

ECONOMIA AGRÍCOLA, RECURSOS NATURAIS E MEIO AMBIENTE

ESTIMAÇÃO DE FUNÇÃO DE TRANSFERÊNCIA PARA O PREÇO DO AÇÚCAR: UMA APLICAÇÃO DO MODELO ARMAX

.....

Ricardo Chaves Lima
Professor adjunto do Departamento de
Economia/PIMES da Universidade
Federal de Pernambuco.

Yony Sampaio
Professor titular do Departamento de
Economia/PIMES da Universidade
Federal de Pernambuco.

RESUMO:

.....

O presente trabalho discute as flutuações dos preços do açúcar aos níveis internacional e doméstico, bem como os determinantes das variações dos preços domésticos. A metodologia proposta combinou modelos de séries temporais com regressão (função de transferência) para verificar o impacto dos preços do açúcar ao nível internacional na formação dos preços domésticos. O processo de estimação foi Mínimos Quadrados não Lineares, e os resultados mostraram que os preços domésticos são mais influenciados pela memória autoregressiva do que pela transferência mercado internacional - mercado doméstico.

PALAVRAS-CHAVE:

preço do açúcar, transmissão de preços, modelo *armax*.

INTRODUÇÃO

.....

O Brasil é o maior produtor de cana-de-açúcar do mundo, o segundo maior produtor de açúcar e um dos grandes exportadores, tendo passado de oitavo a segundo maior exportador da safra 90/91 para a safra 95/96. A maior parte da produção de açúcar é dirigida para o mercado interno. No período citado observou-se queda nos estoques mundiais e os preços elevados estimularam maiores exportações acrescido do fato da queda da produção de Cuba e Ucrânia. Nota-se assim que embora a produção de cana seja repartida entre a produção de açúcar e álcool, e a produção de açúcar seja orientada predominantemente para o mercado interno, o Brasil não tem perdido oportunidades no mercado externo.

A intervenção estatal no mercado sucroalcooleiro se deu de forma continuada desde a criação do IAA desde 1933. Muitos trabalhos tem analisado esta intervenção, identificando fases diferenciadas seja pelas condições externas, ou pelo elenco de políticas adotado. Mas, em relação à preços, a fixação pelo governo, levando em conta principalmente as condições internas, nunca foi arrefecida. O preço do açúcar no varejo foi regulado e fixado com o propósito de não pressionar os índices de inflação. Por rebatimento eram fixados os preços do açúcar nas usinas e o preço da cana pago aos fornecedores. Em período recente o preço do açúcar no varejo foi liberado mas, devido à paridade do preço do álcool em relação à gasolina, o preço do açúcar e o da cana ficaram indiretamente determinados. Com relação ao mercado externo, o governo tanto controlava o volume exportado como o preço recebido internamente pelo exportador. Em consequência, nos períodos de alta no mercado externo, o governo controlava o volume exportado e o preço recebido internamente pelo exportador. Assim, em períodos de alta no mercado externo, recursos eram acumulados em fundo especial do IAA, visando em princípio manter preços mínimos nos períodos de baixa. Essa política era obviamente criticada pelos exportadores, por muitos anos os usineiros nordestinos uma vez que São Paulo voltava-se mais para o mercado interno. Quando os preços externos mantinham-se elevados havia forte pressão para que pelo menos uma parcela do aumento fosse repassada para os preços internos, embora a recíproca não seja verdadeira.

A literatura sobre formação do preço do açúcar é muito pobre quanto a causalidade da sua evolução. Há duas hipóteses principais. Para uns o mercado interno sempre foi privilegiado sendo o preço interno deslocado do preço externo, ou por outra, os objetivos de estabilização do mercado interno sempre tiveram prioridade. Para outros, dada a importância do Brasil no mercado externo, o preço externo seria um balizador do preço interno. Uma terceira possibilidade que pode ser inferida da literatura é do preço interno atender predominantemente aos interesses da política de estabilização mas incorporando marginalmente as tendências do mercado externo. Esse quadro no entanto se torna mais complexo após a expansão do Proálcool devido a incorporação de um terceiro mercado qual seja o do petróleo e combustíveis devido a relação de paridade adotada como política de estímulo ao próprio Proálcool.

A análise da formação do preço de açúcar, dado o quadro traçado, ainda que sumário, recomenda o uso de modelos que incorporem as duas hipóteses básicas: a relação que pode existir entre o preço interno e o externo, mesmo que o preço interno apresente menor flutuação devido a intenção declarada do governo de não permitir que a alta volatilidade do mercado externo viesse perturbar o preço interno. Adicionalmente deve-se permitir que a potencial influência do mercado externo ocorra com defasagens de tempo, incorporando a hipótese da pressão acumulada para mudanças altistas. A segunda explicação seria puramente endógena. Os preços internos seriam autocorrelacionados indicando a prevalência das políticas de estabilização de preço, tanto para consumidores com o objetivo de conter a inflação, como para os produtores, para assegurar rentabilidade mínima. Os preços internos, como boa parte da economia, estariam indexados, sendo as alterações decorrentes dos erros de previsão da inflação. Ressalte-se que nos últimos anos anteriores ao plano Real os preços do açúcar eram reajustados pelo menos uma vez ao mês, ocorrendo às vezes dois e até três reajustes (Sampaio, 1995).

Este trabalho tem o objetivo principal de estudar a formação do preço do açúcar e verificar as fontes de formação dos preços no mercado doméstico. Para atingir esse objetivo, pretende-

se usar uma função de transferência de preços (modelo *ARMAX*), onde o preço doméstico será relacionado à sua memória autoregressiva e ao preço do açúcar a nível internacional. Além dessa introdução, o presente trabalho consta de mais quatro partes: a seção 2 faz uma discussão sobre os modelos de séries temporais multivariados (tipo *ARMAX*), a seção 3 discute a metodologia proposta, a seção 4 apresenta e discute os resultados e a seção 5 apresenta as conclusões.

2 MODELOS DE SÉRIES TEMPORAIS MULTIVARIADOS

Os modelos de séries temporais tem sido largamente utilizados para descrever processos estocásticos e realizar previsões. Uma das maiores vantagens da utilização de desses modelos é a possibilidade de descrever um processo estocástico utilizando apenas valores passados da variável dependente e do termo de erro. Assim, dada uma série y_t , os modelos de séries temporais podem ser descrito como segue:

$$y_t = \delta + \phi_1 y_{t-1} + \dots + \phi_p y_{t-p} + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q} \quad (1)$$

onde δ representa a média do processo, ϕ e θ são os parâmetros do modelo e ε_t o termo de erro. As variáveis defasadas de y_t representam a parte autoregressiva do modelo (*AR*), enquanto que as defasagens do termo de erro representam a parte de média móvel (*MA*)¹. O modelo apresentado acima é denominado *ARMA(p,q)*, onde p representa a ordem de defasagem do termo autoregressivo e q a ordem de defasagem do termo de média móvel. A estimação dos modelos de séries temporais requer um processo estocástico com variância constante. Se o processo estocástico em questão for não estacionário (variância não constante) poderá, em alguns casos, ser transformado em estacionário (variância constante) através de diferenciações de y_t .² A diferenciação (ou integração) de uma série temporal dá-se da seguinte forma:

¹ do inglês *Moving Average*.

² Para uma discussão mais detalhada sobre estacionaridade de séries temporais ver Box e Jenkins (1976)

$$\Delta^d y_t = \Delta^{d-1} y_t - L(\Delta^{d-1} y_t)$$

onde Δ indica diferença, d o número de vezes que a série é diferenciada e L o operador de defasagem.³ Assim, para a primeira diferença, subtrai-se cada de valor de y_t da defasagem imediatamente anterior e uma nova série Δy_t é produzida. Quando o processo estocástico requer diferenciação para obter-se estacionaridade, o modelo de série temporal é do tipo *ARIMA(p,d,q)*.

A inclusão de variáveis explicativas exógenas nos modelos de séries temporais possibilita a introdução de informações adicionais e a estimação de relações do tipo *impulso-resposta* em um processo *ARMA*. Os modelos multivariados de séries temporais, comumente referidos como *ARMAX*, podem ser descritos da seguinte forma (Greene, 1993):

$$y_t = \delta + \phi_1 y_{t-1} + \dots + \phi_p y_{t-p} + \beta' x_t + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q} \quad (2)$$

onde x é um vetor de variáveis explicativas e β um vetor dos coeficientes respectivos. Para simplificar o modelo pode-se assumir a inclusão de apenas uma variável explicativa exógena que poderá ser defasada k vezes. Dessa forma a equação (2) pode ser descrita como segue:

$$y_t = \delta + \phi_1 y_{t-1} + \dots + \phi_p y_{t-p} + \beta_1 x_t + \dots + \beta_{k+1} x_{t-k} + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q} \quad (3)$$

para k defasagens de x . O modelo (3) pode ser escrito de forma parcimoniosa como segue:

$$A(L)y_t = \delta + B(L)x_t + C(L)\varepsilon_t \quad (4)$$

onde $A(L)$, $B(L)$ e $C(L)$ são polinômios do operador de defasagem para as variáveis y_t , x_t e para o termo de erro ε_t , respectivamente. A equação (4) pode ser rearranjada da seguinte forma:

$$y_t = \alpha + \frac{B(L)}{A(L)} x_t + \frac{C(L)}{A(L)} \varepsilon_t \quad (4)$$

³ $L y_t = y_{t-1}$; $L^2 y_t = y_{t-2}$; ... ; $L^k y_t = y_{t-k}$

onde $\alpha = \delta/A(L)$. Impondo-se a restrição $C(L) = A(L)$ à equação (4), o modelo *ARMAX* tem ordem de média móvel zero ($q = 0$), tornando-se semelhante a um modelo de defasagem distribuída com termo autoregressivo. Nesse caso, o processo de estimação pode ser realizado por mínimos quadrados observando-se apenas a necessidade de corrigir autocorrelação dos resíduos caso ocorra. No caso do modelo *ARMAX* apresentar termo de média móvel com ordem diferente de zero, o processo de estimação é mais complexo. O problema é que a ocorrência de variáveis não observadas no modelo ($\varepsilon_{t-1}, \varepsilon_{t-2}, \dots, \varepsilon_{t-q}$) exige um processo de estimação iterativo. Nesse caso, Mínimos Quadrados Não Lineares é o processo de estimação indicado. O procedimento de estimação do modelo *ARMAX* será descrito na seção seguinte.

3 METODOLOGIA

Os dados utilizados no presente trabalho correspondem à cotação internacional e aos preços domésticos do açúcar, em uma série mensal de 1980 a 1995. Os referidos preços foram convertidos para centavos de dólar por libra e deflacionados para eliminar o efeito da inflação na série. O modelo estimado foi do tipo mostrado na equação (4). A especificação do modelo estimado foi de acordo com Box e Jenkins (1976) e Greene (1993). O processo de estimação não linear seguiu as etapas descritas abaixo:

(i). impondo-se a restrição $C(L) = A(L)$, e utilizando-se valores defasados de x_t como instrumento para os valores defasados de y_t , estima-se o modelo (4) por Mínimos Quadrados Ordinários. Os coeficientes estimados devem ser utilizados como valores iniciais dos parâmetros ϕ e β na estimação não linear;

(ii). o erro da regressão no item (i) será utilizado para obtenção de valores iniciais de θ através da função de autocorrelação dos resíduos como segue. Considerando-se um processo *MA(1)*

$$\rho_k = \frac{-\theta_1}{1 + \theta_1^2}, \text{ para } k = 1$$

rearrumando

$$\rho_1 \theta_1^2 + \theta_1 + \rho_1 = 0$$

onde ρ_1 é a função de autocorrelação dos resíduos. A equação acima tem duas raízes, mas só aquela com valor entre -1 e 1 deve ser escolhida.

(iii) uma estimativa de ε_t é obtida de forma recursiva igualando-se $\varepsilon_0 = 0$ como segue (Harvey, 1990). Considere, por simplicidade, o processo *MA(1)* representado a seguir.

$$\varepsilon_t = y_t - \theta \varepsilon_{t-1}$$

cada valor de ε é computado recursivamente, utilizando-se o valor defasado de um período na estimação do período seguinte.

O modelo *ARMAX* estimado no presente trabalho foi o seguinte:

$$\Delta NE_t = \delta + \phi_1 \Delta NE_{t-1} + \phi_2 \Delta NE_{t-2} + \beta_1 \Delta WD_t + \beta_2 \Delta WD_{t-1} + \varepsilon_t + \theta \varepsilon_{t-1}$$

onde Δ indica que a série está diferenciada, *NE* representa o preço doméstico do açúcar e *WD* a cotação internacional. O modelo acima pode ser representado de forma parcimoniosa como segue:

$$\Delta NE_t = \alpha + \frac{B(L)}{A(L)} \Delta WD_t + \frac{C(L)}{A(L)} \varepsilon_t$$

O valor esperado de ΔNE_t , condicional a valores correntes e passados de ΔWD_t , é dado por:

$$E(\Delta NE) = \alpha + \frac{B(L)}{A(L)} \Delta WD_t$$

Tomando-se um polinômio $D(L) = B(L)/C(L)$, pode-se calcular a resposta de ΔNE_t a mudanças

na variável explicativa exógena. Considerando $D(L) = (\gamma_0 + \gamma_1 L + \dots)$ um polinômio infinito, pode-se reorganizar a igualdade polinomial acima da seguinte forma:

$$(\gamma_0 + \gamma_1 L + \dots)(1 - \phi_1 L - \phi_2 L^2) = (\beta_1 + \beta_2 L)$$

Desenvolvendo o produto de polinômios acima e rearranjando os termos, tem-se:

$$\text{Para } L^0: \gamma_0 = \beta_1$$

$$\text{Para } L^1: \gamma_1 = \gamma_0 \phi_1 + \beta_2$$

$$\text{Para } L^2: \gamma_2 = \gamma_0 \phi_2 + \gamma_1 \phi_1.$$

Os pesos (γ_i), portanto, são calculados recursivamente com base nos valores dos coeficientes estimados. O impacto total é dado pela soma dos pesos γ_i .

Estimativas de Mínimos Quadrados Não Lineares dos coeficientes foram obtidas por um processo iterativo baseado no método *quasi-Newton* utilizado pelo programa de econometria SHAZAM 8.0 (White, 1993).⁴ A soma dos quadrados dos erros podem ser minimizadas da seguinte forma:

$$S(\delta, \phi, \beta, \theta) = \sum_i \varepsilon_i^2$$

As derivadas parciais de ε_i com relação aos parâmetros são obtidas de forma recursiva com relação aos parâmetros do modelo da forma como é mostrada em Greene (1993).

4 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O processo de estimação Não Linear constou basicamente de duas etapas. A primeira consistiu em estimar por Mínimos Quadrados Ordinários um modelo sem o termo de média móvel com as variáveis defasadas de ΔWD como instrumento para as variáveis defasadas de ΔNE . Essa etapa gerou valores iniciais para os parâmetros obtidos na estimação não linear, os quais são mostrados na tabela 1. O termo de erro dessa regressão foi utilizado para produzir estimativas de θ_1 e ε_{t-1} .

A tabela 01 mostra os resultados da regressão não linear do modelo proposto. A variável Ne_{t-1} teve coeficiente estatisticamente significativo e positivo, o que mostra uma influência significativa da memória autoregressiva de curto prazo da série de preços domésticos na variação corrente. O coeficiente da variável ΔWD_t foi positivo, mas não significativo estatisticamente. Isso pode ser entendido como uma indicação de que os preços externos não tiveram influência significativa na formação dos preços domésticos. Os coeficientes das variáveis ΔNE_{t-2} , ΔWD_{t-1} e ε_{t-1} foram estatisticamente significantes e negativos. De acordo com Greene (1993), não há uma interpretação óbvia para coeficientes negativos de variáveis defasadas em um modelo dinâmico.

As respostas da variável ΔNE_t , a mudanças na variável explicativa exógena ΔWD_t , dada pelos pesos ($\gamma_0, \gamma_1, \gamma_2, \dots$), foram obtidas da seguinte forma:

$$\text{Para } L^0: \gamma_0 = \beta_1 = 0,10$$

$$\text{Para } L^1: \gamma_1 = \gamma_0 \phi_1 + \beta_2 = (0,10)(2,03) + (-0,30) = -0,097$$

$$\text{Para } L^2: \gamma_2 = \gamma_0 \phi_2 + \gamma_1 \phi_1 = (0,10)(-0,19) + (-0,097)(2,03) = -0,21$$

Considerando-se apenas os pesos positivos, o impacto de ΔWD_t em ΔNE_t , dados por γ_0 , confirmou o resultado mostrados nos coeficientes do modelo. Ou seja, o impacto do preço internacional no preço doméstico muito baixo.

A significância do modelo foi verificada estatisticamente pelo teste do cociente de verossimilhança (CV). O referido teste é dado pela fórmula:

TABELA 01
Valores Iniciais Utilizados no
Processo Iterativo

Coefficiente	Valores Iniciais
ϕ_1	-0,05
ϕ_2	-0,01
β_1	0,14
β_2	-0,05
θ	0,26
δ	-0,02

⁴ Site n.2442AX (UFPE/DECON)

TABELA 02
Estimativas de Mínimos Quadrados Não
Lineares do Modelo Proposto

Coefficiente	Valores	estatística <i>t</i>
ϕ_1	2,03	2,43*
ϕ_2	-0,19	-3,44*
β_1	0,10	1,21
β_2	-0,30	-2,36*
θ	-2,34	-2,75*
δ	0,002	0,25
CV	48,25	-

CV é o Cociente de Verossimilhança.

*Estatisticamente significativa a 5%, teste bicaudal.

$$CV = 2(\text{Log}L_{max} - \text{log}L_0)$$

onde L_{max} representa o valor da função de máxima verossimilhança no máximo (coeficientes não restritos) e L_0 representa o valor dessa função quando os coeficientes estão restritos a serem iguais a zero. A hipótese nula de que os coeficientes estimados não são conjuntamente significantes do ponto do vista estatístico foi rejeitada a 5%.

5 CONCLUSÕES E IMPLICAÇÕES DE POLÍTICAS

A função de transferência estimada reforçou a hipótese de que a formação dos preços domésticos do açúcar dependem principalmente da memória autoregressiva, e que a transmissão de preços do mercado externo para o mercado doméstico não se dá de forma significativa. Esse resultado pode ser um indicador de que as políticas do governo foram eficazes no controle de preços do açúcar. Outra conclusão que vale a pena destacar é a memória autoregressiva de curto prazo do preço do açúcar a nível doméstico. Assim, o impacto das políticas não guardam uma memória longa. Isso pode ser devido ao carregar das políticas publicas de estabilização de

preços que, de uma maneira geral, tinham objetivos conjunturais de curto prazo do tipo controle de inflação, assegurar receitas mínimas para o setor, etc.

Do ponto de vista de implicações de políticas uma questão relevantes é verificar se as políticas públicas de estabilização de preços tiveram um impacto global positivo ou negativo para a sociedade. Isto é, se os preços do açúcar tivessem flutuado livremente, ou seja, mais sujeitos às pressões da oferta e demanda tanto no mercado doméstico como no internacional, qual teria sido o impacto global para nos agentes econômicos (produtores e consumidores)? A relevância dessa questão está ligada ao situação de abertura de mercado em que vive a economia brasileira hoje. Seria importante, portanto, que, em estudos subsequentes, a transmissão de preços internacional-doméstico fosse examinada em um contexto de livre mercado.

ABSTRACT:

abstract: This paper discusses sugar price fluctuations at international and domestic levels, as well as the determinants of domestic price variations. The methodology used combined time-series analysis and regression (transfer function) in order to examine the impact of international sugar price on domestic market. The estimation process used was Non-linear Least Squares, and the results showed that domestic prices fluctuations are more influenced by its autoregressive memory than by international sugar price fluctuations.

KEY WORDS:

sugar price, price transmission, ARMAX model.

REFERÊNCIAS

01. Box, G. e Jenkins, G. *Time Series Analysis, Forecast and Control*. Holden-Day, Oakland - CA, 1976.
02. Greene, W. H. *Econometric Analysis*. New York, Macmillan. 1993.
03. Harvey, A. *The Econometric Analysis of Time Series*. MIT Press, 1993.
04. Sampaio, Y. "The World Sugar and Ethanol Trade: General Trends and Prospects for Brazil." mimeo., 1995.
05. White, K. *SHAZAM User's Reference Manual Version 7.0*. McGraw-Hill, ISBN 0-07-069862-7. 1993.

Recebido para publicação em 27.06.97