}$ , significando que todos os elementos da matriz de pesos espaciais  $W$  devem ser somados.

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 apresentada da seguinte forma:

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

A literatura contribui com diversos modos de se construir a matriz de pesos espaciais, mas os dois mais utilizados são a Rainha (*Queen*) e a Torre (*Rook*). Na visualização do mapa com as regiões, a matriz Rainha considera vizinhas duas regiões que apresentem fronteiras comuns, além de 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).

## 2.2 Diagrama de dispersão de Moran

Segundo Almeida, Haddad e Hewings (2005), o diagrama de dispersão de Moran é uma representação do coeficiente de regressão linear por meio de 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 essa inclinação fornece o grau de ajustamento.

O diagrama de dispersão de Moran é dividido em quatro quadrantes. Esses 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), representa regiões que possuem valores acima da média para uma determinada variável, cercadas por regiões que também possuam valores acima da média para essa variável. O segundo quadrante, baixo-alto (BA), 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, baixo-baixo (BB), 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), revela regiões que possuem valores acima da média para a variável de interesse, circundadas por regiões que possuem valores abaixo da média para a mesma variável.

As regiões que apresentam padrões de associação espacial positiva AA e BB formam *clusters* de valores similares, ao passo que regiões de padrões BA e AB apresentam associação espacial negativa (Perobelli et al., 2007).

## 2.3 Indicadores locais de associação espacial

Os indicadores LISA indicam o grau de autocorrelação espacial local. Conforme enfatiza Anselin (1995), para que isso ocorra, é necessário que essa estatística satisfaça 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.

O coeficiente  $I_i$  de Moran local para uma variável  $y$  padronizada, observada na região  $i$ ,  $z_i$ , pode ser expresso como:

$$I_i = z_i \sum_{j=1}^J w_{ij} z_j \quad (3)$$

No cômputo de  $I_i$ , só se abrangem os vizinhos da observação  $i$ , definidos conforme uma matriz de pesos espaciais.

De acordo com Anselin (1995), a estatística LISA é usada para medir a hipótese nula, ou seja, a ausência de associação espacial local. Assim, deve-se fazer uso de uma aleatorização condicional que permita determinarem-se 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, Cliff e Ord (1981) consideram que, 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 necessária a utilização do  $I$  de Moran global multivariado ou bivariado. Essa estatística fornece, de maneira formal, o grau de relacionamento entre as duas variáveis e será vista a seguir.

## 2.4 Autocorrelação espacial global multivariada

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

Em termos formais, é possível calcular-se a estatística  $I$  de Moran para duas variáveis diferentes padronizadas,  $z_1$  e  $z_2$ :

$$I^{z_1 z_2} = \frac{n}{S_0} \frac{z_1' W z_2}{z_1' z_1} \quad (4)$$

E se a matriz  $W$  for normalizada na linha, a expressão acima transforma-se em:

$$I^{z_1 z_2} = \frac{z_1' W z_2}{z_1' z_1} \quad (5)$$

Esse coeficiente tem dois componentes distintos. Como se trata da versão bivariada da estatística  $I$  de Moran, o numerador refere-se a uma medida de covariância do tipo produto-cruzado. O denominador diz respeito a um reescalonamento, usando a variância dos dados.

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  $Wx$ , em que a variável  $x$  defasada para os vizinhos é confrontada com a variável  $y$  no eixo das abscissas (Almeida, 2007a).

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

## 2.5 Autocorrelação espacial local multivariada

Da mesma forma que se pode obter um coeficiente de autocorrelação espacial global multivariado, também é perfeitamente possível obter-se um coeficiente de autocorrelação espacial local multivariado (Almeida, 2007a).

O  $I$  de Moran local multivariado “[...] dá uma indicação do grau de associação linear (positiva ou negativa) entre o valor para uma determinada variável em uma dada região  $i$  e a média de uma outra variável nas regiões vizinhas” (Anselin; Syabri; Smirnov, 2003).

É possível também conseguir-se uma medida de autocorrelação espacial local bivariada. Supondo-se que haja duas variáveis de interesse,  $y_i$  e  $x_i$ , padronizando-as, obtêm-se, respectivamente,  $z_{1i}$  e  $z_{2i}$ . Com isso, pode-se readaptar a fórmula do  $I$  de Moran local como:

$$I_i^{z_1 z_2} = z_{1i} W z_{2i} \quad (6)$$

Em que  $W z_{2i}$  é a defasagem espacial da variável padronizada  $z_{2i}$ . Semelhantemente à fórmula de cálculo do  $I_i$  de Moran, somente os vizinhos da observação  $i$ , definidos conforme uma matriz de pesos espaciais, são incluídos no cálculo.

## 2.6 Base de dados

Este estudo fez uso do *software* Geodata Analysys (GeoDa) e da base de dados gerada através do Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA), que é vinculada à Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE),

de onde se extraíram informações referentes ao setor agrícola. Os dados referentes à produção efetiva de biodiesel foram coletados juntos à ANP, bem como as informações relativas à estrutura rodoviária foram levantadas junto ao Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte (DNIT). Os dados coletados são referentes ao ano de 2005, ou seja, logo após a implementação do PNPB em dezembro de 2004.

Entre as diversas oleaginosas com possibilidade de utilização na produção de biodiesel, foram consideradas somente a soja, a mamona, o dendê, o girassol, o amendoim, o coco-da-baía<sup>3</sup> e o algodão (Tabela 1), que, segundo Sluszz e Machado (2006), são as principais culturas plantadas pela agricultura familiar no Brasil.

Desse modo, procedeu-se da seguinte maneira com relação às oleaginosas:

- a) cada uma teve seu rendimento médio multiplicado pelo seu respectivo teor médio de óleo vegetal<sup>4</sup>, bem como pelo percentual nacional de participação da agricultura familiar<sup>5</sup>. Assim, foi obtido o potencial total médio de óleo vegetal de cada oleaginosa oriundo da agricultura familiar por estado; em seguida, foram somados todos os resultados encontrados por oleaginosa como forma de obter-se uma medida global do potencial de óleo vegetal nacional proveniente da agricultura familiar;
- b) o último passo foi a análise das variáveis através da AEDE, confrontando-se os dados relativos ao potencial de óleo vegetal, à produção efetiva de biodiesel e à estrutura logística representada pela malha rodoviária total.

Como se pode observar na Tabela 1, os 10 principais estados com potencial de produção agregado de óleo vegetal pela agricultura familiar, durante o ano de 2005, foram: Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso do Sul, Tocantins, Espírito Santo, Rio de Janeiro, Mato Grosso, São Paulo, Pará e Bahia. Deve-se destacar que quase todas as oleaginosas consideradas no estudo apresentaram um rendimento total médio de óleo vegetal, variando entre 1.300 kg/ha e 5.600 kg/ha. Somente o coco-da-baía, em decorrência de sua elevada produtividade, apresentou um rendimento médio total de quase 102.000 kg/ha, o que o destaca como um *outlier*, influenciando decisivamente na composição dos estados com maior rendimento total médio para a produção de óleo vegetal.

<sup>3</sup> Foi utilizado um conversor de medidas para essa variável.

<sup>4</sup> Foi calculado o teor médio de óleo vegetal para cada oleaginosa com base em Sluszz e Machado (2006). O teor médio de óleo vegetal da soja foi de 18%, o da mamona, 47,5%; o do dendê, 22%; o do girassol, 43%; o do amendoim, 41,5%; o do coco-da-baía, 57,5%; e o do algodão, 15%.

<sup>5</sup> Segundo Carvalho (2003), a agricultura familiar corresponde a, aproximadamente, 38% da produção nacional no campo.

Tabela 1

Rendimento total médio da agricultura familiar, por tipo de oleaginosa e estado, no Brasil — 2005

|                              | (kg/ha)                       |               |                        |              |               |              |              |                |
|------------------------------|-------------------------------|---------------|------------------------|--------------|---------------|--------------|--------------|----------------|
| UNIDADES DA<br>FEDERAÇÃO     | ALGO-<br>DÃO<br>HERBA-<br>CEO | AMEN-<br>DOIM | COCO-<br>-DA-<br>-BAÍA | DENDÊ        | GIRAS-<br>SOL | MAMO-<br>NA  | SOJA         | AGRE-<br>GADO  |
| Rondônia .....               | 0                             | 91            | 5 528                  | 0            | 0             | 0            | 212          | 5 831          |
| Acre .....                   | 68                            | 315           | 2 946                  | 0            | 0             | 0            | 142          | 3 471          |
| Amazonas .....               | 57                            | 63            | 2 227                  | 251          | 0             | 0            | 159          | 2 757          |
| Roraima .....                | 0                             | 0             | 0                      | 0            | 0             | 0            | 192          | 192            |
| Pará .....                   | 0                             | 188           | 5 023                  | 1 338        | 0             | 0            | 204          | 6 753          |
| Amapá .....                  | 0                             | 0             | 0                      | 0            | 0             | 0            | 0            | 0              |
| Tocantins .....              | 125                           | 401           | 7 304                  | 0            | 0             | 0            | 174          | 8 004          |
| Maranhão .....               | 199                           | 355           | 1 655                  | 0            | 0             | 0            | 183          | 2 391          |
| Piauí .....                  | 40                            | 115           | 5 286                  | 0            | 0             | 82           | 193          | 5 716          |
| Ceará .....                  | 47                            | 192           | 3 047                  | 0            | 0             | 125          | 205          | 3 617          |
| Rio Grande do<br>Norte ..... | 36                            | 0             | 1 386                  | 0            | 0             | 117          | 0            | 1 539          |
| Paraíba .....                | 30                            | 105           | 2 647                  | 0            | 0             | 165          | 0            | 2 946          |
| Pernambuco .....             | 36                            | 279           | 5 043                  | 0            | 0             | 89           | 0            | 5 447          |
| Alagoas .....                | 18                            | 180           | 1 921                  | 0            | 0             | 54           | 204          | 2 377          |
| Sergipe .....                | 0                             | 194           | 1 624                  | 0            | 0             | 0            | 0            | 1 818          |
| Bahia .....                  | 182                           | 181           | 4 562                  | 316          | 157           | 131          | 189          | 5 718          |
| Minas Gerais .....           | 153                           | 310           | 8 176                  | 0            | 0             | 293          | 180          | 9 111          |
| Espírito Santo .....         | 0                             | 0             | 7 446                  | 0            | 0             | 0            | 0            | 7 446          |
| Rio de Janeiro .....         | 0                             | 0             | 6 908                  | 0            | 0             | 0            | 0            | 6 908          |
| São Paulo .....              | 122                           | 398           | 5 832                  | 0            | 0             | 280          | 149          | 6 781          |
| Paraná .....                 | 78                            | 287           | 3 836                  | 0            | 117           | 188          | 156          | 4 662          |
| Santa Catarina .....         | 0                             | 367           | 0                      | 0            | 0             | 0            | 118          | 485            |
| Rio Grande do<br>Sul .....   | 0                             | 142           | 0                      | 0            | 252           | 54           | 45           | 493            |
| Mato Grosso do<br>Sul .....  | 158                           | 458           | 6 989                  | 0            | 178           | 169          | 126          | 8 078          |
| Mato Grosso .....            | 199                           | 386           | 5 719                  | 0            | 228           | 175          | 199          | 6 905          |
| Goiás .....                  | 165                           | 502           | 6 730                  | 0            | 235           | 360          | 179          | 8 171          |
| Distrito Federal .....       | 197                           | 0             | 0                      | 0            | 216           | 0            | 219          | 632            |
| <b>TOTAL</b> .....           | <b>1 910</b>                  | <b>5 509</b>  | <b>101 832</b>         | <b>1 905</b> | <b>1 382</b>  | <b>2 283</b> | <b>3 428</b> | <b>118 247</b> |

FONTE DOS DADOS BRUTOS: PRODUÇÃO AGRÍCOLA MUNICIPAL 2006. Rio de Janeiro: IBGE, 2006.

Essa influência pode ser observada claramente nos Estados do Espírito Santo e do Rio de Janeiro, que produzem somente o coco-da-baía entre todas as oleaginosas consideradas neste estudo. Em decorrência disso, ocupam posição de destaque, unicamente pelo fato de essa oleaginosa possuir um rendimento muito elevado de óleo vegetal.

Considerando todas as unidades da Federação, é interessante notar-se que o Estado da Bahia é o único a produzir todas as oleaginosas utilizadas pela agricultura familiar citadas no estudo. Em contrapartida, o Estado do Amapá é o único a não produzir nenhuma das oleaginosas consideradas no mesmo.

### 3 Resultados e discussão

O uso da AEDE permite que seja observada a tendência de associação global das variáveis pelo *I* de Moran global, bem como os padrões de associação local (*clusters*) por intermédio do *I* de Moran local, o diagrama de dispersão de Moran e o mapa de *clusters*. Dessa maneira, foram realizadas as análises espaciais univariada e bivariada, ou multivariada, do rendimento médio de óleo vegetal da agricultura familiar, da produção efetiva de biodiesel e da malha rodoviária nacional.

A fim de verificar-se a robustez da análise, foram utilizadas tanto a matriz de contiguidade Rainha (*Queen*) quanto a Torre (*Rook*). No entanto, para fins didáticos, foram expostos somente os resultados obtidos pela matriz Rainha, já que, praticamente, esses não diferem dos obtidos pela matriz Torre, o que é um forte indício da consistência dos resultados.

#### 3.1 Análise univariada do rendimento médio de óleo vegetal, da produção de biodiesel e da malha rodoviária para o ano de 2005

O primeiro passo foi o cálculo do *I* de Moran global para as variáveis de interesse. Os resultados são expostos na Tabela 2.

De acordo com a Tabela 2, o *I* de Moran do rendimento médio de óleo vegetal apresentou um valor de 0,3325, ou seja, rejeita-se a hipótese nula<sup>6</sup> no nível de 5% de significância, indicando que existe uma concentração espacial para os dados dessa variável.

<sup>6</sup> O nível de significância para o teste foi de 0,1%, com 999 permutações.

Tabela 2

*I* de Moran global univariado das variáveis de interesse no Brasil — 2005

| VARIÁVEIS                             | <i>I</i> DE MORAN |
|---------------------------------------|-------------------|
| Rendimento médio do óleo vegetal .... | 0,3325            |
| Produção de biodiesel .....           | -0,0383           |
| Malha rodoviária .....                | 0,7187            |

FONTE DOS DADOS BRUTOS: SIDRA-IBGE.

ANP.

DNIT.

Já o *I* de Moran global da produção de biodiesel revelou um valor de -0,0383, isto é, não se rejeita a hipótese nula<sup>7</sup>. Desse modo, a interação espacial não é relevante para explicar o relacionamento da produção de biodiesel em um estado e a produção de biodiesel em estados vizinhos.

No caso da malha rodoviária, o *I* de Moran global revelou um valor de 0,7187. Assim, rejeita-se a hipótese nula<sup>8</sup> no nível de significância de 5%. Pode-se, então, considerar que existe uma forte correlação positiva entre a malha rodoviária de um estado e a média da malha rodoviária de seus vizinhos.

Com base nessas informações, foram construídos os mapas de *clusters* (Figura 1) para todas as três variáveis, como forma de se localizar padrões de autocorrelação local.

O primeiro mapa da Figura 1 (no alto, da esquerda para direita) mostra os *clusters* para o rendimento médio de óleo vegetal e indica dois tipos de padrões de associação espacial para o rendimento médio de óleo vegetal oriundo da agricultura familiar nos estados brasileiros, a saber, os padrões alto-alto e baixo-alto.

O padrão alto-alto revela que os estados que possuem um elevado rendimento médio de óleo vegetal oriundo da agricultura familiar são circundados por estados que também possuem um elevado rendimento médio de óleo vegetal advindo da mesma.

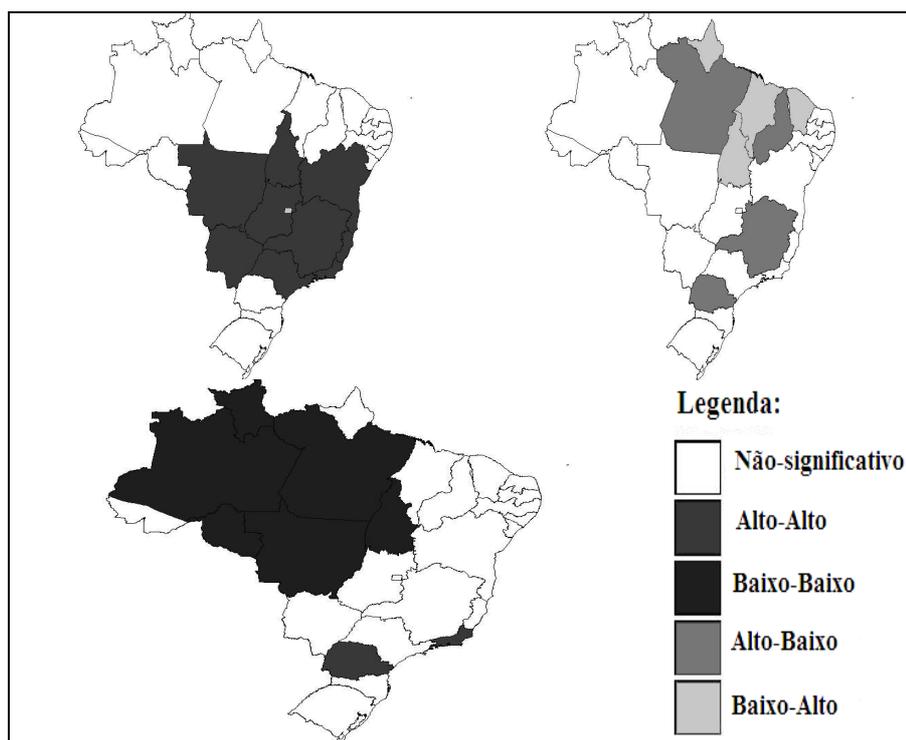
Já o padrão baixo-alto indica que estados com baixo rendimento médio de óleo vegetal da agricultura familiar são rodeados por estados que possuem rendimento médio acima da média para o óleo vegetal resultante da agricultura familiar.

<sup>7</sup> O nível de significância para o teste foi de 0,1%, com 999 permutações.

<sup>8</sup> O nível de significância para o teste foi de 0,1%, com 999 permutações.

Figura 1

Mapas de *clusters*, segundo análise univariada do rendimento médio de óleo vegetal, da produção de biodiesel e da malha rodoviária, no Brasil — 2005



FONTE DOS DADOS BRUTOS: SIDRA-IBGE.  
ANP.  
DNIT.

Desse modo, pode-se inferir que todos os estados da Região Sudeste (São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais e Espírito Santo), bem como Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, na Região Centro-Oeste, Tocantins, na Região Norte, e Bahia, na Região Nordeste, possuem o padrão alto-alto.

O Distrito Federal é a única unidade da Federação que apresenta o padrão baixo-alto, pois possui autonomia política em virtude de ser a capital do País, e,

por esse motivo, essa unidade apresenta esse padrão atípico como se fosse “uma região de escassez, em um mar de abundância”.

O segundo mapa da Figura 1 (no alto, da esquerda para direita) relaciona as variáveis apresentando os padrões alto-baixo e baixo-alto. O padrão alto-baixo indica que estados com elevada produção de biodiesel são rodeados por estados com baixa produção de biodiesel, ao passo que o padrão baixo-alto revela que estados com baixa produção de biodiesel são vizinhos de estados com elevada produção média do mesmo.

Assim, os Estados do Pará, do Piauí, de Minas Gerais e do Paraná apresentavam o padrão alto-baixo em 2005. Em contrapartida, os Estados de Rondônia, do Maranhão, do Tocantins e do Ceará revelaram o padrão baixo-alto para o mesmo período de análise.

O último mapa da Figura 1 (na posição inferior central), referente à malha rodoviária total do País, apresenta dois padrões de autocorrelação espacial local, a saber, o padrão alto-alto e o padrão baixo-baixo. O padrão alto-alto revela que estados com elevada malha rodoviária são circundados por estados com elevada quantidade média de malha rodoviária, ao passo que o padrão baixo-baixo indica que estados com uma reduzida malha rodoviária são rodeados por estados com uma quantidade média também reduzida em sua malha rodoviária.

Dessa maneira, os Estados do Paraná e do Rio de Janeiro enquadram-se no padrão alto-alto, enquanto quase todos os estados da Região Norte, com exceção do Acre e de Rondônia, e o Estado do Mato Grosso, na Região Centro-Oeste, revelam o padrão baixo-baixo na análise.

A seguir, é realizada a análise bivariada, para revelar como as variáveis analisadas acima se relacionam de maneira direta, isto é, pretende-se identificar a existência, ou a ausência, de dependência espacial entre ambas as variáveis.

### **3.2 Análise bivariada do rendimento médio de óleo vegetal, da produção de biodiesel e da malha rodoviária para o ano de 2005**

É interessante fazer-se uma análise bivariada, relacionando as variáveis, para se tentar identificar de que maneira elas se relacionam. O primeiro passo foi o cálculo do *I* de Moran global, cujo resultado pode ser visto na Tabela 3.

Tabela 3

I de Moran global bivariado para as variáveis de interesse no Brasil — 2005

| VARIÁVEIS   | I DE MORAN |
|---|------------|
| Rendimento médio do óleo vegetal <i>versus</i> produção de biodiesel  | -0,068     |
| Rendimento médio do óleo vegetal <i>versus</i> malha rodoviária ..... | -0,0556    |
| Produção de biodiesel <i>versus</i> malha rodoviária .....            | -0,2728    |

FONTE DOS DADOS BRUTOS: SIDRA-IBGE.

ANP.  
DNIT.

O primeiro I de Moran que consta na Tabela 3 refere-se à regressão da produção efetiva de biodiesel, contra o *I* espacial do rendimento médio de óleo vegetal da agricultura familiar. Desse modo, pode-se considerar que, no nível de 5% de significância, rejeita-se a hipótese nula<sup>9</sup>, existindo, portanto, uma correlação global negativa entre a produção de biodiesel em um dado estado e a média do rendimento médio de óleo vegetal da agricultura familiar em estados vizinhos.

Já o segundo I de Moran calculado relaciona o rendimento médio de óleo vegetal resultante da agricultura familiar em um dado estado e a média da malha rodoviária em estados vizinhos. Desse modo, rejeita-se a hipótese nula<sup>10</sup> em um nível de significância de 5%, já que se pode considerar que existe uma relação espacial global negativa entre o rendimento médio de óleo vegetal em um estado e a média da malha rodoviária em estados vizinhos.

O terceiro I de Moran calculado confronta a produção de biodiesel no eixo das abscissas e a malha rodoviária no eixo das ordenadas. Assim, pelo resultado reportado na Tabela 3, rejeita-se a hipótese nula<sup>11</sup> em um nível de 5% de significância, podendo-se inferir que existe uma relação global negativa entre a produção de biodiesel em um estado e a malha rodoviária em estados vizinhos.

Os resultados podem ser melhor identificados através de uma análise espacial local, por meio dos mapas de *clusters* da Figura 2. O primeiro mapa (no alto, da esquerda para direita) associa localmente a variável produção de biodiesel

<sup>9</sup> O nível de significância para o teste foi de 0,1%, com 999 permutações.

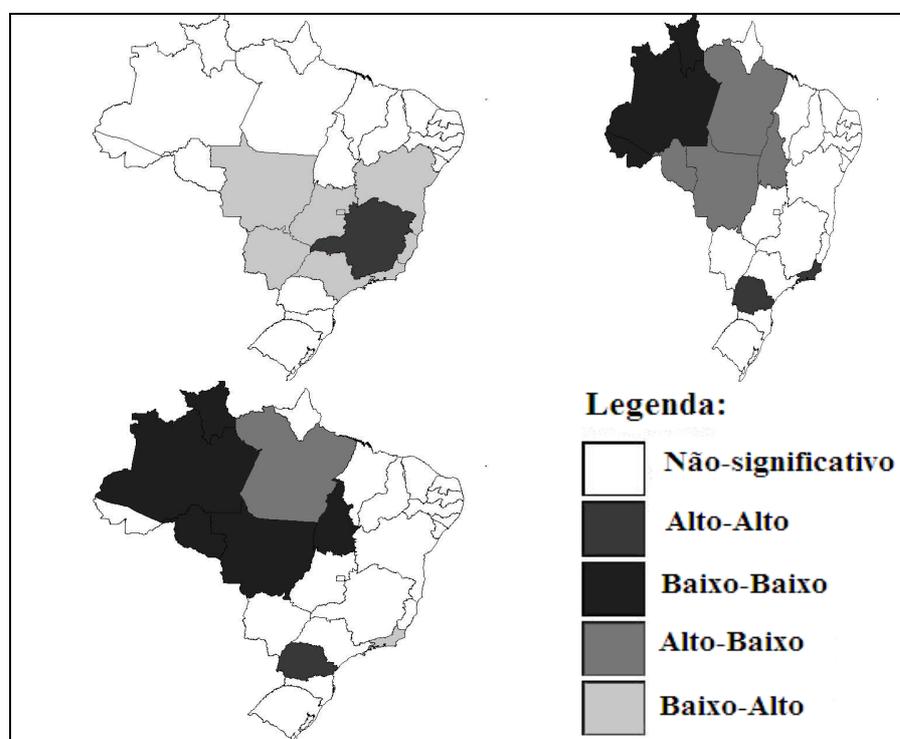
<sup>10</sup> O nível de significância para o teste foi de 0,1%, com 999 permutações.

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

em um determinado estado e a variável rendimento médio de óleo vegetal da agricultura familiar em seus estados vizinhos. Desse modo, foram detectados dois tipos de padrões espaciais para essas variáveis, a saber, o padrão alto-alto e o padrão baixo-alto.

Figura 2

Mapas de *clusters*, segundo análise bivariada do rendimento médio de óleo vegetal, da produção de biodiesel e da malha rodoviária, no Brasil — 2005



FONTE DOS DADOS BRUTOS: SIDRA-IBGE.  
ANP.  
DNIT.

O padrão alto-alto revela que estados com elevada produção de biodiesel são circundados por estados com destacado rendimento médio de óleo vegetal oriundo da agricultura familiar. Isso significa que esses estados possuem como vizinhos estados com elevado potencial de fornecimento de matérias-primas. Assim, o único estado que possui esse tipo de arranjo é o de Minas Gerais, na Região Sudeste.

O padrão baixo-alto indica que estados com baixa produção de biodiesel são cercados por estados com alto rendimento médio de óleo vegetal oriundo da agricultura familiar. Esse tipo de padrão sugere que esses estados com reduzida produção de biodiesel podem, futuramente, incrementar sua produção por meio da abundância de matérias-primas encontradas em seus vizinhos. As unidades da Federação que desfrutam de tal característica são todos os estados da Região Centro-Oeste, inclusive o Distrito Federal, São Paulo, Rio de Janeiro e Espírito Santo, na Região Sudeste, e Bahia, na Região Nordeste.

O segundo mapa da Figura 2 (no alto, da esquerda para direita), por sua vez, associa o rendimento médio de óleo vegetal de um estado com a média da malha rodoviária de estados vizinhos. Foram detectados três tipos de associação espacial local: alto-alto, baixo-baixo e alto-baixo.

O padrão alto-alto refere-se a estados que possuem alto rendimento médio de óleo vegetal e são rodeados por estados que possuem uma elevada malha rodoviária média, ou seja, são unidades da Federação que teriam facilidade para escoar o óleo vegetal para unidades vizinhas, a custos menores, sendo estas representadas pelos Estados do Rio de Janeiro e do Paraná, ambos da Região Sudeste.

Já o padrão baixo-baixo mostra que estados que possuem um baixo rendimento médio de óleo vegetal são vizinhos de estados que possuem uma malha rodoviária média reduzida, sendo o caso de três estados da Região Norte, a saber: Acre, Amazonas e Roraima.

O padrão alto-baixo indica que estados com elevado rendimento médio de óleo vegetal são cercados por estados com baixa malha rodoviária média. Isso sugere que a produtividade de óleo vegetal desses estados poderia ficar comprometida pela deficiência na infraestrutura logística, encarecendo os custos de transporte. Os estados que possuem esse padrão são Pará, Rondônia e Tocantins, na Região Norte, e o estado do Mato Grosso, na Região Centro-Oeste.

O terceiro mapa da Figura 2 (porção inferior central) relaciona a produção de biodiesel em um estado qualquer com a média da malha rodoviária em estados vizinhos. Assim, foram encontrados os quatro tipos de associação espacial local possíveis, isto é, os padrões alto-alto, baixo-alto, baixo-baixo e alto-baixo.

O padrão alto-alto refere-se a estados que possuem uma produção elevada de biodiesel e são circundados por estados que possuem uma alta quantidade média de rodovias. Esse tipo de padrão indica que estados com elevada produção de biodiesel possuem facilidade logística para escoar sua produção pelos estados vizinhos. O Estado do Paraná é o único a apresentar esse tipo de padrão espacial.

Por sua vez, o padrão baixo-alto indica aqueles estados que possuem baixa produção de biodiesel e são vizinhos de estados com uma significativa malha rodoviária média. Desse modo, caso esses estados venham a produzir biodiesel, já terão facilidade e custos logísticos inferiores para escoá-lo através de seus vizinhos. O Estado do Rio de Janeiro é o que possui esse tipo de padrão.

Seguindo a análise, o padrão baixo-baixo revela que estados com baixa produção de biodiesel são rodeados por estados com uma malha rodoviária abaixo da média. Assim, a Região Norte, representada pelos Estados do Amazonas, de Rondônia, de Roraima e do Tocantins, é a principal responsável por esse tipo de padrão espacial, juntamente com o Estado do Mato Grosso, na Região Centro-Oeste.

Por fim, o padrão alto-baixo sugere que estados com elevada produção de biodiesel são vizinhos de estados com baixa malha rodoviária média. Ou seja, a longo prazo, esses estados que possuem destaque na produção de biodiesel poderão sofrer com a falta de infraestrutura e a elevação dos custos de transporte e, dessa maneira, comprometer sua relevante produtividade. O Estado do Pará, na Região Norte, é o único que apresenta esse tipo de padrão espacial na análise.

## **4 Conclusões**

O Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel possui, em seu bojo, a ideia de ofertar um novo combustível, com profundas repercussões econômicas, sociais e ambientais, passando, necessariamente, pela valorização da agricultura familiar. Esta seria atingida por meio de um regime tributário federal diferenciado (Selo Combustível Social), do qual desfrutariam os produtores de biodiesel que adquirissem um percentual mínimo de matérias-primas oriundas da agricultura familiar.

Entretanto a viabilidade do Selo Combustível Social está necessariamente atrelada à produtividade e aos custos de transporte, representados pela infraestrutura logística.

Foi utilizado o ferramental da Análise Exploratória de Dados Espaciais como forma de se identificarem padrões de associação espacial e, com isso, verificar-se de que maneira a produção de biodiesel, o potencial rendimento médio de

óleo vegetal da agricultura familiar (insumos) e a estrutura logística, representada pela malha rodoviária, se relacionariam durante o ano de 2005, assim como de que maneira essas relações poderiam impactar no mercado de biodiesel.

A análise univariada para o rendimento médio de óleo vegetal advindo da agricultura familiar foi estatisticamente significativa. Desse modo, em termos econômicos, pode-se concluir que existia concentração regional entre o rendimento médio de óleo vegetal em um dado estado e o rendimento médio de óleo vegetal em seus vizinhos, provavelmente em virtude das características edafoclimáticas regionais, que causam impactos na produtividade de atividades agrícolas.

O mesmo diagnóstico foi encontrado para a malha rodoviária estadual. Ou seja, existe uma correlação positiva entre a malha rodoviária em um estado e a malha rodoviária em estados vizinhos. Isso decorre das desigualdades econômicas regionais, que se refletem na desigualdade de infraestrutura de modo geral.

Somente a produção de biodiesel não foi estatisticamente significativa, isto é, não existe dependência espacial na produção de biodiesel entre um determinado estado e a média da produção de biodiesel em estados vizinhos.

Por sua vez, as análises do contexto bivariado, que são as mais interessantes para o estudo, indicaram que, durante o ano de 2005, todas as regressões realizadas (*I* de Moran global) foram relevantes ao nível de significância de 5%, rejeitando-se a hipótese nula, ou seja, existe dependência espacial em todas as análises realizadas.

Dessa forma, os indicadores LISA forneceram as seguintes conclusões em nível local: o Estado de Minas Gerais possuía elevada produção de biodiesel e apresentava-se cercado por estados com destacado rendimento médio de óleo vegetal. Assim, poderia beneficiar-se da oferta excedente desses estados para suprir, ou, até mesmo, incrementar ainda mais sua produção. O Distrito Federal mais os Estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás, São Paulo, Rio de Janeiro, Espírito Santo e Bahia não detinham produção de biodiesel, mas eram rodeados por estados com elevado rendimento médio de óleo vegetal da agricultura familiar. Desse modo, teriam a oportunidade de passar a produzir biodiesel, dada a oferta abundante de seus vizinhos.

Os Estados do Paraná e do Rio de Janeiro contavam com destacado rendimento médio de óleo vegetal oriundo da agricultura familiar e avizinham-se a estados com relevante malha rodoviária, logo contavam com a possibilidade e escoar óleo vegetal para seus vizinhos a custos reduzidos. Por sua vez, Pará, Rondônia, Tocantins e Mato Grosso desfrutavam de alto rendimento médio de óleo vegetal da agricultura familiar, mas eram circundados por estados com

reduzida malha rodoviária. Assim, poderiam ter dificuldades para escoar sua produção, mormente pela deficitária infraestrutura logística, elevando os custos de transporte e, com isso, perdendo fatia de mercado.

O Estado do Paraná detinha elevada produção de biodiesel e era cercado por estados com grande quantidade de rodovias. Dessa maneira, poderia beneficiar-se da infraestrutura de seus vizinhos, ao direcionar suas vendas para estes. O Rio de Janeiro, mesmo não produzindo biodiesel, tinha como vizinhos estados com significativa malha rodoviária, podendo, assim, obter vantagens comparativas no comércio interestadual, caso passasse a produzir biodiesel. Já o Estado do Pará contava com destacada produção de biodiesel, mas tinha como vizinhos estados com deficiência na malha rodoviária. Desse modo, esse estado poderia ter sua produção desestimulada, em decorrência dos custos de transporte elevados.

Por intermédio da AEDE, pode-se verificar como a correlação entre as variáveis produção de biodiesel, oferta potencial de insumos da agricultura familiar e malha rodoviária são elos determinantes para a viabilidade do processo de inclusão social proposto pelo PNPB. A dependência espacial entre elas em um contexto bivariado, comprova a necessidade de investimentos em infraestrutura e incremento de programas de auxílio ao pequeno agricultor, como o Pronaf, de forma a tornar esse segmento competitivo na cadeia do biodiesel.

## Referências

- ABRAMOVAY, Ricardo; MAGALHÃES, Reginaldo. **O acesso dos agricultores familiares aos mercados de biodiesel**: parcerias entre grandes empresas e movimentos sociais. São Paulo: Fipe, 2007. (Texto para discussão, n. 6).
- ACCARINI, José Honório. Biodiesel no Brasil: estágio atual e perspectivas. **Bahia Análise & Dados**, v. 16, n. 1, p. 51-63, jun. 2006.
- AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS — ANP. Brasília, 2008. Disponível em: <[http://www.anp.gov.br/petro/dados\\_estatisticos.asp](http://www.anp.gov.br/petro/dados_estatisticos.asp)>. Acesso em: 8 jan. 2008.
- ALMEIDA, E. S.; HADDAD, E. A.; HEWINGS, G. J. D. The spatial pattern of crime in Minas Gerais: an exploratory analysis. **Economia Aplicada**, v. 9, n. 1, 2005.
- ALMEIDA, Eduardo Simões de. **Econometria espacial aplicada**. Juiz de Fora: UFJF; FEA, 2007a. (apostila).

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

ANSELIN, L. Interactive techniques and exploratory spatial data analysis. In: LONGLEY, P. A. et al. (Ed.). **Geographical information system: principles, techniques, management and applications**. New York: Wiley, 1998. p. 253-365.

ANSELIN, L. Local indicators of spatial association — LISA. **Geographical Analysis**, v. 27, n. 2, p. 93-115, Apr. 1995.

ANSELIN, L.; SYABRI, I.; SMIRNOV, O. Visualizing multivariate spatial correlation with dynamically linked windows. Illinois: University of Illinois, 2003. (mimeo).

CARNEIRO, Maria José. Política pública e agricultura familiar: uma leitura do Pronaf. **Estudos Sociedade e Agricultura**, p. 70-82, abr. 1997. Disponível em: <<http://bibliotecavirtual.clacso.org.ar/ar/libros/brasil/cpda/estudos/oito/>>.

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

CHIARANDA, Maria; ANDRADE JUNIOR, Adilson Martins; OLIVEIRA, Gustavo Travizan. **A produção do biodiesel e aspectos do PNPB**. São Paulo: USP; ESALQ, 2005.

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

GONÇALVES, E. **Distribuição espacial da atividade inovadora brasileira: uma análise exploratória**. Belo Horizonte: UFMG, 2005. (Texto para discussão CEDEPLAR, n. 246).

HADDAD, E. A.; PIMENTEL, E. **Análise da distribuição espacial da renda no estado de Minas Gerais: uma abordagem setorial**. São Paulo: NEREUS, 2004.

HOLANDA, Ariosto. **O biodiesel e a inclusão social**. Brasília: Câmara dos Deputados, 2004. (Estudos científicos e tecnológicos, n. 1).

IBGE. SIDRA. **Sistema IBGE de Recuperação Automática**. Brasília, 2008. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/>>. Acesso em: 5 jan. 2008.

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

PACHECO, Fabiana. Biodiesel: será o combustível do futuro? **Conjuntura e Planejamento**, Salvador, n. 122, p. 26-31, jul. 2004.

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

PEROBELLI, Fernando Salgueiro et al. Análise espacial da produtividade do setor agrícola brasileiro: 1991-2003. **Nova Economia**, v. 17, p. 65-95, 2007.

PEROBELLI, Fernando Salgueiro et al. **Produção de soja na Região Sul do Brasil (1991-2003)**: uma análise espacial. Juiz de Fora UFJF, 2005. (Texto para discussão NUPE, n. 23).

PEROBELLI, F. S.; FERREIRA, Pedro Guilherme; FARIA, Weslem Rodrigues. Análise de convergência espacial do PIB *per-capita* em Minas Gerais: 1975-2003. In: ENCONTRO REGIONAL DE ECONOMIA, 11., 2006, Fortaleza. **Nordeste**: estratégias de desenvolvimento regional. Fortaleza: BNB, 2006.

PRATES, C. P; PIEROBON, E. C; COSTA, R. C. Formação do mercado de biodiesel no Brasil. **BNDES Setorial**, n. 25, p. 39-64, mar. 2007.

RIGOTTI, J. I. R; VASCONCELLOS, I. R. P. Uma análise espacial exploratória dos fluxos populacionais brasileiros nos períodos 1986-1991 e 1995-2000. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE MIGRAÇÕES DA ABEP, 4., Rio de Janeiro, 2005. **Anais...** Rio de Janeiro, 2005.

SCHNEIDER, Sergio; SILVA, Marcelo Kunrath; MARQUES, Paulo Eduardo Moruzzi (Org.). **Políticas públicas e participação social no Brasil rural**. Porto Alegre, 2004. p.21-50. Disponível em:  
<[http://www.ufcg.edu.br/~cedrus/downloads/schneider/historico\\_pronaf.pdf](http://www.ufcg.edu.br/~cedrus/downloads/schneider/historico_pronaf.pdf)>. Acesso em: 01 out. 2007.

SILVA, Wilson S. Dália da. **Mapeamento de variáveis mercadológicas para a produção de biodiesel a partir da mamona na região nordeste do Brasil**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica). Escola Politécnica, Universidade Federal de Pernambuco. Pernambuco, Recife, 2006.

SLUSZZ, Thaisy; MACHADO, João Armando Dessimon. **Características das potenciais culturas matérias-primas do biodiesel e sua adoção pela agricultura familiar**, 2006. Disponível em:  
<<http://paginas.agr.unicamp.br/energia/agre2006/pdf/50.pdf>>. Acesso em: 12 abr. 2007.

SOUZA, Geovânia Silva de et al. Potencialidade da produção de biodiesel utilizando óleos vegetais e gorduras residuais. In: WORKSHOP BRASIL-JAPÃO EM ENERGIA, MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, 3., Campinas: Unicamp, 2005. Disponível em:  
<<http://www.corri.rei.unicamp.br/BrasilJapao3/progjb3.php>>. Acesso em: 29 set. 2007.

