

CICLOS DE PRODUÇÃO E PREÇO DA BORRACHA NATURAL NO BRASIL

Sérgio Gomes Tosto
Patrícia Lopes Rosado
Elaine Aparecida Fernandes

RESUMO – Diante da importância da borracha natural como fonte de renda, conservação do meio ambiente e, também, mantenedora de pessoal empregado no campo, o presente estudo procura identificar ciclos de produção e preço na tentativa de possibilitar a tomada de medidas de políticas pelos órgãos governamentais no sentido de incentivar o setor. Para isso, foi realizada uma análise espectral que identificou ciclos de produção e de preço iguais a 12 e 10 anos respectivamente. Esses valores indicam inviabilidade de medidas de políticas de curto prazo com o objetivo de contrabalançar os ciclos de quantidades e preços, já que os ciclos são relativamente longos. 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.

PALAVRAS-CHAVE: Ciclos, raiz unitária, análise espectral

1. INTRODUÇÃO

A borracha natural é um dos diversos produtos que tem contribuído para o desenvolvimento econômico do Brasil. É essencial para a manufatura de um amplo espectro de produtos sendo 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 tem afetado, de forma mais significativa, o comportamento dos preços e quantidade produzida, identificando as suas respectivas amplitudes.

O presente artigo contém, além desta introdução, mais 3 seções. A próxima seção discute o método utilizado no estudo. Em seguida, são apresentados os resultados obtidos. Os comentários aqui encontrados são, em sua maioria, de cunho metodológico. Na quarta e última seção são discutidas as principais conclusões obtidas através da análise dos resultados.

2. METODOLOGIA

Inicialmente, é 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, é 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, será empregado o método de análise espectral no qual salienta a característica de domínio de frequência das séries temporais. Assim sendo, este estudo baseia-se 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.

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

2.1. Análise espectral

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 RUSSELL & 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 sim, 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 diferentes¹.

¹ Para maiores detalhes consulte FRANÇA (1990).

Para se utilizar à técnica de análise espectral, algumas considerações práticas são necessárias para se atingir o objetivo proposto. A primeira delas é a 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 frequência utilizado, que neste trabalho é restrito ao intervalo $[0, \pi]$ ³. A quarta consideração é conhecida como o problema do *Aliasing*, que ocorre quando se quer observar frequências maiores que π ou períodos menores que duas vezes o intervalo das observações. Deste modo, quanto maior for a amostragem em intervalos equiespaçados (Δt), 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. Esse 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 $y(\tau)$ e em seguida de $f(w)$.

O estimador de $y(t)$ é dado por:

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

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

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

$$I(w_p) = \frac{c_0 + 2 \sum_{\tau=1}^{n-1} c_\tau \cos w_p \tau}{\pi} \quad (5)$$

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

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 a 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 λ_τ . Com isso, o estimador ideal de $f(w)$ pode ser obtido através da equação 3.

² Para maiores detalhes ver FERNANDES, E.A. (2003).

³ A razão pela qual pode-se 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

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).

$$f(w) = \frac{1}{n}(\lambda_0 c_0 + 2 \sum_{\tau=1}^M \lambda_{\tau} c_{\tau} \cos \tau w), \quad 0 \leq w \leq \pi \quad (6)$$

onde λ_{τ} são os coeficientes de suavização; M é o ponto de truncamento e τ 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, $\hat{f}(w) \leq \frac{\sigma^2}{\pi}$, indicando que todos os picos que ficarem acima dessa linha são significantes, enquanto que aqueles que oscilarem abaixo, não são considerados significativos estatisticamente.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1. 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 produzida 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 objeto 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-se 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 a 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).

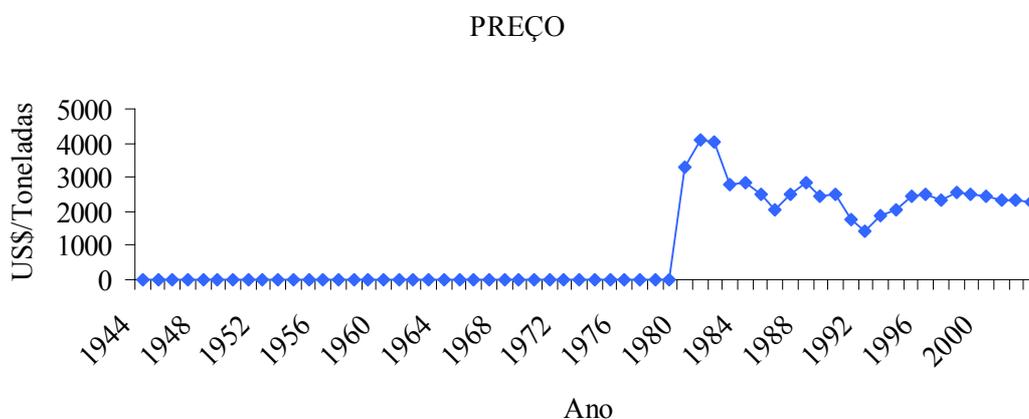


Figura 1. Preço da borracha natural em nível.

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 a economia brasileira.

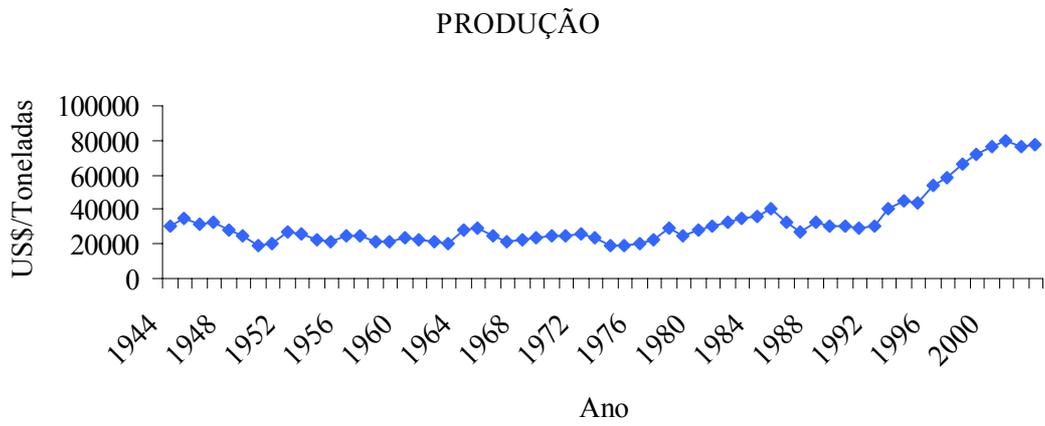


Figura 2. Quantidade produzida de borracha natural em nível.

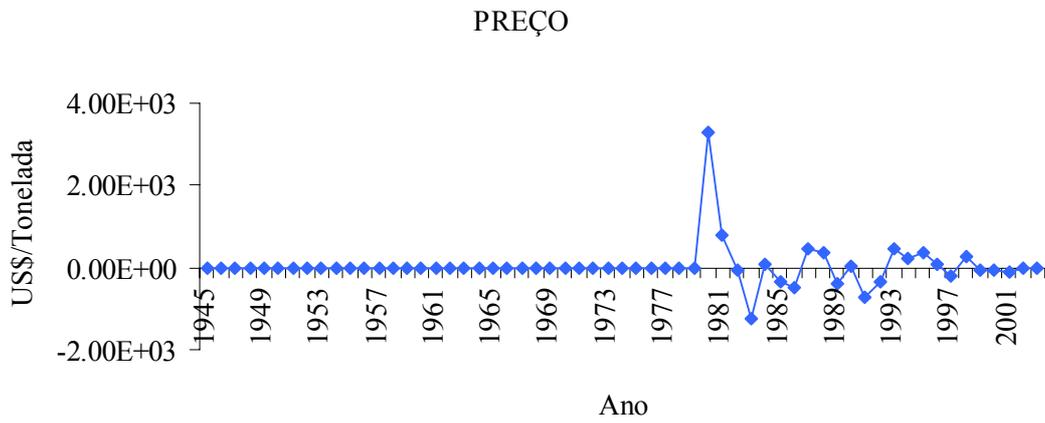


Figura 3. Preço da borracha natural na primeira diferença.

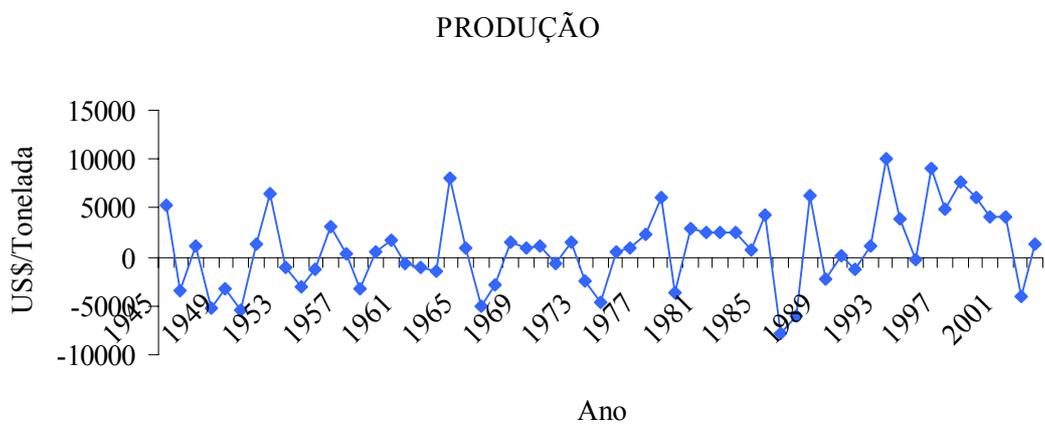


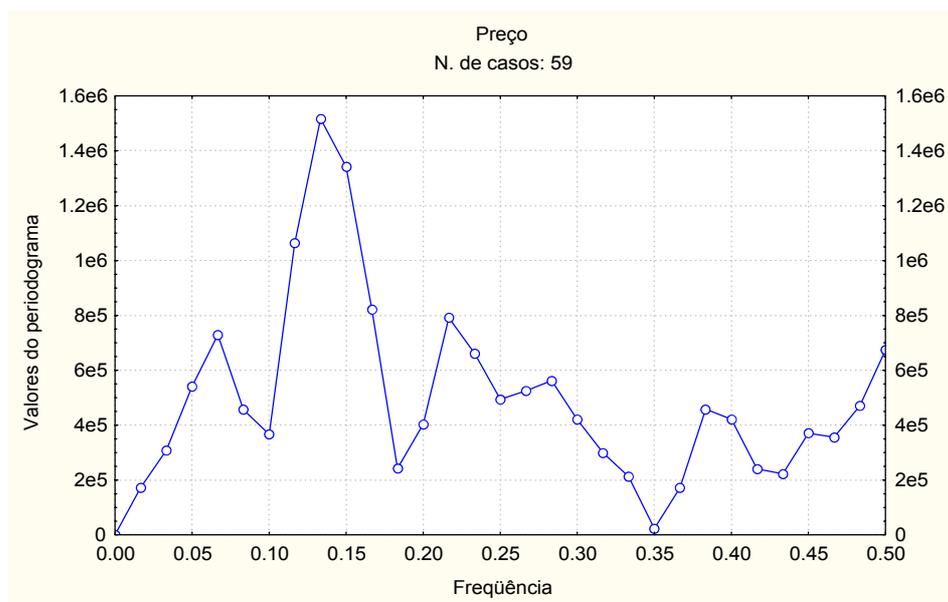
Figura 4. Quantidade produzida de borracha natural na primeira diferença.

2.2. 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 58 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.

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 (Figuras 5-8).

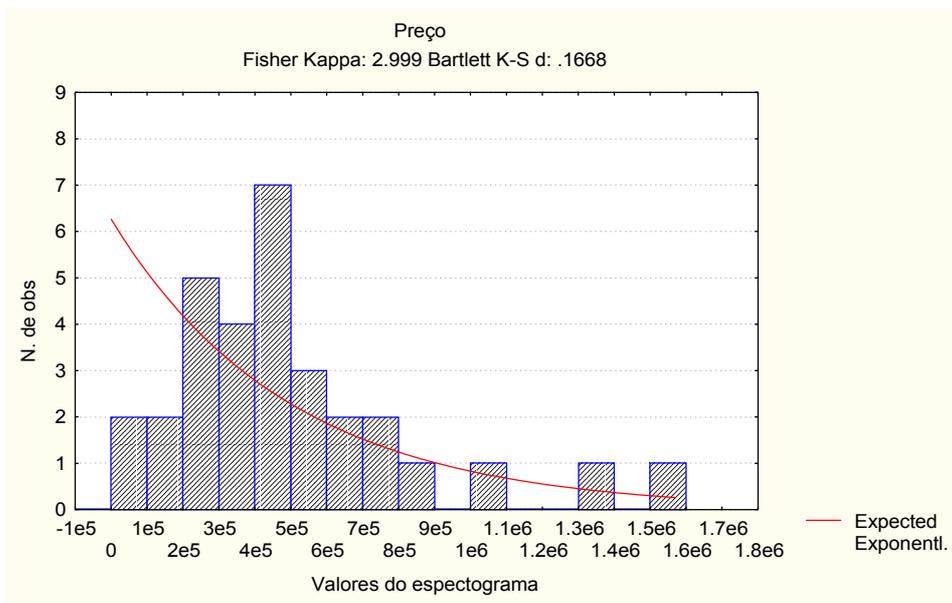
Quanto à significância, como já supracitado, pode-se implementar um teste para os valores estimados do periodograma com uma distribuição exponencial para indicar se as séries analisadas apresentam ciclos ou se comportam de modo similar a uma série do tipo ruído branco. Através deste teste, encontra-se 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.



⁵ Para maiores detalhes FRANÇA (1990).

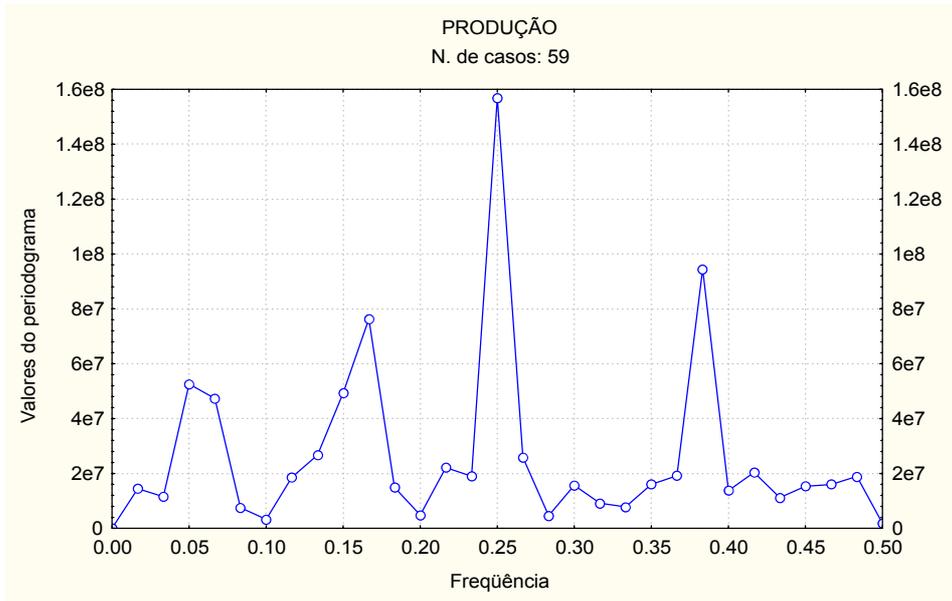
Fonte: Resultados da pesquisa.

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



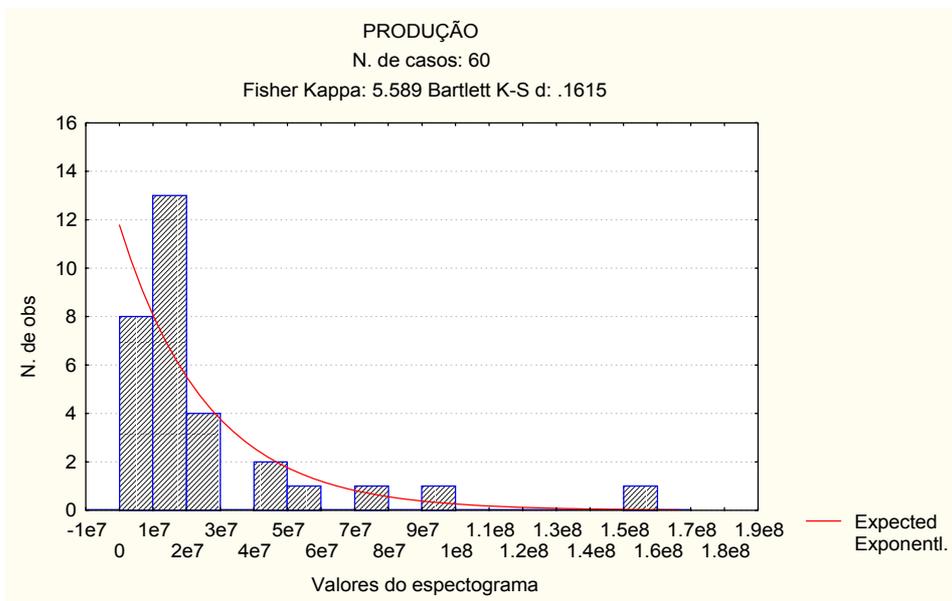
Fonte: Resultados da pesquisa.

Figura 6. Histograma do periodograma para testes da existência de ciclos de longo prazo para o preço da borracha natural.



Fonte: Resultados da pesquisa.

Figura 7. Espectro estimado para a quantidade produzida de borracha natural.



Fonte: Resultados da pesquisa.

Figura 8. Histograma do periodograma para testes da existência de ciclos de longo prazo para a quantidade produzida de borracha natural.

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

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 frequências $[0,03; 0,083]$; $[0,10; 0,20]$; $[0,23; 0,27]$ e $[0,37; 0,40]$ que correspondem, em termos médios aproximados, períodos de 19, 7, 3 e 2 anos respectivamente. Em termos de significância, apenas o ciclo representado pela primeira frequência atingiu níveis desejáveis, com valor mínimo de 12 e valor máximo de 30 anos.

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 supridores de borracha natural produzem borracha de seringais cultivados, cujo ciclo de produção, a partir do plantio, é de pelos menos sete anos, gerando resposta bastante lentas de produção e preços.

O ciclo estimado de 12 anos para a produção interna de borracha natural reflete, principalmente, as características de reposta de produção diante de variações de preços, uma vez que são necessários de seis a oito anos para a extração do látex da primeira safra, e ela só dará sua produção total após dez a doze 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 produzindo em plena carga. Cabe destacar ainda que os seringais após 27 anos de produção entram numa fase de baixa produtividade, motivando a sua erradicação.

4. Considerações finais

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 nas séries de preços e quantidades.

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.

Esse 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. Serve, 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

- BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. **Competitividade**: conceituação e fatores determinantes. Rio de Janeiro: BNDS; mar./99 p. 26 (Textos para discussão, 2).
- BARRIGA, C. Tecnologia e competitividade em agronegócios. **Revista de Administração**, v.30, n.4, p.83-90, 1995.
- CHATFIELD, C. **The analysis of time series** – an introduction. 5ª edição. London: Chapman e 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, v. 74, n. 366, p. 427-431, 1979.
- ENDERS, W. **Applied econometric time series**. New York: John Wiley and Sons, 433p, 1995.
- FERREIRA FILHO, J.B.S. **MEGABRÁS: um modelo de equilíbrio geral computável aplicado à análise da agricultura brasileira**. São Paulo: FEA/USP, 1995. 171 p. Tese (Doutorado em Economia) – Faculdade de Economia Aplicada/Universidade de São Paulo, 1995.
- FERNANDES, E.A. **Determinantes dos desequilíbrios na balança comercial brasileira**. Viçosa: UFV, 2003. 69 p. 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, v. 27, n. 1, jan-mar. 1999.

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

JOHANSEN, S. Statistical analysis of cointegration vectors. **Journal of Economic Dynamics and Control**, n. 12, p. 231-254, 1988.

JOHANSEN, S., JUSELIUS, K. Maximum likelihood estimation and inference on cointegration: with applications to the demand for money. **Oxford Bulletin of Economics and Statistics**, n. 52, p. 169-219, 1990.

LAMOUNIER, W.M. **Comportamento dos preços no Mercado “Spot” de café do Brasil: Análise nos domínios do tempo e frequência**. Viçosa: UFV, 2001. 207 p. Dissertação (Doutorado em Economia Rural) - Universidade Federal de Viçosa, 2001.

RAPOSO, L.R. **Análise da relação volatilidade de preço-volume nos mercados brasileiros de futuros agropecuários**. Viçosa: UFV, 2000. 126 p. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) - Universidade Federal de Viçosa, 2000.

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