

# ANÁLISE CLIOMÉTRICA DE DEVASTAÇÃO FLORESTAL: ARAUCÁRIA PARANAENSE<sup>1</sup>

MARIA RITA DE CASSIA AMANCIO<sup>2</sup>, SERGIO ALBERTO BRANDT<sup>3</sup>, FRANCISCO DE  
ASSIS CARVALHO PINTO<sup>3</sup> e ADALBERTO JOSÉ FONTES MELLO<sup>4</sup>

**RESUMO** – A devastação da cobertura florestal tem conseqüências ecológicas e econômicas de alta magnitude. Por estas razões, a análise e a previsão do processo de desmatamento de reservas nativas têm merecido atenção. No presente ensaio estuda-se, com base em dados históricos (1950-1980) o processo de devastação das reservas naturais de araucária do Estado do Paraná. Ajusta-se um modelo cliométrico aos dados históricos disponíveis, por mínimos quadrados ordinários, após linearização. Verifica-se, como hipotetizado, que as taxas absoluta e relativa de desmatamento são **diretamente** proporcionais à dimensão das reservas remanescentes. No período de 1930 a 1960 a reserva de araucária do estado foi praticamente extinta.

Termos para indexação: cliometria, Paraná, ecossistemas.

## CLIOMETRIC ANALYSIS ON DEFORESTATION: PARANÁ ARAUCARIA

**ABSTRACT** – Deforestation has ecological and economic consequences. For those reason analysis and prediction of its process has deserved research attentio. The present essay studies the deforestation process of araucaria in the State of Paraná, Brazil. Available historical (1850-1980) data are used. A cliometric linearized model and ordinary least squares are used. Results show, as expected, that absolute and relative logging rates are **directly** related to reserve size. The period of 1930-60 reflected a massive and almost complete destruction of araucaria forests.

Index terms: cliometrics, State of Paraná, Brazil, ecosystems.

## IMPORTÂNCIA E OBJETIVOS

A devastação da cobertura florestal tem conseqüências ecológicas de alta magnitude. Dentre elas se destacam as modificações climáticas, a aceleração do processo de erosão do solo e a destruição da fauna (San Martin 1985). No país, a preocupação mais recente, no que tange à devastação florestal, se refere à floresta amazônica. Os especialistas dizem que, a seguirem-se os ritmos observados em passado recente, em pouco mais de trinta anos esta floresta estará completamente devastada. Vale lembrar, entretanto, como o faz San Martin (1985), que em 1952 estimou-se cinquenta anos de vida para a floresta da região norte do Estado do Paraná, conquanto em 1970 ela já estava totalmente devastada.

A importância das previsões futuras de devastação florestal não se restringe ao setor público ou à sociedade como um todo, em decorrência de seus impactos sobre

<sup>1</sup> Recebido em 15 de abril de 1987.

Aceito para publicação em 01 de abril de 1988.

Pesquisa realizada, em parte, com recursos do CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico.

<sup>2</sup> Universidade Federal de Minas Gerais - Rua Capivari, 694 - S. 302 - CEP 30210 - Belo Horizonte - MG.

<sup>3</sup> Universidade Federal de Viçosa (DER/CCA/UFV) - CEP 36570 - Viçosa - MG.

<sup>4</sup> Faculdade de Ciências Contábeis - Rua Álvaro Gouveia, 97 - CEP 36570 - Viçosa - MG.

o ecossistema. Os próprios madeireiros estão preocupados com este processo e com a sua duração (San Martin 1985). A estes não interessaria destruir a **galinha dos ovos de ouro**, mas desejariam uma política governamental de caráter global, visando ordenar este processo.

Os objetivos gerais do presente ensaio são os de examinar a história passada de devastação florestal no país - especificamente a devastação das florestas de araucária do Estado do Paraná - visando orientar melhor o conhecimento sobre a estrutura deste processo. Por estrutura entende-se, neste ensaio, as taxas (variáveis) de devastação ao longo do tempo e a duração do processo como um todo. Usam-se dados de séries históricas de matas remanescentes de araucária, naquele estado, a partir de 1920 e até 1982. Segundo Guimarães (1974), o chamado **ciclo da araucária** teve seu auge por volta de 1950, iniciando-se em torno de 1930, e encontrando-se praticamente exaurido, por volta de 1960. Os objetivos específicos deste ensaio são os de determinar, com base na informação disponível e na época aproximada do início do processo de desmatamento, as taxas anuais de desmatamento e a duração total do processo de devastação das matas de araucária daquele estado.

### METODOLOGIA

Entende-se por **cliometria** a análise quantitativa de problemas históricos (Aydelotte *et al.*, 1972). No presente ensaio usam-se técnicas de análise quantitativa ou estatística para avaliação do problema histórico da devastação florestal, especificamente da devastação das matas de araucária ou pinheiro brasileiro (*Araucária angustifolia*, (Bert) Kuntze 1898) no Estado do Paraná, desde o período de sua ocupação (1850) até a época presente.

Como era de esperar, para os primeiros anos deste lapso de tempo, os dados disponíveis sobre a reserva florestal de araucária são bastante esparsos. Além disso, não se dispõe de informações precisas sobre a data de início da exploração econômica desta espécie, naquele estado (Maack 1982; Guimarães 1974). Assim, inicialmente, seria de interesse fazer uma verificação estatística desta data provável de início da exploração (Garcia 1986).

Informações mais recentes, baseadas em levantamentos calcados em imagens do satélite LANDSAT (IUFRO, 1980), bem como nos censos florestais de 1980 a 1982 (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística 1980, Brasil. Presidência da República 1981, 1982), indicam que as reservas paranaenses de araucária encontram-se praticamente esgotadas, a despeito dos reduzidos plantios induzidos pela política de incentivos fiscais. Assim, a segunda questão relevante, que o ensaio pretende responder, se refere às **taxas** de desmatamento observadas ao longo do tempo. É de esperar que estas taxas, tanto em termos absolutos (km<sup>2</sup>/ano) como em termos relativos (%/ano), sejam **diretamente** proporcionais às reservas remanescentes, em cada período (ano).

O modelo matemático proposto para análise destas duas questões, referentes à redução gradativa da reserva florestal de araucária, é o seguinte:

$$r(t) = \alpha(t - t_0)^\beta \quad (1)$$

no qual  $r(t)$  é a área da reserva existente, no ano  $t$ , expressa em quilômetros quadrados;  $t$  é a tendência ou tempo, expressa em anos (1920, 1930, ..., 1982);  $t_0$  é a data (ano) provável de início do processo de devastação da reserva, isto é, o ano de 1850; e  $\alpha$  e  $\beta$  são parâmetros (constantes), a serem estimados.

O modelo (1) pressupõe que: (a) as taxas de desmatamento (absoluta e relativa) não são constantes, ao longo da amplitude de  $t$ ; e (b) as taxas de desmatamento se expandem de modo acentuado ou pronunciado, na medida em que  $t$  se aproxima de  $t_0$ .

Tem-se  $\alpha > 0$  e  $\beta < 0$  mas, visto que (1) é não linear nos parâmetros e não linear nas variáveis, não se pode estimar  $\alpha$  e  $\beta$  por meio do procedimento estatístico usual de mínimos quadrados ordinários (Hoffmann & Vieira 1983).

Para contornar esta dificuldade aplica-se transformação logarítmica em ambos os dados de (1) e adiciona-se um termo de erro estocástico [ $\ln e(t)$ ] com as propriedades usuais de normalidade, variância homogênea e ausência de autorrelação:

$$\begin{aligned}\ln r(t) &= \ln[\alpha(t-t_0)^\beta] + \ln e(t) \\ &= \ln \alpha + \beta \ln(t-t_0) + \ln e(t)\end{aligned}\quad (2)$$

de modo que

$$\ln r(t) = \ln \alpha + \beta \ln(t-t_0) + \ln e(t) \quad (3)$$

que pode ser ajustada por meio da técnica de regressão linear simples de mínimos quadrados ordinários.

As taxas anuais (relativa e absoluta) de devastação são dadas pelas derivadas parciais de (1) em relação a  $t$ :

$$\frac{d \ln r(t)}{dt} = \frac{\beta}{t-t_0} \quad (4)$$

e

$$\frac{d r(t)}{dt} = \alpha \beta (t-t_0)^{\beta-1} \quad (5)$$

as quais fornecem, para cada período (ano), as taxas de desmatamento (redução da reserva), em  $\text{km}^2/\text{ano}$  (equação 4) e em porcentagem/ano (equação 5).

Os dados básicos usados neste ensaio são resumidos na Tabela 1. As fontes destes dados, tal como indicado anteriormente, são esparsas e limitadas, por sua própria natureza (Guimarães 1974, Maack 1982, Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística 1980, Brasil. Presidência da República 1981, 1982 e Problemas... 1980).

**TABELA 1. Séries históricas de povoamentos de araucária, Estado do Paraná, 1850-1982. Valores expressos em  $10^3 \text{ km}^2$ .**

Ano	r(t)	Fontê
1850	75,643	Nicholls, 1970; Maack, 1982
1920	56,000	Maack, 1982
1930	39,580	Guimarães, 1974
1950	25,254	Guimarães, 1974
1965	15,932	Guimarães, 1974
1973	4,336	Guimarães, 1974
1977	3,166	IUFRO, 1980
1978	2,200	IUFRO, 1980
1980	0,695	IBGE, 1980
1981	0,735	IBGE, 1981
1982	0,750	IBGE, 1982

Fontes: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística 1980, Brasil. Presidência da República 1981, 1982, Guimarães 1974, Problemas... 1980 e Maack 1982.

Nicholls (1970), em extensa revisão da história econômica do Paraná, indica que, por volta de 1850, as áreas de pinheirais (38% da área total do estado) estavam **virtualmente** desocupadas. A área total do estado é da ordem de  $199.060 \text{ km}^2$  (Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística 1980, Brasil. Presidência da República 1981, 1982, Guimarães 1974, Problemas... 1980 e Maack 1982). Com base nestes elementos calcula-se, preliminarmente, que, por volta de 1850, a área ocupada com araucária, naquele estado, era de  $75.643 \text{ m}^2$ , ou seja, o equivalente a 7.564.280 hectares.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A equação selecionada para apresentar o processo de devastação das matas de araucária do Estado do Paraná é aquela em que se faz  $t_0 = 1850$ . Para efeito de comparação (Tabela 2), apresentam-se também estimadores alternativos, nos quais  $t_0 = 1800$  e  $t_0 = 1900$ . Para a equação selecionada, o valor previsto de r(t), para o ano de 1920, é igual a  $60.998 \text{ km}^2$ , o qual difere 8,93% do valor histórico ( $56.000 \text{ km}^2$ ) indicado para aquele ano.

O poder explicativo da equação empírica selecionada (II) é considerado bom, uma vez que ela explica três quartas partes da variância total observada em r(t). Atrasando-se o valor inicial  $t_0$  da reserva para 1800 (I) obtém-se ganho apenas marginal no poder explicativo ( $\bar{R}^2$ ). Adiantando-se este valor para 1900 (III) nota-se redução acentuada, para apenas 68,7%, no poder explicativo do modelo de devastação de araucária.

**TABELA 2. Equações estimativas do processo de devastação de matas de araucária, Estado do Paraná, 1920-82.**

Equação	$t_0$	$\hat{\alpha}$	$\hat{\beta}$	$\hat{\sigma}_\beta$	$\bar{R}^2$	SQE
I	1800	53,1192	-10,1230	1,8213	0,769	5,3799
II	1850	32,8406	-6,6276	1,2512	0,750	5,8028
III	1900	13,6347	2,9564	0,6494	0,987	7,2869

Fonte: Dados da Tabela 1.

Assim, a equação selecionada para representar o processo de devastação das matas de araucária é a seguinte:

$$\ln \hat{r}(t) = 32,8406 - 6,6276 \ln(t-1850) \quad (6)$$

(1,2512)  
[5,297]

onde o valor entre parênteses, abaixo do coeficiente de regressão, é o respectivo erro padrão, e o valor entre colchetes, abaixo deste, é a elasticidade  $t$  de Student.

O estimador de  $\beta$  tem o sinal (negativo) esperado e é estatisticamente significativo, ao nível 0,05 de probabilidade.

Usando-se as relações (4) e (5) e a equação selecionada (6) obtêm-se estimativas de taxas de desmatamento para diferentes anos da série histórica disponível (Tabela 3). Constata-se, como era de esperar, que tanto as taxas absolutas como as taxas relativas são **diretamente** proporcionais à dimensão da reserva florestal remanescente. Assim, por exemplo, no ano de 1920, a reserva era da ordem de 56 mil m<sup>2</sup>,

**TABELA 3. Estimativas de taxas anuais de desmatamento de florestas de araucária, Estado do Paraná, 1920-1980.**

Ano	Reserva estimada km <sup>2</sup>	Taxa anual de desmatamento	
		Absoluta (km <sup>2</sup> /ano)	Relativa (%)
1920	56.000	5.320	9,5
1930	39.580	3.285	8,3
1950	25.254	1.667	6,6
1965	15.932	924	5,8
1973	4.336	234	5,4
1977	3.166	165	5,2
1980	695	35	5,1

Fonte: Dados da Tabela 1 e equações (4), (5) e (6).

sendo desmatados cerca de 5.300 km<sup>2</sup>, por ano, o que corresponde a uma taxa da ordem de 9,5% ao ano. No ano de 1950, quando a reserva tinha sido reduzida a apenas cerca de 25 mil km<sup>2</sup>, a taxa anual de desmatamento era de 6,6% ao ano (aproximadamente 1.667 km<sup>2</sup>/ano). No ano de 1980, com a reserva praticamente dizimada, restando apenas 695 km<sup>2</sup>, desmataram-se apenas 65 km<sup>2</sup>/ano (5,1%).

### CONCLUSÕES E INFERÊNCIAS

As principais conclusões deste ensaio, baseadas na evidência histórica disponível e nos resultados da análise cliométrica simples, aqui desenvolvida, são as seguintes. O processo acelerado de devastação das matas de araucária do Estado do Paraná teve início por volta do ano de 1920, quando ainda existiam cerca de 56.000 km<sup>2</sup> de matas remanescentes deste gênero. No ano de 1850 existiam, conforme documentação histórica, cerca de 75.643 km<sup>2</sup> de matas de araucária naquele estado.

As taxas anuais de devastação, como esperado, variaram **diretamente** com o tamanho da reserva florestal. Assim, em 1920, quando a reserva era da ordem de 56.000 km<sup>2</sup>, a taxa anual de desmatamento foi de 9,5% ao ano, aproximadamente, passando, em 1950, quando a reserva fora reduzida a 25.254 km<sup>2</sup>, a apenas 6,6% ao ano.

Em 1980 a reserva estadual de araucária encontrava-se praticamente exaurida, restando apenas 695 km<sup>2</sup> de matas deste gênero. Assim, estima-se que o processo de devastação tenha se prolongado por cerca de 60 anos, aproximadamente.

A partir de 1980 observou-se pequena recuperação na área reflorestada com araucária, no estado. Isto se deveu, em grande extensão, aos novos plantios, promovidos pela legislação de incentivos fiscais ao reflorestamento (Lei 5.106 e Fiset). Nota-se, contudo, que esta legislação exige o replantio, com espécies nativas, como a araucária, de apenas 1% da área total reflorestada, em cada projeto incentivado. A política de incentivos fiscais ao reflorestamento, no país, teve início em 1967, portanto, há cerca de vinte anos. Até 1980, no estado, foram plantados mais de 840 milhões de árvores com incentivos fiscais, sendo que apenas 90 milhões de uniades eram de pinheiro brasileiro. A inferência política é a de que modificações profundas deveriam ser introduzidas na legislação, visando recuperar a reserva florestal de araucária, daquele estado e de estados vizinhos.

### AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos dois revisores anônimos da Revista de Economia Rural, pelos comentários e sugestões.

### REFERÊNCIAS

AYDELOTTE, W. O.; BOGUE, A. G.; FOGEL, R. W., ed. **The dimensions of quantitative research in history**. Princeton, Princeton University Press, 1972. 147p.

**R. Econ. Sociol. rural**, Brasília, 26(1):23-38, jan./mar. 1988

- BRASIL. Federação da Agricultura do Estado do Paraná. **Plano integrado de desenvolvimento rural do Estado do Paraná**. Curitiba, INCRA, 1978. v. 1, 141p.
- BRASIL. Presidência da República. Secretaria de Planejamento. **Silvicultura**. Brasília, SEPLAN, 1981. v. 4, 379p.
- BRASIL. Presidência da República. Secretaria de Planejamento. **Silvicultura**. Brasília, SEPLAN, 1982. v. 5, 392p.
- FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, Rio de Janeiro, RJ. **Silvicultura**. Brasília, SEPLAN, 1980. v. 3, 312p.
- GUIMARÃES, D. Madeiras e derivados. **R. Parana. Desenv.**, 40(1):9-28, 1974.
- HOFFMANN, R. & VIEIRA, S. **Análise de regressão**: uma introdução à econometria. São Paulo, Hucitec, 1983. 379p.
- MAACK, R. **Geografia física do Estado do Paraná**. Curitiba, CODEPAR, 1982. 350p.
- NICHOLLS, W. H. A fronteira agrícola na história recente do Brasil: o Estado do Paraná, 920-65. **R. bras. Econ.**, 24(5):33-92, 1970.
- PROBLEMAS florestais do gênero araucária**. Curitiba, FUUPEF, 1980. 382p.
- SAN MARTIN, P. **Agricultura suicida**: um retrato do modelo brasileiro. São Paulo, Incone, 1985.