

Desflorestamento na Amazônia Legal

Uma abordagem discriminante¹

Vladimir Faria dos Santos²
João Eustáquio de Lima³

Resumo – Este artigo tem como objetivo identificar quais as variáveis que diferenciam, da melhor forma possível, os municípios com baixa taxa de desflorestamento (Grupo 1) daqueles com alta taxa (Grupo 2). Para isso, foram usadas 10 variáveis de 1 amostra que contém 585 municípios da Amazônia Legal. O modelo analítico que deu suporte aos objetivos foi a Análise Discriminante Linear (ADL). Os resultados demonstraram que das 10 variáveis previamente usadas, 3 delas são as principais para discriminar o Grupo 1 do Grupo 2, a saber: preço da madeira (PM), rebanho bovino (RB) e extração de madeira (EM).

Palavras-chave: desmatamento; Amazônia Legal; análise discriminante.

Deforestation in the Brazilian Legal Amazon: a discriminant analyses

Abstract – The objective of this paper is to identify the variables that separate, in the best possible way, the municipalities with a low deforestation rate (Group 1) from those with a high rate (Group 2). Hence, ten variables of a sample containing 585 municipalities from the Brazilian Legal Amazon were used. As an analytical model, Discriminant Analysis was used. The obtained results led us to conclude that of the ten variables, three of them are the main ones to discriminate Group 1 from Group 2. These variables are: wood price, cattle herd and wood extraction.

Keywords: deforestation; Brazilian Legal Amazon; discriminant analysis.

Introdução

A Floresta Amazônica é um dos principais biomas do mundo, contendo, de acordo com Ferraz (2001), aproximadamente 50% da biodiversidade conhecida no planeta. Segundo Reis e Blanco (1997), ela cobre uma área de aproxi-

madamente 5,5 milhões de quilômetros quadrados, da qual 60% são localizados no território brasileiro, o que corresponde a cerca de 3,33 milhões de quilômetros quadrados.

A relevância desse bioma é indiscutível para o meio ambiente, por gerar um serviço ambiental

¹ Original recebido em 15/07/2010 e aprovado em 20/07/2010.

² Professor da Universidade Federal Fluminense (Polo de Campos dos Goytacazes, RJ) e doutorando em Economia Aplicada pela Universidade Federal de Viçosa, MG. Bolsista do CNPq. E-mail: vladi_fs@yahoo.com.br

³ Ph.D. em Economia Rural, professor do Departamento de Economia Rural da Universidade Federal de Viçosa, MG. E-mail: jelima@ufv.br

de suma importância tanto onde ele ocorre como em todo o globo, e por contribuir na conservação da biodiversidade, na manutenção do estoque de carbono e na regulação dos ciclos hidrológicos, entre outros benefícios (FEARNSIDE, 1997).

Apesar dos benefícios que esse bioma oferece, o que vem ocorrendo nas últimas décadas é um processo contínuo de desflorestamento. De acordo com dados do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2008), entre 2000 e 2007, o desflorestamento na Amazônia Legal⁴ correspondeu a 154.939 km².

Nos últimos anos, o alto ritmo do desflorestamento na Amazônia Brasileira tem sido a principal fonte de emissões de dióxido de carbono (CO₂) na atmosfera (REIS, 2008). A concentração desse gás produz grandes mudanças climáticas, como a elevação da temperatura. Essas alterações de clima não produzem apenas impacto negativo sobre o meio ambiente, mas também sobre a produção, o consumo e o bem-estar humano.

Segundo Ferraz (2001), as principais causas da tendência crescente do desmatamento estão diretamente relacionadas com políticas governamentais adotadas no passado. De acordo com Andersen e Reis (1997), no início da década de 1960, o governo brasileiro iniciou um grande programa de desenvolvimento que tinha como objetivo integrar a região Amazônica dentro do resto da economia.

Desde então, aproximadamente 60 mil quilômetros de rodovias foram construídos na região, milhares de pessoas receberam ajuda para se estabelecer ao longo dessas rodovias e outras milhares se estabeleceram sem ajuda governamental. Bilhões de dólares em crédito (a taxas de juros negativas), benefícios fiscais e concessão de terras foram oferecidos a quem desejasse possuir um estabelecimento agrícola na região. Segundo Andersen e Reis (1997), o resultado de tudo isso foi o crescimento tanto da população como do desflorestamento.

Diante do exposto, este artigo busca investigar, por meio da Análise Discriminante Linear, quais as principais variáveis que diferenciam o grupo dos municípios com alta taxa de desflorestamento daquele com baixa taxa. Para isso, foi considerada uma amostra que contém 585 municípios da Amazônia Legal.

Revisão de literatura

Nas últimas décadas, a expansão do desflorestamento tropical tem levado cientistas, autoridades econômicas, políticos e o público em geral a se preocuparem com os efeitos perversos que tal degradação ambiental causa, como mudanças climáticas, perda de biodiversidade, redução do suprimento de madeira, enchentes, degradação do solo, entre outros. Segundo Kaimowitz e Angelsen (1998), esses problemas levaram os economistas a expandir consideravelmente seus esforços para modelar as questões do por que, onde, quando e quanto a Floresta Tropical é convertida para outros usos de terra.

Os primeiros modelos que buscam estudar o desflorestamento foram elaborados na década de 1980, sendo o trabalho de Allen e Barnes (1985), o pioneiro. Contudo, foi na década de 1990 que a maioria dos trabalhos sobre desflorestamento tropical surgiu. Kaimowitz e Angelsen (1998) fizeram uma revisão extensa dos principais modelos econômicos de desflorestamento tropical.

Da mesma forma, Dore et al. (1996) também examinaram vários modelos de desflorestamento e concluíram que há consideráveis problemas estatísticos tanto para definir as variáveis dependentes como para especificar as variáveis explicativas exógenas, quando se trata de modelos econométricos.

Na mesma linha, Geist e Lambin (2002) fizeram um apanhado de 152 estudos de caso (obtidos de 95 artigos publicados em 40

⁴ A Amazônia Legal é uma área predominantemente caracterizada pela Floresta Tropical, a qual engloba 762 municípios dos estados da região Norte do País, além de Mato Grosso, parte do Maranhão e uma pequena área de Goiás.

periódicos) para analisar as perdas líquidas das florestas tropicais. Esse trabalho buscou compreender as causas imediatas e as forças-motrizas do desflorestamento tropical.

Entre as causas imediatas, os autores identificaram as seguintes:

- Expansão agrícola.
- Extração madeireira.
- Expansão da infraestrutura.
- Outros fatores.

Considerando os modelos econômicos relacionados especificamente com a Amazônia, podem-se citar, entre outros, Reis (2008), Andersen et al. (2002), Mertens et al. (2002), Young (1998), Pfaff (1997) e Andersen e Reis (1997).

Geralmente, os modelos de desmatamento possuem objetivos distintos. Alguns buscam explicar as causas do desflorestamento passado, enquanto outros buscam prever o comportamento dessa variável no futuro ou avaliar, a priori, como políticas públicas poderiam influenciar o desmatamento (ANGELSEN; KAIMOWITZ, 1999).

Modelo teórico

A Figura 1 mostra o relacionamento entre os principais tipos de variáveis no processo de desflorestamento. Kaimowitz e Angelsen (1998) dividem esse processo em três níveis: fontes, causas imediatas e causas subjacentes.

O ponto inicial da abordagem é identificar os agentes (pequenos agricultores, pecuaristas, madeireiros, etc.) e sua importância relativa no processo de desmatamento. As ações dos agentes são as fontes principais do desflorestamento. Ao menos teoricamente, a magnitude das várias fontes pode ser diretamente mensurada e nenhuma análise econômica é necessária.

O próximo passo se concentra nas decisões dos agentes, as quais são baseadas em suas características próprias (preferências, recursos e

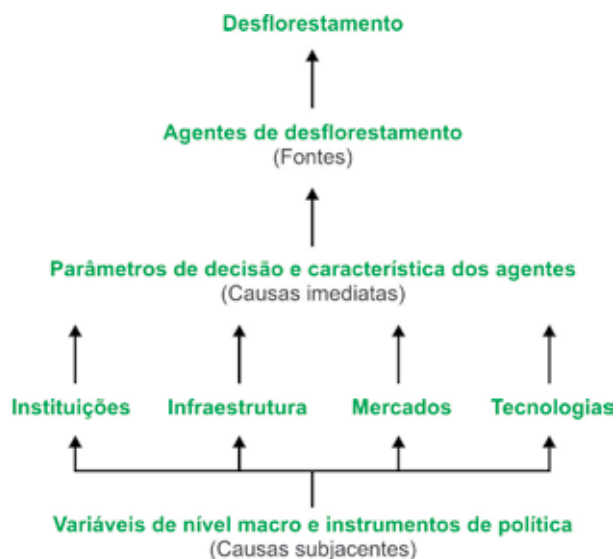


Figura 1. Estrutura dos diferentes tipos de variáveis que afetam o desflorestamento.

Fonte: Kaimowitz e Angelsen (1998).

experiência), e nos parâmetros de decisão (causas imediatas) que inclui preços agrícolas, tecnologias, instituições, novas informações, além de acesso a serviços e infraestrutura.

Finalmente, as fontes e as causas imediatas são determinadas por forças mais amplas, que são as causas subjacentes. As causas subjacentes do desflorestamento influenciam as decisões dos agentes por meio de diversos canais, a saber:

- O mercado.
- A disseminação de novas tecnologias e informações.
- O desenvolvimento de infraestrutura.
- E instituições (particularmente os regimes de propriedade).

Kaimowitz e Angelsen (1998) destacam a importância da escala ou do tamanho da unidade de análise em estudo. Os autores dividem a escala em três categorias:

- Em nível do produtor (micro).
- Em nível regional (meso).
- Em nível nacional (macro).

Em nível do produtor, geralmente os agentes escolhem como alocar seus recursos num contexto de preços exógenos, dotação inicial dos recursos, preferências, instituições e alternativas tecnológicas.

A escala de nível regional é uma área que possui distintas características em relação à ecologia, à estrutura agrária, à história política, às instituições locais, etc. A esse nível, alguns preços, instituições, tendências demográficas e mudança tecnológica são endógenas, e outras não.

Por fim, a escala nacional ou global enfatiza relação entre as variáveis subjetiva, parâmetros de decisão e desflorestamento. Os modelos de regressão estabelecem correlação estatística entre desflorestamento e variáveis exógenas, como:

- Variáveis populacionais.
- Tendência macroeconômica.
- Preços.
- Instituições.
- Tecnologias.

Este estudo utilizou 585 municípios da Amazônia Legal, compreendendo 9 estados

brasileiros. Assim, ele pode ser inserido na escala regional, visto que o tamanho da unidade de análise ultrapassa a escala no nível do produtor e é inferior à escala nacional. As variáveis adotadas foram escolhidas de acordo com a literatura e com a disponibilidade de dados.

A Tabela 1 mostra as variáveis trabalhadas neste estudo. Basicamente, elas estão relacionadas à agropecuária, ao setor madeireiro e à pecuária. Na literatura, é consenso que esses três setores são as principais fontes de desflorestamento na Amazônia (FERRAZ, 2001; LENTINI et. al., 2003; MARGULIS, 2003; MERTENS et. al., 2002).

Metodologia

Para alcançar o objetivo proposto, foi usada a técnica estatística de Análise Discriminante Linear (ADL). Segundo Johnson e Wichern (2007), a Análise Discriminante Linear é uma técnica multivariada que consiste em separar classes de objetos e alocar novos objetos em grupos previamente definidos. Essa técnica busca encontrar uma variável que é a combinação linear de outras (independentes) e que seja capaz de explicar, da melhor forma possível,

Tabela 1. Variáveis adotadas na Análise Discriminante Linear.

Variáveis	Unidade
Área plantada (AP)	Hectare
Rebanho bovino (RB)	Unidade
População (POP)	Unidade
Extração de madeira (EM)	Metros cúbicos
Preço da madeira (PM)	Em R\$ 1.000 (de 2006)
PIB municipal (PIB)	Em R\$ 1.000 (de 2006)
Crédito Rural (CR)	Em R\$ 1.000 (de 2006)
Despesa com transporte (DT)	Em R\$ 1.000 (de 2006)
Valor da produção de produtos de origem animal (VBA)	Em R\$ 1.000 (de 2006)
População ocupada em estabelecimento agropecuário (POEA)	Unidade

Fonte: Os dados do Siscomex, extraídos do DW-Aduaneiro, aqui se apresentam originais, englobando tanto a cachaça misturada, como as outras bebidas alcoólicas, do Código da NCM/SH 2208.90.00.

as diferenças entre os grupos. Essa combinação linear também é conhecida como Função Discriminante.

Para melhor entender esse método, considere o caso com duas populações: π_1 e π_2 . Suponha que haja uma amostra aleatória de n_1 elementos da população π_1 e uma amostra aleatória de n_2 da população π_2 , que sejam independentes entre si. Os objetos são classificados ou separados com base nos valores de p variáveis aleatórias, contidas no seguinte vetor transposto: $X^T = [X_1, X_2, \dots, X_p]$.

De posse das matrizes de dados, é possível, então, obter as médias amostrais (\bar{X}_1 e \bar{X}_2) e as matrizes de variância e covariância amostrais (S_1 e S_2)⁵. Suponha que as matrizes de variância e covariância populacionais sejam iguais e desconhecidas, ou seja, $\Sigma_1 = \Sigma_2 = \Sigma$. Então, o estimador de Σ é dado por:

$$S_{mp} = \frac{(n_1 - 1)S_1 + (n_2 - 1)S_2}{n_1 + n_2 - 2} \quad (1)$$

Assim, a Função Discriminante Linear de Fisher, pode ser encontrada da seguinte maneira:

$$Y = (\bar{X}_1 - \bar{X}_2)^T S^{-1} X - a'X = a_1X_1 + a_2X_2 + \dots + a_pX_p \quad (2)$$

em que $a' = (\bar{X}_1 - \bar{X}_2)^T S^{-1}$ é um vetor de dimensão $1 \times p$ que contém os coeficientes discriminantes.

Outro ponto relevante na ADL é o uso da Função Discriminante para classificar ou alocar novas observações num dos grupos pré-definidos. Para isso, é preciso encontrar um ponto de corte que defina em qual grupo uma observação irá pertencer. Esse ponto é definido por:

$$m = \frac{1}{2} (\bar{X}_1 - \bar{X}_2)^T S^{-1} (\bar{X}_1 - \bar{X}_2) \quad (3)$$

⁵ Os índices 1 e 2 referem-se à amostra da população 1 e 2, respectivamente.

A regra de classificação segue as seguintes condições:

- i. Alocar X_0 em ω_1 se $Y_0 \geq m$
- ii. Alocar X_0 em ω_2 se $Y_0 < m$

A ADL pode ser aplicada com dois ou mais grupos; contudo, neste trabalho, a análise acontece em torno de dois grupos, um que contém os municípios com no mínimo 80% de reserva legal (302 municípios), e outro que contém os municípios que possuem menos de 80% de reserva legal (283 municípios).

Essa proporção é baseada no Código Florestal, o qual estabelece que, na região da Amazônia Legal, só 20% da cobertura natural pode ser explorada. Assim, foram separados os municípios que ultrapassaram esse valor dos que não ultrapassaram.

Segundo Mingoti (2005), as variáveis escolhidas para elaboração da função discriminante é de fundamental importância para sua qualidade. Em outras palavras, de acordo com a autora, quando se utiliza a Análise Discriminante, é essencial medir, nos elementos amostrais, variáveis que conseguem realmente discriminar as populações. Caso contrário, fica comprometida a qualidade de ajuste da regra de discriminação.

Existem métodos de seleção de variáveis que podem auxiliar na escolha das variáveis-resposta mais importantes para a discriminação. Dentre os métodos existentes, o *Stepwise* é um dos mais recomendáveis e o que foi usado neste trabalho.

De acordo com Mingoti (2005), nesse método, as variáveis dão entrada no modelo uma a uma, conforme o valor F parcial de entrada em cada estágio. Os valores calculados de F parciais, para as variáveis que são candidatas a entrar, são comparados com um valor F de referência previamente escolhido, o que determinará a entrada ou não da variável.

Conforme Hair (2005), algumas condições são necessárias para a aplicação da Análise Discriminante, a saber:

- Normalidade multivariada das variáveis independentes.
- Linearidade.
- Homogeneidade das matrizes de variância e covariância.
- Ausência de multicolinearidade.

De acordo com Mário (2007), as duas últimas pressuposições são consideradas as mais relevantes, visto que são as que mais afetam os resultados da ADL, principalmente (como é o caso deste estudo), se o objetivo da análise for identificar as características (variáveis) que melhor diferenciam os grupos de observações.

Fonte e tratamento dos dados

Conforme foi enfatizado anteriormente, a Amazônia Legal possui 762 municípios em 9 estados. Entretanto, devido à indisponibilidade de dados para algumas localidades, este trabalho usa, na análise, 585 municípios. Os dados referentes às variáveis contidas na Tabela 1 foram obtidos, em sua maioria, no site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)⁶. Os demais dados foram obtidos no Banco Central do Brasil (Crédito Rural e PIB)⁷ e na Secretaria do Tesouro Nacional (despesa com transporte)⁸.

Quanto aos dados sobre a proporção de desmatamento dos municípios utilizados para definir os grupos na Análise Discriminante, foram obtidos no site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe).

Análise dos resultados

Uma das premissas mais importantes na Análise Discriminante é a ausência de multicolinearidade. Uma das possibilidades de se iden-

tificar prováveis casos de multicolinearidade é pela verificação da Matriz de Correlação, apresentada na Tabela 2.

Conforme é mostrado na Tabela 2, praticamente todas as combinações – de duas variáveis – não possuem alta correlação, com exceção das variáveis PIB e população (POP), que apresentaram um coeficiente de 0,95. Caso essas duas variáveis não sejam selecionadas pelo procedimento *stepwise*, a multicolinearidade não irá trazer problemas à Função Discriminante.

Por meio do teste de igualdade de médias dos grupos, é possível identificar qual(is) variável(is) é(são) a(s) melhor(es) discriminadora(s). A Tabela 3 mostra o resultado desse teste.

Conforme pode ser observado, as melhores variáveis para discriminar os grupos são rebanho bovino (RB) e preço da madeira (PM), visto que apresentaram os menores valores da estatística de Wilks' Lambda. Além disso, nota-se que tanto a variável população (POP) quanto PIB apresentaram as maiores estatísticas de Wilks' Lambda, o que reflete a alta correlação entre elas, ou seja, dado que uma não se mostrou boa discriminadora, a outra – pelo fato de ter alta correlação – tende a apresentar a mesma característica.

Para que o modelo seja considerado adequado, outra premissa importante, a ser atendida, é a igualdade das matrizes de variância e covariância. Para se verificar essa igualdade, foi usado o Teste M de Box. O objetivo desse teste é testar a hipótese nula de que as matrizes são iguais (homogêneas). O resultado do referido teste é mostrado na Tabela 4.

Conforme pode ser visto, as matrizes de variância e covariância podem ser consideradas, estatisticamente, iguais, visto que o p-valor é superior a 0,10. Assim, esse resultado fornece suporte ao uso da Função Discriminante Linear.

O próximo passo da análise é verificar se as médias populacionais dos dois grupos são,

⁶ Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>.

⁷ Banco Central do Brasil. Disponível em: <<http://bcb.gov.br/?RELRURAL>>.

⁸ Secretaria do Tesouro Nacional. Disponível em: <http://www.stn.fazenda.gov.br/estatistica/est_estados.asp>.

Tabela 2. Matriz de correlações para as variáveis do modelo.

Variáveis	AP	RB	POP	EM	PM	PIB	Poea	VBA	CR	DT
AP	1,00									
RB	0,03	1,00								
POP	0,01	0,06	1,00							
EM	0,02	0,15	0,06	1,00						
PM	0,05	0,42	-0,02	0,23	1,00					
PIB	0,03	0,03	0,95	0,01	0,00	1,00				
POEA	0,05	0,29	0,16	0,28	0,20	0,05	1,00			
VBA	0,15	0,46	0,45	0,06	0,19	0,49	0,25	1,00		
CR	0,08	0,45	0,18	0,19	0,30	0,12	0,25	0,24	1,00	
DT	0,05	0,13	0,45	0,04	0,01	0,31	0,11	0,14	0,20	1,00

Tabela 3. Teste de igualdade de médias para as variáveis do modelo.

Variáveis	Wilks' Lambda	F	p-valor
AP	0,998	0,668	0,414
RB	0,959	17,222	0,000
POP	1,000	0,181	0,670
EM	0,998	0,946	0,331
PM	0,950	21,146	0,000
PIB	0,998	0,659	0,417
POEA	0,980	8,200	0,004
VBA	0,995	2,012	0,157
CR	0,979	8,619	0,004
DT	0,993	3,028	0,083

Tabela 4. Teste M de Box para igualdade das matrizes de variância e covariância.

Estatística do teste	6,524
F Aprox.	1,078
p-valor	0,373

estatisticamente, diferentes entre si. Para fazer inferência a esse respeito, utilizou-se o Teste de Wilks' Lambda, que tem como objetivo testar a hipótese nula de que as médias populacionais entre os grupos são iguais.

A diferença entre as médias é de fundamental importância para a qualidade da função, visto que elas devem ser significativamente diferentes para melhor discriminar os grupos. O resultado desse teste é mostrado na Tabela 5.

O resultado do Teste de Wilks' Lambda mostra que se pode rejeitar a hipótese nula de que as médias dos dois grupos em análise são iguais, confirmando que a Função Discriminante é altamente significativa e consegue discriminar bem as duas populações (grupos).

Tabela 5. Teste de Wilks' Lambda para igualdade das médias populacionais dos dois grupos em análise.

Wilks' Lambda	Chi-quare	Grau de liberdade	p-valor
0,927	30,551	3	0,000

Conforme enfatizado no item anterior, foi usado o processo *stepwise*, para selecionar as variáveis que realmente possam distinguir as populações. Os resultados desse procedimento são expostos na Tabela 6.

O procedimento *stepwise* inclui as variáveis com grande poder discriminatório e que sejam menos relacionadas (correlacionadas) entre si. Diante disso, foram incluídas as seguintes variáveis, em ordem de entrada:

- Preço da Madeira (PM).
- Rebanho Bovino (RB).
- Extração da Madeira (EM).

A discriminação entre os grupos, gerada pelas três variáveis explicativas, é estatisticamente significativa nos três passos do procedimento, de acordo com o p-valor. Assim, pode-se dizer que a Análise Discriminante sinaliza que são necessárias três variáveis para diferenciar o grupo dos municípios com alto grau de desmatamento do grupo com baixo grau.

Quanto aos coeficientes estruturais – que fornecem a correlação entre os escores discriminantes e as variáveis independentes – e os coeficientes padronizados da função discriminante são mostrados na Tabela 7.

Os coeficientes estruturais ou cargas discriminantes fornecem o grau de importância das variáveis na função. Quanto maior o valor absoluto do coeficiente estrutural da variável, maior o seu poder discriminante. A variável Preço da Madeira apresentou o maior coeficiente, indicando sua alta correlação com o escore discriminante. Esse resultado confirma o fato dessa

Tabela 6. Variáveis incluídas pelo procedimento *stepwise*.

Passo	Variáveis incluídas	Estatística	Estatística exata F	p-valor
1	PM	0,950	21,146	0,000
2	RB	0,937	13,440	0,000
3	EM	0,927	10,567	0,000

variável ter sido a primeira a ser incluída na função discriminante.

A Tabela 7 deixa evidente que tanto as variáveis relacionadas ao setor madeireiro (PM e EM) como a variável relacionada à pecuária (RB) tem uma função importante para separar os municípios que mais desmatam dos que menos desmatam.

Diversos estudos mostram que a pecuária e o setor madeireiro são importantes fontes de desmatamento na Amazônia (FERRAZ, 2001; LENTINI et al., 2003; MARGULIS, 2003). Assim, até certo ponto, os resultados deste trabalho não divergem dos encontrados em outros trabalhos. Outro ponto importante na ADL é a capacidade de predição do modelo, mostrado na Tabela 8.

A matriz de classificação final, mostrada na Tabela 8, foi obtida por meio da divisão da amostra em duas subamostras: uma para o desenvolvimento da Função Discriminante, com 70% da amostra; e outra para testar a função (30% da amostra).

Considerando a amostra que deu origem à Função Discriminante, pode-se observar que 59,4% dos municípios com mais de 20% de sua reserva desmatada foram corretamente classificados. Já o percentual dos municípios com menos de 20% da reserva legal destruída, foi 74%. Quanto ao índice global, 67,2% dos municípios foram classificados corretamente.

Com relação à segunda amostra, é possível notar que 51% dos municípios com mais de 20% de sua reserva desmatada foram corretamente classificados. O índice de acerto para o Grupo 2 (municípios que desmataram menos de 20% de sua reserva) ficou em 74,7%.

Tabela 7. Coeficiente de correlação entre a função e as variáveis.

Variáveis	Coeficientes estruturais	Coeficientes padronizados
PM	0,815	0,692
RB	0,735	0,499
EM	0,172	0,404

Tabela 8. Matriz de classificação final para o grupo original e para os dados não selecionados.

	Status	Grupo predito		Total	
		Grupo 1	Grupo 2		
Grupo original	Contagem	Grupo 1	111	76	187
		Grupo 2	57	162	219
	%	Grupo 1	59,4	40,6	100
		Grupo 2	26,0	74,0	100
Dados não selecionados	Contagem	Grupo 1	49	47	96
		Grupo 2	21	62	83
	Percentagem	Grupo 1	51,0	49,0	100
		Grupo 2	25,3	74,7	100

Diante desses resultados, pode-se dizer que a Função Discriminante Linear de Fisher tem melhor desempenho para classificar os municípios do Grupo 2, dada a proporção maior de acerto.

Considerações finais

O processo de desflorestamento no bioma Amazônia é um fenômeno extremamente complexo e, por isso, tem sido tema de diversos estudos empíricos e teóricos. Dada essa complexidade, o alto ritmo de desmatamento não pode ser atribuído apenas a um fator.

Por isso, este trabalho buscou verificar, dentre as variáveis selecionadas, quais seriam as mais importantes para explicar a diferença entre os municípios com baixa taxa de desmatamento (Grupo 1) e aqueles com alta taxa (Grupo 2). Para isso, utilizou-se como referencial analítico, a Análise Discriminante Linear.

Pelo procedimento *stepwise* (o mais comumente usado), foram selecionadas 3 das 10 variáveis analisadas, a saber: Preço da Madeira (PM); Rebanho Bovino (RB); e Extração da Madeira (EM). Assim, pode-se dizer que essas três variáveis são as mais importantes para discriminar o Grupo 1 do Grupo 2.

Cabe enfatizar que o setor da pecuária e

a atividade madeireira são sempre citados nos estudos que buscam explicar o processo de desmatamento na Amazônia, como atividades com grande potencial para degradar a Floresta Amazônica. Assim, é possível afirmar que as variáveis aqui selecionadas (relacionadas à pecuária e ao setor madeireiro) são condizentes com as encontradas na literatura.

Diante dos resultados, pode-se concluir que são necessárias políticas que busquem conter a expansão da pecuária na região Amazônica, por sua relação com o desmatamento. Outro ponto importante refere-se ao setor madeireiro que, da mesma forma que a pecuária, tem papel importante no processo de desflorestamento.

De acordo com Fernandes et al. (2008), na Amazônia, pelo menos 43% da exploração madeireira é feita de forma ilegal. Assim, é de fundamental relevância que se adotem políticas que combatam a exploração ilegal da madeira, o que por sua vez combateria, também, o desmatamento.

Além disso, é oportuno ressaltar que existem outras importantes fontes de desmatamento da Floresta Amazônica que, por indisponibilidade de dados, não foram tratadas neste estudo, dentre outras, destacam-se: fluxo migratório, rodovia pavimentada e regime de propriedade

(KAIMOWITZ; ANGELSEN, 1998; PFAFF, 1997; YOUNG, 1998).

Referências

ALLEN, J. C.; BARNES, D. F. The causes of deforestation in developing countries. **Annals of Association of American Geographers**, Washington, DC, v. 75, p. 163-184, 1985.

ANDERSEN, L. E.; GRANGER, C. W. J.; REIS, E. J.; WEINHOLD, D.; WUNDER, S. **The dynamics of deforestation and economic growth in the Brazilian Amazon**. Cambridge: Cambridge University Press, 2002.

ANDERSEN, L. E.; REIS, E. J. **Deforestation, development, and government policy in the Brazilian Amazon: an econometric analysis**. Brasília, DF: Ipea, 1997. (Texto para discussão n. 513).

ANGELSEN, A.; KAIMOWITZ, D. Rethinking the causes of deforestation: lessons from economic models. **The World Bank Research observer**, Washington, DC, v. 14, p. 73-98, 1999.

DORE, M.; JOHNSTON, M.; STEVENS, H. **Global tropical relations and the phenomenon of tropical deforestation**, 1996. Disponível em: <http://spartan.ac.brocku.ca/~dore/tropical_deforestation>. Acesso em: 24 jan. 2009.

FERNANDES, I.; BRITO, B.; BARRETO, P. Lições para divulgação da lista de infratores ambientais no Brasil. **Revista de Direito Ambiental**, São Paulo, v. 13, n. 50, 2008.

FEARNSIDE, P. M. Environmental services as a strategy for sustainable development in rural Amazonia. **Ecological Economics**, New York, v. 20, p. 53-70, 1997.

FERRAZ, C. **Explaining agriculture expansion and deforestation: evidence from the Brazilian Amazon-1980/98**. Brasília, DF: Ipea, 2001. (Texto para discussão n. 828).

GEIST, H. J.; LAMBIN, E. F. Proximate causes and underlying driving forces of tropical deforestation. **BioScience**, Washington, DC, v. 52, n. 2, p. 143-150, 2002.

HAIR, J.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L.; BLACK, W. C. **Análise multivariada de dados**. Porto Alegre: Bookman, 2005.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Estimativas anuais das taxas de desflorestamento da Amazônia legal**. Disponível em: <http://www.obt.inpe.br/prodes/prodes_1988_2007.htm>. Acesso em: 29 out. 2008.

JOHNSON, R. A.; WICHERN, D. W. **Applied multivariate statistical analysis**. 6. ed. New Jersey: Prentice Hall, 2007.

KAIMOWITZ, D.; ANGELSEN, A. **Economic models of tropical deforestation: a review**. Bogor: Center for International Forestry Research, 1998.

LENTINI, M.; VERÍSSIMO, A.; SOBRAL, L. **Fatos florestais da Amazônia 2003**. Belém: Imazon, 2003.

MÁRIO, P. C. Análise discriminante. In: CORRAR, L. J.; PAULO, E.; DIAS FILHO, J. M. (Org.). **Análise multivariada**. São Paulo: Atlas, 2007.

MARGULIS, S. **Causas do desmatamento da Amazônia Brasileira**. Brasília, DF: Banco Mundial, 2003.

MERTENS, B.; POCCARD-CHAPUIS, R.; PIKETTY, M. G.; LACQUES, A. E.; VENTURIERI, A. Crossing spatial analyses and livestock economics to understand deforestation processes in the Brazilian Amazon: the case of São Félix do Xingú in South Pará. **Agricultural Economics**, Washington, DC, v. 27, p. 269-294, 2002.

MINGOTI, S. A. **Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada**. Belo Horizonte: Editora da Universidade Federal de Minas Gerais, 2005.

PFAFF, A. S. P. **What drives deforestation in the Brazilian Amazon? Evidence from satellite and socioeconomic data**. Washington, DC: World Bank, 1997. Policy Research Department Working Paper, n. 1772

REIS, E. J. A model of Amazon deforestation and carbon emissions. In: COELHO, A. B.; TEIXEIRA, E. C.; BRAGA, M. J. **Recursos naturais e crescimento econômico**. Viçosa: Editora da Universidade Federal de Viçosa, 2008.

REIS, E.; BLANCO, F. **The causes of Brazilian Amazon deforestation**. Washington, DC: Ipea: Dipes, 1997.

YOUNG, C. E. F. Public policies and deforestation in the Brazilian Amazon. In: **Planejamento e Políticas Públicas**, Brasília, DF, v. 18, p. 202-222, 1998.