



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro Nacional de Pesquisa de Solos
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

ISSN 1678-0892

Dezembro, 2004

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 54

Comportamento da Produção e Preço da Borracha Natural no Brasil Abordagem pela Análise Espectral

Sergio Gomes Tôsto

Patrícia Lopes Rosado

Elaine Aparecida Fernandes

Ciríaca A. F. Santana do Carmo

Elisabeth Santos Brandão

Déa Sousa Assis

Rio de Janeiro, RJ

2004

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Solos

Rua Jardim Botânico, 1.024 Jardim Botânico. Rio de Janeiro, RJ

Fone:(21) 2274.4999

Fax: (21) 2274.5291

Home page: www.cnps.embrapa.br

E-mail (sac): sac@cnps.embrapa.br

Supervisor editorial: *Jacqueline Silva Rezende Mattos*

Normalização bibliográfica: *Cláudia Regina Delaia*

Revisão de texto: *André Luiz da Silva Lopes*

Editoração eletrônica: *Pedro Coelho Mendes Jardim*

1ª edição

1ª impressão (2004)

Todos os direitos reservados.

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Comportamento da produção e preço da borracha natural no Brasil:

abordagem pela análise espectral / Sergio Gomes Tôsto... [et al.]. - Rio de Janeiro : Embrapa Solos, 2004.

19 p. - (Embrapa Solos. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento; n. 54)

ISSN 1678-0892

1. Seringueira – Análise espectral. 2. Seringueira – Análise - Produção. I. Tôsto, Sergio Gomes. II. Rosado, Patrícia Lopes . III. Fernandes, Elaine Aparecida. IV. Carmo, Ciríaca Arcângela Ferreira de Santana do. V. Brandão, Elisabeth Santos. VI. Assis, Déa Sousa. VII. Embrapa Solos (Rio de Janeiro). VIII. Série.

CDD (21.ed.) 331

© Embrapa 2004

Sumário

Resumo	5
Abstract	7
Introdução	8
Material e Métodos	8
Resultados e Discussão	11
Análise de Estacionariedade.....	11
Análise do Componente de Ciclos.....	14
Conclusões	18
Referências Bibliográficas	19

Comportamento da Produção e Preço da Borracha Natural no Brasil Abordagem pela Análise Espectral

Sergio Gomes Tôsto¹

Patrícia Lopes Rosado²

Elaine Aparecida Fernandes²

Círiaca A. F. Santana do Carmo¹

Elisabeth Santos Brandão¹

Déa Sousa Assis¹

Resumo

Diante da importância da borracha natural para o agronegócio brasileiro, como fonte de renda para o pequeno e para o grande produtor, conservação do meio ambiente e geradora de empregos no campo, o presente estudo procura identificar ciclos de produção e preço na tentativa de possibilitar a disponibilização do conhecimento técnico para a formação de políticas públicas pelos órgãos governamentais, no sentido de incentivar o crescimento do setor. Para isso, a partir de uma série de dados foi realizada uma análise espectral que identificou ciclos de produção e de preço iguais a 12 e 10 anos, respectivamente. Esses valores indicaram inviabilidade de medidas de políticas de curto prazo com o objetivo de contrabalançar os ciclos de quantidades e preços já que os ciclos foram relativamente longos.

Termos para indexação: *seringueira, ciclos, raiz unitária, análise espectral.*

¹ Pesquisador da Embrapa Solos. Rua Jardim Botânico, 1024. CEP: 22460-000 - Rio de Janeiro - RJ. Email: tosto@cnps.embrapa.br; ciriaca@cnps.embrapa.br; dea@cnps.embrapa.br

² Economista, Mestre em Economia Rural e Doutoranda em Economia Aplicada pelo Departamento de Economia Rural da Universidade Federal de Viçosa. Rua Cajuri, 145 apto 2. Bairro Santo Antônio Viçosa - MG. CEP: 36570-000 Email: patriciarosado@yahoo.com.br.

Behavior of the Production and Price of the Natural Rubber in Brazil Boarding for the Spectral Analysis

Abstract

To highlight the importance of the natural rubber to the Brazilian agribusiness as income source to small and big business, environmental concerns pertaining to its manufacture and in support of the sectors employees, the present study will identify output and prices cycles in attempt to allow governmental organizations the possibility of making political extends that would stimulate the sector development. For this proposal, from the obtained datas a spectral analysis was performed and results concluded that the output and prices cycles had 12 and 10 years respectively. These values indicated the inviability of the short term political extends in counterbalancing the cycles of amounts and prices, since the periods were relatively long.

Terms for indexation: *rubber tree, cycles, unit rot , spectral analysis*

Introdução

A borracha natural produzida pela seringueira (*Hevea sp.*) representa uma das mais importantes *commodities* para o agronegócio brasileiro. Sendo essencial para a manufatura de um amplo espectro de produtos, é considerada um dos alicerces que sustentam o progresso da humanidade, ao lado do aço e do petróleo.

Diante do supracitado, a detecção da existência de flutuações econômicas da cultura da borracha natural, ao longo do tempo, pode trazer soluções importantes para melhorar a sua eficiência, dado que a sua exploração possui grande potencial na solução de problemas econômicos, sociais e ambientais. Nesse sentido, o presente trabalho faz uma indagação sobre a existência de ciclos econômicos nas variáveis quantidades produzidas e preço. Uma vez identificados, fica mais fácil a seleção de indicadores necessários à tomada de decisões por parte dos produtores individuais, empresas e órgãos do governo.

Em termos gerais, busca-se identificar, através de uma análise espectral, a tendência e os ciclos observados no comportamento das séries de preços e quantidade produzida de borracha natural para a economia brasileira, entre 1944 e 2001. Especificamente, pretende-se: a) estimar as tendências e ciclos de preços e quantidade produzida de borracha natural; b) verificar se os componentes da tendência nas séries, caso existam, são do tipo determinístico ou do tipo estocástico; c) determinar quais ciclos têm afetado de forma mais significativa o comportamento dos preços e a quantidade produzida, identificando as suas respectivas amplitudes.

Material e métodos

Inicialmente, foi realizado um teste para a verificação da ordem de integração das séries analisadas. A identificação da ordem de integração é de fundamental importância por permitir que se determine se a série possui raiz unitária ou se é estacionária. Deste modo, o comportamento espúrio entre as variáveis pode ser evitado. É de suma importância observar que os pressupostos estatísticos usuais, de que a média e a variância são constantes ao longo do tempo, somente permanecem válidos quando as variáveis em nível são estacionárias.

O teste de Dickey & Fuller (1979), amplamente utilizado na literatura econométrica, foi utilizado para detectar a presença de raiz unitária. Esse teste

caracteriza-se por ser simples e, muitas vezes, suficiente para detectar problemas de não-estacionariedade das séries (Gujarati, 2000).

Posteriormente, foi empregado o método de análise espectral no qual salienta a característica de domínio de frequência das séries temporais. Assim sendo, este estudo baseia na decomposição das séries temporais em componentes associados com a frequência, ao invés de componentes associados com o tempo. Isso é feito através do espectro da série que é estimada, usando-se a teoria da inferência estatística. A frequência é definida em análise espectral como o número de vezes em que ocorre um ciclo por unidade de tempo (Chatified, 1996).

Basicamente, a análise espectral é utilizada em análise de ciclos econômicos, determinação da direção de causalidade entre séries temporais, decomposição dos ciclos em seus diferentes componentes e explicação da variância total de uma série temporal

A partir da década de 50, a técnica espectral, que originalmente era aplicada a ciências como a física, passou a ser aplicada também à economia. O objetivo principal da aplicação econômica da técnica espectral segundo Russer & Cargil (1970), consistia em medir a importância relativa de cada faixa de frequência em termos de suas contribuições para a variância total da série temporal. Isso é feito através de uma análise do espectro da série que é estimada usando-se a teoria da inferência estatística.

Ressalta-se que a análise espectral consiste em avaliar não a função de autocovariância, mas o seu espectro que é definido como a transformada de Fourier da função de autocovariância. Isto significa que a aplicação da análise espectral é feita no domínio das frequências.

Em adição, a técnica espectral decompõe uma série estacionária num conjunto de funções periódicas diferentes. Cada ciclo é caracterizado por sua frequência, amplitude e mudança de fase. O espectro de uma série X_t se define como a contribuição da variância decomposta das séries em frequências diferentes ¹.

Para se utilizar a técnica de análise espectral, algumas considerações práticas são necessárias para se atingir o objetivo proposto. A primeira delas é a

¹ Para maiores detalhes consulte França (1999).

estacionariedade de séries temporais. A estacionariedade em séries temporais econômicas é alcançada quando a série não apresentar mudança sistemática na média (tendência) nem na variância (homocedasticidade)². A segunda relaciona-se com o ponto de truncamento. A determinação rigorosa desse ponto não existe na literatura especializada disponível, sendo utilizados critérios com características subjetivas. Outra consideração importante diz respeito ao intervalo de freqüência utilizado, que neste trabalho é restrito ao intervalo $[0, \mathbf{p}]$ ³. A quarta consideração é conhecida como o problema do *Aliasing*, que ocorre quando se quer observar freqüências maiores que ou períodos menores que duas vezes o intervalo das observações. Deste modo, quanto maior for a amostragem em intervalos equiespaçados, maior a perda de informação e maior a probabilidade de ocorrer o *Aliasing*. Finalmente, a última consideração alerta para o problema do *Leakage* ou vazamento pelas bordas da janela de Parzen. Este problema é comum em estimações do espectro em séries não estacionárias.

Para a obtenção do espectro amostral contínuo, a partir de um conjunto finito de observações, tem-se que encontrar os estimadores de $\gamma(\mathbf{t})$ e em seguida de $f(w)$.

O estimador de $\gamma(\mathbf{t})$ é dado por:

$$C(\mathbf{t}) = \frac{1}{n-t} \sum_{t=1}^{n-t} \hat{\mathbf{a}}(x_t - \bar{x})(x_{t+\mathbf{t}} - \bar{x}) \quad (4)$$

onde $C(0) = s^2$.

Com isso, o estimador aparentemente adequado para o espectro é o periodograma, apresentado na equação 2.

$$I(w_p) = \frac{c_0 + 2 \sum_{t=1}^{n-1} c_t \cos w_p t}{p} \quad (5)$$

A equação anterior nada mais é que a substituição dos valores teóricos $\gamma()$ por valores estimados.

² Para maiores detalhes ver Fernandes (2003).

³ A razão pela qual pode utilizar, sem perda de generalidade, esse intervalo restrito, refere-se ao fato de que são usados processos estacionários discretos medidos a intervalos de tempo unitário.

Nota-se, entretanto, que apesar da obtenção do periodograma com a propriedade de ser um estimador assintoticamente não viciado da função de densidade espectral, a variância do periodograma não diminui, quando N aumenta. Dada essa constatação, apesar do periodograma ser uma forma natural de estimar a função de densidade espectral, o mesmo proporciona um estimador pobre, requerendo algumas modificações.

Diante do exposto, para que $I(w_p)$ seja um estimador consistente de $f(w)$, é necessário uma suavização da função de autocovariância de modo a serem atribuídos pesos cada vez menores às defasagens cada vez maiores para eliminar o viés da variância⁴.

Escolhidos o ponto de truncamento e a janela, podem-se encontrar os coeficientes de suavização I_t . Com isso, o estimador ideal de $f(w)$ pode ser obtido através da equação 3.

$$f(w) = \frac{1}{n} (I_0 c_0 + 2 \sum_{t=1}^M I_t c_t \cos tw), \quad 0 \leq w \leq \pi \quad (6)$$

onde I_t são os coeficientes de suavização; M é o ponto de truncamento e t é a defasagem. Pode-se observar que essa equação é o espectro contínuo de uma série temporal estacionária.

O teste de significância para o espectro estimado consiste em formular a hipótese nula, $\hat{f}(w) \leq \frac{S^2}{P}$, indicando que todos os picos que ficarem acima dessa linha são significantes, enquanto que aqueles que oscilarem abaixo, não são considerados significativos estatisticamente.

Resultados e Discussão

Análise de Estacionariedade

No período analisado, ocorreram muitos acontecimentos políticos e econômicos que podem ter influenciado o comportamento normal dos dados. Diante desse fato, faz-se necessário uma análise cuidadosa dos preços e da quantidade produzi-

⁴ Os procedimentos de suavização utilizados com mais frequências são as janelas de Parzen e de Tukey-Hanning e o periodograma suavizado. Para maiores detalhes ver Chatfield (1980).

da de borracha natural nacional, de modo a observar, se essas séries apresentam componentes de tendência. O fato de uma série ser não estacionária faz com que o valor de R^2 seja extremamente alto em função da presença da tendência e não em função de uma relação verdadeira entre as variáveis.

Com base no exposto, foram realizados testes para determinação da existência do componente de tendência nas séries que serão objetos de estudo. Nesse sentido, são construídas as Tabelas 1 e 2.

A Tabela 1 sintetiza os testes de raiz unitária de Dickey-Fuller para as séries originais de produção e preço.

Tabela 1. Estimativas do teste de raiz unitária Dickey-Fuller.

<i>Variável</i>	<i>Valor crítico</i>			<i>Valor calculado</i>
Produção	-2,6047	-1,9464	-1,6132	0,9974
Preço	-2,6047	-1,9464	-1,6132	-1,1926
Em %	1	5	10	

Fonte: Dados da pesquisa.

Utilizando o teste DF, pôde-se observar que o preço e a quantidade produzida de borracha não foram estacionários em nível. Isso significa que as séries possuem raiz unitária, e portanto, exibem um componente de tendência definido ao longo do tempo.

Diante da constatação da não estacionariedade, em nível, dos dados, deve-se fazer uma diferenciação implementando uma nova análise quanto à estacionariedade, antes do início da análise do componente cíclico. A Tabela 2 ilustra a análise de DF das séries quantidade produzida e preço de borracha na primeira diferença.

Tabela 2. Estimativas do teste de raiz unitária Dickey-Fuller, em primeira diferença.

<i>Variável</i>	<i>Valor crítico</i>			<i>Valor calculado</i>
Produção	-2,6054	-1,9465	-1,6131	-5,1577
Preço	-2,6054	-1,9465	-1,6131	-6,3398
Em %	1	5	10	

Fonte: Dados da pesquisa.

Na primeira diferença, observa-se que os coeficientes das duas séries preço e quantidade produzida de borracha natural foram significativos a 1% de probabilidade, significando que não existe a presença de raiz unitária quando as variáveis são diferenciadas (ordem de integração igual a 1). Isso sugere a possibilidade de se trabalhar com as mesmas sem problemas de regressão espúria.

Diante do exposto, constata-se que as quantidades produzidas e preço de borracha natural apresentaram tendência estocástica que somente foi eliminada pela primeira diferenciação (para melhor compreensão, compare as Figuras 1 e 2 com as 3 e 4).

PREÇO

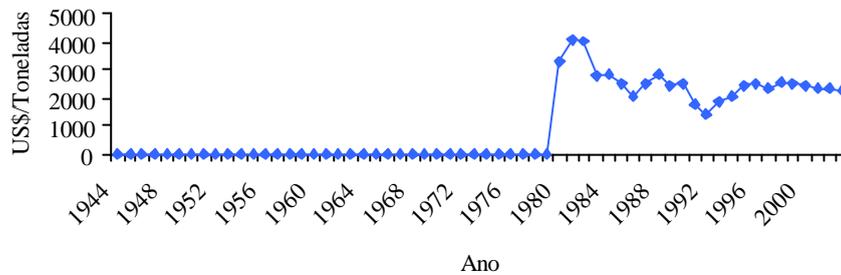


Fig. 1. Preço da borracha natural em nível.

Dentre os crescimentos e decrescimentos da tendência para essas variáveis, observa-se que a produção e preço oscilaram significativamente ao longo do período analisado, entretanto, nos últimos anos, a primeira foi ascendente e o segundo descendente. Essa constatação requer certas medidas de política governamental em relação ao setor, pois a existência dessa lacuna entre preço e produção pode criar sérios distúrbios à cultura da borracha e à economia brasileira.

PRODUÇÃO

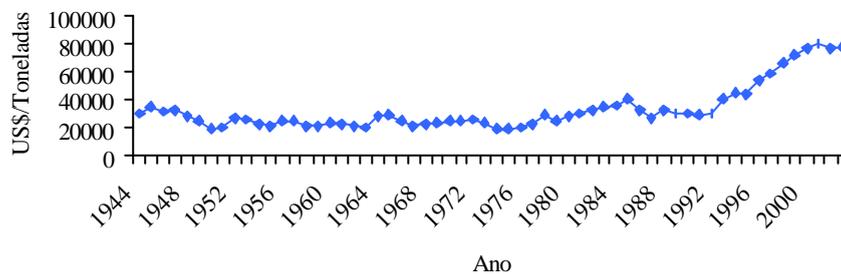


Fig. 2. Quantidade produzida de borracha natural em nível.

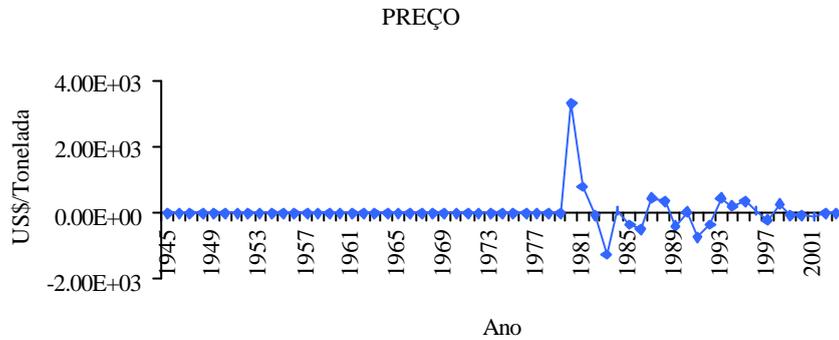


Fig. 3. Preço da borracha natural na primeira diferença.

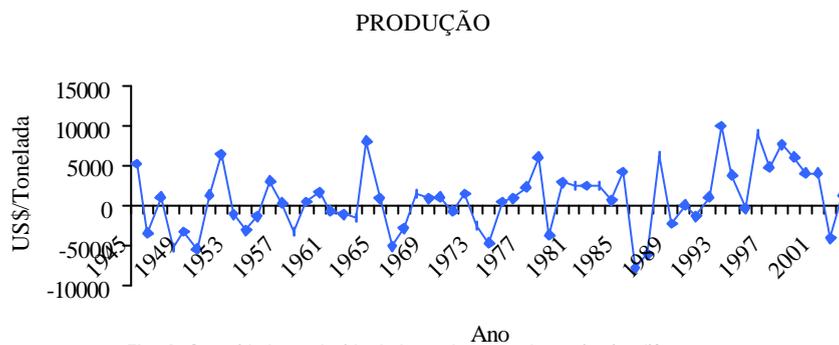


Fig. 4. Quantidade produzida de borracha natural na primeira diferença.

Análise do componente de ciclos

Após a identificação da ausência da tendência determinística e estocástica, discute-se a existência e as implicações dos ciclos econômicos na cultura da borracha natural ao longo de um período de 56 anos. Ressalta-se que, se a série não for estacionária, torna-se necessário o pré-branqueamento⁵ da mesma, ou seja, que o componente da tendência seja eliminado. Caso a tendência não seja eliminada, antes da implementação da análise espectral, o espectro estimado tenderá a apresentar um pico extremamente elevado na frequência zero. Esse fato levará à contaminação do espectro desejado, inviabilizando a visualização e análise dos verdadeiros ciclos que possam estar presentes na série estudada.

⁵ Para maiores detalhes França (1999).

Existem diferentes opções de janelas de defasagem que podem ser utilizadas para a suavização do periodograma amostral e estimativa dos espectros. Nesse trabalho, optou-se pela utilização da janela de Parzen devido ao fato das janelas de defasagem apresentarem, de maneira geral, resultados semelhantes em termos dos espectros estimados; pelo fato de serem as mais usadas e estarem disponíveis em muitos programas estatísticos; e, por último, pelo fato de não gerar estimativas negativas para as densidades espectrais.

Quanto à significância, como já supracitado, pode-se implementar um teste para os valores estimados do periodograma com uma distribuição exponencial para indicar se as séries analisadas apresentam ciclos ou se comportam de modo similar à uma série do tipo ruído branco. Através deste teste, encontra-se uma faixa de confiança superior que fornece uma linha paralela, dada pela distribuição exponencial, indicando que nas frequências com picos que ficarem acima dessa linha ocorrem ciclos estatisticamente significativos. Por outro lado, os ciclos de frequências que se encontrarem abaixo desta linha não podem ser considerados significativos.

A Figura 5 ilustra o espectro estimado para o preço da borracha natural, em função das frequências. O intervalo entre $[0,10; 0,18]$ foi o que mais contribuiu para a variância da variável supracitada. Isso ocorre devido à existência de um pico nesses respectivos espectros correspondentes a esse intervalo de frequência.

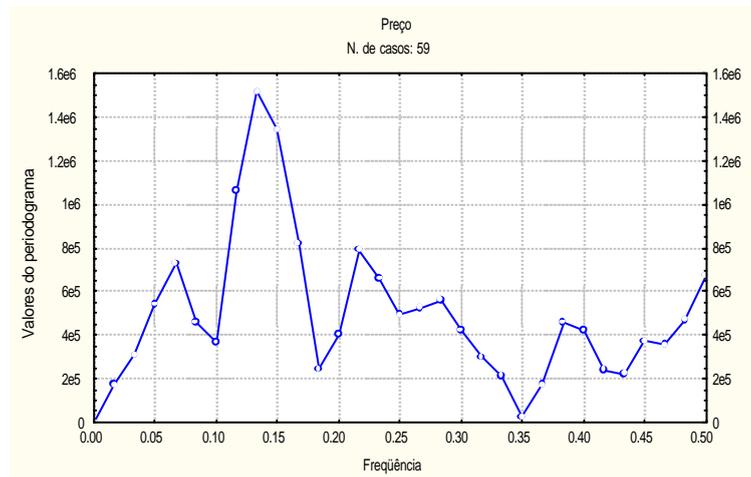


Fig. 5. Espectro estimado para o preço de borracha-1945/2003.

Fonte: Resultados da pesquisa.

Os ciclos correspondentes a essas freqüências teriam um período mínimo de 5 anos e um máximo de 10. Pode-se notar, também, um pico menor no intervalo de freqüência dado por $[0,05; 0,08]$. Estes últimos correspondem a um período médio de, aproximadamente, 15 anos.

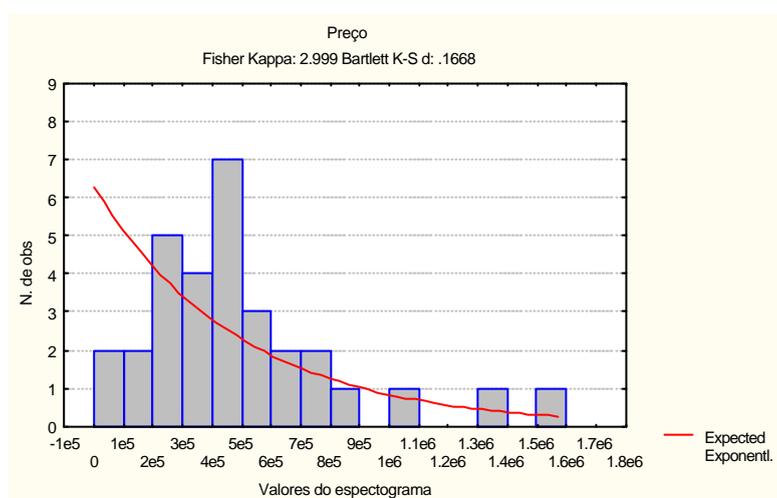


Fig. 6. Histograma do periodograma para testes da existência de ciclos de longo prazo para o preço da borracha natural. Fonte: Resultados da pesquisa.

O espectro estimado para a quantidade produzida de borracha natural (Figura 7) evidencia 4 intervalos maiores que mais contribuem para a variância da série. Eles são descritos pelas freqüências $[0,03; 0,083]$; $[0,10; 0,20]$; $[0,23; 0,27]$ e $[0,37; 0,40]$ que correspondem, em termos médios aproximados, a períodos de 19, 7, 3 e 2 anos, respectivamente. Em termos de significância, apenas o ciclo representado pela primeira freqüência atingiu níveis desejáveis, com valor mínimo de 12 e máximo de 30 anos.

O ciclo estimado de 12 anos para a produção interna de borracha natural reflete, principalmente, as características de resposta de produção diante de variações de preços, uma vez que são necessários de 6 a 8 anos para a extração do látex da primeira safra, e ela só dará sua produção total após 10 a 12 anos de plantada. Assim, qualquer medida de política econômica que for tomada para esse setor, deverá levar em conta o ciclo estimado, considerando que o seringal estará produ-

zindo em plena carga. Cabe destacar ainda que os seringais, após 30 anos de produção, entram numa fase de baixa produtividade, motivando a sua erradicação.

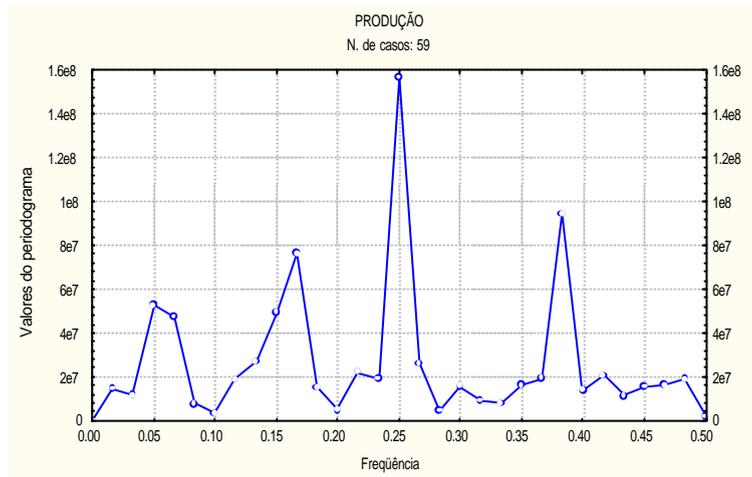


Fig. 7. Espectro estimado para a quantidade produzida de borracha natural.
Fonte: Resultados da pesquisa.

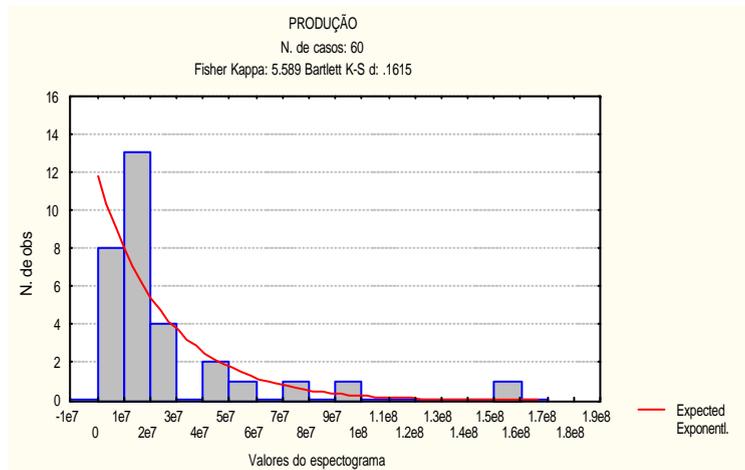


Fig. 8. Histograma do periodograma para testes da existência de ciclos de longo prazo para a quantidade produzida de borracha natural.
Fonte: Resultados da pesquisa.

A concentração do poder espectral, em torno de 10 anos, indica que os preços da borracha natural são predominantemente influenciados por mudanças na oferta primária de borracha sintética e na oferta derivada de estoques de borracha natural. Nota-se que os principais fornecedores de borracha natural produzem borracha de seringais cultivados, cujo ciclo de produção, a partir do plantio, é de pelos menos 7 anos, gerando respostas bastante lentas de produção e preços.

Conclusões

Com base na evidência empírica obtida, conclui-se que, em geral, a geração das séries de preços e quantidades não obedece a processos randômicos, ou seja, aceita-se a hipótese de existências de ciclos em suas séries.

As análises dos espectros permitiram visualizar ciclos de preços e quantidades da borracha natural de 10 a 12 anos ocasionados, principalmente, pela defasagem de natureza biológica existente entre o estímulo de preço e a resposta da produção. O pleno reflexo da extensão da defasagem biológica seria, entretanto, amortecido pela resposta mais rápida dos estoques de produtos, geralmente retidos pelo país, embora no período de 1994 a 2002, o Brasil não apresente estoque de borracha natural.

Este ciclo, relativamente longo, indica inviabilidade de medidas de políticas de estabilização com o objetivo de contrabalançar os ciclos de quantidades e preços via, por exemplo, manutenção de estoques reguladores. Os custos e benefícios de tais políticas de estabilização, entretanto, terão de ser estudados, de modo cuidadoso e aprofundado, antes que decisões a respeito sejam delineadas e implementadas.

Os resultados obtidos podem ser de grande utilidade na especificação e estimação de modelos econométricos de oferta interna, uma vez que fornecem indicação da defasagem entre o estímulo de preços e a resposta da quantidade produzida. Servem, também, para elaboração de projeções de preços e quantidades produzidas, a médio e longo prazos, que são essenciais ao desenvolvimento de políticas de produção e mercado. Dada a evidência da existência de ciclos, sugere-se que o emprego de equações de tendência em projeções possa envolver grande margem de erro.

Por último, vale ressaltar que a evidência empírica deste estudo é de grande auxílio para a implementação de políticas que visam o estímulo à produção, em épocas de queda de preço, dado que para o ciclo relativamente longo da borracha natural, a política de sustentação de preços seria a mais adequada. Ao contrário, nas épocas de pico de preço, a política mais recomendada consistiria em deixar que os próprios preços de mercado funcionassem como mecanismos de alocação de recursos produtivos.

Referências Bibliográficas

CHATFIELD, C. **The analysis of time series: an introduction**. 5. ed. London: Chapman & Hall, 1996.

DICKEY, D. A.; FULLER, W. Distribution of the estimators for autoregressive time series with unit root. **Journal of the American Statistical Association**, Washington, D.C., v. 74, n. 366, p. 427-431, 1979.

FERNANDES, E. A. **Determinantes dos desequilíbrios na balança comercial brasileira**. Viçosa: UFV, 2003. 69 f. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) - Universidade Federal de Viçosa, 2003.

FRANÇA, F. M. C., NETO, J. B. F. G., LEMOS, J. J. S. Análise estacional do preço do algodão para diferentes regiões do Ceará: abordagem pela análise espectral. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, D.F., v. 27, n. 1, jan-mar. 1999.

GUJARATI, D. **Econometria básica**. 3. ed. São Paulo: Makron Books, 2000, 846 p.

RUSSER, G. C., CARGIL, T. F. The existence of broiler cycles: an application of spectral analysis. **American Journal of Agricultural Economic**, Menasha, Wis., v. 52, n. 1, p. 109-121, 1970.