



ISSN 2175-6295 Rio de Janeiro- Brasil, 12 e 13 de agosto de 2010

UTILIZAÇÃO DE MODELOS ECONÔMETRICOS ESPACIAIS APLICADOS AO ESTUDO DO PREÇO DO MEL NO BRASIL

Adriano Soares Koshiyama

UFRRJ – Rodovia BR 465 Km 7, CEP 23890-000 – Seropédica/RJ
as.koshiyama@gmail.com

Karyme França Saltarelli Carvalho

UFRRJ – Rodovia BR 465 Km 7, CEP 23890-000 – Seropédica/RJ
karymefranca@hotmail.com

João Soares Neto

UFRRJ – Rodovia BR 465 Km 7, CEP 23890-000 – Seropédica/RJ
jsn332004@yahoo.com.br

Maria Cristina Affonso Lorenzon

UFRRJ – Rodovia BR 465 Km 7, CEP 23890-000 – Seropédica/RJ
lorenzon@ufrj.br

Wagner de Souza Tassinari

UFRRJ – Rodovia BR 465 Km 7, CEP 23890-000 – Seropédica/RJ
tassinari@ufrj.br

Resumo: Dentre inúmeros conceitos a respeito da econometria espacial, conclui-se que consiste na utilização de métodos estatísticos, incorporados de uma variável que denote dependência espacial a problemas da economia. A utilização dessa metodologia é vastíssima e oportuna em áreas emergentes da economia, como a apicultura. Atualmente, a apicultura brasileira está vivenciando um vertiginoso crescimento, projetando nosso país através da produção do mel e outros produtos apícolas. No entanto, a apicultura brasileira necessita reduzir os déficits que influenciam fortemente a cadeia produtiva apícola. Diante deste panorama observa-se que existe uma necessidade de entendimento da variação do preço de mel no mercado brasileiro. O presente estudo objetiva identificar os fatores sócio-econômicos, tecnológicos e espaciais de âmbito agropecuário, que influenciam a variabilidade do preço do mel no Brasil, através da utilização de métodos de seleção de variáveis (*stepAIC*, *RSS*), índice global de Moran e modelagem econométrica espacial.

Palavras-Chave : Econometria, Análise Espacial, Apicultura

Abstract: Among numerous concepts regarding the spatial econometrics, we conclude that is the use of statistical methods incorporated by a variable denoting the spatial dependence of the economy problems. The use of this methodology is very large and timely in emerging areas of the economy, such as beekeeping. Currently, the Brazilian beekeeping is experiencing a rapid growth, projecting our country through the production of honey and other bee products. However, the Brazilian beekeeping needs to reduce the deficits that strongly influence the supply chain beekeeping. Facing this scenario it is observed that, there is a need for understanding the variation in the price of honey

in the Brazilian market. The present study aims at identifying the socioeconomic, technological and spatial in scope of agriculture, which influence the variability of the price of honey Brazil, by using methods of variable selection (stepAIC, RSS), the global index of Moran and spatial econometrics models.

Keywords: Econometrics, Spatial Analysis, Beekeeping

1. Introdução

Recentemente uma área que vem ganhando bastante terreno na literatura econômica e derivada da evolução metodológica dessa grande área, é a econometria espacial. Que é possível ser definida como uma sub-área da econometria que leva em conta as estruturas geográficas das regiões onde estão sendo estudadas (Anselin, 1988). Segundo Figueiredo (2002), este fato tem ocorrido por causa da constatação da existência do fenômeno de autocorrelação espacial, ou seja, a existência de efeitos de interdependência nas diferentes regiões, principalmente quanto mais próxima uma região for da outra. A econometria espacial considera dois efeitos espaciais na sua estimação, o primeiro é a dependência espacial ou autocorrelação espacial e o segundo a heterogeneidade espacial. Segundo Anselin (1988), esses dois efeitos costumam ser ignorados na literatura econométrica tradicional, muito provavelmente pela ênfase dada aos fenômenos dinâmicos e os dados de série temporal. Mas a não consideração dos efeitos espaciais pode possivelmente gerar estimativas enviesadas.

O Brasil se destaca como líder no mercado mundial de muitos itens provenientes da agropecuária, de acordo com Guilhoto, Silveira e Azzoni (2004), em 2003, 30,6% da renda total da economia brasileira foram derivados do agronegócio, que respondem por parcela importante do Produto Interno Bruto (PIB). É de grande interesse estudos que englobem a conjuntura econômica a respeito deste tema, e conjuntamente que levem em conta dados para consulta e geração de informação.

Apesar do Brasil estar em uma posição de destaque no que diz respeito aos agrobusiness, é verificado que cerca de 80% do total das propriedades rurais do Brasil pertencem a grupos familiares, abrangendo um universo de 13,8 milhões de pessoas, que são responsáveis pela produção de grande parte dos alimentos consumidos no país (FIBGE, 1996). De acordo com Guelber (2005), a criação de animais é um segmento muito valorizado pela agricultura familiar, envolvendo-a em ações econômicas, ecológicas e socioculturais.

Diante deste cenário, a apicultura recebe um destaque fundamental no Brasil. Definida como a criação racional de abelhas objetivando a produção do mel e seus derivados (própolis, geleia real, pólen, cera de abelha, entre outros). A apicultura vem sendo considerada uma das criações de destaque familiar, especialmente quando destinada à regiões e épocas desfavoráveis para a agricultura e outras atividades pecuárias. É uma atividade de fácil manutenção e de baixo custo inicial em relação às demais atividades agropecuárias e vem se tornando um importante segmento para reduzir os índices de pobreza de seus produtores, ao gerar alimentos, ocupação e renda (SEBRAE, 2006). O setor apícola ganhou maior dimensão a partir da africanização das abelhas melíferas, que propiciou maior resistência das abelhas às doenças e ao ataque de inimigos naturais (De Jong, 1992), repercutiu no aumento da produção e no aperfeiçoamento de técnicas de seu manejo (Gonçalves, 1994). A partir do ano de 2000 observa-se a abertura do mercado externo para os produtos apícolas do Brasil e a necessidade de se atentar para novos parâmetros de competitividade visando uma participação mais sustentável (SEBRAE, 2006). A produção apícola nacional triplicou nos últimos anos e atualmente com 40 mil toneladas anuais, o Brasil é o 11º produtor no ranking mundial. A cadeia produtiva envolve mais de 350 mil apicultores, além de gerar 450 mil ocupações no campo e 16 mil empregos diretos no setor industrial. Durante a última década do século passado, o mercado interno apícola registrou a maior produção até então e foi responsável pela estruturação da atividade.

No entanto, a apicultura brasileira necessita reduzir os déficits que influenciam fortemente a cadeia produtiva apícola. A partir do ano de 1994, observa-se uma tendência de aumento do preço do mel no Brasil e diante deste cenário há uma necessidade de se obter informações sobre os

possíveis fatores que interferem sobre o preço do mel, sendo essa informação vital para auxiliar nas estratégias produtivas, logística, marketing e comercial do mel brasileiro. Utilizando-se da Econometria Espacial, que consiste na utilização métodos estatísticos, incorporados de uma variável que denote dependência espacial (LeSage, 2009), seja um bom instrumento para ampliar e conduzir esses estudos. O objetivo desse trabalho é identificar os possíveis fatores sócio-econômicos, tecnológicos e de manejo que influenciam no preço do mel no Brasil.

2. Metodologia da Pesquisa

A variabilidade do preço do mel no Brasil será estudada utilizando como base de dados o Censo Agropecuário de 2006 realizado pelo IBGE e utilizando esses dados agregados por 137 mesorregiões.

São propostas metodológicas a aplicação de modelos econométricos espaciais, aplicação do método *stepAIC* para escolha das variáveis do modelo com menor AIC (Critério de Informação de Akaike) comparativamente e a detecção de autocorrelação global espacial através do Índice de Moran (*I*).

Foram analisados através dessa metodologia variáveis socioeconômicas e de manejo presentes no Censo Agropecuário de 2006.

2.1. Área de Estudo

O Brasil, localizado na América do Sul, formada pela união de 26 estados federados e pelo Distrito Federal. O país conta com 5.565 municípios, 191.480.630 habitantes, bem como uma área de 8.514.876,599 km², equivalente a 47% do território sul-americano. Dispõe do quinto maior contingente populacional e da quinta maior área. Nona maior economia do planeta e maior economia latino-americana (IBGE, 2000).

Apesar de ser o quinto país mais populoso do mundo, o Brasil apresenta uma das mais baixas densidades populacionais. A maior parte da população se concentra ao longo do litoral, enquanto o interior do país ainda hoje é marcado por enormes vazios demográficos (IBGE, 2000).

2.2. Modelos Econométricos

No início, a teoria econômica não tinha muitas preocupações com a parte empírica, mas sim, com a construção de uma arcabouço teórico, ou seja; a partir das hipóteses que ela estabelecia, procurava tirar proposições que deveriam explicar o comportamento dos agentes econômicos, sem preocupações com a parte empírica. Mas, duas coisas os teóricos não sabiam, a primeira delas era, quantificar numericamente os parâmetros dos modelos gerados pelas proposições da Teoria Econômica; e a outra, não podiam colocar à prova essas proposições, isto é, não podiam confrontar a sua teoria com a realidade. Foi justamente para cobrir esses dois aspectos, que surgiu a Econometria (Mynbaev, 2004).

Dentre inúmeros conceitos a respeito da econometria (Frisch, 1936; Theil, 1971; Kmenta, 1988; Gujarati, 2000), foi concluído que ela pode ser definida como a análise quantitativa de fenômenos econômicos concretos, baseada no desenvolvimento simultâneo de teoria e observação, relacionados por métodos de inferência adequados (Samuelson et al, 1954). A palavra "econometria" é derivada do grego "*oikonomia*", economia, e "*metron*", medida. Desta forma a econometria consiste na aplicação de procedimentos matemáticos e estatísticos a problemas da economia.

Um modelo de regressão clássica é uma ferramenta estatística que utiliza o relacionamento existente entre duas ou mais variáveis de maneira que uma delas possa ser descrita ou o seu valor estimado a partir das demais.

Segundo Gujarati (1995), a análise de regressão está preocupada com o estudo da dependência de uma variável (Variável Dependente Y), em relação a uma ou mais variáveis

(Variáveis Explicativas $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$), com uma visão da estimação ou previsão a partir dos valores fixos conhecidos destas variáveis explicativas.

Tipicamente, quando se faz uma análise de regressão procura-se encontrar um bom ajuste entre os valores preditos pelo modelo e os valores observados da variável dependente. Além disto, procura-se descobrir quais das variáveis explicativas contribuem de forma significativa para o relacionamento linear. A hipótese padrão é que as observações não são correlacionadas e, portanto, os resíduos e_i do modelo são independentes e não-correlacionados com a variável dependente, além de apresentar Distribuição Normal com média zero e variância constante.

A equação de regressão pode ser representada da seguinte forma:

$$Y_i = \beta_0 + \sum_{k=1}^k \beta_k X_{ki} + e_i$$

O modelo a ser utilizado é o modelo de regressão linear, mais conhecido como modelo de mínimos quadrados (MMQ), onde Y_i é a variável resposta ou dependente relativa a i -ésima área; β_0 o intercepto, X_k as variáveis explicativas e β_k seus respectivos coeficientes. e_i é o termo aleatório que assume distribuição normal com média zero e variância desconhecida.

Quando os dados são georreferenciados no espaço geográfico (dados espaciais), pode ocorrer a dependência espacial entre os eventos (autocorrelação espacial), portanto deve ser levado em conta no modelo estatístico a estrutura espacial destes dados. O não uso deste procedimento, pode afetar a significância dos parâmetros tornando superestimada, e a existência de variações em larga escala geográfica pode até mesmo induzir a presença de associações espúrias.

Um aspecto é a caracterização da dependência espacial, que mostra como os valores estão correlacionados no espaço. As funções utilizadas para estimar quanto o valor observado de um atributo de uma região é dependente dos valores dessa mesma variável nas localizações vizinhas são a autocorrelação espacial. Uma das formas de medir a autocorrelação espacial é através do índice I de Moran global, cujo valor varia de -1 a $+1$, e indica quanto cada área analisada é semelhante à sua vizinhança imediata (Anselin, 2002).

O Índice Global de Moran pode ser definido como:

$$I = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (z_i - \bar{z})(z_j - \bar{z})}{\sum_{i=1}^n (z_i - \bar{z})^2}$$

Sendo n o número de áreas, z_i o atributo inerente a cada área, \bar{z} é o valor médio do atributo na região de estudo e w_{ij} os elementos que compõem a matriz de vizinhança e a estrutura de dependência espacial deste trabalho foi representada pela matriz de vizinhança ou proximidade w_{ij} , sendo $w_{ij} = 1$, se um determinado município i compartilha um lado comum com outro município, ou seja, se eles forem vizinhos, caso contrário $w_{ij} = 0$.

Dado a caracterização de dependência espacial dos dados, se faz necessário a utilização de um modelo que possa utilizar essa informação para o aprimoramento da análise. Para esse fim, será utilizado o modelo SAR (Spatial Auto Regressive) (Anselin, 2002):.

O modelo SAR pode ser definido como:

$$Y_i = \beta_0 + \sum_{k=1}^k \beta_k X_{ki} + w_{ij} + e_i$$

onde Y_i a a variável resposta ou dependente relativa a i -ésima área; β_0 o intercepto, X_k as

variáveis explicativas e β_k seus respectivos coeficientes. e_i é o termo aleatório que assume distribuição normal com média zero e variância desconhecida e a adição de um novo termo na forma de uma relação espacial para a variável dependente (Anselin, 2002). Esse novo termo é formado pela matriz de vizinhança W_{ij} combinada com um coeficiente espacial autoregressivo ρ .

2.3. Seleção de Variáveis

Para seleção das variáveis será utilizado o método baseado no stepAIC, tal método faz a combinação de todas as variáveis possíveis de maneira a verificar quais são as mais pertinentes para o ajuste do modelo mais parcimonioso.

Para a comparação dos modelos foi utilizado o critério de informação de Akaike (AIC) (AKAIKE, 1974) expresso por:

$$AIC = n \log \left[\frac{SQR}{n} \right] + 2k$$

onde n é o número de observações, SQR é a Soma do Quadrado dos Resíduos k é o número de parâmetros de regressão que o modelo estimou. Segundo este critério, o melhor modelo é o que possui menor valor de AIC comparativamente. Uma outra forma para seleção dos modelos foi a soma dos quadrados dos resíduos (RSS), através do teste de análise de variância.

2.4. Softwares Utilizados

Um aspecto importante é o uso exclusivo de software livre nas análises. Para visualização, descrição dos dados e cálculo do índice global de Moran será utilizado o sistema de informação geográfica TerraView (INPE/DPI, 2009) e para as análises exploratória de dados e modelagem dos dados será utilizado o pacote estatístico R (R Development Core Team, 2009).

3. Análise dos Resultados

Na Tabela 1 são especificados os principais resultados obtidos para a análise de regressão. No Modelo 1, a regressão foi feita com todas as variáveis selecionadas da base de dados e no Modelo 2, aplicamos o método *stepAIC* que fará a seleção das variáveis através do menor AIC.

Tabela 1: Parâmetros e Intervalos de Confiança dos Modelos de Regressão

Variáveis do Modelo	MODELO 1*** Parâmetros [IC = 95%]	MODELO 2 Parâmetros [IC = 95%]
Intercepto	-9,18200 [-22,33948; 3,97548]	-2,15500 [-10,19100; 5,88100]
Despesas com arrendamento de terra por estabelecimentos	-0,00286 [-0,01058; 0,00487]	
Receitas dos estabelecimentos por salário	-0,05595 [-0,19795; 0,08605]	
Receitas por estabelecimentos da assistência do governo	0,04968 [0,02199; 0,07737]*	
Estabelecimentos que fazem tratamento de esterco em lagoa anaeróbica	3,59100 [-14,48608; 21,66808]	
Estabelecimentos que fazem controle de pastagens	0,46590 [-1,37944; 2,31124]	1,87200 [0,48883; 3,25517]*
Produção média de mel por estabelecimentos (kg)	-0,00034 [-0,00066; -0,00002]*	-0,00029 [-0,00057; 0,00000]*
Proporção de estabelecimentos ligados a apicultura	-32,82000 [-56,35960; -9,28040]*	33,94000 [-52,64624; -15,23376]*
Donos do estabelecimento que não sabem ler nem escrever	-9,81100 [-15,68120; -3,94080]*	-8,21400 [-11,23828; -5,18972]*
Produtores com menos de 5 anos à frente dos trabalhos	0,00004 [-0,00013; 0,00021]	
Produtores com mais de 5 anos à frente dos trabalhos	-0,00003 [-0,00006; 0,00001]	
Estabelecimentos que fazem queimadas	-1,04800 [-6,42428; 4,32828]	
Estabelecimentos que fazem rotação de culturas	7,28300 [-2,24848; 16,81448]	
Estabelecimentos que fazem uso de agrotóxicos	78,86000 [-46,32520; 204,04520]	-0,33120 [-3,21436; 2,55196]
Estabelecimentos que não fazem práticas agrícolas	4,38400 [-2,20552; 10,97352]**	
Estabelecimentos com equipamentos de aplicação de agrotóxicos	-81,96000 [-206,47880; 42,55880]	
Estabelecimentos que usam práticas alternativas ao agrotóxico	11,90000 [-0,66948; 24,46948]	

Estabelecimentos que fazem práticas de agricultura orgânica	-53,53000 [-104,88200; -2,17800]*	
Uso de roçadeiras por estabelecimentos	0,72560 [-0,25969; 1,71089]	
Uso de pulverizadores e atomizadores por estabelecimentos	0,12180 [0,04763; 0,19597]*	0,11340 [0,06166; 0,16514]*
Uso de adubadeiras por estabelecimentos	1,62100 [-1,31704; 4,55904]	1,57300 [-0,72216; 3,86816]
Uso de gasolina por estabelecimentos	-1,33400 [-2,37554; -0,29246]*	-1,03700 [-1,71849; -0,35551]*
Uso de diesel por estabelecimentos	0,27000 [0,02618; 0,51382]*	0,28780 [0,19539; 0,38021]*
Uso de lenha por estabelecimentos	-0,66000 [-5,13860; 3,81860]	
Uso de GLP por estabelecimentos	15,00000 [8,49476; 21,50524]*	12,65000 [9,19060; 16,10940]*
Valor da dívida por estabelecimentos	-0,00561 [-0,03309; 0,02187]	9,36800 [1,84552; 16,89048]*
Estabelecimentos que não obtiveram financiamento	15,26000 [2,01236; 28,50764]	
Valor do financiamento obtido por estabelecimentos	0,01266 [0,00320; 0,02212]*	
Valor do financiamento obtido via amigos por estabelecimentos	-0,06486 [-0,11919; -0,01053]*	-0,05129 [-0,08924; -0,01334]*
Valor do financiamento obtido de bancos por estabelecimentos	-0,01836 [-0,03681; 0,00009]**	
Estabelecimentos que tiverem financiamento para custeio e investimento	0,00007 [0,00001; 0,00014]*	0,00005 [0,00000; 0,00009]*
Estabelecimentos que obtiveram financiamento para comercialização	156,20000 [-301,26400; 613,66400]	
Valor dos investimentos realizados por estabelecimentos	0,02460 [0,00361; 0,04559]*	
Valor por estabelecimentos da compra de animais para produção e reprodução	-0,05055 [-0,20706; 0,10596]	
Valor dos bens por estabelecimentos	-0,00408 [-0,01071; 0,00256]	-0,00230 [-0,00417; -0,00043]*
Valor por estabelecimentos da produção animal	-0,01432 [-0,08163; 0,05299]	
Valor por estabelecimentos da produção de pequenos animais	-0,00212 [-0,01047; 0,00624]	
Valor por estabelecimentos da produção vegetal	0,02117 [-0,03085; 0,07319]	
Valor da produção horticultura por estabelecimentos	0,04476 [-0,03197; 0,12149]	
Valor da produção floricultura por estabelecimentos	-0,00544 [-0,01086; -0,00002]**	-0,00336 [-0,00730; 0,00059]**
Valor das despesas realizadas nos estabelecimentos	0,01232 [-0,01700; 0,04164]	
Valor das despesas com sacarias e embalagens por estabelecimentos	-0,11470 [-0,29034; 0,06094]	
Valor das despesas com agrotóxicos por estabelecimentos	0,00006 [-0,00909; 0,00920]	
Valor das despesas com impostos por estabelecimentos	0,09598 [-0,03019; 0,22215]	
Valor das receitas obtidas por estabelecimentos	0,02012 [-0,01389; 0,05413]	
Valor das receitas obtidas na venda de vegetais por estabelecimentos	-0,00955 [-0,02100; 0,00191]	
Valor das receitas obtidas na venda de animais por estabelecimentos	-0,07417 [-0,12682; -0,02152]*	
Valor de outras receitas obtidas no estabelecimentos	-0,24050 [-0,49648; 0,01548]*	
Estabelecimentos que fazem controle de doenças	2,49800 [-1,42004; 6,41604]	
R²	53,29%	54,71%
Teste-F (p-valor)	<0,001	<0,001
AIC	942,39	987,25
RSS	633,25	863,63

Fonte: IBGE 2006

*- Significativo ao nível 5% ou menor

** - Significativo ao nível de 10%

*** - 3 parâmetros não definidos devido a singularidade

1 – Estabelecimentos que fazem tratamento de esterco em qualquer outro lugar ; 2 – Estabelecimentos que não fazem uso de agrotóxicos; 3 – Valor do Lucro por estabelecimento

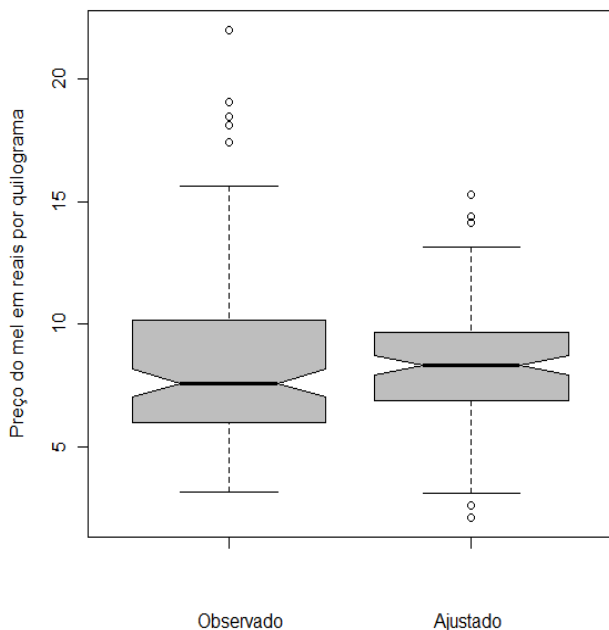
Nas análises ficou observado que houve um enxugamento das variáveis que eram menos significativas e ou estavam aumentando as perturbações no modelo. De um total de 47 variáveis analisadas do Modelo 1, obtemos agora 15 variáveis no Modelo 2.

Além dos valores dos parâmetros de regressão encontrados, foi realizada inferências para avaliarmos a qualidade dos modelos. Para medir o grau de ajustamento do modelo com os valores observados, aplicamos o coeficiente de determinação (R^2). Para a validação do conjunto de variáveis do modelo realizou-se o teste F e foi fornecido o p-valor, usando como base o nível de significância de 5%. Foram também utilizados o AIC e o RSS para comparação dos modelos.

Observa-se que o coeficiente de determinação (R^2) do modelo 1 foi de 53,29% comparado com o Modelo 2 com um R^2 de 54,71%, o que denota uma fraca melhora da explicação da variabilidade dos dados sendo o Modelo 2 um pouco mais eficiente nesse ponto. Ambos são válidos

nas suas utilizações, pois o p-valor foi menor que o nível de significância nos dois e assim rejeitamos a hipótese nula de não regressão. Por fim AIC de 942,39 e RSS de 633,25 do Modelo 1 comparado com AIC de 987,25 e RSS de 863,63 do Modelo 2, demonstra superioridade do modelo 1 nesses dois quesitos.

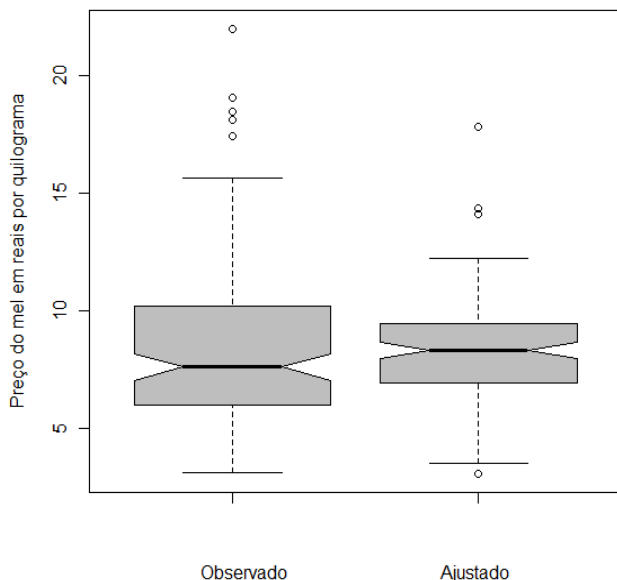
Algumas análises com o apoio de gráficos *boxplot* foram realizadas como na figura 2 e 3, e tabelas 3 e 4 para comparação entre os modelos de forma a confrontar os valores observados do preço do mel no Brasil e os valores ajustados do modelo 1 e do modelo 2. Essa análise vai servir para análise da variabilidade dos valores preditos e detecção de *outliers*.



VALORES DO BOXPLOT			
VALORES OBSERVADOS (R\$/Kg)		VALORES AJUSTADOS (R\$/Kg)	
MÍNIMO	3,14	MÍNIMO	2,13
1º QUARTIL	5,99	1º QUARTIL	6,87
MEDIANA	7,60	MEDIANA	8,32
MÉDIA	8,39	MÉDIA	8,15
3º QUARTIL	10,16	3º QUARTIL	9,68
MÁXIMO	21,99	MÁXIMO	15,27

Figura 1: *Boxplot* dos valores observados e

Tabela 2: Valores da figura 1



VALORES DO BOXPLOT			
VALORES OBSERVADOS (R\$/Kg)		VALORES AJUSTADOS (R\$/Kg)	
MÍNIMO	3,14	MÍNIMO	3,06
1º QUARTIL	5,99	1º QUARTIL	6,94
MEDIANA	7,60	MEDIANA	8,32
MÉDIA	8,39	MÉDIA	8,23
3º QUARTIL	10,16	3º QUARTIL	9,46
MÁXIMO	21,99	MÁXIMO	17,82

Fonte: IBGE 2006

Fonte: IBGE 2006

Figura 2: *Boxplot* dos valores observados e valores preditos pelo modelo 2 comparado com o modelo 1. Na análise gráfica, percebe-se menos perturbações fora do comum (*outliers*) no modelo 2. Os quartis mais comprimidos e os limites superiores e inferiores

Tabela 3: Valores da figura 2

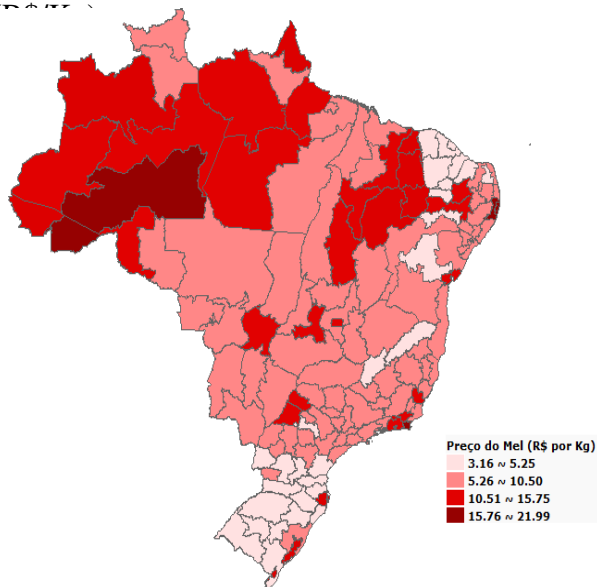
menos distanciados no modelo 2 do que no modelo 1, evidencia assim um coeficiente de variação menor, ou menos dispersão dos valores onde as variáveis foram selecionados pelo seu AIC.

Se compararmos os resultados das inferências realizadas em ambos os modelos, há um certo equilíbrio em certas características como o coeficiente de determinação (R^2) e o teste F. Superioridade do modelo 1 nos quesitos AIC e RSS, mas nas análises gráficas o modelo 2 demonstrou maior eficiência na predição dos dados. Então, baseado no critério da escolha do modelo mais parcimonioso, ou seja, o modelo que melhor se adequa aos dados, o modelo que melhor descreve e prediz os valores nele encontrado, que teve menos problemas na estimação de parâmetros e exclusão dos mesmos. Dado essas característica da parcimônia, foi observado que o modelo que teve menos amostras excluídas devido a ausência de dados foi o modelo 2 (19) comparando com o modelo 1 (33), além de que 3 parâmetros não foram estimados no modelo 1.

Diagnosticado a maior harmonia do modelo 2, utilizaremos ele como base para o cálculo do Índice Global de Moran do preço do mel no Brasil para a detecção de autocorrelação espacial.

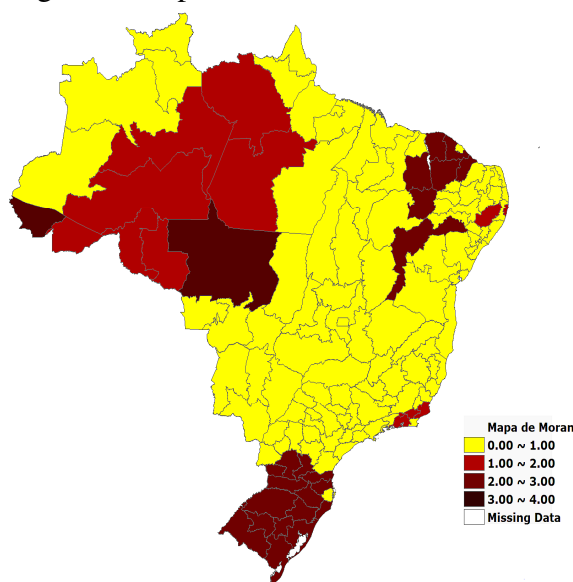
Fazendo o cálculo do Índice Global de Moran do preço do mel no Brasil e construindo um mapa onde fica evidente os *cluster*, que são as áreas onde os preços são mais parecidos geograficamente, temos:

Figura 3: Preço do Mel no Brasil



Fonte: IBGE 2006

Figura 4: Mapa de Moran



Fonte: IBGE 2006

A Figura 3, mostra os valores observados por mesorregião do preço do mel no Brasil e vemos que o preço do quilo do Mel brasileiro possui uma alta variabilidade quando se analisa sua distribuição espacial. A região Centro-Oeste e a Norte apresentam os mais altos valores, a região Sul, Sudeste e Nordeste os preços mais acessíveis. O preço varia entre R\$ 3,14 (mínimo) e R\$ 21,99 (máximo), tendo como média R\$ 8,39 por quilo de Mel. Comparando com o *boxplot* do modelo 2 na figura 3, observamos que há realmente uma maior concentração dos preços na região entre os quartis (R\$ 6,94 e R\$ 9,46). O Mapa de Moran na figura 4 demonstra as similaridades de preço entre as mesorregiões, mostrando as correlações espaciais entre as mesorregiões do País.

Verificando o índice global de Moran ($I = 0,338$), observa-se uma autocorrelação espacial (P -valor = 0,001). Desse modo deve se proceder numa análise econométrica espacial para levar em consideração as estruturas geográficas como elemento para a explicação dos fatores que influenciam a variabilidade do preço do mel no Brasil. O Modelo a ser aplicado é o já descrito na metodologia, o modelo SAR (Spatial Auto Regressive). Na tabela 4 encontra-se os resultados da análise do modelo SAR comparado com o modelo 2.

Tabela 4: Parâmetros e Intervalos de Confiança dos modelos de regressão

Variáveis do Modelo	MODELO 2	MODELO SAR
	Parâmetros [IC = 95%]	Parâmetros [IC = 95%]
Intercepto	-2,15500 [-10,19100; 5,88100]	-1,01130 [-8,34974; 6,32714]
Estabelecimentos que fazem controle de pastagens	1,87200 [0,48883; 3,25517]*	2,01090 [0,75519; 3,26661]*
Produção média de mel por estabelecimentos (kg)	-0,00029 [-0,00057; 0,00000]*	-0,00028 [-0,00055; -0,00001]*
Proporção de estabelecimentos ligados a apicultura	-33,94000 [-52,64624; -15,23376]*	-34,71700 [-51,51734; -17,91666]*
Donos do estabelecimento que não sabem ler nem escrever	-8,21400 [-11,23828; -5,18972]*	-8,14470 [-10,77874; -5,51066]*
Estabelecimentos que fazem uso de agrotóxicos	-0,33120 [-3,21436; 2,55196]	-0,59857 [-3,24281; 2,04567]
Uso de pulverizadores e atomizadores por estabelecimentos	0,11340 [0,06166; 0,16514]*	0,10951 [0,06111; 0,15791]*
Uso de adubadeiras por estabelecimentos	1,57300 [-0,72216; 3,86816]	1,21940 [-2,37524; 4,81404]
Uso de gasolina por estabelecimentos	-1,03700 [-1,71849; -0,35551]*	-1,05030 [-1,79726; -0,30334]*
Uso de diesel por estabelecimentos	0,28780 [0,19539; 0,38021]*	0,31338 [0,22772; 0,39904]
Uso de GLP por estabelecimentos	12,65000 [9,19060; 16,10940]*	13,75100 [10,56972; 16,93228]*
Valor da dívida por estabelecimentos	9,36800 [1,84552; 16,89048]*	8,36990 [1,44953; 15,29027]*
Valor do financiamento obtido via amigos por estabelecimentos	-0,05129 [-0,08924; -0,01334]*	-0,05537 [-0,09182; -0,01892]*
Estabelecimentos que tiverem financiamento para custeio e investimento	0,00005 [0,00000; 0,00009]*	0,00004 [0,00000; 0,00009]*
Valor dos bens por estabelecimentos	-0,00230 [-0,00417; -0,00043]*	-0,00242 [-0,00411; -0,00073]*
Valor da produção floricultura por estabelecimentos	-0,00336 [-0,00730; 0,00059]**	-0,00299 [-0,00673; 0,00074]
AIC	987,85	986,74
RSS	863,63	846,51
Teste F (P-valor)	< 0,001	< 0,001
Pseudo-R ²	70,63%	64,79%

Fonte: IBGE 2006

*- Significativo ao nível 5% ou menor

**-. Significativo ao nível de 10%

Na tabela 4, além dos valores dos parâmetros de regressão encontrados, foi realizado inferências para avaliarmos a qualidade dos modelos. Para medir o grau de ajustamento e precisão do modelo 2 e do modelo SAR foi usado o Pseudo-R², que é a razão da variância do valores estimados no modelo espacial pela variância dos valores observados, pois em modelos espaciais a aplicação do coeficiente de determinação (R²) não é aplicável (Anselin, 1988) e apesar do modelo 2 ser linear clássico, a não aplicação do Pseudo-R² nessa análise, torna um dos valores superestimado em relação ao outro, isso justifica a utilização do Pseudo-R² em ambas as análises.

Observa-se a melhora significativa do modelo SAR nas inferências quanto ao valor encontrado do AIC e do RSS, que corrobora pra um modelo de melhor explicação e de maior parcimônia. Apesar do Pseudo-R² do modelo SAR ser menor do que o do modelo 2, isso demonstra o maior poder preditivo do modelo 2, mas como o nosso modelo é um modelo de explicação da variabilidade do preço do mel no Brasil e não de predição, essa inferência acaba se tornando pouco relevante.

Foi verificado uma correlação significativa entre os valores ajustados do modelo SAR com os valores observados do preço do mel ($\rho = 0,749$, p-valor < 0,001).

Através dos coeficientes angulares do Modelo SAR, percebemos que os possíveis fatores que influenciam o preço do mel no Brasil segundo o nosso modelo econométrico espacial, com tendência de aumentar o preço, estão ligados a adoção de práticas agrícolas como: rotação de pastagens e adubação de terra, que apesar de não serem inadequados a agricultura podem não ser favoráveis à apicultura por causarem mortandade de abelhas, com isso há um diminuição do volume de produção e conseqüentemente um aumento do preço dada a diminuição de oferta. A falta de apoio para os investimentos e os altos encargos sofridos pela atividade, também causam a elevação

do preço do mel pela necessidade do apicultor em garantir a mínima lucratividade do negócio, dado os seus aumentos de custos. Fatores que causam a queda dos preços são ligados a maior oferta e ofertantes de mel, pelo simples aumento da quantidade ofertada no mercado. A baixa escolaridade de produtores, que os tornam mais vulneráveis nas negociações e menos habituados a realidade da economia. Um maior acesso ao crédito de baixo custo, por facilitar a produção e desonerar os custos. O uso de agrotóxicos mostra que a atividade apícola não é a principal fonte de renda dos produtores, a apicultura se torna mais um *hobby* do que necessária fonte de sustento, além do que méis com resíduos de agrotóxicos tendem a ser de menor qualidade e mais baratos. E a maior proporção de terras e produção flores ornamentais, pois favorecem uma maior quantidade de mel produzido e assim ampliam a quantidade de mel no mercado e isso é refletido na queda do preço.

4. Conclusão

Através da modelagem econométrica espacial, estimamos parâmetros e realizamos diversas inferências sobre os modelos apresentados, sendo o Modelo 2 selecionado através do método *stepAIC*, dentre diversas variáveis apresentadas no modelo 1. Detectando através do índice global de Moran uma autocorrelação espacial dos preços de mel por mesorregião, observamos como o espaço geográfico é uma variável importante e deve ser levado em conta quando queremos modelar usando dados georreferenciados. O modelo SAR foi usado pra suprir essa necessidade e usar o espaço geográfico como variável de influência do preço do mel no Brasil.

Através dos parâmetros estimado e com auxílio de informações do IBGE sobre a situação agrária, foi possível avaliar os fatores que predisõem a alta e baixa do preço do mel, e assim dispor estratégias de marketing, logística e produção para o comércio do mel brasileiro.

Devemos atentar para esses fatores, pois a alta ocorrência de práticas agrícolas desfavoráveis a apicultura e a falta de apoio para investimentos na atividade apícola, pode acarretar no longo prazo perda de eficiência e competitividade da apicultura nacional, frente a potenciais concorrentes externos.

5. Bibliografia

AKAIKE, Hirotugu. *A New Look at the Statistical Model Identification*. Ieee Transaction on Automatic Control, 1974.

ANSELIN, L. *Under the hood: issues in the specification and interpretation of spatial regression models* (forthcoming: Agricultural Economics), 2002. Obtido em: <<http://agec221.agecon.uiuc.edu/users/anselin/papers/hood.pdf>> Acesso em 03/03/2004

ANSELIN, L. *GeoDa 0.9 User's Guide*. Spatial Analysis Laboratory, University of Illinois, Urbana-Champaign, IL, 2003.

ANSELIN, L.. Exploratory spatial data analysis in a geocomputational environment. In *Geocomputation, a primer*, edited by P. Longley, S. Brooks, R. McDonnell, and B. Macmillan. New York: John Wiley & Sons, 1998.

BRASIL. Ministério de Ciência e Tecnologia. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. *TerraView versão 3.1.3*. Disponível em <http://www.dpi.inpe.br/terraview/index.php>.

DE JONG D.; GONCALVES L.S. *The africanized bees of Brazil have become tolerant to varroa*. *Apiacta*, v.33, 1992.

- DRUCK, S.; CARVALHO, M.S.; CÂMARA, G.; MONTEIRO, A.V.M. *Análise Espacial de Dados Geográficos*. Brasília, EMBRAPA, 2004.
- FAHRMEIR, L. AND TUTZ, G. *Multivariate Statistical Modelling Based on Generalized Linear Models*, 2nd edition. Springer-Verlag, 2001.
- FIGUEIREDO, A. M. R. *Resposta da produção agrícola aos preços na região Centro-Oeste: uma análise de econometria espacial para o período 1975/1995-1996*. Viçosa, 2002, 184p. Tese (Doutorado em Economia) – Universidade Federal de Viçosa.
- FONSECA, J. S.; MARTINS, G. A.; TOLEDO, G. L. *Estatística Aplicada-2.ed.*- São Paulo: Atlas, 1985.
- FUNDAÇÃO IBGE. *Anuário estatístico do Brasil*. Rio de Janeiro: IBGE, 1996a
- GONCALVES, L.S. *Genetic improvement of Apis mellifera and technological developments in Brazil*. *Apiacta*, v.15, 1994
- GUELBER, V.M.O; KERR, W.E.. *Influência da troca de rainhas entre colônias de abelhas africanizadas na produção de pólen*. *Bioscience Journal*, v.22, 2005.
- GUILHOTO, J. J. M.; SILVEIRA, F. G.; AZZONI C. *PIB das cadeias produtivas da agricultura familiar*. [S.l.]: NEAD/MDA, dez. 2004, 32 p.
- GUJARATI, D. N. *Econometria Básica*. 3 ed. São Paulo/SP, Markron Books, 2000.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Censo Demográfico de 2000*. Disponível em www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/default_censo_2000.shtm Consultado em 15/05/2010.
- KMENTA, JAN. *Elementos de Econometria : teoria econométrica básica*. 2.ed.– São Paulo : Atlas, 1988.
- LESAGE, JAMES P. *Introduction to Spatial Econometrics*. 1.ed. - New York : CRC Press
- MARTINS, G. DE ANDRADE. *Estatística Geral e Aplicada-3.ed.*- São Paulo : Atlas, 2005.
- MESSNER, S. F.; ANSELIN, L.; BALLER, R. D.; HAWKINS, D. F.; DEANE, G.; TOLNAY, S. E. *The spatial patterning of county homicide rates: an application of exploratory spatial data analysis*. *Journal of Quantitative Criminology*, v. 15, n. 4, p. 423-450, 1999.
- MYNBAEV, K. T. *Manual de Econometria*. Editora FGV – Rio de Janeiro, 2004.
- PAUL A. SAMUELSON et al., “*Mathematics in Economics: Discussion of Mr. Novick’s Article*”, *Review of Economics and Statistics* 36 (Nov. 1954)
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, 2009. URL <http://www.R-project.org>.
- FRISCH, R. *Note on the term "econometrics"*. *Econometrica* 4:95, 1936.

SEBRAE. *Desafios da Apicultura brasileira*. Revista SEBRAE Agronegócio n.324, 2006.

THEIL, H. *Principles of econometrics*. New York, John Wiley & Sons, 1971.

VENABLES, W. N. & RIPLEY, B. D. *Modern Applied Statistics with S*. Fourth edition. Springer, 2002.

WOOD SN. *Generalized Additive Models – An Introduction with R*. Chapman & Hall/CRC, 2006.

6. Agradecimentos

- Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – Apoio Institucional
- Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – Apoio Financeiro