

## **SUBSTITUIÇÃO E PARCELA DE MERCADO NA INDÚSTRIA DE BORRACHAS (\*)**

---

Marcos Joaquim Mattoso  
Sergio Alberto Brandt  
Alexandre Aad Neto  
Flávio Guilhon de Castro  
Maria José Teixeira Ribeiro (\*\*)

### **SUMÁRIO**

O consumo de borracha natural constitui parcela importante do consumo total nacional de borrachas. O conhecimento do grau de substituição entre borrachas natural e sintética é de interesse para o poder público, visto que os preços de ambas estão sujeitos a controle governamental.

O objetivo deste estudo é o de estimar a elasticidade de substituição e de parcela de mercado para indústria nacional de artefatos de borracha. Os dados básicos são séries temporais (1959-1973) e o método de estimar é o de mínimos quadrados ordinários. Os resultados obtidos indicam que o uso relativo de borracha natural é pouco sensível, no curto prazo, a variações em preços relativos de borrachas natural e sintética. Além disso, os resultados deste estudo indicam que, no futuro, maiores níveis de produção de pneumáticos tenderão a ser acompanhados de menor uso relativo de borracha vegetal.

### **SUMMARY**

The consumption of natural rubber constitutes an important part of all rubber consumption. The knowledge of substitution between natural and synthetic rubber is of interest to public institutions since the prices of both products are subject to government control.

The objective of this study is to estimate the elasticity of substitution and market shares between natural and artificial rubber in industry. Data used were the time series for 1959-1973 and methodology, least square.

The results also indicated that in the long run an increase in rubber production will be followed by increased use of synthetic rubber.

---

(\*) Esta pesquisa foi realizada, em parte, com recursos do CNPq. Baseado na tese de M. S. do primeiro autor.

(\*\*) Os autores são, respectivamente: Técnico da EPAMIG; Professor Titular da U.F.V.; Professor Assistente da U.F.V.; Coordenador da CEPA-MG; estudante Pós-Graduada da U.F.V.

## **SUBSTITUIÇÃO E PARCELA DE MERCADO NA INDÚSTRIA DE BORRACHAS**

---

Marcos Joaquim Mattoso  
Sergio Alberto Brandt  
Alexandre Aad Neto  
Flávio Guilhon de Castro  
Maria José Teixeira Ribeiro

### **1. INTRODUÇÃO**

Desde a II Guerra Mundial, a produção brasileira de borracha vegetal não tem sido suficiente para suprir as necessidades do mercado interno.

O desenvolvimento da chamada "crise do petróleo" parece ter introduzido dois novos fatores no mercado de borracha: (a) a borracha sintética aumentou de preço, dada a escassez e dado o alto preço relativo de petróleo bruto; (b) a borracha vegetal também encareceu, passando seu preço de US\$ 0,16 por libra-peso em 1972 para US\$ 0,52 em fins de 1973 (6). Uma parcela deste aumento no preço do produto de origem vegetal se deve à maior procura, enquanto outra parcela parece ser devida ao comércio especulativo, no sentido de impedir uma volta à borracha vegetal, à custa de sua rival sintética. Esta situação, porém, tem sido encarada pelos produtores com recompensas de curto prazo provenientes dos altos preços de hoje. Espera-se que, principalmente se a produção de borracha sintética continuar a sofrer o impacto da restrição da oferta de petróleo, seu preço deverá crescer a níveis mais altos que o da vegetal. Estimativas sugerem que a participação atual (33%) da borracha natural no mercado mundial poderá facilmente aumentar para mais de 40%, por volta de 1980. Estas projeções também poderão ser válidas para o Brasil, uma vez que o mercado interno tem acompanhado a evolução do mercado mundial (1 e 2).

Melhor conhecimento de como a indústria reage face a variações relativas nos preços destas borrachas, no sentido de detectar a amplitude em que um tipo de borracha é substituído pelo outro, bem como o período aproximado necessário à realização do ajustamentos pelas indústrias, certamente contribuiria para o delineamento de políticas em que a produção de borracha vegetal fosse o principal objetivo (3).

O objetivo desta pesquisa é avaliar o grau de substituição entre borrachas vegetal e sintética pela indústria brasileira. Os objetivos específicos são as estimativas das elasticidades a curto e longo prazos da parcela de mercado de borracha vegetal, bem como das elasticidades de substituição entre borrachas vegetal e sintética, no mercado interno.

## 2. METODOLOGIA

Serão utilizados dados anuais secundários de consumo e preços de borracha publicados pela Superintendência de Borracha (4, 5, 6, 7, 8, 9). Estes dados se referem ao mercado interno e cobrem o período de 1959 a 1973.

Neste estudo serão utilizadas duas abordagens, quais sejam: a de elasticidade de substituição e a de elasticidade da parcela de mercado. Estes procedimentos representam duas possibilidades de se avaliar o grau de substituição entre os tipos de borracha.

A conceituação de elasticidade de substituição ( $E_s$ ) aqui considerada refere-se a movimentos ao longo de uma curva de isoproducto da firma, pressupondo-se que as quantidades de todos os outros fatores são mantidas constantes. Ela é concebida como uma medida de sensibilidade das mudanças proporcionais no consumo de borrachas vegetal e sintética pelas indústrias, medindo-se a taxa de mudança na razão das quantidades consumidas para uma dada mudança proporcional na taxa marginal de substituição de borracha vegetal por sintética. Em termos matemáticos,  $E_s$  é definida como:

$$(1) \quad \frac{d(q_V/q_S)}{d(dq_S/dq_V)} \cdot \frac{(dq_S/dq_V)}{q_V/q_S}$$

onde  $q_V$  é a quantidade consumida de borracha vegetal e  $q_S$  a quantidade consumida de borracha sintética.

Em termos logarítmicos, tem-se:

$$(2) \quad \frac{d \log (q_V/q_S)}{d \log (dq_S/dq_V)}$$

MORRISSETT (15) refere-se à fórmula (1) como "definição básica" de  $E_s$ . Os ajustamentos para se chegar a  $E_s$  podem ser feitos utilizando-se uma série de dados de quantidades e preços. Neste caso, a definição adequada considera a razão dos preços dos insumos em vez da taxa marginal de substituição como se demonstra a seguir.

Em equilíbrio competitivo, a razão das produtividades marginais dos fatores é igual à razão dos preços dos dois fatores, isto é:

$$(3) \quad (\partial Z/\partial q_V)/(\partial Z/\partial q_S) = P_V/P_S$$

onde  $Z$  é a quantidade de produto e  $P_V$  e  $P_S$  são os preços dos fatores. Além disto, se o movimento é restrito, a uma dada curva de isoproducto, mudanças no consumo de borracha vegetal podem ser contrabalançadas por mudanças no consumo de borracha sintética, de tal forma que o produto total permaneça constante.

$$(4) \quad (\partial q_V) (\partial Z/\partial q_V) + (\partial q_S) (\partial Z/\partial q_S) = 0$$

— A inclinação da curva de isoproducto se iguala à razão das produtividades marginais, — isto é:

$$(5) \quad \partial q_S/\partial q_V = - (\partial Z/\partial q_V)/(\partial Z/\partial q_S)$$

Destas relações segue-se que:

$$(6) \quad \partial q_s / \partial q_v = - P_v / P_s$$

caso exista equilíbrio. Assim:

$$(7) \quad \frac{d(q_v/q_s)}{d(dq_s/dq_v)} \cdot \frac{dq_s/dq_v}{q_v/q_s} = \frac{d(q_v/q_s)}{d(P_v/P_s)} \cdot \frac{P_v/P_s}{q_v/q_s}$$

ou

$$(8) \quad \frac{d \log(q_v/q_s)}{d \log(P_v/P_s)}$$

que é a definição "empírica" de  $E_s$ . Entretanto, a aplicação deste conceito se torna bastante restrita, face a uma série de suposições que nem sempre se verificam plenamente. São considerados aqui algumas das condições que contribuem para se assegurar que o valor estimado de  $E_s$  (definição empírica) é, tanto quanto possível, o mais próximo do verdadeiro valor de  $E_s$  (definição básica).

**A priori**, não existem razões para se afirmar que uma indústria permanece sobre uma mesma curva de isoproduto quando mudam  $P_v$  e/ou  $P_s$ . Segundo MORRISSETT (15), mudanças nas quantidades empregadas das duas borrachas, em resposta a uma mudança na razão de preços, podem ser indicadas por:

$$(9) \quad \frac{d \log(q_v/q_s)}{d \log(P_v/P_s)} = \frac{\log(q_v/q_s)}{\log(P_v/P_s)} + \frac{\log(q_v/q_s)}{\log X_3} \cdot \frac{d \log X_2}{d \log(P_v/P_s)} +$$

$$+ \frac{\log(q_v/q_s)}{\log X_n} \cdot \frac{d \log X_n}{d \log(P_v/P_s)} + \frac{\partial \log(q_v/q_s)}{\partial \log Z} \cdot \frac{d \log Z}{d \log(P_v/P_s)}$$

Na equação (9),  $d \log(q_v/q_s) / d \log(P_v/P_s)$  representa a "definição empírica" de  $E_s$ , enquanto  $\log(q_v/q_s) / \log(P_v/P_s)$  equivale à definição "básica". Se todos os outros membros do lado direito de (9) são iguais a zero, então:

$$(10) \quad \frac{d \log(q_v/q_s)}{d \log(P_v/P_s)} = \frac{\log(q_v/q_s)}{\log(P_v/P_s)}$$

isto é, as definições "básica" e "empírica" são equivalentes. Quando se consideram somente dois fatores (10), verifica-se:

$$(11) \quad \frac{d \log Z}{d \log(P_v/P_s)} = 0$$

o que significa um nível constante de produção, ou, então, se:

$$(12) \quad \frac{\partial \log (q_V/q_S)}{\partial \log Z} = 0$$

isto é, se, com razão  $P_V/P_S$  constante,  $q_V/q_S$  é constante para qualquer nível de produção. Isto equivale a dizer que:

$$(13) \quad \frac{\partial \log q_V}{\partial \log Z} = \frac{\partial \log q_S}{\partial \log Z}$$

ou seja, as flexibilidades de produção dos dois bens são iguais. Neste caso, mesmo que os movimentos não sejam restritos a uma mesma curva de isoproduto, a medida de  $E_S$  é a mesma. A classe de funções de produção que satisfaz (12) inclui todas as funções homogêneas aos fatores (14).

O desenvolvimento apresentado a seguir ajuda a esclarecer as condições levantadas acima para que se obtenha a igualdade das definições "básica" e "empírica" de  $E_S$ , quando se utiliza o método de estimação que relaciona razões de quantidade e de preço.

Suponha-se que as funções de demanda de borracha vegetal e sintética especificadas pelas equações (14) e (15) sejam da seguinte forma:

$$(14) \quad q_V = A P_V^B P_S^C Z^D$$

$$(15) \quad q_S = E P_V^F P_S^G Z^H$$

onde  $q_V$  é a quantidade demandada de borracha vegetal;  $q_S$  é a quantidade demandada de borracha sintética;  $P_V$  é o preço de borracha vegetal;  $P_S$  é o preço de borracha sintética; e  $Z$  é o nível de produção industrial.

Expressando-se (14) e (15) na forma logarítmica e tomando-se a diferencial total:

$$(16) \quad d \log q_V = B(d \log P_V) + C(d \log P_S) + D(d \log Z)$$

$$(17) \quad d \log q_S = F(d \log P_V) + G(d \log P_S) + H(d \log Z)$$

onde:  $B = \frac{\log q_V}{\log P_V}$ ;  $C = \frac{\log q_V}{\log P_S}$ ;  $D = \frac{\log q_V}{\log Z}$  ...; e assim por diante,

isto é, as derivadas parciais. Estas são as elasticidades-preço direta e cruzada e a flexibilidade de produção.

Subtraindo-se (17) de (16), obtém-se:

$$(18) \quad d \log q_V - d \log q_S = (B-F) d \log P_V - (G-C) d \log P_S + (D-H) d \log Z$$

Supondo-se agora que para estimativa de  $E_s$  tenha sido usado o método de mínimos quadrados para ajustar a equação (19):

$$(19) \quad \log\left(\frac{q_V}{q_S}\right) = K + \lambda \log\left(\frac{P_V}{P_S}\right) + \mu \log Z$$

onde o efeito do nível de produção é explicitamente considerado (16). Tomando a diferencial total de (19), encontra-se:

$$(20) \quad d \log\left(\frac{q_V}{q_S}\right) = K + \lambda d \log\left(\frac{P_V}{P_S}\right) + \mu d \log Z$$

onde  $\lambda$  é a derivada parcial, tal como em (10). A equação (20) pode ser reescrita como:

$$(21) \quad d \log q_V - d \log q_S = (d \log P_V) - (d \log P_S) + d \log Z$$

Do ponto de vista matemático, as equações (18) e (21) são idênticas. Além disto, equacionando os coeficientes destas duas equações, encontra-se:

$$(22) \quad \lambda = B - F = E_{VV} - E_{SV}$$

$$(23) \quad \lambda = G - C = E_{SS} - E_{VS}$$

$$(24) \quad \mu = D - H = L_{VZ} - L_{SZ}$$

onde  $\lambda$  e  $\mu$  representam a elasticidade de substituição e a flexibilidade de produção, respectivamente, a partir de equação (21);  $E_{VV}$  e  $E_{SS}$  representam as elasticidades-preço diretas da demanda partindo das equações (14), (15) e (18);  $E_{VS}$  e  $E_{SV}$  são as elasticidades cruzadas e  $L_{VZ}$  e  $L_{SZ}$  são as flexibilidades de produção, desde que os coeficientes B, C, etc. venham de equações na forma logarítmica.

As igualdade expressas em (22), (23) e (24) baseiam-se na pressuposição implícita de que a elasticidade de substituição é constante para qualquer grau de substituição e que qualquer efeito diferencial do nível de produção é também constante. Portanto, diversas limitações na mensuração da  $E_s$  são impostas pela igualdade explícita em (22) e (23), isto é:

$$(25) \quad E_s = \text{constante} = \lambda = E_{VV} - E_{SV} = E_{SS} - E_{VS}$$

Como se demonstrou anteriormente, o desenvolvimento matemático destas relações pressupõe constantes as elasticidades das relações de demanda, mas (25) também se aplica se as elasticidades de demanda são variáveis, desde que a elasticidade de substituição permaneça constante e o efeito de qualquer outro bem seja igual a zero para todas as possibilidades de substituição entre borrachas vegetal e sintética (10).

Cada vez que os valores das elasticidades (preço) direta e cruzada satisfaçam a igualdade em (25), equações relacionando razões de quantidade e razões de preço estão

aptas a fornecer bons ajustamentos. Ainda que as relações matemáticas impostas por (25) sejam necessárias sob o modelo pressuposto, elas não são suficientes para assegurar mensuração de  $E_S$ . Por definição,  $E_S$  é uma medida da "facilidade" de substituição entre dois bens. Mas é possível manter a igualdade na equação (25), se  $E_{VV} - E_{VS} = E_{SS} - E_{SV}$ , e obter uma determinada  $E_C$  para bens independentes (elasticidade cruzada = 0), para bens substitutos (elasticidade cruzada positiva), ou para bens complementares (elasticidade cruzada negativa). Então, pode-se obter boas estimativas de equações que relacionam razões de preço e razões de consumo, e o coeficiente de regressão não indica, necessariamente, se os bens são independentes, substitutos ou complementares. Outra dificuldade advém da interpretação dos diferentes valores de  $E_S$ , pressupondo-se que os valores estimados são, de fato, bons indicadores do verdadeiro valor de  $E_S$ . O valor do coeficiente de elasticidade de substituição depende da elasticidade-preço direta, da elasticidade-preço cruzada e, em alguns casos, dos coeficientes de flexibilidade de produção, como foi ilustrado antes. É possível obter determinado valor de  $E_S$ , considerando vários conjuntos de substitutos que têm estruturas de demanda muito diferentes. Além disto, é impossível interpretar determinado coeficiente de elasticidade como indicação de que dois bens têm grau definido de substituição (constante), o qual é mais sensível que para um conjunto de bens, tendo um outro valor para o coeficiente de elasticidade.

Em vista dessas considerações, sugere-se que seja feita uma avaliação dos coeficientes obtidos de equações como (14) e (15), para se assegurar melhor das estimativas obtidas de equações que relacionam razões de consumo e razões de preço.

Serão utilizadas equações com retardamento para estimativa de elasticidades de curto e longo prazos (13).

Considerando a parcela de borracha vegetal adquirida pela indústria como função de preço da borracha vegetal e do preço da borracha sintética no mesmo mercado, tem-se:

$$(26) \quad M_V = f(P_V, P_S)$$

onde  $M_V$  representa a parcela da borracha vegetal no mercado consumidor ou  $M_V = \frac{q_V}{Q}$ , onde  $q_V$  representa a quantidade de borracha vegetal consumida;  $Q$  é a quantidade total consumida (vegetal mais sintética);  $P_V$  é o preço de borracha vegetal; e  $P_S$  é o preço de borracha sintética.

Este procedimento (16) representa uma das possibilidades de se avaliar o grau de substituição entre os dois tipos de borracha, uma vez que a elasticidade da parcela, como uma das componentes de elasticidade-preço da demanda de borracha vegetal, refere-se a uma aproximação da elasticidade de substituição entre as duas borrachas.

Considerando-se que:

$$(27) \quad q_V = M_V \cdot Q$$

e diferenciando-se (27) em relação a  $P_V$ , tem-se:

$$(28) \quad \frac{\partial q_V}{\partial P_V} = Q \frac{\partial M_V}{\partial P_V} + M_V \frac{\partial Q}{\partial P_V}$$

multiplicando-se todos os termos em (28) por  $P_V$  e dividindo-se por  $q_V$ :

$$(29) \quad \frac{\partial q_V}{\partial P_V} \cdot \frac{P_V}{q_V} = Q \frac{\partial M_V}{\partial P_V} \cdot \frac{P_V}{q_V} + M_V \frac{\partial Q}{\partial P_V} \cdot \frac{P_V}{q_V}$$

ou reescrevendo-se (29):

$$(30) \quad \frac{\partial q_V}{\partial P_V} \cdot \frac{P_V}{q_V} = \frac{\partial M_V}{\partial P_V} \cdot \frac{P_V}{M_V} + \frac{\partial Q}{\partial P_V} \cdot \frac{P_V}{Q}$$

onde o termo da esquerda é a elasticidade-preço da demanda de borracha vegetal; o primeiro termo à direita é a elasticidade da parcela de mercado; e o segundo termo é a elasticidade da demanda total em relação a  $P_V$ . Como  $M_V$  é uma função decrescente de  $E_V$ , a elasticidade da parcela  $(\partial M_V / \partial P_V) \cdot (P_V / M_V)$  tem também sinal negativo e sua estimativa proporciona indicação do grau de substituição entre borracha vegetal e sintética pela indústria consumidora destas matérias-primas. Coeficientes relativamente baixos, em termos absolutos, indicam baixo grau de substituição entre estes tipos de borracha.

Observa-se que a elasticidade-preço da demanda de borracha vegetal em determinado mercado será maior, em termos absolutos, do que a elasticidade da parcela de mercado, exceto quando a elasticidade da demanda total em relação a  $P_V$  for igual a zero. Neste caso, toda a variação percentual na quantidade consumida do produto de origem vegetal, devido a uma variação no preço do produto de origem vegetal, seria ocasionada por substituição entre os dois tipos do produto.

A relação funcional entre a parcela de mercado de borracha vegetal, em um dado mercado consumidor, e os preços das borrachas vegetal e sintética, bem como a afirmação de que a parcela não é igual nem a zero nem a um por cento, para mudanças em preços, envolvem certas pressuposições (16). Primeiro, supõe-se que estes tipos de borracha são substitutos próximos mas não perfeitos, de modo que um aumento no preço de borracha vegetal não conduz ao desaparecimento de seu consumo pelas indústrias. Outra suposição é de que se o preço, por exemplo, da borracha vegetal varia, indústrias mudaram gradual e não instantaneamente as aquisições de matéria-prima, desde que, além de não saberem se esta variação no preço é permanente ou temporária, uma mudança requerida no processo de produção pelas indústrias, necessita de algum tempo para que sejam realizados todos os ajustamentos necessários. Pode-se, portanto, distinguir entre parcelas de mercado de borracha vegetal a curto e longo prazos. Uma vez que se presume que as indústrias se ajustem gradualmente, somente uma fração da parcela de mercado a longo prazo ou "esperada" pode ser alcançada dentro de um período específico (10 e 13).

Essas pressuposições levam à proposição de um sistema com retardamentos distribuídos, e a equação de parcela no longo prazo é dada por:

$$(31) \quad M_{Vt}^+ = a_0 + a_1 P_t + a_2 T + u_t$$

onde  $M_{Vt}^+$  é a parcela de mercado de borracha vegetal no longo prazo;  $P_t$  é a razão entre preços reais de borrachas vegetal e sintética  $(P_V/P_S)_t$ ;  $T$  é uma variável que

assume valores 1, 2, . . . n e visa a captar o efeito de variáveis omitidas do modelo; e  $u_t$  é um termo de erro aleatório.

A equação de ajustamento é dada por:

$$(32) \quad M_{vt} - M_{vt-1} = \gamma (M_{vt}^+ - M_{vt-1})$$

onde  $0 \leq \gamma \leq 1$

$$(33) \quad M_{vt} = \gamma (M_{vt}^+ - M_{vt-1}) + M_{vt-1}$$

Substituindo (31) em (33):

$$(34) \quad M_{vt} = \gamma a_0 + \gamma a_1 P_t + (1-\gamma) M_{vt-1} + \gamma a_2 T + \gamma u_t$$

Nesta forma,  $\gamma a_1$  é o parâmetro de resposta no curto prazo;  $\gamma$  é o parâmetro de ajustamento e  $a_1$  é a resposta de longo prazo. A elasticidade da parcela de mercado com respeito a preço de borracha vegetal é:  $(\partial M_{vt} / \partial P_{vt}) (P_{vt} / M_{vt})$ .

Quando a variável preço é eliminada, a elasticidade é tomada em relação a  $P_t$  e desde que  $P_t$  é uma razão, a elasticidade para (34) será  $\gamma a_1 \cdot P_t / M_{vt}$ .

Todas as equações apresentadas a seguir foram estimadas tanto na forma linear quanto na forma logarítmica, usando-se como método de estimação o dos mínimos quadrados ordinários (12).

As equações alternativas utilizadas para estimar elasticidade de substituição entre borrachas vegetal e sintética no curto e longo prazos são as seguintes:

$$(35) \quad \left(\frac{P_V}{q_S}\right)_t = b_0 + b_1 \left(\frac{P_V}{P_S}\right)_t + b_2 \left(\frac{q_V}{q_S}\right)_{t-1} + v_t$$

$$(36) \quad \left(\frac{q_V}{q_S}\right)_t = b_0 + b_1 \left(\frac{P_V}{P_S}\right)_t + b_2 \left(\frac{q_V}{q_S}\right)_{t-1} + b_3 R + v_t$$

$$(37) \quad \left(\frac{q_V}{q_S}\right)_t = b_0 + b_1 \left(\frac{P_V}{P_S}\right)_t + b_2 \left(\frac{q_V}{q_S}\right)_{t-1} + b_3 R + b_4 T + v_t$$

onde  $q_V$  é a quantidade consumida de borracha vegetal;  $q_S$  a quantidade consumida de borracha sintética;  $P_V$  o preço da borracha vegetal;  $P_S$  o preço da borracha sintética;  $R$  é um índice de produção de pneumáticos;  $T$  uma variável de tendência que assume os valores 1, 2, . . . , n;  $v_t$  o termo de erro.

Para a estimativa das elasticidades de parcela do mercado de borracha vegetal no curto e longo prazos são ajustadas as seguintes equações alternativas:

$$(38) \quad \left(\frac{q_V}{Q}\right)_t = b_0 + b_1 \left(\frac{P_V}{P_S}\right)_t + b_2 \left(\frac{q_V}{Q}\right)_{t-1} + v_t$$

$$(39) \quad \left(\frac{q_v}{Q}\right)_t = b_0 + b_1 \left(\frac{P_v}{P_s}\right)_t + b_2 \left(\frac{q_v}{Q}\right)_{t-1} + b_3 T + v_t$$

$$(40) \quad \left(\frac{q_v}{Q}\right)_t = b_0 + b_1 \left(\frac{P_v}{P_s}\right)_t + b_2 \left(\frac{q_v}{Q}\right)_{t-1} + b_3 R + v_t$$

$$(41) \quad \left(\frac{q_v}{Q}\right)_t = b_0 + b_1 \left(\frac{P_v}{P_s}\right)_t + b_2 \left(\frac{q_v}{Q}\right)_{t-1} + b_3 R + b_4 T + v_t$$

onde Q é igual a  $q_v + q_s$  e as outras variáveis foram definidas anteriormente.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram usadas três equações alternativas para estimar as elasticidades de substituição entre borrachas vegetal e sintética no mercado brasileiro, para o período de 1959 a 1973:

$$(42) \quad \left(\frac{\hat{q}_v}{q_s}\right)_t = b_0 + b_1 \left(\frac{P_v}{P_s}\right)_t + b_2 \left(\frac{q_v}{q_s}\right)_{t-1}$$

$$(43) \quad \left(\frac{\hat{q}_v}{q_s}\right)_t = b_0 + b_1 \left(\frac{P_v}{P_s}\right)_t + b_2 \left(\frac{q_v}{q_s}\right)_{t-1} + b_3 R$$

$$(44) \quad \left(\frac{\hat{q}_v}{q_s}\right)_t = b_0 + b_1 \left(\frac{P_v}{P_s}\right)_t + b_2 \left(\frac{q_v}{q_s}\right)_{t-1} + b_3 R + b_4 T$$

onde as variáveis são aquelas já definidas. Estas equações foram estimadas tanto na forma linear quanto na forma logarítmica e as estimativas são mostradas no Quadro 1.

Dentre os modelos estimados, apenas o modelo III foi considerado satisfatório do ponto de vista estatístico e, conseqüentemente, usado para fornecer as estimativas de elasticidades de substituição a curto e longo prazos, respeitando-se as pressuposições limitativas, as dificuldades de interpretação destes parâmetros e os problemas criados com a introdução de variável de tendência (13).

Nos demais modelos, observou-se que os coeficientes da variável razão de preços de borrachas vegetal e sintética, à exceção de modelo I, tiveram os sinais esperados, indicando que a razão das quantidades consumidas das duas borrachas varia inversamente à razão de seus preços. Contudo, estes coeficientes não foram estatisticamente diferentes de zero aos níveis usuais de significância, além de serem seus valores menores que os respectivos erros-padrão.

A variável dependente retardada apresentou coeficientes estatisticamente significantes ao nível de pelo menos 5% de probabilidade em todos os modelos estimados.

**QUADRO 1**

**Estimativa de Coeficientes de Regressão Parcial de Equações Relacionando Razões de Consumo de Borrachas Vegetal e Sintética, Brasil, 1959 - 1973.**

Equações	Termo Constante ( $b_0$ )	Coeficiente de Regressão Parcial			Tendência (T) ( $b_4$ )	Coeficiente de Determinação ( $R^2$ )	Estatística de Durbin (h)	Coeficiente de Theil Nagar ( $\rho^2$ )
		( $P_v/P_s$ ) <sub>t</sub> ( $b_1$ )	( $q_v/P_s$ ) <sub>t-1</sub> ( $b_2$ )	Índice de Produção de Pneumáticos ( $b_3$ )				
I	0,4024	0,1877 (0,6163)	0,5689*** (0,1949)	—	—	0,867	4,6702	0,5379
II	1,7831	- 0,2330 (0,5448)	0,1758*** (0,0201)	- 0,0054** (- 0,0022)	—	0,914	2,1465	0,4924
III	1,4928	- 0,3031 (0,2567)	0,1302*** (0,0119)	0,0091*** (0,0025)	- 0,2180*** (0,0346)	0,982	1,0527	0,3450
IV <sup>1/</sup>	- 0,1175	- 0,0894 (0,2548)	0,3773*** (0,0362)	—	—	0,680	0,7432	0,3049
V <sup>1/</sup>	0,8022	- 0,0582 (0,2101)	0,5915*** (0,0422)	- 0,4194*** (0,1499)	—	0,981	0,3448	0,1152
VI <sup>1/</sup>	- 0,9479	- 0,0837 (0,1286)	0,4102*** (0,0485)	- 0,5723** (0,2429)	- 0,0485*** (0,110)	0,993	1,6364	0,4445

Onde (\*\*\*) indica significância ao nível de 5% de probabilidade; (\*\*) indica significância ao nível de 10% de probabilidade. As três primeiras equações são lineares nos números naturais e as três últimas são lineares logarítmicos decimais.

Seus valores variaram entre zero e a unidade, apoiando a hipótese de que a indústria não reage instantaneamente aos estímulos econômicos, necessitando de mais que um período produtivo para que se realize todo o ajustamento.

A estimativa dos coeficientes da variável índice de produção de pneumáticos foi estatisticamente diferente de zero, pelo menos ao nível de 10% de probabilidade em todos os modelos. Quanto à coerência do sinal deste coeficiente, apenas nos modelos onde não se inclui a variável de tendência ele se comporta de acordo com o esperado. Nestas equações, onde o sinal se mostra coerente (II e IV), o sinal negativo sugere relação inversa entre produção de pneumáticos e razão das quantidades consumidas dos dois tipos de borracha.

A variável de tendência foi incluída em apenas dois modelos e nestes o coeficiente da variável foi estatisticamente significativo ao nível de pelo menos 5% de probabilidade. O sinal negativo encontrado para o coeficiente desta variável indica que houve um decréscimo na razão das quantidades consumidas de borrachas vegetal e sintética, com o decorrer de tempo considerado.

Os coeficientes de determinação ( $R^2$ ) variam de 0,68 a 0,99. A estatística (h) de Durbin sugere a inexistência de correlação serial dos resíduos nas equações, exceto em (I), em que o coeficiente de Theil-Nagar ( $\rho^2$ ) mostra que o grau de correlação serial nos resíduos é bastante elevado.

A equação que parece melhor atender os requisitos da análise é (III), por ter sido considerada satisfatória do ponto de vista estatístico, sendo assim utilizada na análise econômica subsequente.

Esta equação relaciona a razão das quantidades consumidas de borrachas vegetal e sintética com a razão dos preços destas borrachas, variável dependente retardada, índice de produção de pneumáticos e variável de tendência.

A estimativa do coeficiente da variável razão de preços das duas borrachas tem o sinal esperado, indicando relação inversa entre esta variável e a variável razão das quantidades consumidas destas borrachas. Além disto, o valor do coeficiente é considerado estatisticamente significativo, uma vez que seu valor é maior que o respectivo erro-padrão.

A elasticidade estimada, igual a  $-0,31$ , indica que uma variação de 10% na razão de preços de borracha acarreta uma variação, em sentido contrário, de 3,1% na razão das quantidades consumidas no curto prazo.

O coeficiente estimado da variável dependente retardada foi estatisticamente diferente de zero, ao nível de 5% de probabilidade e seu valor é 0,1302 coerente com o comportamento esperado da firma, face aos estímulos econômicos. O período necessário para o ajustamento total é de 11 anos.

No longo prazo, uma variação de 10% na razão de preços produz uma variação de 3,6% na razão das quantidades consumidas das duas borrachas.

Para a variável índice de produção de pneumáticos, embora o valor do coeficiente seja estatisticamente significativo ao nível de 5% de probabilidade, o sinal não se comportou de acordo com o esperado. A inclusão da variável de tendência, também estatisticamente significativo ao nível de 5% de probabilidade, capta parte do efei-

to da variável indicadora de produção de pneumáticos, uma vez que estas variáveis apresentam problemas de multicolinearidade.

O coeficiente de determinação ( $R^2$ ) foi de 0,982. A estatística de Durbin (h) sugere a não existência de correlação serial dos resíduos (11). O grau de correlação serial destes resíduos é da ordem de 34,5%, como mostra a estatística de Theil-Nagar ( $\rho^2$ ).

Quatro equações alternativas foram ajustadas para estimar elasticidades de parcela de mercado de borracha vegetal no Brasil:

$$(45) \quad \left(\frac{\hat{q}_V}{Q}\right)_t = b_0 + b_1 \left(\frac{P_V}{P_S}\right) + b_2 \left(\frac{q_V}{Q}\right)_{t-1}$$

$$(46) \quad \left(\frac{\hat{q}_V}{Q}\right)_t = b_0 + b_1 \left(\frac{P_V}{P_S}\right) + b_2 \left(\frac{q_V}{Q}\right)_{t-1} + b_3 T$$

$$(47) \quad \left(\frac{\hat{q}_V}{Q}\right)_t = b_0 + b_1 \left(\frac{P_V}{P_S}\right) + b_2 \left(\frac{q_V}{Q}\right)_{t-1} + b_3 R$$

$$(48) \quad \left(\frac{\hat{q}_V}{Q}\right)_t = b_0 + b_1 \left(\frac{P_V}{P_S}\right) + b_2 \left(\frac{q_V}{Q}\right)_{t-1} + b_3 R + b_4 T$$

onde as variáveis são as definidas anteriormente. As estimativas dos parâmetros destas equações, tanto na forma linear quanto na forma logarítmica encontram-se no Quadro 2.

Das equações estimadas pode-se observar que todos os sinais dos coeficientes da variável razão de preços indicam relação inversa desta variável com a parcela de mercado de borracha vegetal. Sendo assim, estes sinais são coerentes com o esperado.

Quanto à significância estatística dos coeficientes, avaliada aos níveis usuais de significância, nem todos se apresentaram estatisticamente diferentes de zero, sendo que alguns foram mesmo menores que seus respectivos erros-padrão. Apenas nos modelos estimados na forma linear, os coeficientes podem ser considerados estatisticamente diferentes de zero.

Os valores dos coeficientes da variável dependente retardada, nos diferentes modelos, variaram entre zero e a unidade, mostrando a necessidade de mais de um período produtivo para que a indústria, face aos estímulos econômicos, se ajuste totalmente. Todos estes coeficientes foram estatisticamente significantes, ao nível de, pelo menos, 5% de probabilidade.

Quanto à variável índice de produção de pneumáticos, apenas na equação (II) seu coeficiente foi estatisticamente diferente de zero a 30% de probabilidade. Contudo, os sinais dos coeficientes desta, à exceção da equação (8), são coerentes com o esperado. Eles demonstram relação inversa entre nível de produção de pneumáticos e quantidade consumida de borracha vegetal, em relação ao total consumido das duas borrachas.

QUADRO 2 — Estimativa dos Coeficientes de Regressão Parcial de Equações Relacionando Parcela de Mercado de Borracha Vegetal, Brasil, 1959 - 1973

Equações	Termo Constante ( $b_0$ )	Coeficiente de Regressão Parcial			Tendência (T) ( $b_4$ )	Coeficiente de Determinação ( $R^2$ )	Estatística de Durbin (h)	Coeficiente de Theil Nagar ( $\rho^2$ )
		( $P_v/P_s$ ) <sub>t</sub> ( $b_1$ )	( $q_v/P_s$ ) <sub>t-1</sub> ( $b_2$ )	Índice de Produção de Pneumáticos ( $b_3$ )				
I	0,0579	- 0,0199 ** (0,0141)	0,8354 *** (0,0136)	—	—	0,997	0,6617	0,1860
II	0,0893	- 0,0245 ** (0,0140)	0,8160 *** (0,0193)	- 0,0001 * (0,0008)	—	0,997	- 0,2583	- 0,0339
III	0,5186	- 0,011440 * (0,0393)	0,5270 ** (0,1956)	—	- 0,0198 *** (0,0094)	0,960	2,1690	0,1135
IV	0,0940	- 0,0246 ** (0,0148)	0,8089 *** (0,0714)	- 0,0008 (0,0002)	- 0,0006 (0,0056)	0,997	- 0,2755	- 0,0424
V <sup>1/</sup>	- 0,0600	- 0,0488 (0,0524)	0,9265 *** (0,0211)	—	—	0,994	- 0,4220	- 0,0960
VI <sup>1/</sup>	0,0101	- 0,0540 (0,0541)	0,9010 *** (0,0428)	- 0,0363 (0,0527)	—	0,994	- 0,1123	0,0072
VII <sup>1/</sup>	0,0211	- 0,0430 (0,0684)	0,5668 *** (0,1558)	—	- 0,0145 ** (0,0055)	0,982	—	—
VIII <sup>1/</sup>	- 0,1934	- 0,0458 (0,0558)	0,7606 *** (0,1732)	0,0665 (0,1338)	- 0,0084 (0,0100)	0,995	0,4549	- 0,0013

Onde (\*\*\*) indica significância ao nível de 5% de probabilidade; (\*\*) indica significância ao nível de 20% de probabilidade; (\*) indica significância ao nível de 30% de probabilidade; (1) equações estimadas na forma logarítmica.

Para a variável de tendência, somente os coeficientes estimados nas equações (III) e (VII) foram estatisticamente significantes aos níveis de 5 e 20% de probabilidade, respectivamente. Os sinais encontrados para estes coeficientes indicam que, no decorrer do período considerado, houve um acréscimo na parcela de borracha vegetal consumida.

Os coeficientes de determinação variam entre 0,96 e 0,99. A estatística de Durbin (h) sugere que os resíduos não são serialmente correlacionados em nenhuma das equações. A estatística de Theil-Nagar ( $\rho^2$ ) mostra baixo grau de correlação serial nos resíduos.

Para a análise econômica foi utilizada a equação (II), considerada mais satisfatória do ponto de vista estatístico.

A equação (II) relaciona a razão entre quantidade consumida de borracha vegetal e total de borracha consumida com a razão de preços de borrachas vegetal e sintética, a variável dependente retardada de um ano e o índice de produção de pneumáticos.

O coeficiente estimado para a variável razão de preços dos dois tipos de borracha foi estatisticamente significativo ao nível de 20% de probabilidade. O sinal obtido para tal variável sugere relação inversa entre esta variável e parcela de mercado de borracha vegetal, sendo portanto coerente com o esperado.

Estimou-se uma elasticidade de parcela de mercado de borracha vegetal de  $-0,06$  para o curto prazo. Esta elasticidade indica que, para uma variação de 10% na razão de preços das duas borrachas, haverá uma variação, em sentido contrário, de 0,6% na razão entre quantidade consumida de borracha vegetal e quantidade total de borracha consumida.

O valor da estimativa do coeficiente da variável dependente retardada difere estatisticamente de zero a nível de 5% de probabilidade. Seu valor variou entre zero e a unidade, apoiando a hipótese de ajustamento parcial da firma em um período de tempo, quando é alterada a razão de preços das duas borrachas. Seriam necessários 1,7 anos para que fosse realizado todo o ajustamento.

A elasticidade de longo prazo foi de  $-0,35$ , sugerindo que uma variação de 10% na razão dos preços levaria a uma variação, em sentido contrário, de 3,5% na parcela de mercado da borracha vegetal. Estes valores das elasticidades da parcela de mercado no curto e longo prazos são coerentes com os valores das elasticidades-preço estimadas em (8), que foram de  $-0,29$  e  $-0,97$  para o curto e longo prazos, respectivamente.

Quanto à variável índice de produção de pneumáticos, seu coeficiente foi estatisticamente significativo ao nível de 30% de probabilidade. Seu sinal negativo está de acordo com o esperado, indicando relação inversa entre nível de produção de pneumáticos e parcela de mercado de borracha vegetal. As elasticidades de curto e longo prazos para esta variável foram de  $-0,03$  e  $-0,19$ , respectivamente.

O coeficiente de determinação ( $R^2$ ) é de 0,997. A estatística de Durbin (h) de  $-0,2593$  indica não evidência de correlação serial nos resíduos. O grau de correlação serial nos resíduos, dado pela estatística de Theil-Nagar ( $\rho^2$ ), foi de 3%.

#### 4. RESUMO E CONCLUSÕES

O Brasil, que, no início do século, ocupou a posição de monopolista no mercado internacional de borracha, com uma produção de aproximadamente 40 mil toneladas, vem, nas últimas décadas, apresentando uma produção de borracha vegetal que varia entre vinte e vinte e cinco mil toneladas. Deste total, cerca de 95% provém de seringais nativos e não atendem à demanda sempre crescente desta matéria-prima.

Maior conhecimento e mecanismos de absorção da borracha vegetal e sintética pelas indústrias, que as utilizam como matéria-prima básica, certamente fornecerá subsídios ao delineamento de políticas em que a expansão da produção de borracha vegetal seja o principal objetivo.

Neste estudo, foram utilizadas e analisadas as elasticidades de substituição e de parcela de mercado para se avaliar o grau de substituição entre borracha vegetal e sintética pela indústria brasileira. Especificamente, estimaram-se as elasticidades a curto e longo prazos da parcela de mercado da borracha vegetal, bem como das elasticidades de substituição entre borrachas vegetal e sintética. Utilizaram-se dados secundários publicados pela Superintendência da Borracha e pela Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia.

Algumas conclusões foram derivadas dos resultados obtidos nesta pesquisa. Entre eles, destaca-se que o uso relativo da borracha vegetal na indústria é pouco sensível, no curto prazo, a variações nos preços relativos da borracha vegetal. No longo prazo, entretanto, o efeito de variações nesta razão de preços parece ser significativo e substancial.

Outra conclusão é que o Poder Público, no processo de fixação de preços destas borrachas, deveria, entre outros elementos, considerar seus efeitos sobre a estrutura de consumo industrial dos mesmos.

Concluiu-se também que, no futuro, maiores níveis de produção de pneumáticos resultarão em maior utilização da borracha vegetal, mas em menores níveis de uso relativo deste produto, caso outros fatores, tais como a razão de preços, permaneçam constantes.

Finalmente, concluiu-se sobre a natureza da tendência da parcela de mercado de borracha vegetal, ao longo do tempo, independente de efeitos de outros fatores.

Aparentemente, este pode ser explicado tanto por crescentes restrições na oferta de borracha vegetal como por crescentes facilidades relativas na comercialização da borracha sintética. Pouco ou nada se conhece acerca dos processos de comercialização de borracha vegetal no Brasil e, por conseguinte, recursos de pesquisa poderiam ser encaminhados neste sentido, caso se desejasse expandir o mercado potencial para borracha vegetal no país.

## 6. LITERATURA CITADA

1. ANÔNIMO. Ascensão, queda e os novos rumos da borracha natural. **Ruralidade**, Goiânia, (13) : 10-5, abr. 1973.
2. ANÔNIMO. Borracha Vegetal no Brasil — perspectiva e produção. **Conjuntura Econômica**, Rio de Janeiro, 28(6) : 95-7, jun. 1974.
3. ANÔNIMO. Procura ultrapassa a oferta no mercado de borracha natural. **Polímeros**, Rio de Janeiro, 1(1) : 81-3, jan/mar 1971.
4. BRASIL. SUDHEVEA. **Anuário Estatístico — mercado nacional**. Rio de Janeiro, v. 2, n. 3, 1968.
5. BRASIL. SUDHEVEA. **Anuário estatístico — mercado nacional**. Rio de Janeiro, v. 6, n. 11, 1972.
6. BRASIL. SUDHEVEA. **Anuário estatístico — mercado nacional**. Rio de Janeiro, v. 7, n. 13, 1973.
7. BRASIL. SUDHEVEA. **O mercado brasileiro de borracha**. Rio de Janeiro, 1973. 94 p.
8. BRASIL. SUDHEVEA. **Plano nacional da borracha; anexo III e modelos alternativos**. Rio de Janeiro, 1971. 53 p.
9. BRASIL. FGV. **Conjuntura Econômica**. Estatísticas básicas. 26 anos de economia brasileira. Rio de Janeiro, v. 27, n. 12, dez. 1973. (Suplemento estatístico).
10. JOHNSON, Paul R. **Studies in the demand for U.S. exports of agricultural commodities**. Raleigh, North Carolina State University, 1971. 32 p. (Economics Research Report, 15).
11. LOYINS, R. M. A. & LU, W. F. A cross-section and time-series analysis of Canadian egg demand. **Canadian of Agricultural Economics**. 23(3) : 1-15, 1973.
12. MALINVAUD, E. **Métodos estatísticos de la econometria**. Barcelona, Ariel, 1967, Cap. 14, p. 496-503.
13. MEINKEN, K. W. Discussion: distributed lags and the measurement of supply and demand elasticities. **Journal of Farm Economics**, Menasha, 40 : 311-3, May 1958.
14. MEINKEN, K. W.; ROJKO, A. S.; KING, G. A. Measurement of substitution in demand from time series data — a synthesis of three approaches. **Journal of Farm Economics**. Menasha, 38(3) : 11-35, Aug. 1956.
15. MORRISSETT, I. Some recent uses of elasticity of substitution: a survey. **Econometrica**, Chicago, 21 : 41-62, Jan. 1953.
16. SIRHAN, C. A. & JOHNSON, P. R. A market-share approach to the foreign demand for U.S. cotton. **American Journal of Agricultural Economics**, Menasha, 53(4) \*593-9, Nov. 1971.