



ANÁLISE ESPACIAL DA PLANTAÇÃO DE OLEAGINOSAS PARA A PRODUÇÃO DE BIODIESEL

**EDUARDO SIMÕES DE ALMEIDA; RUDOLPH FABIANO ALVES
PEDROZA TEIXEIRA; HENRIQUE SILVA FERNANDES; LOURIVAL BATISTA
DE OLIVEIRA JÚNIOR;**

UFJF

JUIZ DE FORA - MG - ARGENTINA

edualmei@gmail.com

APRESENTAÇÃO ORAL

Comercialização, Mercados e Preços

ANÁLISE ESPACIAL DA PLANTAÇÃO DE OLEAGINOSAS PARA A PRODUÇÃO DE BIODIESEL

Grupo de Pesquisa: Comercialização, Mercados e Preços

Resumo: Nos últimos anos a agricultura familiar passou a usufruir de maior atenção e destaque por parte dos programas governamentais, mormente pelo Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf), e mais atualmente pelo Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB). Contudo os gargalos relativos à infra-estrutura logística e os demais custos relativos à cadeia de biodiesel podem tornar vantajoso economicamente para as indústrias produzir seus próprios insumos, ou mesmo os adquirirem dos grandes produtores rurais. Tendo em vista essa possibilidade foi utilizado o ferramental da Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE), como forma de verificar como as variáveis rendimento médio de óleo vegetal advindo da agricultura familiar (insumos), produção efetiva de biodiesel, e malha rodoviária total (estrutura logística) se relacionaram durante o ano de 2005. Usando as técnicas de análise espacial bivariada, os resultados revelam que todas as interações espaciais globais são positivas e significativas, mas existem diferenças quando se investiga padrões locais por meio da emergência de agrupamentos espaciais.

Palavras-chave: Agricultura Familiar, Biodiesel e Análise Exploratória de Dados Espaciais.

Abstract

Over last years the familiar agriculture has received more attention by public policies, 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 get advantageous in economic terms for industries to produce their own inputs or even to buy from big rural farmers. Having this in mind, the exploratory spatial data analysis (ESDA) is adopted by verifying as the variables such as average receipt, biodiesel output and transport network relate each other during the year 2005. Using the bivariate spatial analysis techniques, the findings reveal all global spatial interactions are positive and significant, but there are differences when investigating local patterns by means of emerging of spatial clusters.

Key words: familiar agriculture, biodiesel and exploratory spatial data analysis.

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). O surgimento deste programa representou o reconhecimento e a legitimação do Estado, em relação às especificidades de uma nova categoria social – os agricultores familiares – que até então era designada por termos como pequenos produtores, produtores familiares, produtores de baixa renda ou agricultores de subsistência (SCHNEIDER, SILVA & MARQUES, 2004).

Ainda segundo os autores, durante a década de 1990, com a abertura comercial brasileira, os agricultores familiares, sobretudo os produtores de algodão, sofreram bastante com a concorrência, uma vez que se encontravam descapitalizados, pois o foco da economia estava na indústria e nos serviços, e as sucessivas crises externas atingiam o mercado interno

mitigando o crédito doméstico, somado ao fato de que, suas técnicas agrárias encontravam-se em estágio bastante rudimentar se comparadas as dos grandes produtores agrários. Entretanto, o Pronaf foi formulado como resposta do Estado às pressões do movimento sindical rural, realizadas desde o final da década de 1980. 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 manter no campo.

Dessa maneira, as diretrizes do programa foram referenciadas segundo experiências européias, 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).

De acordo com o mesmo autor para que o Pronaf fosse efetivamente viável, tendo em vista que sua raiz de sustentação ideológica (moldes da experiência francesa) não era condizente com a realidade brasileira, onde as lavouras extensivas sobre domínio da propriedade privada historicamente sempre dominaram a produção agrícola e as inovações técnicas, seria necessária a utilização de culturas que pudessem ser plantadas em pequena escala, mas que possuíssem demanda mercadológica.

Nesse cenário ressurgiu o biodiesel, um combustível renovável, biodegradável e ambientalmente correto, sucedâneo ao 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, a baga de mamona, polpa de dendê, amêndoa do coco de dendê, amêndoa do coco de babaçu, semente de girassol, amêndoa do coco de 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, o nabo forrageiro, dentre muitas outras (HOLANDA, 2004).

O Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB), lançado no final do ano de 2004, inseriu esse combustível na matriz energética brasileira e elegeu o produtor familiar como seu maior fornecedor de matérias-primas, ganhando um papel de destaque na cadeia produtiva do biodiesel (SOUSA *et al.*, 2005).

Entretanto como afirma Sachs (2007) à existência de uma certificação socioambiental é fundamental para o sucesso de um programa de biodiesel voltado para a inclusão social. E esta é retratada no PNPB, através do Selo Combustível Social, que permite que os produtores possam usufruir das vantagens pertinentes ao regime tributário do biodiesel, através da Instrução Normativa 1, de 05.07.2005 do Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA), que estabelece os critérios e procedimentos relativos à obtenção, manutenção, sustentação e cancelamento do mesmo (PRATES, PIEROBON & COSTA, 2007).

Os requisitos que devem ser atendidos para que os produtores de biodiesel se enquadrem na Instrução Normativa 1, de 05.07.2005 do MDA são os seguintes¹:

- a) Celebração de contratos com os agricultores familiares, atendendo a prazos e condições de entrega da matéria-prima e de preços.
- b) Prestação de assistência técnica e capacitação dos agricultores familiares.

¹ PRATES, PIEROBON & COSTA, 2007; ACCARINI, 2006.

- c) Aquisição de um percentual mínimo de matéria-prima oriunda da agricultura familiar, sendo este de 10% para as regiões Norte e Centro-Oeste, 30% para as regiões Sul e Sudeste e 50% para a região Nordeste e o Semi-Árido.

Segundo Prates, Pierobon e Costa (2007), o MDA por meio da Instrução Normativa 2, de 30.09.2005 determina quais são os projetos² que estão de acordo com os critérios do Selo Combustível Social³, de modo que possam obter crédito das instituições financeiras regulamentadas.

O BNDES, através de sua Resolução nº 1.135/2004, instituiu o Programa de Apoio Financeiro a Investimentos em Biodiesel, que prevê financiamento de até 90% dos projetos com Selo Combustível Social e de até 80% dos projetos sem este selo (ACCARINI, 2006).

De acordo com Sluszz & Machado (2006), através dessas medidas e da linha de crédito adicional do Pronaf, será possível que os agricultores familiares tenham possibilidade de incrementar sua renda, sem que para isso, seja necessário que abandonem o plantio de alimentos.

Contudo, para Silva (2006), existem diversos entraves mercadológicos que afastam os produtores familiares do PNPB, como: a disponibilidade de financiamento, o custo inicial de produção, o custo logístico (quando consideradas áreas de plantio distantes das usinas) e o risco de obter baixo rendimento, quando os preços mínimos da venda de oleaginosas para as usinas não são assegurados pelo governo.

Para que a cadeia produtiva do biodiesel seja eficiente e possa atender ao objetivo social dos programas governamentais, Arruda *et al.* (2004) afirmam que os atores envolvidos devem realmente ser participantes ativos do processo, de forma consciente e profissional, sendo eles a cooperativa local (gerida por pequenos e médios produtores), a cooperativa central (representantes de diversas cooperativas locais) e o gestor da cadeia produtiva (composta por técnicos com alto nível de gestão).

Portanto, o principal viés de sustentação do PNPB é o mercadológico, isso implica numa efetiva manutenção da cadeia produtiva do biodiesel, implícita na seguinte definição de Batalha *et al.* (2001)⁴ *apud* Arruda *et al.* (2004, p. 48):

A gestão da cadeia de suprimentos pressupõe o desafio de coordenar as atividades desenvolvidas pelos atores ao longo da cadeia produtiva e de promover a sintonia de atores independentes; e apóia-se na crença de que a efetividade (eficiência + eficácia) da cadeia produtiva pode ser obtida pelo compartilhamento de informações, pelo planejamento conjunto e pela melhoria dos relacionamentos entre seus diversos elos e atores.

² O Projeto de Lei de Conversão nº 60 – PLV-60 sugere a criação de uma linha de crédito específica para o financiamento das unidades industriais de produção de biodiesel, através do BNDES, privilegiando a rota ética, o desenvolvimento regional e a inclusão social. Além de propor a criação de linhas de crédito específicas para o cultivo de oleaginosas, mormente pela agricultura familiar, sendo o financiamento desse segmento realizado pelo Banco do Brasil, Banco do Nordeste do Brasil e Banco da Amazônia (LIMA, 2005: p. 21).

³ De acordo com Accarini (2006: p. 55):

“Se, por exemplo, uma empresa das regiões Sul ou Sudeste adquire o mínimo de 30% de suas necessidades de matérias-primas de agricultores familiares, terá direito ao Selo Combustível Social e esse percentual será aplicado sobre a redução prevista para essa situação no modelo tributário, permitindo-lhe abater 20,4% (30% de 68%) do valor das contribuições para o PIS/Pasep e a Cofins relativo à regra geral (R\$ 0,218/litro), ou seja, pagará cerca de R\$ 0,174/litro. Se adquirir 50%, a redução será de 34% (pagamento de R\$ 0,144/litro) e assim sucessivamente, até atingir 68%, pagando R\$ 0,070/litro.”

⁴ BATALHA, M. O; SILVA, A. L. S. (2001), *Gerenciamento de Sistemas Agroindustriais: Definições e Correntes Metodológicas*. In: BATALHA, M. O.e LIMA, E. F (Coord.) *Gestão Agroindustrial*, São Paulo: Ed. Atlas, v.1, 2001.

A cadeia produtiva do biodiesel, pode ser melhor compreendida, através da ligação existente entre o produtor familiar, no fornecimento de insumos, os intermediários, representados pelo 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 (ACCARINI, 2006). Contudo, esses incentivos podem ser mitigados, uma vez que o fornecimento torne-se por demais oneroso, ou seja, a cadeia produtiva deixe de ser eficiente e eficaz. A boa gerência da cadeia produtiva do biodiesel passa necessariamente pelos gargalos de infra-estrutura logística e os custos relativos a esta (PACHECO, 2004).

Uma vez que seja mais rentável para as indústrias plantar seus próprios insumos, ou até mesmo adquiri-los de grandes produtores rurais, o caráter social do biodiesel será deixado de lado e com isso, as tentativas políticas de valorização da agricultura familiar, poderão ser frustradas (ABRAMOVAY & MAGALHÃES, 2007).

Por essa razão, a próxima seção dedicar-se-á a introduzir os principais conceitos de Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE), ferramental 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.

2. Metodologia

Para que se possa determinar a distribuição espacial de variáveis, 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).

De acordo com Perobelli, Faria e Ferreira (2005), a análise exploratória de dados espaciais está baseada em aspectos espaciais da base de dados⁵, 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 (*e.g. outliers*).

É importante frisar que para AEDE ocorra de maneira mais apropriada, é aconselhável o uso de variáveis intensivas, ou espacialmente densas (variáveis que são divididas por algum indicador de intensidade), tendo em vista que, variáveis absolutas podem induzir a enganos na análise. Isso porque essas variáveis tendem a estar correlacionadas com a área ou população total de uma região (ANSELIN, 2003: p. 9).

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 através de instrumentos quantitativos e não pelo “olho humano” (ANSELIN, 1998; ANSELIN, 1995).

⁵ No século XIX John Snow incorporou intuitivamente o espaço em suas análises. Um exemplo clássico foi retratado em 1854 através de umas várias epidemias de cólera que ocorrera em Londres. Pouco se sabia a respeito da doença, e duas correntes científicas procuravam explicá-la, uma relacionando-a aos miasmas concentrados nas regiões baixas e pantanosas da cidade, e outra a ingestão de água insalubre. Através de um mapa que localizava as residências dos óbitos ocasionados pela doença e as bombas de água que abasteciam a cidade, foi possível visualizar a correlação entre as duas variáveis. Mais tarde, estudos posteriores acabaram confirmando essa hipótese (DRUCK *et al.* 2004: p. 2).

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 diagrama de dispersão de Moran e pelo mapa de *clusters* em suas versões tanto univariadas como multivariadas.

2.1. Autocorrelação Espacial Global Univariada

O primeiro passo que deve ser observado em um estudo de (AEDE), refere-se ao teste da hipótese nula, em que os dados sejam distribuídos aleatoriamente. Intuitivamente aleatoriedade espacial significa que valores de um atributo em uma dada região não possuem relação, ou dependência, com valores desse atributo em regiões vizinhas (ALMEIDA, 2007a).

Segundo Odland (1988: p. 9) um coeficiente de autocorrelação descreve um conjunto de dados que está ordenado em uma determinada seqüência. Por extensão, 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”. Dessa forma o coeficiente de autocorrelação torna-se independente da escala.

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 os *lags* espaciais (Wz_t) 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.* 2005b).

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.*, (2005a), esta estatística pode ser representada através da seguinte notação matricial:

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

Onde:

$$t = \{1, 2, \dots, n\}$$

Nesta 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 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, $w_{ij}=1$, quando não possuem fronteira comum, $w_{ij}=0$ (NEVES *et al.* 2000).

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:

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

Onde:

$$t = \{1, 2, \dots, n\}$$

A literatura lista diversos modos de se construir a matriz de pesos espaciais, mas os dois mais utilizados são a Rainha (*Queen*) e a Torre (*Rook*). A matriz Rainha é mais robusta e 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).

Gonçalves (2005) 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 – LISA⁶.

2.2. Diagrama de Dispersão de Moran

Segundo Almeida *et al.* (2005), o diagrama de dispersão de Moran é uma representação do coeficiente de regressão linear, através 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 esta inclinação fornece o grau de ajustamento.

O diagrama de dispersão de Moran 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, 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.*, 2005a)

⁶ *Local Indicator of Spatial Association.*

2.3. 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 esta 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 medir 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, 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. Esta 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 idéia 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).

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, 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 se obter um coeficiente de autocorrelação espacial local multivariado (ALMEIDA, 2007a)

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 equação⁷:

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

(5)

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

A seguir é exposta a base de dados utilizada no estudo, bem como os procedimentos utilizados para a mensuração dos resultados de acordo com a literatura sobre AEDE.

2.6. Base de Dados

Este estudo fez uso do software GEODATA ANALYSYS (GeoDa) e da base de dados gerada através do SIDRA (Sistema IBGE de Recuperação Automática), que é vinculada ao IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), do qual se extraiu informações referentes ao setor agrícola. Ainda, dados referentes à produção efetiva de biodiesel foram coletados juntos a ANP, bem como, informações relativas à estrutura rodoviária foram levantadas junto ao DNIT (Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transporte). Os dados coletados são referentes ao ano de 2005, ou seja, logo após a implementação do PNPB em dezembro de 2004.

Dentre as inúmeras oleaginosas com possibilidade de se utilizar na produção de biodiesel, foram consideradas somente a soja, a mamona, o dendê, o girassol, o amendoim, o coco-da-baía⁸ e o algodão, ver tabela 1, que segundo Sluszz e Machado (2006) são as principais culturas plantadas pela agricultura familiar no Brasil.

⁷ Esta equação adota notações já citadas.

⁸ Foi utilizado um conversor de medidas para essa variável.

Como forma de manter o estudo coerente com a literatura vigente sobre a AEDE, foram utilizadas variáveis intensivas, isto é, variáveis divididas por algum indicador de intensidade, como a área ou a população de cada região (no caso, unidade da federação).

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

- Cada uma teve seu rendimento médio multiplicado pelo seu respectivo teor médio de óleo vegetal⁹, bem como, pelo percentual nacional de participação da agricultura familiar¹⁰. 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.
- O último passo foi à análise das variáveis através da AEDE, confrontando os dados relativos ao potencial de óleo vegetal, a produção efetiva de biodiesel e a estrutura logística representada pela malha rodoviária total.

Como se pode observar na tabela 1, os dez 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, é que 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.

Esta influência pode ser observada claramente sobre os estados do Espírito Santo e Rio de Janeiro, que produzem somente o coco-da-baía, dentre todas as oleaginosas consideradas no estudo. Em decorrência disso ocupam posição de destaque, unicamente pelo fato de, dessa oleaginosa possuir um rendimento muito elevado de óleo vegetal.

Considerando todas as unidades da federação é interessante notar, 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.

Tabela 1. Rendimento Total Médio por Oleaginosa¹¹

Unidade da Federação	Oleaginosas (Rendimento Total Médio da Agricultura Familiar)							
	Algodão Herbáceo	Amendoim	Coco-da-Baía	Dendê	Girassol	Mamona	Soja	Agregado
Rondônia	0	91	5528	0	0	0	212	5831
Acre	68	315	2946	0	0	0	142	3471
Amazonas	57	63	2227	251	0	0	159	2757
Roraima	0	0	0	0	0	0	192	192

⁹ 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%, da mamona 47,5%, do dendê 22%, do girassol 43%, do amendoim 41,5%, do coco-da-baía 57,5% e do algodão 15%.

¹⁰ Segundo Carvalho (2003) a agricultura familiar corresponde por aproximadamente 38% da produção nacional no campo.

¹¹ Os dados estão em quilogramas por hectare (kg/ha).

Pará	0	188	5023	1338	0	0	204	6753
Amapá	0	0	0	0	0	0	0	0
Tocantins	125	401	7304	0	0	0	174	8004
Maranhão	199	355	1655	0	0	0	183	2391
Piauí	40	115	5286	0	0	82	193	5716
Ceará	47	192	3047	0	0	125	205	3617
Rio Grande do Norte	36	0	1386	0	0	117	0	1539
Paraíba	30	105	2647	0	0	165	0	2946
Pernambuco	36	279	5043	0	0	89	0	5447
Alagoas	18	180	1921	0	0	54	204	2377
Sergipe	0	194	1624	0	0	0	0	1818
Bahia	182	181	4562	316	157	131	189	5718
Minas Gerais	153	310	8176	0	0	293	180	9111
Espírito Santo	0	0	7446	0	0	0	0	7446
Rio de Janeiro	0	0	6908	0	0	0	0	6908
São Paulo	122	398	5832	0	0	280	149	6781
Paraná	78	287	3836	0	117	188	156	4662
Santa Catarina	0	367	0	0	0	0	118	485
Rio Grande do Sul	0	142	0	0	252	54	45	493
Mato Grosso do Sul	158	458	6989	0	178	169	126	8078
Mato Grosso	199	386	5719	0	228	175	199	6905
Goiás	165	502	6730	0	235	360	179	8171
Distrito Federal	197	0	0	0	216	0	219	632
Total	1910	5509	101832	1905	1382	2283	3428	118247

Fonte: Elaboração dos autores com base na pesquisa Produção Agrícola Municipal do IBGE (2006).

3. Aplicação da Teoria e Análise dos Resultados

O uso da AEDE 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, foram realizadas as análises espaciais univariada e bivariada, ou multivariada, do potencial de rendimento médio de óleo vegetal da agricultura familiar, da produção efetiva de biodiesel e da malha rodoviária nacional.

A fim de verificar a robustez da análise foram utilizadas, tanto a matriz de contigüidade 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 designa a 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.

Tabela 2. *I* de Moran Global Univariado para as Variáveis de Interesse

Variáveis	<i>I</i> de Moran
AGRE05 X W_AGRE05	0,3325
TX_PBE05 X W_TX_PBE05	-0,0383
TX_TR05 X W_TX_TR05	0,7187

Fonte: Elaboração dos autores com base no programa Geoda.

De acordo com a tabela 2, o *I* de Moran do rendimento médio de óleo vegetal (AGRE05 X W_AGRE05) apresentou um valor de 0,3325, ou seja, rejeita-se a hipótese nula¹² à 5% de significância, já que se pode considerar que existe uma correlação positiva entre o rendimento médio de óleo vegetal em um estado e o valor médio do rendimento médio de óleo vegetal em estados vizinhos.

Já o *I* de Moran global da produção de biodiesel (TX_PBE05 X W_TX_PBE05) revelou um valor de -0,0383, isto é, aceita-se a hipótese nula¹³ a um nível de significância de 5%. 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 (TX_TR05 X W_TX_TR05), o *I* de Moran global, revelou um valor de 0,7187, assim rejeita-se a hipótese nula¹⁴ a um 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, relaciona as variáveis (AGRE05 X W_AGRE05) 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 (Vermelho) e Baixo-Alto (Lilás).

O padrão Alto-Alto revela que 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.

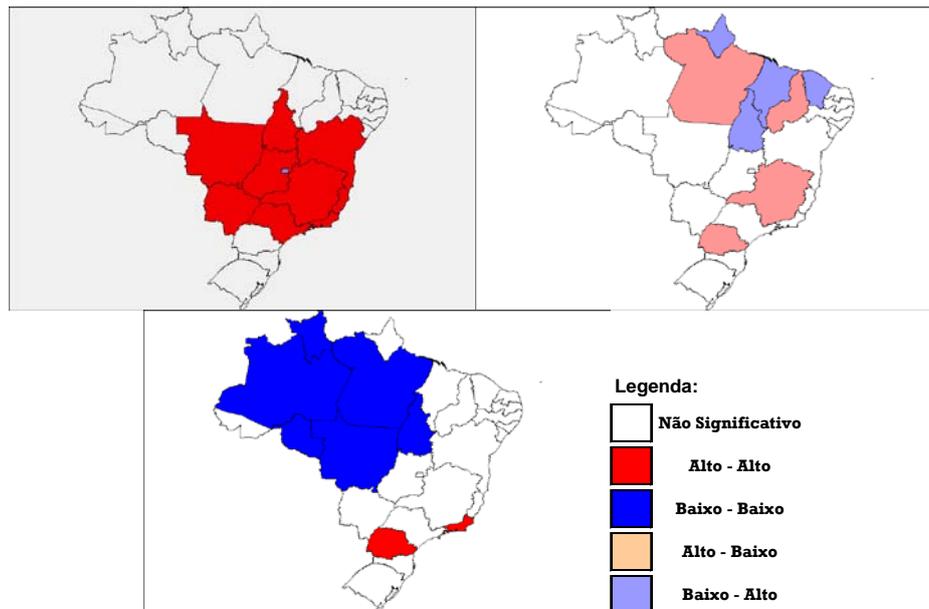
Já o padrão Baixo-Alto indica que estados com baixo rendimento médio de óleo vegetal da agricultura familiar são rodeados por estados que possuem rendimento médio acima da média para o óleo vegetal resultante da agricultura familiar.

Figura 1. Mapa de *Clusters*

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



Fonte: Elaboração dos autores com base no programa Geoda.

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, até porque, mesmo pertencendo ao estado de Goiás, possui autonomia política em virtude de ser a capital do país, por esse motivo é que 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, o segundo da esquerda para direita, relaciona as variáveis (TX_PBE05 X W_TX_PBE05) apresentando os padrões Alto-Baixo (Rosa) e Baixo-Alto (Lilás). 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, Piauí, Minas Gerais e Paraná apresentavam o padrão Alto-Baixo em 2005. Em contrapartida, os estados de Rondônia, Maranhão, 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 (TX_TR05 X W_TX_TR05) 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 Rio de Janeiro enquadram-se no padrão Alto-Alto, enquanto que, quase todos os estados da região norte, com exceção do Acre e de Rondônia, e o estado do Mato Grosso na região centro-oeste, revelaram o padrão Baixo-Baixo na análise.

A seguir é realizada a análise bivariada, ou multivariada, para revelar como as variáveis analisadas acima se relacionam de maneira direta, isto é, pretende-se identificar a existência, ou 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 uma análise bivariada relacionando as variáveis para se tentar identificar de que maneira elas se relacionam. O primeiro passo foi cálculo do *I* de Moran global, como pode ser visto na tabela 3.

Tabela 3. *I* de Moran Global Bivariado para as Variáveis de Interesse

Variáveis	<i>I</i> de Moran
AGRE05 X W_TX_PEB05	-0,068
AGRE05 X W_TR05	-0,0556
TX_PEB05 X W_TX_TR05	-0,2728

Fonte: Elaboração dos autores com base no programa Geoda.

O primeiro *I* de Moran que consta na tabela 3, refere-se à regressão da produção efetiva de biodiesel, contra o *lag* espacial do rendimento médio de óleo vegetal da agricultura familiar (TX_PBE05 X W_AGRE05). Destarte, pode se considerar que, a um nível de 5% de significância, rejeita-se a hipótese nula¹⁵, desse modo existe uma relação 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 (AGRE05 X W_TX_TR05). Desse modo rejeita-se a hipótese nula¹⁶ a 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 (TX_PEB05 X W_TX_TR05). Assim pelo resultado expresso na tabela 3, rejeita-se a hipótese nula¹⁷ a 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 mais bem identificados através de uma análise espacial local, por meio do mapa de *clusters* (figura 2). O primeiro mapa no alto, da esquerda para direita, relaciona a nível local a variável produção de biodiesel em um determinado estado e o rendimento médio de óleo vegetal da agricultura familiar em seus estados vizinhos. (TX_PBE05 X W_AGRE05). Desse modo foram detectados dois tipos de padrões espaciais para essas variáveis, o padrão Alto-Alto (Vermelho) e o padrão Baixo-Alto (Lilás).

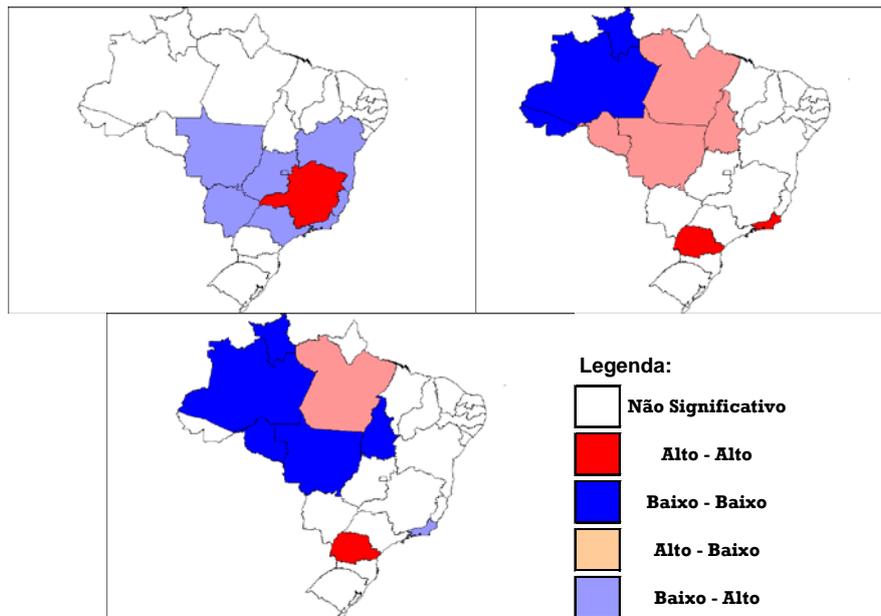
O padrão Alto-Alto revela que estados com elevada produção de biodiesel são circundados por estados com destacado rendimento médio de óleo vegetal oriundo da agricultura familiar. Isso significa que esses estados possuem como vizinhos estados com elevado potencial de fornecimento de matérias-primas.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

Figura 2. Mapa de Clusters

¹⁵ O nível de significância para o teste foi de 0,1% com 999 permutações.

¹⁶ O nível de significância para o teste foi de 0,1% com 999 permutações.

¹⁷ O nível de significância para o teste foi de 0,1% com 999 permutações.



Fonte: Elaboração dos autores com base no programa Geoda.

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 através da abundância de matérias-primas oriundas de 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 a Bahia na região nordeste.

O segundo mapa da figura 2, o segundo no alto da esquerda para direita, por sua vez, relaciona o rendimento médio de óleo vegetal de um estado com a média da malha rodoviária de estados vizinhos (AGRE05 X W_TX_TR05). Tendo sido detectados três tipos de associação espacial local, Alto-Alto (Vermelho), Baixo-Baixo (Azul) e Alto-Baixo (Rosa).

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 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, que é o caso de três estados da região norte, Acre, Amazonas e Roraima.

E o último, o padrão Alto-Baixo, indica que estados com elevado rendimento médio de óleo vegetal advindo da agricultura familiar, são cercados por estados com baixa malha rodoviária média, o que sugere que, a produtividade de óleo vegetal desses estados poderia ficar comprometida pela deficiência na infra-estrutura logística, encarecendo os custos de transporte. Os estados que possuem esse padrão são os do Pará, Rondônia e Tocantins, na região norte e o estado do Mato Grosso na região centro-oeste.

O terceiro mapa da figura 2, o da porção inferior central, relaciona a produção de biodiesel em um estado qualquer, com a média da malha rodoviária em estados vizinhos (TX_PEB05 X W_TX_TR05). Destarte foram encontrados os quatro tipos de associação espacial local possíveis, isto é, os padrões Alto-Alto (Vermelho), Baixo-Alto (Lilás), Baixo-Baixo (Azul) e Alto-Baixo (Rosa).

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, na região Sul, 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 pelos seus vizinhos. O estado do Rio de Janeiro, na região sudeste, 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, Rondônia, Roraima e Tocantins são os principais responsáveis por esse tipo de padrão espacial, juntamente com o estado do Mato Grosso na região centro-oeste.

Finalizando 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 infra-estrutura e 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 idéia de ofertar um novo combustível com profundas repercussões econômicas, sociais e ambientais, passando necessariamente pela valorização da agricultura familiar. Essa seria atingida através de um regime tributário federal diferenciado (Selo Combustível Social), do qual desfrutariam os produtores de biodiesel que adquirissem um percentual mínimo de matérias-prima oriunda da agricultura familiar.

Entretanto a viabilidade do Selo Combustível Social está necessariamente atrelada ao componente mercadológico de oferta e demanda de insumos, e aos custos de transporte, representados pela infra-estrutura logística.

Uma vez que se torne vantajoso para as indústrias plantar seus próprios insumos, ou até mesmo adquiri-los de grandes produtores rurais, o caráter social do biodiesel será relegado e com isso, as tentativas políticas de valorização da agricultura familiar poderão se tornar frustradas.

Destarte foi utilizado o ferramental da Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE), como forma de identificar padrões de associação espacial e com isso verificar 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, e como 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 foi rejeitada a hipótese nula a 5% de significância, tendo em vista que, pode-se concluir que existia dependência espacial entre o rendimento médio de óleo vegetal em um dado estado e o rendimento médio de óleo vegetal em seus vizinhos. O mesmo diagnóstico foi encontrado para a malha rodoviária estadual, a um nível de 5% de significância, ou seja, existe uma correlação positiva entre a malha rodoviária em um estado e a malha rodoviária em estados vizinhos. Somente a produção de

biodiesel não foi estatisticamente significativa, isto é, aceitou-se a hipótese nula a 5% de significância, na qual, não existe dependência espacial na produção de biodiesel entre um determinado estado e a média da produção de biodiesel em estados vizinhos.

Assim para se descobrir padrões de associação local foram utilizados os indicadores LISA, que revelaram os padrões Alto-Alto e Baixo-Alto para o rendimento médio de óleo vegetal da agricultura familiar, os padrões Alto-Baixo e Baixo-Alto para a produção efetiva de biodiesel, e os padrões Alto-Alto e Baixo-Baixo para a malha rodoviária dos estados.

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 a 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. Os estados do Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás, Distrito Federal, 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 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, os estados do 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 infra-estrutura 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 pela infra-estrutura 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, destarte poderia 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.

Através da AEDE, pode-se verificar como o relacionamento 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 ambas em um contexto bivariado comprova a necessidade de investimentos em infra-estrutura 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. Agricultura Familiar e Desenvolvimento Territorial. *Reforma Agrária – Revista da Associação Brasileira de Reforma Agrária*. vol. 28, n. 1, jan/dez. 1998.

ABRAMOVAY, Ricardo; MAGALHÃES, Reginaldo. *O acesso dos agricultores familiares aos mercados de biodiesel: parcerias entre grandes empresas e movimentos sociais*. Texto para discussão n° 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; 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.

ANP – Agência Nacional do Petróleo Gás Natural e Biocombustíveis. Brasília, 2008. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/petro/dados_estatisticos.asp> Acesso em: 8 jan. 2008.

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.

ARRUDA, João B. Furtado; NOBRE, Ernesto F. Júnior; MENDES, Ricardo de Albuquerque. *Uma proposta de gestão para a cadeia produtiva do biodiesel da mamona*. In: I Congresso Brasileiro de Mamona. 2004. Campina Grande. Disponível em: <<http://www.rbb.ba.gov.br/arquivo/219.pdf>>. [Acesso em: 20 de setembro 2007].

CARNEIRO, Maria José. Política pública e agricultura familiar: uma leitura do Pronaf. In: *Estudos Sociedade e Agricultura*. Abril, 1997, p. 70 – 82. Disponível em: <<http://bibliotecavirtual.clacso.org.ar/ar/libros/brasil/cpda/estudos/oito/carneiro8.htm>> . [Acesso em: 03 de outubro 2007].

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 (2005). A Produção do Biodiesel e Aspectos do PNPB. 32 p. Grupo de Estudos e Extensão em Desenvolvimento Econômico e Social. ESALQ/USP.

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

CRESTANA, Sílvio. *Matérias-Primas para Produção do Biodiesel: Priorizando Alternativas*. São Paulo, agosto de 2005. Disponível em: <<http://www.embrapa.br/imprensa/palestras/PalestraDiretoPresidenteProducaoBiodiesel.pdf/vieu>>. [Acesso em: 5 de agosto 2007].

DRUCK, Suzana; CARVALHO, Marília Sá; CÂMARA, Gilberto; MONTEIRO, Antônio Miguel Vieira. *Análise Espacial de Dados Geográficos*. Brasília: Embrapa, 2004. 209 p. ISBN 85-7383-260-6. Disponível em: <www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/analise>. [Acesso em: 2 de janeiro 2008].

GONÇALVES, E. *Distribuição Espacial da Atividade Inovadora Brasileira: Uma Análise Exploratória*. Texto para discussão CEDEPLAR n° 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.

NEVES, Marcos Corrêa; RAMOS, Frederico Roman; CAMARGO, Eduardo Celso Gerbi; CAMARÃ, Gilberto; MONTEIRO, Antônio Miguel. *Análise espacial de dados sócio-econômicos de São Paulo*. Instituto Nacional de Pesquisa Espacial – INPE, 2000.

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

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

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

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 Morais de. *Produção de soja na região sul do Brasil (1991-2003): uma análise espacial*. Texto para discussão NUPE n° 23. UFJF: 2005b.

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.

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.

SACHS, Ignacy. Petróleo está no começo do fim. *Diário Regional*, Juiz de Fora, 16 e 17 dez. 2007. Economia, p. 08.

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>. [Acesso em: 01 de outubro 2007].

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

SILVA, Wilson S. Dália da. *Mapeamento de variáveis mercadológicas para a produção de biodiesel a partir da mamona na região nordeste do Brasil*. 2006. 127 f. 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*. Rio Grande do Sul, 2006. Disponível em: <<http://paginas.agr.unicamp.br/energia/agre2006/pdf/50.pdf>>. [Acesso em: 12 abr. 2007].

SOUSA, Geovânia Silva de; PIRES, Mônica de Moura; ALVES, Jaênes Miranda; ALMEIDA, Cezar Menezes. Potencialidade da produção de biodiesel utilizando Óleos vegetais e gorduras residuais. In: *III Workshop Brasil-Japão em Energia, Meio-Ambiente e Desenvolvimento Sustentável*. Campinas: Unicamp, 2005, 10p. Disponível em: <<http://www.cori.rei.unicamp.br/BrasilJapao3/progjb3.php>>. [Acesso em: 29 de setembro 2007].