

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

UTILIZAÇÃO DE MODELOS LOGÍSTICOS ESPACIAIS APLICADOS NA ANÁLISE DA SANIDADE APÍCOLA DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

Catherine Torres de Almeida

UFRRJ - Rodovia BR-465, km 7, CEP 23890000 - Seropédica/RJ
cathe.torres@gmail.com

José Ricardo de Oliveira Nascimento Júnior

UFRRJ - Rodovia BR-465, km 7, CEP 23890000 - Seropédica/RJ
josericao.oliveira@yahoo.com.br

João Soares Neto

UFRRJ - Rodovia BR-465, km 7, CEP 23890000 - Seropédica/RJ
jsn332004@yahoo.com.br

Maria Cristina Affonso Lorenzon

UFRRJ - Rodovia BR-465, km 7, CEP 23890000 - Seropédica/RJ
lorenzoufrj@yahoo.com.br

Wagner de Souza Tassinari

UFRRJ - Rodovia BR-465, km 7, CEP 23890000 - Seropédica/RJ
wtassinari@gmail.com

Resumo

Este estudo visa determinar os municípios do estado do Rio de Janeiro com alta prevalência de doenças apícolas e os potenciais fatores de risco associados a ocorrência destas doenças, através do uso de modelos de regressão logística clássicos e espaciais, possibilitando a formulação de medidas que possam reduzir as perdas de colmeias e auxiliar na recuperação dos apiários fluminenses. Os resultados indicam que os apiários com menor probabilidade de contrair doenças são aqueles onde: existem vizinhos apicultores em um raio de até 5 km, não são feitas multiplicações artificiais de colmeias, se utiliza própolis nos quadros e caixas, a higiene do apicultor é satisfatória, há floração do alecrim na época da coleta e a revisão das colmeias não é feita de manhã após às 8h. Os municípios de maior prevalência de doenças foram: Sapucaia, Mendes, Paracambi, Silva Jardim, Rio Bonito e São José do Vale do Rio Preto.

Palavras-chave: regressão logística espacial, apicultura, sanidade apícola.

Abstract

This study aims to determine cities in the state of Rio de Janeiro with a high prevalence of bee diseases and potential risk factors associated with the occurrence of these diseases, through the use of classical and spatial regression models, enabling the formulation of measures to reduce losses hives and assist in the recovery of the apiaries Fluminense. The results indicate that the apiaries with less probability of contracting diseases are: there are beekeepers

neighbors in a radius of up to 5 km, are not made artificial propagation of hives, propolis is used in tables and boxes, hygiene of the beekeeper is satisfactory the rosemary is blooming at the time of collection and review of the hive is not given in the morning after 8am. The cities with the highest prevalence of diseases were: Sapucaia, Mendes, Paracambi, Silva Jardim, Rio Bonito and São Jose do Vale do Rio Preto.

Keywords: Spatial logistic regression, beekeeping, apicultural health.

1. INTRODUÇÃO

A apicultura é uma das criações de destaque familiar, especialmente quando destinada à regiões e épocas desfavoráveis para a agricultura e outras atividades pecuárias. É uma cultura 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 (LORENZON et al., 2008).

O produto apícola mais conhecido é o mel, mas é um engano pensar que este é o maior benefício das abelhas. Estes animais tem muito mais a nos oferecer, como a própolis, a cera, o pólen, a geleia real e a polinização de inúmeras espécies vegetais que dependem das abelhas para serem fecundadas. Sem a importantíssima atuação das abelhas, muitos vegetais poderiam reduzir drasticamente sua produtividade, e algumas empresas do ramo “hortifrutí” conhecedoras deste fato contratam apicultores para levarem colmeias aos campos plantados, para que possam garantir uma boa produção.

O Rio de Janeiro é considerado um dos maiores centros consumidores de mel no país (LORENZON et al.,2007). No entanto, dados do Censo Apícola Fluminense de 2006 alertaram sobre a alta ocorrência de doenças apícolas, que constituem a principal causa para as perdas de colmeias no estado do Rio de Janeiro. Estas perdas resultam em grandes prejuízos para a classe apícola, por diminuir a produtividade dos apiários, além de provocar desestímulo dos iniciantes e abandono de produtores já estabelecidos. Em muitas regiões do estado do Rio de Janeiro a produtividade apícola é prejudicada pela alta devastação ambiental, pela não utilização de tecnologias mais atuais, seja por desconhecimento dos produtores ou por fatores socioeconômicos, e pelo baixo incentivo governamental, técnico e financeiro à agricultura familiar.

Apesar da grande ocorrência de doenças no estado do Rio de Janeiro as abelhas africanizadas (*Apis mellifera* L.) são consideradas resistentes às doenças e pragas e, por isso, o Brasil é visto como um país de poucos problemas na área de sanidade apícola (PACHECO, 2007). Já são conhecidos vários agentes causadores de doenças nas abelhas africanizadas, como bactérias, fungos, vírus e ácaros, e estes podem afetar diferentes fases de desenvolvimento das abelhas, desde as larvas até as abelhas adultas. As principais doenças responsáveis por atacar as abelhas adultas no Brasil são a Nosemose, causada pelo fungo *Nosema apis* e a Varroatose que ataca tanto as crias quanto as abelhas adultas, e é causada pelo ácaro *Varroa destructor*. Doenças em crias geralmente causam maiores danos às colmeias do que em abelhas adultas e, por isso, costumam causar mais prejuízos aos produtores. As principais doenças que afetam crias de abelhas africanizadas no Brasil são a Cria Pútrida Europeia, a Cria Giz e a Cria Ensacada Brasileira (PEREIRA, 2003). Esta última ainda não possui diagnóstico definido no estado do Rio de Janeiro, sendo necessário estudos sobre os fatores que influenciam à incidência da Cria Ensacada Brasileira neste estado, a fim de se descobrir qual é o seu agente causador.

Certos fatores ambientais podem predispor a ocorrência de doenças, ao influenciar direta ou indiretamente o desenvolvimento de agentes causadores de doenças e reduzir a resistência da abelha. Dentre estes pode-se destacar: flora distante, escassez de alimento, condições abióticas extremas, água de baixa qualidade. O uso inadequado das técnicas de manejo e a falta de higiene também são importantes fatores de estresse para as colmeias.

Faz-se necessário conhecer quais fatores ambientais e de manejo mais influenciam na prevalência de doenças no estado do Rio de Janeiro, visando uma busca de medidas e

soluções que diminuam a sua ocorrência e, conseqüentemente, permitam uma melhora na situação dos apiários fluminenses em relação aos prejuízos econômicos ocorridos atualmente. O método utilizado para se determinar tais fatores será a regressão logística, que tem se tornado um componente integral de qualquer análise de dados relacionados com a descrição da relação entre uma variável resposta (dependente) categórica e uma ou mais variáveis explanatórias (independentes).

O modelo de regressão logística é adequado para estimar a probabilidade de uma variável categórica dicotômica ocorrer. A presença de doenças em uma área pode ser considerada como um fenômeno dicotômico, pois existem somente duas hipóteses: a doença ocorre ou não. A regressão logística múltipla pode, nesse caso, ser usada para descobrir as variáveis que influenciam a probabilidade de ocorrência de doenças em um apiário.

2. OBJETIVO

O presente estudo objetiva identificar os municípios com maior concentração de doenças apícolas e os fatores de risco associados a esta ocorrência nos apiários do estado do Rio de Janeiro, através do uso de modelos de regressão logística clássicos e espaciais. Os resultados obtidos podem ser utilizados com o fim de se buscar medidas e soluções que possam reduzir as perdas por doenças que acometem atualmente os apiários do Estado do Rio de Janeiro.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1- Materiais

O presente estudo foi realizado em 38 municípios do estado do Rio de Janeiro (figura 3) que está situado a 22°54'23" de latitude sul e 43°10'21" de longitude oeste, na porção leste da região Sudeste do Brasil, tendo como limites os estados de Minas Gerais (norte e noroeste), Espírito Santo (nordeste) e São Paulo (sudeste), como também o Oceano Atlântico (leste e sul). (IBGE, 2006).

Os dados utilizados foram provenientes do levantamento dos déficits da apicultura do estado do Rio de Janeiro e foram coletados no período de 2009 a 2010, por meio de aplicação de questionários por técnicos dos Núcleos de Defesa Agropecuária (NDA's) do Rio de Janeiro. Ao todo, 401 apicultores participaram deste levantamento, mas para o presente estudo foram selecionados aqueles que responderam se já tiveram ou não doenças em seus apiários (n= 269). A presença (valor 1) ou ausência de doença (valor 0) foi utilizada como variável dependente e, como variáveis independentes, foram utilizadas variáveis ambientais e de manejo do apiário. As coordenadas geográficas utilizadas foram as referentes as coordenadas dos centroides dos municípios onde se localizaram cada um dos apiários. A análise estatística dos dados foi realizada com auxílio do pacote estatístico R, versão 2.10.1 e a confecção do mapa de risco para a sanidade apícola do estado do Rio de Janeiro foi executada com auxílio do programa TerraView, versão 3.1.4.

3.2- Métodos

3.2.1. Análise Exploratória Espacial

As técnicas de análise exploratória aplicadas a dados espaciais são essenciais ao desenvolvimento das etapas da modelagem estatística espacial, em geral sensível ao tipo de distribuição, à presença de valores extremos e à ausência de estacionariedade. A forma usual

de apresentação de dados agregados por áreas é o uso de mapas coloridos com o padrão espacial do fenômeno.

Outra etapa da análise exploratória visa identificar a estrutura de correlação espacial que melhor descreva os dados. A ideia básica é estimar a magnitude da autocorrelação espacial entre as áreas. Neste caso, a ferramenta utilizada será o índice global de Moran. Quando se dispõe de grande número de áreas, resultantes por exemplo de escalas espaciais detalhadas, a natureza dos processos envolvidos é tal que é muito provável a existência de diferentes regimes de correlação espacial em diferentes sub-regiões. Para evidenciar estes regimes espaciais, pode-se utilizar os indicadores locais de autocorrelação espacial e o mapa de espalhamento de Moran.

O índice global de Moran (I), é a expressão da autocorrelação considerando apenas o primeiro vizinho:

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

(1)

—
z

Na equação acima, n é o número de áreas, z_i o valor do atributo considerado na área i , \bar{z} é o valor médio do atributo na região de estudo e w_{ij} os elementos da matriz normalizada de proximidade espacial. Neste caso a correlação será computada apenas para os vizinhos de primeira ordem no espaço, conforme estabelecido pelos pesos w_{ij} .

3.2.2. Modelo de Regressão Logística

$$P(\text{doença} = 1) = \frac{e^z}{1 + e^z}$$

Adotou-se o modelo geral da regressão logística, que, segundo Hosmer & Lemeshow (1989), é:

(2)

em que z é a combinação linear das diferentes variáveis que possam influenciar a probabilidade de ocorrência da doença, isto é:

$$z = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_k x_k$$

(3)

Os coeficientes são medidas das variações na proporção das probabilidades, chamadas de razão de desigualdade. São expressos em logaritmos, precisando ser transformados de volta (antilogaritmo), de forma que seu efeito relativo sobre as probabilidades seja avaliado mais facilmente. Um coeficiente positivo aumenta a probabilidade do fenômeno estudado, ao passo que um valor negativo diminui a probabilidade prevista (HAIR et al., 2005).

Uma das grandes vantagens da regressão logística é que cada coeficiente estimado fornece uma estimativa do logaritmo natural da razão de chances (“odds ratio”, OR) ajustada

para todas as variáveis do modelo, permitindo a estimação direta da razão de chances através da exponenciação do coeficiente β_p .

$$OR = e^{\beta_p}$$

(4)

A razão de chances é uma medida de associação e expressa a aproximação do quanto é mais provável (ou improvável) para o resultado estar presente entre aqueles com $x = 1$ do que entre aqueles com $x = 0$ (VENTICINQUE et al., 2007). Por exemplo, se y denota a presença ou ausência de doença em apiários e x denota a utilização ou não de própolis em quadros e caixas, o $OR = 3$ indica que a ocorrência da doença é três vezes mais esperada nos apiários onde não se utiliza própolis nos quadros e caixas. Ou seja, a utilização de própolis é muito importante para diminuir a chance de ocorrência de doenças em apiários.

A análise de regressão logística foi precedida pelo cruzamento de cada covariável com o evento de interesse. Por meio dessa análise, que pode ser denominada bivariada, é possível selecionar os fatores que serão introduzidos no modelo de regressão. Normalmente, utiliza-se um nível de significância conservador (utilizou-se 10%) para entrada das covariáveis no modelo. Após a análise bivariada, deve-se construir o modelo final de regressão logística (análise multivariada), para controlar possíveis fatores de confusão.

Em seguida, será adicionado ao modelo de regressão logística uma estrutura espacial em forma de função suavizadora (smooth) do tipo *splines* (que representa o termo s na fórmula 5) (WOOD, 2006), desta forma:

$$\ln(\pi) = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_k x_k + s(x)$$

(5)

Este modelo é uma extensão dos modelos lineares generalizados, denominado Modelo Aditivo Generalizado (GAM). Neste, Hastie & Tibshirani (1990) propuseram a utilização de funções, usualmente não-paramétricas, sobre as variáveis independentes de forma a linearizar a relação com a variável resposta. O parâmetro estimado, neste caso, não relaciona diretamente a quantidade x à quantidade y , mas uma função de x a y . Assim, os modelos aditivos generalizados são uma opção para incluir as coordenadas geográficas do espaço ao modelo que está sendo estudado, sendo que o espaço entra no modelo como uma função não-paramétrica. Tal estrutura será útil para elaboração dos mapas de risco da sanidade apícola do estado do Rio de Janeiro cujo objetivo será discutir regiões prioritárias para a vigilância da sanidade apícola.

Para a seleção das variáveis considerou-se um método que vem sendo muito utilizado, o *stepAIC* (VENABLES, 2002; AUSTIN, 2004). 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. O critério de informação de Akaike (*AIC*) (AKAIKE, 1974) é definido pela seguinte expressão:

$$AIC = -2 \ln(L) + 2k$$

(6)

sendo k o número de coeficientes de regressão e o *LogLike* o logaritmo da máxima verossimilhança. Segundo este critério, o melhor modelo é o que possui menor valor de *AIC*.

4. RESULTADOS

4.1 - Análise Exploratória

Verificou-se que a principal causa para a perda de colmeias nos apiários estudados é a ocorrência de doenças, o que também foi averiguado no Censo Apícola Fluminense de 2006. A maioria dos apicultores relatou ausência de doenças em seus apiários (66%) (figura 1). Porém, esta porcentagem pode estar superestimada, já que dentre os apicultores que afirmaram não ter doença de abelhas, 49% também afirmaram não saber reconhecer doenças nos apiários. Os meses de maior ocorrência de doenças nos apiários foram novembro e outubro (figura 2). Os municípios Sapucaia, Mendes, Paracambi, Silva Jardim, Rio Bonito e São José do Vale do Rio Preto são os que possuem maior prevalência de apiários com doença (figura 3). Os municípios Barra Mansa, Rio Claro, Engenheiro Paulo de Frontin, Casimiro de Abreu, Petrópolis, Araruama e Porciúncula também possuem uma alta prevalência de apiários com doença (de 50 a 75%).

Figura 1. Porcentagem de apicultores que relataram ter ou não doenças em seus apiários

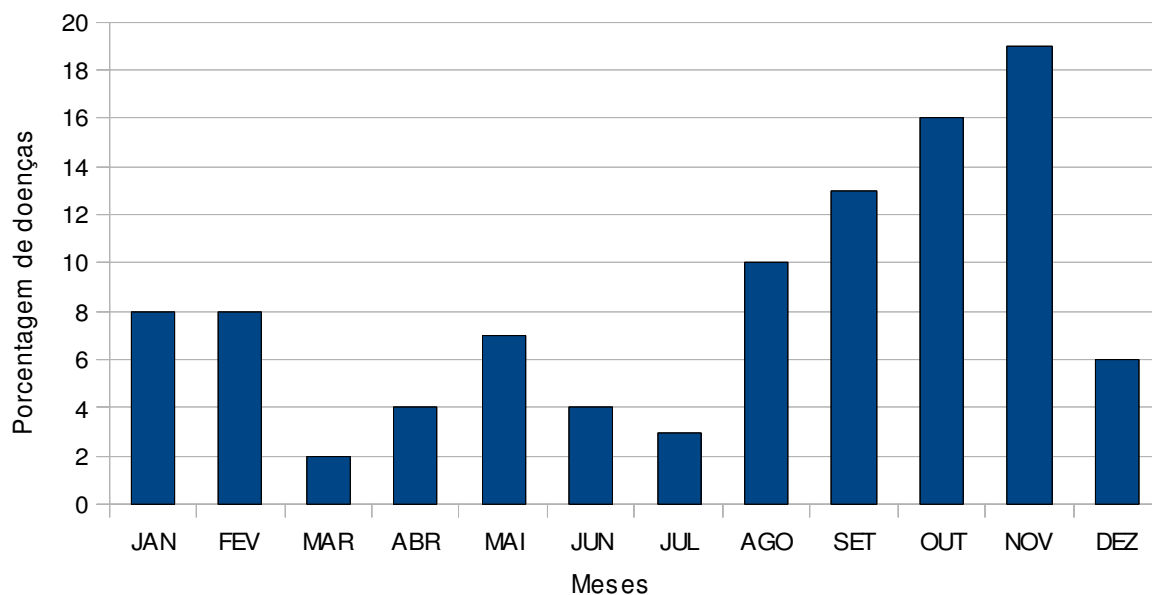


Figura 2. Ocorrência de doenças apícolas durante o ano

O índice global de Moran encontrado foi 0,24 (p-valor < 0,05). Sendo assim, pode-se dizer que existe dependência espacial, ou seja, alguns municípios apresentam uma prevalência de doenças semelhante a de municípios vizinhos, podendo apresentar a ocorrência de *clusters* espaciais.

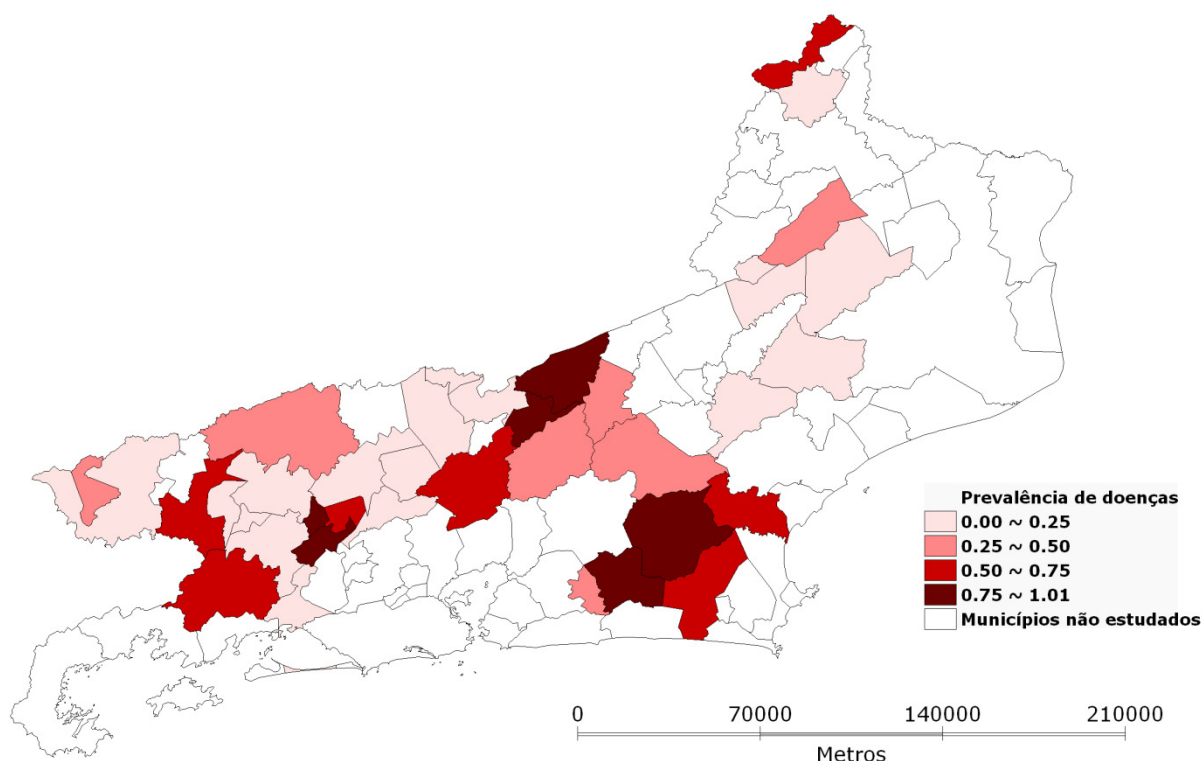


Figura 3. Prevalência de apiários com doenças no estado do Rio de Janeiro

4.2 - Modelos de Regressão Logística

4.2.1. Análise Bivariada e Multivariada

Através do cruzamento de cada variável independente com a variável dependente “presença de doença” em uma análise bivariada de regressão logística, obtiveram-se doze fatores significativos (tabela 1) a um nível de significância de 10%. Este procedimento, além de informar as variáveis que tem relação com a ocorrência de doenças, possibilita a escolha das melhores variáveis para compor o modelo multivariado.

As variáveis “Apiários em baixada seca”, “Cultivo agrícola a 5 km”, “Vassourinha floresce na época de coleta”, “Laranjeira floresce na época de coleta”, “Eucalipto floresce na época de coleta” e “Adquire material apícola em outro estado” não foram significativas no modelo de regressão logística multivariada (p-valor > 0,10).

No modelo de regressão logística multivariada, somente as seis primeiras variáveis da tabela 1 foram significativas a um nível de significância de 10%. Sendo assim, os fatores que estão relacionados com a ocorrência de doenças nos apiários são: ausência de vizinhos apicultores em um raio de 5 km, a não utilização de própolis nos quadros e caixas, a higiene insatisfatória dos apicultores, a realização de multiplicação artificial de colmeias, a não ocorrência de florada de alecrim na época de coleta e a realização da revisão de manhã após às 8h.

Ajustando o modelo aditivo de regressão logística com a função de suavização *splines*, pôde-se reparar que o modelo tornou-se mais parcimonioso, já que apresentou um menor valor de AIC (tabela 1), porém, neste modelo, algumas variáveis perderam a significância estatística, sendo duas as variáveis significativas: realização de multiplicação artificial de colmeias e florescimento de alecrim na época de coleta. Observa-se também a não ocorrência de efeito espacial na prevalência de doenças apícolas (p-valor = 0,168).

Tabela 1. Frequência, porcentagem de doenças, intervalo de confiança da razão de chances para as variáveis independentes pelo método bivariado, multivariado e pelo Modelo Aditivo Generalizado e AIC. *p-valor < 0,10

Variável	Frequência	% de doenças	OR (90% IC) Bivariada	OR (90% IC) Multivariada	OR (90% IC) GAM
Vizinhos apicultores em um raio de 5 km	262				
<i>Sim</i>	192	30,73	1,00 [1,00 ; 1,00]	1,00 [1,00 ; 1,00]	1,00 [1,00 ; 1,00]
<i>Não</i>	70	44,29	1,79 [1,02 ; 3,14]*	2,03 [1,04 ; 3,98]*	1,64 [0,72 ; 3,74]
Utilização de própolis nos quadros e caixas	248				
<i>Sim</i>	34	17,65	1,00 [1,00 ; 1,00]	1,00 [1,00 ; 1,00]	1,00 [1,00 ; 1,00]
<i>Não</i>	214	38,32	2,84 [1,13 ; 7,16]*	2,58 [1,01 ; 7,81]*	2,29 [0,57 ; 9,09]
Higiene dos apicultores	239				
<i>Satisfatória</i>	207	30,43	1,00 [1,00 ; 1,00]	1,00 [1,00 ; 1,00]	1,00 [1,00 ; 1,00]
<i>A melhorar</i>	32	53,13	2,59 [1,22 ; 5,51]*	2,55 [1,06 ; 6,10]*	1,95 [0,63 ; 6,02]
Realização de multiplicação artificial de colmeias	266				
<i>Sim</i>	63	53,97	3,15 [1,76 ; 5,66]*	3,11 [1,48 ; 6,56]*	3,06 [1,27 ; 7,39]*
<i>Não</i>	203	27,09	1,00 [1,00 ; 1,00]	1,00 [1,00 ; 1,00]	1,00 [1,00 ; 1,00]
Alecrim na época de coleta	266				
<i>Sim</i>	133	27,82	1,00 [1,00 ; 1,00]	1,00 [1,00 ; 1,00]	1,00 [1,00 ; 1,00]
<i>Não</i>	133	40,6	1,77 [1,06 ; 2,96]*	2,61 [1,33 ; 5,12]*	2,40 [0,97 ; 5,91]*
Revisão é feita de manhã após 8h	261				
<i>Sim</i>	110	43,64	2,01 [1,20 ; 3,37]*	2,11 [1,08 ; 4,12]*	1,78 [0,79 ; 4,01]
<i>Não</i>	151	27,81	1,00 [1,00 ; 1,00]	1,00 [1,00 ; 1,00]	1,00 [1,00 ; 1,00]
Laranjeira na época de coleta	266				
<i>Sim</i>	68	22,06	1,00 [1,00 ; 1,00]	-	-
<i>Não</i>	198	38,38	2,20 [1,16 ; 4,18]*		
Eucalipto na época de coleta	266				
<i>Sim</i>	150	28	1,00 [1,00 ; 1,00]	-	-
<i>Não</i>	116	42,24	1,88 [1,13 ; 3,14]*		
Apiário em baixada seca	263				
<i>Sim</i>	66	24,24	1,00 [1,00 ; 1,00]	-	-
<i>Não</i>	197	36,55	1,80 [0,95 ; 3,39]*		
Cultivo agrícola à 5 km	267				
<i>Sim</i>	188	36,7	1,71 [0,95 ; 3,08]*	-	-
<i>Não</i>	79	25,32	1,00 [1,00 ; 1,00]		
Vassourinha floresce na época de coleta	266				
<i>Sim</i>	93	26,88	1,00 [1,00 ; 1,00]	-	-
<i>Não</i>	173	38,15	1,68 [0,97 ; 2,91]*		
Adquire material apícola em outro estado	263				
<i>Sim</i>	51	50,98	2,46 [1,32 ; 4,59]*	-	-
<i>Não</i>	212	29,72	1,00 [1,00 ; 1,00]		
AIC	-	-	-	251,46	235,70

5. CONCLUSÃO

Apesar de o efeito espacial não ter sido significativo através do modelo GAM, este mostrou-se mais parcimonioso do que o modelo clássico. O próximo passo do presente estudo

é utilizar as coordenadas pontuais de cada apiário, visto que estas são mais precisas, podendo aprimorar o efeito espacial do modelo.

De maneira geral, observando os modelos, verificamos que os apiários com menor probabilidade de contrair doenças são aqueles onde: existem vizinhos apicultores em um raio de até 5 km, não são feitas multiplicações artificiais de colmeias, se utiliza própolis nos quadros e caixas, a higiene do apicultor é satisfatória, há floração do alecrim na época da coleta e a revisão das colmeias não é feita de manhã após às 8h. É necessário que mais estudos sejam realizados para que se estabeleçam as relações entre esses fatores e a prevalência de doenças nos apiários fluminenses.

Medidas para aplicação das boas práticas de produção são urgentes, especialmente, nos municípios de maior prevalência de doenças, que são Sapucaia, Mendes, Paracambi, Silva Jardim, Rio Bonito e São José do Vale do Rio Preto. Critérios de manejo devem ser revistos para salvaguardar o genoma das abelhas africanizadas, a partir de cruzamentos de matrizes de resistência realmente testada. Para se preservar a apicultura fluminense, além da necessidade de um controle sanitário eficiente para evitar a entrada e propagação de novas doenças, há também a necessidade de se investir mais em pesquisas sobre patologia apícola e melhoramento de abelhas através da seleção de linhagens resistentes à doenças.

6. BIBLIOGRAFIA

AUSTIN, P.; TU, J. *Bootstrap methods for developing predictive models*, The American Statistician, 58, 131–137, 2004.

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

CÂMARA, G., et.al. *ANÁLISE ESPACIAL DE ÁREAS*. Obtido em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/analise/cap5-areas.pdf>> Acesso em: 26/05/2010.

HAIR, J.F. et al. *Análise multivariada de dados*. 5.ed. Porto Alegre: Bookman, 2005. 593p.

HASTIE, T. ; TIBSHIRANI, R. *Generalised Additive Models*. 1990.

HOSMER, D. W. Jr. ; LEMESHOW, S. *Applied logistic regression*. New York: Wiley, 1989.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), 2006. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 26/05/2010.

LORENZON, M. C. A. et al., *Censo Apícola do Estado do Rio de Janeiro: Análise Conjuntural*, Série Apicultura Fluminense, n. 1, SESCOOP, 2007, 103p.

LORENZON, M. C. A. et al., *Perfil I da Apicultura do Estado do Rio de Janeiro*. ANAIS 1º Seminário sobre a Criação de Abelhas & Economia Solidária, 2008.

PACHECO, M. R. *Cria ensacada brasileira em Apis mellifera L. no estado do Rio de Janeiro: perdas, zoneamento, Palinologia e Microbiologia*. 2007. 60p Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Instituto de Zootecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2007.

PEREIRA, F. de M.; et al. *Doenças e Inimigos Naturais das Abelhas*. Embrapa – Produção de Mel, 2003. Obtido em:

<<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mel/SPMel/doencas.htm#ce>>

Acesso em: 05/01/2010

VENABLES, W. N.; RIPLEY, B. D. *Modern Applied Statistics with S*, 4th ed. Springer, New York, 2002.

VENTICINQUE, E. M. et al. *O uso de regressão logística para espacialização de probabilidades*. MEGADIVERSIDADE . Vol. 3 , Nº 1-2, dezembro 2007.

WOOD, S. N. *Generalized Additive Models - An Introduction* with R. Chapman & Hall/CRC, 2006.

7. AGRADECIMENTOS

Agradecimentos aos técnicos da Defesa Agropecuária do Rio de Janeiro pela contribuição na coleta dos dados, ao CNPq por financiar esse projeto e a UFRRJ por todo apoio institucional oferecido.