

Ciência Florestal



Este é um artigo publicado em acesso aberto sob uma licença Creative Commons. Fonte: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1980-50982007000300217&lng=en&nrm=iso&tlng=pt](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1980-50982007000300217&lng=en&nrm=iso&tlng=pt). Acesso em: 23 set. 2020.

#### REFERÊNCIA

ÂNGELO, Humberto; SÁ, Silvio Pedreira Pereira de. O desflorestamento na Amazônia brasileira. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 17, n. 3, p. 217-227, jul./set. 2007. DOI: <https://doi.org/10.5902/198050981953>. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1980-50982007000300217&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1980-50982007000300217&lng=en&nrm=iso). Acesso em: 23 set. de 2020.

## O DESFLORESTAMENTO NA AMAZÔNIA BRASILEIRA

### DEFORESTATION IN BRAZILIAN AMAZON

Humberto Ângelo<sup>1</sup> Silvio Pedreira Pereira de Sá<sup>2</sup>

#### RESUMO

O processo de ocupação da Amazônia desencadeou uma série de fatores indutores do desflorestamento, dos quais pode-se citar a expansão da pecuária e fronteira agrícola, a indústria madeireira, os projetos de colonização, a abertura de novas estradas e outras infra-estruturas, o sistema de concessão de direito de posse, o aumento populacional, a especulação por terras, o crescimento econômico regional, entre outros. O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência de diversos fatores socioeconômicos no processo de desflorestamento da floresta amazônica, utilizando-se uma série temporal de 1980 a 1999. As variáveis analisadas foram: o desflorestamento bruto na região Norte, o preço do boi gordo, o efetivo do rebanho bovino, a produção de madeira em tora de floresta nativa, a produção da indústria madeireira, a extensão da malha viária, o Produto Interno Bruto (PIB), o Índice Geral de Preços (IGP), a população da região, o crédito rural, o preço médio da terra, o preço médio da terra para uso agrícola e o preço médio da terra para uso pecuário. Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística utilizando-se os métodos de análise de correlação, análise multivariada em componentes principais e análise de regressão simples. Os resultados mostraram que o desflorestamento é influenciado pela produção de madeira em toras, o aumento da população na região Norte, a produção de madeira serrada, a extensão da malha viária e o efetivo do rebanho bovino regional.

**Palavras-chave:** desmatamento; indústria madeireira; exploração.

#### ABSTRACT

The process of occupation in Amazon stimulated lots of factors that induced deforestation. These factors are cattle ranching and agriculture, logging, settlement projects, the opening of new roads, land property rights, populational growth, land speculation, economic growth, and others. This study had the objective of evaluating the influence of many social-economics factors in the deforestation process in Brazilian Amazon, during 1980 and 1999. The variables of the model are deforestation in the Northern region of Brazil, price of cattle meat, cattle herd in Northern region, production of round wood from native forest, production of timber industry, extension of roads in the Northern region, PIB, IGP, population, rural credit and benefits, average of land prices, average of land prices for agriculture, average of land prices for pasture. The data set was submitted to some statistical analysis, like correlation analysis, main components analysis and linear regression analysis. Results showed that the major factor affecting deforestation is the production of round wood, but the origin of the timber had not been identified, if it's legal or not, from clearing forest or sustainable management. After this, considering the order of importance population growth, productions of sawn wood, roads and cattle herd.

**Keywords:** deforestation; wood-using industries; exploration.

#### INTRODUÇÃO

A Amazônia apresenta um paradigma interessante: apesar de abrigar a maior biodiversidade do mundo, um terço das florestas tropicais mundiais e várias riquezas encerradas em seu ambiente, sempre foi um obstáculo à ocupação humana.

Os primeiros habitantes locais foram os índios, que sobreviviam de produtos extraídos da floresta, causando um impacto ambiental baixíssimo. Com o início de movimentos migratórios, a região começou a ser colonizada. Os novos colonos empregaram como atividades principais o extrativismo e a agricultura de subsistência (PRADO e DEUSDARÁ FILHO, 1992).

Com as novas ocupações, espontâneas ou incentivadas pelo governo, a floresta original sofreu um

1. Engenheiro Florestal, Dr., Professor do Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Caixa Postal 4357, CEP 70910-900, Brasília (DF). [humb@terra.com.br](mailto:humb@terra.com.br)

2. Engenheiro Florestal, M.Sc., Analista em Ciência e Tecnologia, Coordenação do Programa de Pesquisa em Gestão de Ecossistemas (COGEC), Conselho Nacional para o Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), SEP 509 Bloco A Ed. Nazir I 3º andar, CEP 70750-501, Brasília (DF). [silviosa@cnpq.br](mailto:silviosa@cnpq.br)

processo de degradação causado por uma série de fatores ligados ao homem (CUNHA, 1988).

Nascimento (1990) e Ferraz (2001) apontam a estrutura de concessão de direito de propriedade como um dos fatores indutores do desflorestamento. Aos colonos que se instalavam, somente era dado o direito de posse às terras que fossem trabalhadas, bastando apenas retirar a floresta para garantia desse direito (MORAN *et al.*, 1996).

O aumento súbito da população regional alterou o perfil econômico local, no qual anteriormente predominavam as atividades extrativistas. A partir daí, quatro atividades econômicas começam a se sobressair e, também, a ameaçar o ambiente: a pecuária, a extração madeireira, a mineração e a agricultura. De acordo com Seroa da Motta (1996), as atividades mais demandantes de área são as mais ameaçadoras à preservação da floresta.

Os projetos governamentais de ocupação foram baseados na abertura das estradas, as quais facilitaram o acesso a áreas mais distantes e causaram a redução do custo dos transportes. Ao redor desses eixos rodoviários é que se processa de forma mais aguda a pressão sobre a floresta e com perspectivas aterradoras (LAURANCE *et al.*, 2001).

A madeira se apresenta como o produto mais rentável da floresta e também como a financiadora do desflorestamento. Os madeireiros adquirem dos pecuaristas o direito de exploração das áreas, de onde tiram a madeira que lhes interessa e deixam a área limpa para a formação de pastagens, normalmente de baixo rendimento (VERÍSSIMO *et al.*, 1995).

Outros indutores do desflorestamento são as especulações por terras e a expansão da fronteira agrícola. Porém, nenhum dos fatores citados pode ser apontado como único responsável pelo desflorestamento, uma vez que agem de forma complementar (SALES e FONTES, 1993).

Dados do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2002) mostram a evolução do desflorestamento na Amazônia, que, apesar de se encontrar praticamente estável, ainda apresenta uma conversão anual de aproximadamente 17 mil km<sup>2</sup>.

A tentativa de reversão desse processo só parece possível com a implementação de políticas públicas para atacar os fatores indutores do desflorestamento. Para isso, é primordial o conhecimento do comportamento de tais fatores, sendo tal necessidade o ponto de partida deste trabalho.

A hipótese deste trabalho é a de que o comportamento de diversos fatores socioeconômicos, tais como o preço do boi gordo, o efetivo do rebanho bovino, a produção de madeira em tora, a indústria madeireira, a malha viária, o crescimento econômico, a população, o crédito rural, a energia elétrica, o preço médio da terra, o preço da terra para agricultura e o preço da terra para pecuária, influenciam no desflorestamento bruto na Amazônia.

O presente trabalho trata do desflorestamento na Amazônia brasileira; mais especificamente procura identificar os fatores mais atuantes no processo do desflorestamento na região e verificar como o comportamento desses fatores sócio-econômicos influencia no desflorestamento na Amazônia Brasileira.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Área de estudo**

Este trabalho teve como área de estudo a Amazônia Legal Brasileira, formada pelos sete Estados da região Norte, mais parte do Estado do Maranhão, a oeste do meridiano 44, e parte do Estado do Mato Grosso, porção ao norte do paralelo 16. Essa região se estende por mais de 300 milhões de hectares e abriga um terço da área do planeta ocupada por florestas tropicais úmidas.

### **Base de dados**

Para a realização do presente estudo, utilizou-se de uma série temporal compreendendo o período de 1980 a 1999. Foram realizadas consultas em bibliotecas e em bases de dados disponíveis na Internet. As fontes de dados foram: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, vários anos; IBGE, 2001), Fundação Getúlio Vargas (FGV, 2001), Food and Agricultural Organization (FAO, 2001), Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2002) e Ministério dos Transportes (BRASIL, vários anos).

### Variáveis estudadas

As variáveis estudadas foram: o desflorestamento bruto na região Amazônica, o preço do boi gordo, o efetivo do rebanho bovino na região Norte, a produção de madeira em tora de floresta nativa, a produção da indústria madeireira na região Norte, a malha viária, o Produto Interno Bruto, o Índice Geral de Preços, a população na região Norte, o crédito rural, a quantidade de energia elétrica consumida na região Amazônica, o preço médio da terra, o preço da terra para uso agrícola e o preço da terra para uso pecuário.

A escolha dessas variáveis deu-se em razão de vários outros estudos sobre a Amazônia, os quais as indicaram como envolvidas no processo de degradação da floresta Amazônica.

### Métodos de análise

A análise estatística do conjunto de dados emprega os métodos de análise de correlação, análise multivariada em componentes principais e análise de regressão simples. Por fim, foram obtidas as elasticidades de cada variável em relação ao desflorestamento.

### Análise de correlação

Correlação é a medida de associações entre duas ou mais variáveis. Estimou-se a associação entre a variável desflorestamento e as demais pela análise de correlação.

O resultado dessa medida mostra uma primeira aproximação das variáveis relacionadas com o processo de desflorestamento, ou seja, os fatores que afetam o processo.

### Análise de componentes principais

A análise de componentes principais é uma técnica da estatística multivariada, a qual permite condensar o essencial de uma informação dada por uma série de variáveis interdependentes em um número reduzido de variáveis fundamentais independentes (FERREIRA e SOUZA, 1997).

O conjunto de dados foi submetido a essa técnica para eliminar as variáveis que explicassem de forma menos significativa a variância total da amostra, ou seja, as que menos influenciassem no modelo.

### Análise de dispersão

Após a análise de componentes principais, avaliou-se a dispersão dos resultados com o objetivo de melhorar a forma de visualização dos agrupamentos das variáveis envolvidas.

### Análise de regressão

Para se verificar a influência de cada uma das variáveis estudadas no processo do desflorestamento na Amazônia, utilizou-se o método de análise de regressão com um modelo definido na forma log-linear. Segundo Braga e Markwald (1983), a vantagem desse modelo é a obtenção das elasticidades diretamente dos resultados da regressão. O modelo seguiu a seguinte especificação:

$$Y_t = \beta_0 X_{it}^{\beta_i} + \varepsilon$$

Em que:  $Y_t$  = desflorestamento bruto em km<sup>2</sup>;  $X_{8t}$  = preço médio da terra para lavoura em US\$/ha;  $X_{1t}$  = extensão da malha viária regional em km;  $X_{9t}$  = preço médio da terra para pasto em US\$/ha;  $X_{2t}$  = consumo de energia elétrica em GWh;  $X_{10t}$  = número de cabeças de gado;  $X_{3t}$  = população residente e estimada;  $X_{11t}$  = preço da arroba do boi gordo;  $X_{4t}$  = produção da madeira em toras de florestas nativas em m<sup>3</sup>;  $X_{12t}$  = volume de crédito rural concedido em US\$;  $X_{5t}$  = produção de madeira serrada em m<sup>3</sup>;  $X_{13t}$  = índice do preço da madeira;  $X_{6t}$  = PIB em milhão de dólar;  $\beta_i$  = parâmetros da regressão,  $i=1, 2, 3, \dots, n$ ;  $X_{7t}$  = preço médio da terra em US\$/há;  $\varepsilon$  = erro aleatório.

A hipótese testada é a de que  $H_0: \beta_i = 0$  versus  $H_1: \beta_i \neq 0$ , ou seja, que haja uma relação positiva ou negativa entre o desflorestamento na Amazônia e as variáveis utilizadas no modelo.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Análise de correlação

A análise de correlação mostrou que são estatisticamente significativas as correlações entre desflorestamento e as variáveis extensão da malha viária, população, produção de madeira em tora, produção de madeira serrada, PIB, IGP, consumo de energia elétrica e rebanho bovino. As variáveis preço médio da terra, preço da terra para pasto, preço da terra para lavoura, preço do boi gordo e crédito rural não

apresentaram correlações significativas com o desflorestamento a 5% de probabilidade.

Os resultados da correlação simples evidenciam que estradas, população, extração madeireira, indústria madeireira, PIB, preço do gado, rebanho bovino, energia elétrica e IGP são variáveis importantes para explicar o processo de desflorestamento na Amazônia. Os coeficientes são positivos e significativamente diferentes de zero, a 5% de probabilidade.

Essas variáveis têm sido citadas em outros estudos como indutoras do processo de desflorestamento que ocorre na Amazônia brasileira (ANDERSON, 1990; NASCIMENTO, 1990; SALES e FONTES, 1993; SEROA DA MOTTA, 1996; PARAYIL e TONG, 1998; BECKER, 2001; LAURANCE *et al.*, 2001; SAWYER, 2001). As correlações obtidas entre essas variáveis indicam também que não atuam de forma isolada no desflorestamento, havendo interação entre elas.

### Análise de componentes principais

A Tabela 1 apresenta a matriz de autovalores e autovetores para os três primeiros componentes. Como consequência da propriedade de ortogonalidade, cada componente pode ser interpretado separadamente. Assim, o vetor associado ao primeiro componente (CP<sub>1</sub>) expressa o desflorestamento e suas relações positivas com a malha viária, população, extração madeireira, indústria madeireira, PIB, rebanho bovino, energia elétrica e IGP.

TABELA 1: Resultado da análise de componentes principais.

TABLE 1: Results of main components analysis.

Variáveis	CP <sub>1</sub>	CP <sub>2</sub>	CP <sub>3</sub>
Desflorestamento	0,964521	0,056096	-0,22089
Malha viária	0,981033	0,00058	-0,00267
População	0,978272	0,133207	-0,11282
Extração madeireira	0,980148	0,131627	-0,13555
Indústria madeireira	0,908136	0,318054	0,001451
Produto Interno Bruto - PIB	0,883668	0,263133	0,13522
Preço médio da terra	-0,47052	0,790802	-0,3912
Preço da terra para lavoura	-0,43877	0,800126	-0,40681
Preço da terra para pasto	-0,51266	0,773895	-0,36744
Índice Geral Preço - IGP	0,789759	0,459801	0,313652
Preço do boi gordo	-0,48421	0,580473	0,595097
Crédito rural	-0,11766	0,734516	0,6116
Energia elétrica	0,965906	0,120268	-0,14021
Rebanho bovino	0,970202	0,178046	0,036055
Expl.Var	8,839029	3,207141	1,399261
Prp.Totl	0,631359	0,229082	0,099947
Prp.Acum.	0,631359	0,860441	0,960388

Em que: CP<sub>1</sub> = primeiro componente; CP<sub>2</sub> = segundo componente; CP<sub>3</sub> = terceiro componente.

Os parâmetros associados ao preço médio da terra, preço da terra para lavoura, preço da terra para pasto, preço do boi gordo e crédito rural no primeiro componente não podem ser considerados devido à sua baixa magnitude. O primeiro vetor determina o primeiro componente como uma relação direta entre o desflorestamento e as variáveis rodovias, população, extração madeireira, indústria madeireira, PIB, rebanho bovino, energia elétrica e IGP. Com o primeiro componente também é possível atribuir pesos relativos para as variáveis em função de cada parâmetro. Os maiores pesos associados ao desflorestamento são para a: malha viária, população, extração madeireira, produção madeireira, rebanho bovino, energia elétrica, PIB e IGP.

Uma interpretação possível para esses resultados é a de que o desflorestamento na Amazônia está fortemente associado ao comportamento dessas variáveis, tal qual foi demonstrado na análise de correlação.

A Tabela 1 mostra que o primeiro autovalor é igual a 8,84 e explica 63,13% da variância total. O segundo componente contribui com 22,9% da variância total; destacam-se, neste componente, o preço da

terra para lavoura, preço da terra para pasto e crédito rural. Os dois primeiros componentes juntos explicam 86% da variância total.

O terceiro componente, juntamente com os dois primeiros, explicam 96,03% da variância total. Este componente não demonstra um valor expressivo para os parâmetros associados às variáveis e explica cerca de 10% da variância total.

**Análise de dispersão**

As Figuras 1 e 2 apresentam o desflorestamento e as outras variáveis expressas nos valores dos componentes principais. Na Figura 1, o eixo horizontal corresponde ao primeiro componente, e o eixo vertical corresponde ao segundo componente. Os dois eixos juntos explicam 86% da variância total. Na Figura 2, o eixo horizontal representa o primeiro componente, enquanto o terceiro componente está representado no eixo vertical. Os dois eixos juntos explicam 73% da variância total.

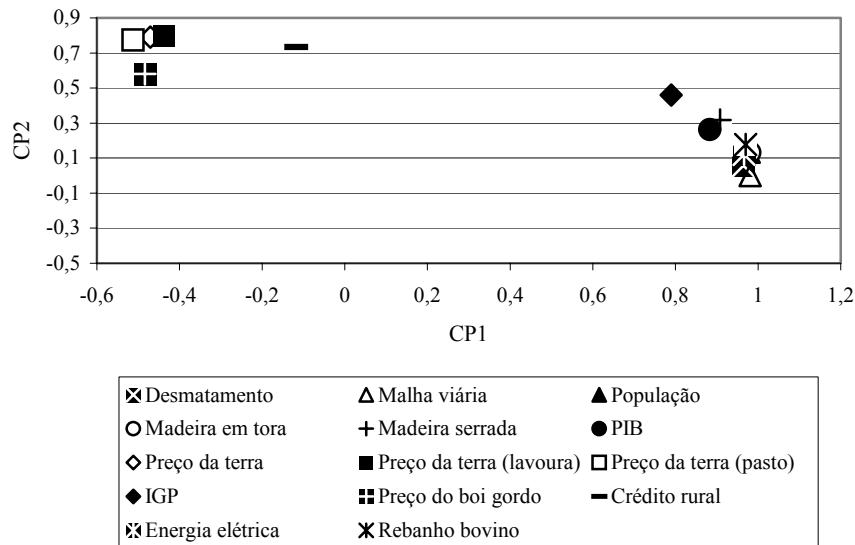


FIGURA 1: Análise de dispersão do primeiro componente *versus* o segundo componente.  
 FIGURE 1: Dispersion analysis of the first component *versus* the second component.

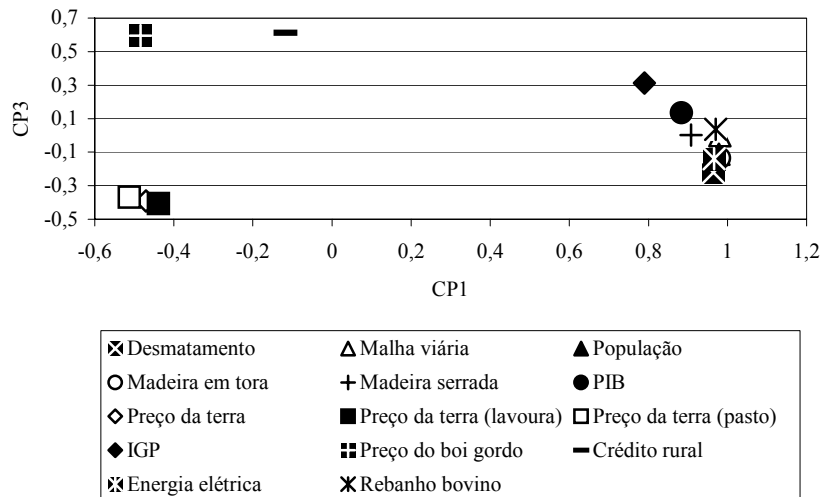


FIGURA 2: Análise de dispersão do primeiro componente *versus* o terceiro componente.  
 FIGURE 2: Dispersion analysis of the first component *versus* the third component.

A interpretação das Figuras 1 e 2 mostra a proximidade do desflorestamento com as outras variáveis, exceto preço médio da terra, preço da terra para lavoura, preço da terra para pasto, preço do boi gordo e

crédito rural.

A proximidade do desflorestamento com as outras variáveis mostra que são relacionados de alguma forma, sendo que existe uma grande associação entre as variáveis desflorestamento, malha viária, população, extração madeireira, indústria madeireira, PIB, rebanho bovino, energia elétrica e IGP. Diversos autores relacionam um ou mais dos fatores citados com o desflorestamento (ANDERSON, 1990; NASCIMENTO, 1990; SALES e FONTES, 1993; SEROA DA MOTTA, 1996; PARAYIL e TONG, 1998; BECKER, 2001; LAURANCE *et al.*, 2001; SAWYER, 2001).

A relação entre o plano do primeiro componente *versus* o plano do segundo componente poderia ser 100% verdadeira apenas se pudesse explicar toda a variância total. Apesar disso, não invalida essa correlação, na qual  $CP_1 \times CP_2$  explicam aproximadamente 86% da variância total.

### Análise de regressão

Os resultados da análise de regressão simples estão expostos na Tabela 2. Levando-se em consideração as respostas para os coeficientes das variáveis, significativos a 5% de probabilidade, e os valores encontrados para  $R^2$ , pode-se concluir que as variáveis população, malha viária, extração madeireira, produção madeireira, PIB, IGP, energia elétrica e rebanho bovino têm um comportamento que afeta o processo de desflorestamento na Amazônia.

Dentre as demais variáveis, pode-se destacar que o preço do boi gordo apresenta coeficiente significativo, porém o valor de  $R^2$  é baixo. As demais variáveis, preço médio da terra, preço da terra para lavoura, preço da terra para pasto e crédito rural, apresentaram coeficientes não-significativos, além de valores baixos para o coeficiente de determinação.

Da mesma forma, detectou-se, na análise de componente principais, que as variáveis preço médio da terra, preço da terra para lavoura, preço da terra para pasto e crédito rural não exercem grande influência no processo de desflorestamento.

TABELA 2: Resultados da análise de regressão.

TABLE 2: Regression analysis results.

Variável	$\beta_0$	$\beta_1$	$R^2$	F	Erro Padrão
Malha viária	-1,3860 <sup>ns</sup>	1,5199*	0,7590	56,6973	0,3313
População	-10,2152*	3,3482*	0,8911	147,3060	0,2227
Extração madeireira	-20,6285*	5,6322*	0,8611	111,5715	0,2516
Produção madeireira	-9,0664*	3,2011*	0,6334	31,0951	0,4087
PIB	0,9920 <sup>ns</sup>	1,0583*	0,5558	22,5186	0,4499
Preço da terra	8,5118*	-0,4919 <sup>ns</sup>	0,1239	2,5466	0,6318
Preço da terra para lavoura	8,2862*	-0,4349 <sup>ns</sup>	0,0982	1,9605	0,6410
Preço da terra para pasto	8,7638*	-0,5581 <sup>ns</sup>	0,1591	3,4064	0,6189
IGP	5,3015*	0,0568*	0,7497	53,9159	0,3377
Preço do boi gordo	7,0910*	-0,2669 <sup>ns</sup>	0,2631	6,4264	0,5794
Crédito rural	7,0447*	-0,2106*	0,1020	2,0449	0,6396
Energia elétrica	0,8598*	0,8439*	0,9737	665,6566	0,1095
Rebanho bovino	-0,7157 <sup>ns</sup>	1,3393*	0,7738	61,5927	0,3210

Em que: \* = significativo a 5% de probabilidade; ns = não significativo a 5% de probabilidade;  $\beta_0$  e  $\beta_1$  = coeficientes;  $R^2$  = coeficiente de determinação.

### Elasticidade

Elasticidade é a razão entre o comportamento de duas variáveis, ou seja, quanto o valor de uma variável irá se alterar em função da alteração de outra variável. Neste caso, retrata a variação do desflorestamento em relação às demais variáveis. A Tabela 3 apresenta as elasticidades das variáveis estudadas em relação ao desflorestamento.

De acordo com os resultados obtidos, as variáveis que mais influenciam o processo de desflorestamento na Amazônia são extração madeireira, população, indústria madeireira, malha viária e rebanho bovino. Essas variáveis apresentam comportamento elástico em relação à variável desflorestamento.

As variáveis IGP e energia elétrica apresentam características inelásticas em relação ao desflorestamento, ou seja, um aumento em uma delas da ordem de 10% poderá causar um aumento de menos de 10% no desflorestamento. A variável PIB apresenta característica de elasticidade unitária.

TABELA 3: Elasticidades das variáveis do modelo.

TABLE 3: The model variables elasticity.

Variável	Elasticidade
Malha viária	1,5199*
População	3,3482*
Extração madeireira	5,6322*
Produção madeireira	3,2011*
PIB	1,0583*
Preço médio da terra	-0,4919 <sup>ns</sup>
Preço da terra para lavoura	-0,4349 <sup>ns</sup>
Preço da terra para pasto	-0,5581 <sup>ns</sup>
IGP	0,0568*
Preço do boi gordo	-0,2669 <sup>ns</sup>
Crédito rural	-0,2106*
Energia elétrica	0,8439*
Rebanho bovino	1,3393*

Não foram obtidas estimativas significativas para as variáveis preço médio da terra, preço da terra para lavoura, preço da terra para pasto e preço do boi gordo.

O crédito rural apresentou elasticidade negativa, indicando que a concessão do crédito teria o efeito de reduzir a pressão sobre a floresta.

Neste estudo, utilizou-se uma análise de regressão simples; portanto, não foram avaliadas as interações entre as variáveis dependentes e seus efeitos.

### Variáveis indutoras do desflorestamento

As análises estatísticas indicam a extração madeireira como um dos fatores que mais influenciam no desflorestamento, confirmando os resultados obtidos por Sales e Fontes (1993); Seroa da Motta (1996); Parayil e Tong (1998) e Becker (2001). A elasticidade calculada indicou que uma elevação na extração madeireira para a indústria madeireira em 10% causaria um aumento na área desmatada em torno de 56%. Esse resultado não é absoluto, pois não considera a interação com os outros fatores, mas indica a importância do setor madeireiro no processo.

A maior parte da madeira em tora extraída da floresta provém da conversão das áreas de floresta para outros usos do solo. Essa madeira é oriunda, geralmente, de áreas de terceiros, como projetos de colonização, projetos agrícolas e áreas devolutas, principalmente em se tratando de pequenos e médios produtores (PRADO e DEUSDARÁ FILHO, 1992).

Segundo Hummel (2001), a produção madeireira da Amazônia está fortemente atrelada à oferta do desflorestamento, autorizado ou não, e da extração seletiva ilegal, servindo como uma forma preferida de acesso ao recurso e dificultando o ordenamento e manejo florestal.

Ângelo (2002) defende a adoção de incentivos econômicos como forma de reduzir a taxa de desflorestamento e estimular o manejo florestal sustentável. A falta desses incentivos faz com que seja mais interessante economicamente a utilização dos solos amazônicos para outras finalidades que não o manejo florestal e a produção madeireira.

Nas duas últimas décadas, vários setores apresentaram um crescimento significativo na Amazônia, sendo um deles a indústria madeireira. Alguns fatores contribuíram para esse desenvolvimento, destacando-se a exaustão dos recursos madeireiros das florestas no sul do país, a abertura de estradas e outras obras de infra-estrutura, além de um comportamento ambiental negligente. No período considerado, a capacidade de processamento instalada na Amazônia aumentou de 16 para 25 milhões m<sup>3</sup> (ITTO, 2002).

O efeito da população sobre o desflorestamento tem sido destacado por diversos estudos realizados



na Amazônia (NASCIMENTO, 1990; SALES e FONTES, 1993; PFAFF, 1999; SAWYER, 2001). Entretanto, o consenso é de que esse não é o fator de maior importância no processo. A população torna-se mais importante em novas áreas de fronteiras agrícolas, quando a pressão é mais intensa. Esse efeito se atenua com o estabelecimento da população na área e, principalmente, com a mudança das atividades agropecuárias não-sustentáveis por outras mais sustentáveis (ANDERSON, 1990).

A política tradicional de abertura de estradas também tem uma grande influência no desflorestamento da região Amazônica (BECKER, 2001; LAURANCE *et al.*, 2001; MARGULIS, 2002). As estradas facilitam a entrada de novas levas de colonos, pressionando a floresta e diminuindo o custo de transporte, o que viabiliza algumas atividades econômicas não-sustentáveis.

Apesar de não se ter identificado o desenvolvimento das malhas viárias como o principal fator do desflorestamento, políticas públicas contra essa prática poderiam evitar o aumento da pressão sobre as florestas. Sales e Fontes (1993) indicam que a extração madeireira apresenta maior pressão sobre a floresta, principalmente em áreas com melhores condições de infra-estrutura.

Os projetos de colonização desenvolvidos na região amazônica sempre privilegiaram e incentivaram as atividades agropecuárias, principalmente a pecuária extensiva. Esta atividade se caracterizou na região pela baixa qualidade dos seus pastos e baixo rendimento das criações, exigindo assim uma área muito maior para suportar um determinado número de animais em relação ao desempenho obtido em outras regiões do Brasil. É exatamente essa necessidade de maiores áreas para a criação que exerce uma pressão sobre a floresta nativa e que torna a atividade pecuária um dos grandes indutores do desflorestamento na Amazônia brasileira (NASCIMENTO, 1990; BECKER, 2001; MARGULIS, 2002).

Sales e Fontes (1993) também não encontraram relação significativa entre o crédito rural e o desflorestamento. Os autores concluíram que o crédito rural concedido não se dirigiu, ou foi pouco representativo ou até mesmo desviado, às atividades produtivas em áreas florestais.

Segundo Ângelo e Prado (2002), os fundos de crédito subsidiados à atividade agrícola na Amazônia apresentam um impacto negativo sobre a floresta, sejam eles concedidos ou retirados.

Já Mahar (1998) e Margulis (2002) afirmam que apenas uma pequena parcela do desflorestamento no passado pode ser explicada pelos incentivos e créditos subsidiados pelo governo, não tendo importância significativa nos dias de hoje.

A relação entre as variações de preço da terra e a demanda por terra desmatada é bastante complexa. Um aumento no preço da terra eleva o custo de aquisição ou arrendamento da terra e tende a diminuir a demanda por área desmatada como uma entrada. No entanto, em termos dinâmicos, uma elevação no preço da terra gera expectativa de ganhos futuros e poderia aumentar a demanda por terra por motivos especulativos. Além disso, gado e terra servem como um bem seguro em períodos de alta inflação (FERRAZ, 2001).

Segundo Margulis (2002), a especulação fundiária não foi um fator de maior importância no processo do desflorestamento na região amazônica, ao contrário do que se imaginava. Entretanto, teve um papel importante no desflorestamento no Estado de Rondônia (MORAN, 1996).

A região Norte apresentou um grande avanço econômico, em termos de taxa de crescimento do produto interno bruto regional e das transformações estruturais que promoveu. Os setores secundário e terciário aumentaram bastante a sua participação na formação do PIB regional, enquanto que o setor primário sofreu uma redução na sua participação relativa no cenário regional (MONTEIRO NETO, 2001). Desta forma, o comportamento do PIB regional não mostrou influência significativa na taxa de desflorestamento. O crescimento deveu-se mais às atividades menos demandadoras de área do que ao padrão agropecuarista.

### **Implicações deste estudo na redução do desflorestamento na Amazônia Brasileira**

O processo de desflorestamento na Amazônia Brasileira iniciou-se pela ocupação irregular do território e de uma série de políticas públicas mal conduzidas. Da mesma forma, apenas mudanças de caráter político poderão desacelerar a evolução ou gerar alguma mudança nesse processo.

É grande o número de fatores que agem interligados e que levam à destruição da floresta. O presente estudo buscou contribuir no levantamento das variáveis indutoras do desflorestamento.

A produção de madeira, apontada na atualidade como o principal fator, age tanto como causa quanto como efeito do desflorestamento. Causa, quando a floresta é abatida visando primeiramente o comércio da madeira extraída e possivelmente financiadora da atividade econômica que se instalará a seguir. E efeito quando se trata do aproveitamento da implantação de outra atividade.

A produção madeireira é originada principalmente do desflorestamento autorizado e da extração seletiva ilegal. São necessárias mudanças políticas para a reversão deste quadro. Recomenda-se que sejam feitas por meio de instrumentos econômicos e fiscais e na promoção do manejo florestal sustentável. As ações de fiscalização têm se mostrado pouco eficientes para refrear o desflorestamento e a oferta de madeira ilegal.

Uma alternativa é a tributação diferenciada entre a madeira originada de planos de manejo sustentáveis e a de desflorestamentos. Essa taxação poderia tornar mais atrativo o manejo florestal.

Soluções tecnológicas no processo produtivo devem ser priorizadas para aumentar o rendimento de madeira beneficiada, diminuindo assim a demanda por matéria-prima.

A abertura de novas rodovias e a recuperação das já existentes possibilitam o acesso a custos menores para novas áreas, estimulando o desflorestamento. A continuidade desta política põe em risco constante as áreas próximas a esses eixos rodoviários.

A distribuição demográfica na região Norte mostra uma tendência de concentração da população rural próxima a áreas mais urbanizadas. O não-estabelecimento de novos projetos de assentamento em áreas ainda intactas poderá reduzir a pressão da população sobre a floresta.

A instalação de estabelecimentos pecuários sempre foi considerada como um dos fatores mais fortes no desflorestamento, pela sua demanda por novas e grandes áreas de pasto. Comprovou-se a importância da atividade, mas não foi indicada como uma das principais responsáveis pelo desflorestamento. Com o aumento da produtividade dos pastos na região, a pressão exercida pela atividade já não é como anteriormente. Existem, na região, criações intensivas de gado apoiadas em pesquisa e tecnologia. Com isso, é possível criar mais gado em menos área do que o usual na região.

O crédito rural mostrou um comportamento inverso ao que se hipotetizava. O mesmo mostrou não ser um dos fatores indutores do desflorestamento. A análise econométrica realizada identificou a relação entre o aumento do crédito e a redução da área desmatada. Deste resultado, pode-se intuir que o crédito rural corrobora para o aumento da produtividade das áreas já desmatadas, o que leva à redução da procura de novas áreas com floresta para conversão em áreas agrícolas.

## CONCLUSÕES

O processo de desflorestamento na Amazônia ocorre em resposta a uma série de fatores. Os mais significativos, em ordem de importância, são a extração madeireira, o aumento da população regional, a produção madeireira, o aumento da malha viária e o efetivo do rebanho bovino.

A análise de correlação mostrou que o desflorestamento está associado à malha viária, à população, à extração madeireira, à produção madeireira, ao PIB, ao IGP, à energia elétrica e ao rebanho bovino.

Os resultados da análise de componentes principais confirmaram os resultados da matriz de correlação, relacionando as mesmas variáveis com o desflorestamento.

A análise de dispersão gerou um agrupamento de variáveis, relacionando as variáveis malha viária, população, extração madeireira, produção madeireira, PIB, IGP, energia elétrica e rebanho bovino como correlacionadas com o desflorestamento.

As variáveis malha viária, população, extração madeireira, produção madeireira, PIB, IGP, energia elétrica e rebanho bovino têm um comportamento que afeta o processo de desflorestamento na Amazônia.

A extração madeireira mostrou-se como o fator que mais afeta o desflorestamento na Amazônia, apesar de não ser identificada a origem dessa madeira.

O aumento da população residente na região, muito embora não seja encarado como fator principal, também exerce bastante influência no processo do desflorestamento.

A produção madeireira também se mostrou importante no processo e está intimamente ligada à extração madeireira.

A malha viária regional, por facilitar o acesso e diminuir o custo do transporte, apresentou uma grande importância em nosso estudo.

A atividade pecuária mostrou-se importante no desflorestamento, porém em um nível menor do que fora indicado por outros autores.

O crédito rural apresentou elasticidade negativa, indicando que a concessão do crédito teria o efeito de reduzir a pressão sobre a floresta.

As variáveis IGP e energia elétrica apresentaram características inelásticas em relação ao desflorestamento.

Não foram obtidas estimativas significativas para as variáveis preço da terra, preço da terra para lavoura, preço da terra para pasto e preço do boi gordo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDERSON, A. B. Deforestation in Amazon: dynamics, causes and alternatives. In: ANDERSON, A. B. **Alternatives to deforestation: steps toward sustainable use of the Amazon Rain Forest**. New York, 1990, p. 3-23.
- ANGELO, H. **Comércio de madeiras tropicais: subsídios para a sustentabilidade das florestas no Brasil**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2002. 87p.
- ANGELO, H. e PRADO, A. C. **Brazil case study on cross-sectoral linkages in forestry: the preliminary draft report**. Roma: FAO, 2002.
- BECKER, B. K. Síntese do processo de ocupação da Amazônia: lições do passado e desafios do presente. In: BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Causas e dinâmicas do desmatamento na Amazônia**. Brasília, 2001. p.5-50.
- BRAGA, H. C.; MARKWALD, R. A. Funções de oferta e de demanda das exportações de manufaturados no Brasil: estimação de um modelo simultâneo. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 3, p. 707-744, 1983.
- BRASIL. Ministério dos Transportes. **Anuário Estatístico dos Transportes**. Vários anos
- CUNHA, A.S. Economia dos recursos naturais: o caso do desmatamento na Amazônia. In: BRANDÃO, A.S.P. **Os principais problemas da agricultura brasileira: análise e sugestões**. Rio de Janeiro: IPEA/INPES, 1988. p.181-239.
- FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. Disponível em: <<http://www.fao.org>>. Acesso em: 16 out 2001.
- FERRAZ, C. Explaining agriculture expansion and deforestation: evidence from the Brazilian Amazon – 1980/98. Brasília : IPEA/DIPES, 2001. (Texto para Discussão, n. 828).
- FERREIRA, R. L. C.; SOUZA, A. L. Técnicas de Análise multivariada aplicadas ao manejo florestal no Brasil. **Boletim Técnico SIF**, Viçosa, n. 14, 1997.
- FGV – FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS. Disponível em: <<http://www.fgv.br>>. Acesso em: 14/10/2001.
- HUMMEL, A. C. **Normas de acesso ao recurso florestal na Amazônia Brasileira: o caso do manejo florestal Brasileiro**. 2001. 101f. Dissertação (Mestrado) - INPA/UA, Manaus.
- IBGE. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 20 dez. 2001.
- INPE. **Monitoramento da Floresta Amazônica por satélite: 2000-2001**. São José dos Campos : INPE, 2002.
- ITTO – INTERNATIONAL TROPICAL TIMBER ORGANIZATION. Disponível em: <<http://www.itto.or.jp>>. Acesso em : 05 dez. 2002.
- LAURANCE, W. F.; COCHRANE, M. A.; BERGEN, S. *et al.* The future of the Brazilian Amazon. **Science Magazine**, [Alger], n. 291, p. 438-439, 2001.
- MAHAR, D. J. **Government policies and deforestation in Brazil's Amazon Region**. Washington: Banco Mundial, 1998.
- MARGULIS, S. "Quem são os agentes dos desmatamentos na Amazônia e por que eles desmatam?" Word Bank internal paper. 2002. Disponível em: <[http://www.obancomundial.org/index.php/content/view\\_folder/87.html](http://www.obancomundial.org/index.php/content/view_folder/87.html)> Acesso em: 05 out. 2003.

- MONTEIRO NETO, A. Impactos do crescimento econômico no desmatamento da Amazônia. In: BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Causas e dinâmicas do desmatamento na Amazônia**. Brasília, 2001, p. 29-50.
- MORAN, E. Deforestation in the Brazilian Amazon. In: SPONSEL, L. E. *et al.* (Ed.). **Tropical deforestation: the human dimension**. New York : Columbia University Press, 1996.
- MORAN, E. F.; PACKER, A.; BRONDIZIO, E. *et al.* Restoration of vegetation cover in the eastern Amazon. **Ecological Economics**, Amsterdam, n. 18, p.41-45, 1996.
- NASCIMENTO, José Rente. Desmatamento e promoção do uso sustentável da floresta tropical Amazônica do Brasil: papel das políticas governamentais. In: FOREST'90, 1990, Manaus. **Anais...** Manaus, 1990. p.79- 99.
- PARAYIL, G.; TONG, F. Pasture-led to logging-led deforestation in the Brazilian Amazon: the dynamics of socio-environmental change. **Global Environmental Change**, Guildford, v. 8, n. 1, p. 63-79, 1998.
- PFAFF, A. S. P. What drives deforestation in the Brazilian Amazon? evidence from satellite and socioeconomic data. **Journal of Environmental Economics and Management**, New York, v. 37, p. 26-43, 1999.
- PRADO, A. C.; DEUSDARÁ FILHO, R. **Políticas públicas e uso dos recursos florestais na Amazônia**. Brasília: FUNATURA, 1992.
- SALES, M. F. L.; FONTES, R. M. O. Efeitos da atuação governamental e da extração madeireira no desmatamento da Amazônia. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 17, n. 3, p. 369-374, 1993.
- SAWYER, D. Evolução demográfica, qualidade de vida e desmatamento na Amazônia. In: BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Causas e dinâmicas do desmatamento na Amazônia**. Brasília, 2001. p. 73-90.
- SEROA DA MOTTA, R. **The economics of biodiversity in Brazil: the case of Forest conversion**. Brasília: IPEA/DIPES, 1996. (Texto para Discussão, n. 433).
- VERÍSSIMO A.; BARRETO P.; TARIFA, R. *et al.* Extraction of a high-value natural resource in Amazonia: the case of Mahogany. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v.72, p. 39-60, 1995.