

## INFLUÊNCIA DA ATIVIDADE AGROPECUÁRIA NA TAXA DE DESFLORESTAMENTO DA AMAZÔNIA LEGAL

**Daniel Moura da Costa Teixeira**

Centro de Estudos em Economia, Meio Ambiente e Agricultura, Universidade de Brasília. Engenheiro Florestal e Mestrando em Gestão Econômica do Meio Ambiente pela Universidade de Brasília.

**Leandro Borges Olsen, Felipe Stock Vieira, Gustavo Rocha e Oliveira, Edson Rodrigo Toledo Neto**

**Email do Autor Principal:** dnmoura@gmail.com

### RESUMO

As florestas contribuem significativamente para o bem estar da sociedade. Entretanto, existem diversos fatores que são responsáveis pelo desflorestamento. No Brasil, esse fenômeno está intimamente ligado à conversão da floresta em outros usos, com destaque para a agropecuária. Assim, o presente estudo tem como objetivo avaliar a relação entre a taxa de desflorestamento (ou desmatamento) da Amazônia e o fluxo de crédito rural (investimento), área plantada total da agricultura, efetivo do rebanho de bovinos e o Produto Interno Bruto, PIB. Para isso, foram coletados dados sobre essas variáveis e realizada uma regressão linear, por meio de um teste de hipóteses. O modelo mostrou-se significativo, dão o intervalo de confiança de 95%, confirmando o impacto da atividade agropecuária sobre a taxa de desflorestamento da Amazônia Legal, considerada como fronteira agrícola. Contudo, o comportamento das variáveis escolhidas possuem relação com outros fatores, potencialmente influentes sobre a taxa de desflorestamento, tais como aumento da escala da economia global, preço das *commodities*, variação cambial, aspectos sociais e históricos, programas governamentais, desenvolvimento de infraestrutura, crescimento das cidades, entre outros:

**PALAVRAS-CHAVE:** desflorestamento; agropecuária; política pública; Amazônia Legal.

## INTRODUÇÃO

As florestas sempre contribuíram significativamente para o nível de bem estar da sociedade por meio da provisão de bens e serviços que satisfazem as necessidades e desejos de seus membros. No suprimento de bens e serviços, as florestas são responsáveis por criar renda e riqueza, assim como oportunidades de empregos, atraindo investimentos internos e externos. Logo, fica caracterizado que a contribuição das florestas ocorre, não somente em uma escala local, mas também global.

Segundo Georgescu-Rögen em Mueller (2012), os bens e serviços gerados pelas florestas são essenciais para que haja produção no sistema econômico, por isso nas últimas décadas vêm crescendo a atenção da sociedade com os benefícios econômicos que ecossistemas florestais possam oferecer (Scherr *et al.*, 2004). Sendo assim, o desafio das políticas públicas florestais é assegurar que as florestas continuem contribuindo para maximizar o bem estar da sociedade de maneira sustentável (Nascimento, 2005; Nascimento e Wiecheteck, 2008).

Na história mais recente da humanidade, após as revoluções que ocorreram nos campos da indústria, energia e agricultura, a escala que a economia global atingiu fez com que as intervenções antrópicas causassem mudanças bruscas nos ecossistemas florestais, acarretando perdas significativas em sua capacidade de oferecer bens e serviços. Segundo Ellatifi (2005) *apud* DeClerck *et al.* (2010), essas mudanças podem tornar-se irreversíveis em alguns casos.

Dados da FAO (2007) revelam que 13 milhões de hectares de florestas em todo o mundo têm sido convertidos em outros usos a cada ano, com destaque para os países detentores de florestas tropicais. Kengen (2011) salienta o fato de que as causas relacionadas neste processo são as mesmas em todo o planeta. O mesmo autor afirma que os fatores que envolvem o desmatamento são distintos e complexos, mas que a conversão no uso da terra para a agricultura tem sido apontada como um dos principais motivos.

Nesse sentido, uma das principais tendências mundiais ligadas ao processo de globalização é a expansão da agroindústria nos trópicos (Sticker e Almeida, 2008). Esse processo acarreta numa competição cada vez maior por terras entre florestas e agricultura, representada principalmente na produção agrícola de larga escala que visa crescentes mercados, domésticos e internacionais (Lobovikov *et al.*, 2010). Em países como o Brasil, o setor agropecuário contribui bastante para o Produto Nacional, de forma que as políticas tendem a promover a expansão da fronteira agrícola por meio de programas nacionais, incluindo subsídios e oferta de crédito.

Em relação ao Brasil, a Amazônia é a mais nova fronteira de uma revolução agrícola, que é movida pela escassez de terras apropriadas para a expansão da produção agrícola mecanizada nas zonas temperadas, pela adaptação das culturas e dos animais domesticados das zonas temperadas às zonas tropicais, pela redução de barreiras comerciais e pelo aumento da demanda por carne, soja e outros produtos agrícolas (Brown, 2004; Nepstad; Stickler, 2008 *apud* Stickler e Almeida, 2008).

As causas diretas que implicam no desflorestamento da região Amazônica podem ser reveladas pela expansão das pastagens e da agricultura, extração de madeira e investimentos em infraestrutura (Geist e Lambin, 2001). Estes fatores implicam na mudança do uso do solo que é afetado por políticas governamentais e pela variação nos mercados dos produtos envolvidos.

Nesse contexto, o presente estudo tem como objetivo avaliar a relação entre a taxa de desflorestamento (ou desmatamento) da Amazônia e o fluxo de crédito rural (investimento), área plantada total da agricultura, efetivo do rebanho de bovinos e o Produto Interno Bruto, PIB. Para isso, foram coletados dados sobre essas variáveis e realizada uma regressão linear, por meio de um teste de hipóteses.

## METODOLOGIA

De acordo com Sticker e Almeida (2008), uma das principais tendências mundiais ligadas ao processo de globalização é a expansão da agroindústria nos trópicos. Em países como o Brasil, o setor agropecuário contribui bastante para o Produto Nacional, de forma que as políticas tendem a promover a expansão da fronteira agrícola por meio de programas nacionais, incluindo subsídios e oferta de crédito.

Dessa forma, pode-se dizer que a taxa de desmatamento está em função da atividade agropecuária e da riqueza do país, conforme o modelo abaixo:

$$D = f(CR, B, AP, PIB)$$

Onde:

D	Taxa de Desflorestamento
CR	Fluxo de Crédito Rural
B	Efetivo Bovino
AP	Área Plantada Total
PIB	Produto Interno Bruto

Embora o modelo proposto esteja relacionando a taxa de desflorestamento com alguns determinantes (fluxo de crédito rural, efetivo bovino, área plantada total e PIB), não está especificada a relação funcional entre eles. Portanto, o modelo precisa ser reescrito da seguinte forma:

$$D = \beta_0 + \beta_1 CR + \beta_2 B + \beta_3 AP + \beta_4 PIB + \mu$$

Onde:

$\mu$  erro estocástico

Na equação descrita acima, D é a variável dependente e CR, B, AP e PIB são as variáveis explicativas, pois têm efeito sob D. Os termos representados por  $\beta_i$  são chamados de parâmetros ou coeficientes de regressão parcial, e correspondem à variação unitária de cada variável explicativa a que se referem sob a variável dependente.  $\beta_0$  diz respeito ao efeito médio de todas as variáveis excluídas do modelo e  $\mu$  corresponde à diferença entre D observado na realidade e D estimado pelo modelo.

Os dados relativos a cada variável descrita no modelo foram obtidos por meio do sítio do Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas, IPEA<sup>1</sup>, para um horizonte temporal de 13 anos, a partir da implantação do Plano Real (1994) até o ano de 2006. Os dados de desmatamento foram obtidos no sítio do Instituto de Nacional de Pesquisas Espaciais, INPE<sup>2</sup>.

**Tabela 1. Descrição dos Dados – Fonte: próprio autor.**

Variável	Fonte	Frequência	Unidade
Taxa de Desflorestamento da Amazônia Legal	INPE	Anual	ha/ano
Fluxo de Crédito Rural	Banco Central do Brasil	Anual	R\$ de 2000 (mil)
Efetivo Bovino	IBGE	Anual	Cabeça
Área Plantada Total	IBGE	Anual	Hectares
PIB	IBGE/Sistema de Contas Nacionais, SCN	Anual	R\$ milhões

Para o ajuste da equação da taxa de desflorestamento ao modelo teórico especificado, foi realizada uma regressão linear múltipla por meio Método dos Mínimos Quadrados Ordinários, MQO. Este método visa encontrar o melhor ajustamento para um conjunto de dados, tentando minimizar a soma dos quadrados dos resíduos (Gujarati, 2000). Logo após o ajuste da equação, foram efetuados testes estatísticos necessários para a averiguação da significância do modelo.

Todos os tratamentos estatísticos dos dados, inclusive a obtenção dos parâmetros foram realizados por meio do programa *Microsoft Office Excel 2010*.

<sup>1</sup> www.ipeadata.gov.br

<sup>2</sup> www.inpe.br

O primeiro teste realizado foi a análise de variância, a qual produz a estatística F. O nível de significância adotado foi 0,05 ( $\alpha=5\%$ ). As hipóteses formuladas para esse teste foram:

- $H_0$ : CR = B = AP = PIB (Variáveis não têm efeito sobre D)
- $H_1$ : CR  $\neq$  B  $\neq$  AP  $\neq$  PIB (Variáveis têm efeito sobre D)

A próxima etapa consistiu em verificar o efeito de cada uma das variáveis explicativas sobre a taxa de desflorestamento. Para isso, foi necessário realizar o teste *t-Student* para cada parâmetro ( $\beta_i$ ). O nível de significância adotado para esse teste foi de 0,05 ( $\alpha=5\%$ ), cujas hipóteses são:

- $H_0$ :  $\beta_i = 0$  (não tem efeito sobre a D)
- $H_1$ :  $\beta_i \neq 0$  (tem efeito sobre D)

O processo de tomada de decisão foi baseado no nível probabilidade P (ou Prob) ser maior ou menor que o nível de significância (0,05). Caso P seja maior que o  $\alpha$ , aceitou-se a hipótese de que o efeito da variável era nulo. Caso o contrário, a variável em questão possui efeito estatisticamente significativo sobre a variável dependente.

Para avaliar a qualidade do ajuste da equação ao modelo teórico proposto, foi utilizado o cálculo do coeficiente de determinação,  $r^2$ , de acordo com a equação a seguir :

$$r^2 = \frac{\text{variação total} - \text{variação não explicada}}{\text{variação total}}$$

O valor de  $r^2$  se apresenta no intervalo de 0 a 1, o que significa que quanto mais próximo de zero, pior será o ajuste. Contudo, ao se aproximar de 1, melhor é a qualidade do ajuste. A inclusão de inúmeras variáveis, mesmo que tenham muito pouco poder explicativo sobre a variável resposta, aumentarão o valor de  $r^2$ , o que é ruim pois incentiva a inclusão indiscriminada de variáveis, indo contra o princípio da parcimônia. Para evitar que este valor seja superestimado, corrige-se o valor de  $r^2$ , obtendo o chamado  $r^2$  ajustado.

O coeficiente de correlação, r, fornece um número que resume o grau de relacionamento linear entre as variáveis envolvidas, medindo a intensidade da associação entre elas. Este coeficiente é obtido pela seguinte fórmula:

$$r = \frac{\sum(X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum(X_i - \bar{X})^2 \sum(Y_i - \bar{Y})^2}}$$

O valor de r varia de -1 a 1, sendo que, de 0 a 1, ocorre correlação linear positiva, ou seja, diretamente proporcional entre as variáveis; de -1 a 0, tem-se correlação linear negativa, ou inversamente proporcional entre as variáveis. Para os valores  $r=-1$  e  $r=1$ , existem as correlações perfeitamente negativa e positiva, respectivamente.

## RESULTADOS OBTIDOS

Após realizada a regressão linear múltipla, obteve-se a seguinte equação ajustada ao modelo teórico:

$$D = -334,9254179 - 8,71707E-08*CR + 2,6435E-05*B + 1,61837E-05*AP - 6,13341E-08*PIB$$

O resultado da análise de variância (Tabela 1) para o conjunto de dados utilizados produziu um valor de F igual a 4,445453615. Este valor é maior que o F de significação (0,034846326), o que permite rejeitar a hipótese nula. Dessa maneira, as variáveis explicativas, conjuntamente, têm efeito sobre a taxa de desmatamento.

**Tabela 2. Tabela ANOVA – Fonte: próprio autor**

	<i>gl</i>	<i>SQ</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>F de significação</i>
Regressão	4	20814,24263	5203,560657	4,445453615	0,034846326
Resíduo	8	9364,282897	1170,535362		
Total	12	30178,52552			

O resultado do teste *t-Student* (Tabela 3) todas as variáveis tiveram efeito estatisticamente significativo sobre a taxa de desmatamento, com exceção da área plantada total. Esta variável obteve um valor de P maior que o nível de significância (0,05) estabelecido.

**Tabela 3. Resumo do teste t-Student – Fonte: próprio autor.**

	$\beta_i$	Erro Padrão	t	valor-P	Decisão
Intercepto	-334,9254179	126,3597862	-2,650569679	0,029229955	Rejeita a Hipótese Nula
CR	-8,71707E-08	2,51424E-08	-3,467076846	0,008479094	Rejeita a Hipótese Nula
B	2,6435E-05	7,36968E-06	3,586991924	0,007115538	Rejeita a Hipótese Nula
AP	1,61837E-05	1,81743E-05	0,890474049	0,399198473	Aceita a Hipótese Nula
PIB	-6,13341E-08	1,54102E-08	-3,980088528	0,004061194	Rejeita a Hipótese Nula

**Tabela 4. Estatística da Regressão – Fonte: próprio autor.**

R múltiplo	0,830484054
R-Quadrado	0,689703763
R-quadrado ajustado	0,534555645
Erro padrão	34,21308758
Observações	13

O coeficiente de determinação  $r^2$  (Tabela 4) ajustado mostra que, aproximadamente, 53,45% do comportamento da taxa de desflorestamento pode ser explicada pelo conjunto das variáveis independentes (fluxo de crédito rural, efetivo bovino, área plantada total e PIB).

Essa porcentagem aparentemente baixa é porque os fatores que envolvem o desmatamento são distintos e complexos. Aliado a isso, está o fato de que os estudos econométricos, em geral, tentam associar os resultados dos processos de desmatamento com causas objetivas diretas mensuráveis, mas tendem a avançar pouco sobre as determinações das decisões dos atores (Kaimowitz e Angelsen, 1998 *apud* Rivero *et al.*, 2009). Esses autores afirmam que modelos que observem o comportamento dos atores num nível individual e também os dados numa abordagem regionalizada podem ser mais úteis para esclarecer consistentemente as dinâmicas associadas às causas subjacentes dos processos de desmatamento.

**Tabela 5. Correlação das Variáveis – Fonte: próprio autor.**

	D	CR	B	AP	PIB
D	1				
CR	0,160481159	1			
B	0,231819606	0,634529584	1		
AP	0,259332684	0,722996459	0,961533849	1	
PIB	0,139291516	0,477612999	0,976955288	0,913442722	1

Os coeficientes de correlação do fluxo de crédito rural em relação à taxa de desflorestamento apresentou-se diretamente proporcional, o que não foi corroborado pelo valor de  $\beta_1$  na equação ajustada que se apresentou de forma negativa. Isto indica que o acesso ao crédito para o desenvolvimento da atividade agropecuária implica na conversão de áreas de florestas naturais, como indica o estudo de Oliveira *et al.* (2011), porém não é um mecanismo equitativo uma vez que nem todos possuem acesso devido à renda (Andersen e Reis, 1997).

Contudo, a contribuição dos créditos e incentivos fiscais para os desmatamentos é considerada uma questão polêmica (Margulis, 1996). Em seu estudo para o Banco Mundial, o autor afirma que esse fator deixou de ser relevante para explicar o processo dos desmatamentos na Amazônia depois dos anos 90.

No caso da relação entre o efetivo bovino e a taxa de desflorestamento, o valor de  $r$  apresentou-se diretamente proporcional. Esse resultado foi corroborado pelo sinal de  $\beta_2$  na equação. Na literatura, observa-se uma correlação maior entre a pecuária e o desflorestamento, como no estudo de Rivero *et al.* (2009), que encontrou um  $r$  igual a 0,7345. Assim, de acordo com Reis (1996) a atividade agropecuária é a principal causa de desflorestamento na região da Amazônia Legal. A este fator pode-se associar a redução do custo de transporte de produtos devido aos grandes investimentos alocados na construção da malha rodoviária na região que traz viabilidade financeira à atividade. Assim, Rivero *et al.* (2009) ressalta que as condições para o desenvolvimento da atividade são favoráveis aos produtores, uma vez que esta exige pouco preparo do solo, o relevo não é um fator restritivo e a criação é em grande parte extensiva. Além disso, o preço deste produto é um fator exógeno, ou seja, é influenciado pelo mercado internacional que afeta o tamanho do efetivo bovino na região da Amazônia Legal.

A área plantada total é diretamente proporcional à taxa de desflorestamento, uma vez que o valor de  $r$  é positivo. Este fato é corroborado pelo sinal de  $\beta_3$  na equação proposta. Porém este fator é considerado de baixo impacto sobre a ocupação de novas áreas devido à fraca correlação entre este e a taxa de desflorestamento encontrada na literatura. A recuperação de áreas degradadas para novos plantios, a ocupação de áreas onde não havia floresta natural, o avanço tecnológico no plantio e manejo das culturas podem ser evidências para o comportamento dessa variável no modelo. Outro ponto a ser ressaltado é que as barreiras geo-ecológicas são, em geral, restritivas no caso da agricultura, destacando-se a pluviosidade nas áreas com índices superiores a aproximadamente 2000 mm/ano (Margulis, 2003).

O PIB apresentou-se diretamente proporcional à taxa de desflorestamento de acordo com o valor de  $r$ , o qual apresentou sinal positivo. O sinal de  $\beta_4$  no modelo não confirma este comportamento desta variável. Muitos economistas apontam a hipótese de Simon Kuznets como explicação para o aumento da riqueza acarretar em um incremento da qualidade ambiental, no nosso caso, redução do desflorestamento. Para Battharai e Hammig (2001), os países de baixa renda desmatam sem reposição, e à medida que a renda aumenta o investimento em reflorestamento para reposição da madeira extraída ou para a produção de produtos florestais compensa a área desmatada. Neste cenário de renda elevada, dispõe-se de mais acesso a informação e educação, o que pode levar a uma maior produtividade da atividade desenvolvida no local e também ao conhecimento das questões ambientais, diminuindo as pressões sobre as florestas.

## **CONCLUSÃO**

Nos últimos anos, tem-se visto uma diminuição da taxa de desmatamento da Amazônia. De acordo com Oliveira *et al.* (2011), “o aumento da produtividade nas áreas desmatadas, fortalecimento institucional para a proteção da floresta e maior consciência ambiental por meio de educação e acesso à informação são fatores que podem levar ao efeito esperado de redução do desmatamento”. Além disso, a literatura aponta o papel das áreas protegidas, como publicado por Ferreira *et al.* (2005), os quais apontam a importância dessa ferramenta como barreira ao desflorestamento, contrariando parcialmente a hipótese de que as áreas protegidas na Amazônia não estão conseguindo cumprir com sucesso essa função.

Muitos vetores estão associados à conversão de florestas em outros usos. Além da atividade agropecuária, muitos outros fatores podem ser elencados: aumento da escala da economia global, preço das *commodities*, variação cambial, aspectos sociais e históricos, programas governamentais, desenvolvimento de infraestrutura, crescimento das cidades, entre outros.

Essa realidade multifacetada se refletiu no comportamento das variáveis independentes do modelo em relação à variável dependente (taxa de desflorestamento). Mesmo assim, o modelo proposto mostrou-se significativo, dado o intervalo de confiança de 95%, o que confirma o impacto da atividade agropecuária sobre a Amazônia Legal, considerada como fronteira agrícola.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BATTHARAI, M.; HAMMIG, M. Institutions and Environmental Kuznets Curve for Deforestation: a Crosscountry analysis for Latin America, Africa and Asia. *World Development*, v.29, n°6. 2006.
2. FERREIRA, L. V.; VENTICINQUE, E.; ALMEIDA, S. *O desmatamento na Amazônia e a importância das áreas protegidas*. *Estudos Avançados*, 19(53), 2005.
3. GEIST, H.; LAMBIN, E. *What drives tropical deforestation? A meta analysis of proximate and underlying causes of deforestation based on subnational case study evidence*. LUCC International Project Office, Louvain-la-neuve – Belgium, 2001.
4. OLIVEIRA, R. C.; ALMEIDA, E.; FREGUGLIA, R. S.; BARRETO, R. C. S. *Desmatamento e crescimento econômico no Brasil: uma análise da Curva de Kuznets Ambiental para a Amazônia Legal*. RESR, Piracicaba, SP, v.49, n.3, p. 709-740, 2011.
5. MARGULIS, M. *Causas do desmatamento da Amazônia brasileira*. Banco Mundial, Brasília-DF, 2003.
6. RIVERO, S.; ALMEIDA, O.; ÁVILA, S.; OLIVEIRA, W. *Pecuária e desmatamento: uma análise dos principais causas diretas do desmatamento na Amazônia*. Nova Economia: Belo Horizonte, 2009.
7. STICKER, C.; ALMEIDA, O. T. *Financiamento internacional para o setor agroindustrial no Mato Grosso: uma oportunidade para conservação?* *Novos cadernos NAEA*, v. 11, p.51-84, 2008.