

## O MODELO DE OFERTA DE NERLOVE E O PROCESSO DE TOMADA DE DECISÃO DOS PRODUTORES DE SOJA

João Batista Padilha Jr.<sup>1</sup>

Paulo Rossi Junior<sup>2</sup>

Gustavo Henrique Pedroso Santos<sup>3</sup>

Natália Marcondes dos Santos Gonzales<sup>4</sup>

Thiago Augusto da Cruz<sup>5</sup>

Helton Gonçalves Nascimento<sup>6</sup>

Guilherme Wolff<sup>7</sup>

<sup>1</sup> Engenheiro Agrônomo, Dr., Prof. Adjunto do Departamento de Economia Rural e Extensão da UFPR, Coordenador do Centro de Informações do Agronegócio - CIA/UFPR e Vice Diretor do Setor de Ciências Agrárias - SCA/UFPR.

<sup>2</sup> Zootecnista, Dr. Professor Associado do Departamento de Zootecnia da UFPR. Coordenador do Centro de Informação do Agronegócio - CIA/UFPR.

<sup>3</sup> Graduando dos Cursos de Zootecnia da UFPR e Ciências Econômicas da FAE Business School. Integrante do CIA/UFPR

<sup>4</sup> Graduanda do Curso de Zootecnia da UFPR. Integrante do CIA/UFPR.

<sup>5</sup> Graduando do Curso de Zootecnia da UFPR e Integrante do CIA/UFPR.

<sup>6</sup> Graduando do Curso de Zootecnia da UFPR e Integrante do CIA/UFPR.

<sup>7</sup> Graduando do Curso de Medicina Veterinária da UFPR e Integrante do CIA/UFPR.

**Resumo:** Este trabalho buscou determinar e estimar quais são as principais variáveis decisórias utilizadas pelos produtores paranaenses na definição da área plantada de soja, no período 1995 a 2012. As variáveis explicativas do modelo de Nerlove foram: preços pagos aos produtores de soja, preços pagos aos produtores de milho, área plantada de soja defasada em um período e tendência. As estimativas obtidas confirmaram que as variáveis explicativas afetam significativamente a área plantada de soja no Paraná. Os resultados sugerem que a área plantada de soja é inelástica aos preços pagos aos produtores no curto prazo e elástica no longo prazo. A tendência da área plantada de soja no Estado do Paraná foi bastante significativa e sugere que a mesma tende a aumentar ao longo do período. Os preços pagos aos produtores de soja mostraram-se muito significativos, sugerindo que os produtores se baseiam mais nos preços internos do que nos preços externos para a definição da área plantada.

**Palavras-chave:** soja, Nerlove, tomada de decisão, regressão defasada.

## THE NERLOVE SUPPLY MODEL AND THE DECISION MAKING PROCESS OF SOYBEAN PRODUCERS

**Abstract:** This study aimed to specify and estimate what are the main variables used by soybeans producers of Parana State (Brazil) in definition of the area planted in the period 1995 to 2012. The explanatory variables of Nerlove model were: prices paid to soybean producers, prices paid to producers of corn, planted area of soybean with one lagged period and trend. The estimates confirm that the explanatory variables significantly affect the area planted with soybeans in Parana. The results suggest that the area planted with soybeans is inelastic to prices paid to producers in the short run and elastic in the long run. The trend of the area planted with soybeans in Parana was very significant and suggests that it tends to increase over the period. Prices paid to producers of soybeans were very significant, suggesting that producers rely more on domestic prices than in external prices for the definition of the planted area.

**Key words:** soybeans, Nerlove, decision making, lagged regression.

## INTRODUÇÃO

No agronegócio brasileiro, não existe nenhum produto que tenha experimentado incrementos tão significativos como a cultura da soja. Do início de década de 1960 até o ano de 2011 apresentou 14.000% de expansão na área plantada, 36.510% de incremento na produção e 160% de ganhos de produtividade por hectare. O Brasil, no cenário mundial, é o segundo maior produtor de soja em grão (65 milhões de toneladas na safra 2011/2012) com 27,4% de participação no mercado global, é também o segundo maior exportador de soja em grão com 34,1 milhões de toneladas na safra 2011/2012 (40,1% do comércio mundial), garantindo ao país uma importante geração de receitas cambiais. Em 2011, a exportação do Complexo Soja (em grão, farelo e óleo) gerou US\$ 24 bilhões, classificando-o como o principal componente da pauta comercial do Brasil. Neste contexto, o complexo agroindustrial da soja representa um papel fundamental na economia do Brasil, pois, além de constituir a maior parcela do saldo comercial das exportações, significa importante fonte de proteína vegetal para as principais cadeias produtivas pecuárias, além de fornecer óleo vegetal para consumo humano, para a produção de biodiesel e outras centenas de subprodutos utilizados em diversas cadeias produtivas.

Como principais produtores brasileiros de soja, destacam-se os estados do Mato Grosso com 27% da produção nacional, seguido pelo Paraná (20,5%), Rio Grande do Sul (15,4%), Goiás (10,9%), Mato Grosso do Sul (6,9%) e Bahia (4,7%), que em conjunto respondem por 85,4% da produção. Segundo o MAPA (2012), projeções do agronegócio brasileiro entre 2012 e 2022 indicam uma produção brasileira de 88,9 milhões de toneladas na safra 2021/2022. A taxa de crescimento anual prevista para a produção é de 2,3% no período da projeção. Essa taxa está acima da taxa mundial para os próximos dez anos, estimada pelo FAPRI (2008) em 0,84% ao ano. Historicamente a produção brasileira de soja tem crescido a uma taxa anual de 5,8%. Ainda de acordo com o MAPA (2012), projeções de expansão da área plantada de soja mostram que a mesma deva passar para 29,0 milhões de hectares na safra 2021/2022. Isto representa um acréscimo de 4,7 milhões de hectares em relação à área prevista para a safra 2011/2012, o que significa um incremento anual de 1,9%. Desta forma, a expansão da produção de soja no Brasil dar-se-á pela combinação conjunta entre a expansão de área e de produtividade.

No ambiente da economia brasileira, a agropecuária representa o único setor que funciona em uma estrutura de mercado dita competitiva (concorrência perfeita). A agricultura em si é perfeitamente competitiva, uma vez que qualquer produto agrícola (como a soja), além de ser homogêneo, é produzido por um grande número de empresas rurais, sem barreiras à entrada de novos produtores no mercado e com perfeito conhecimento das informações de mercado. Contudo, os sojicultores, ao se relacionarem com o setor não-agrícola (agroindustrial), enfrentam situações de estruturas de mercado pouco competitivas como os oligopólios e os oligopsônios. Essa “dupla pressão” é, infelizmente, uma tendência histórica para a agricultura e, com o acelerado processo de globalização da economia mundial, tende a se acentuar reduzindo ainda mais a competitividade dos setores localizados antes e depois da “porteira” das propriedades rurais, obrigando os produtores a serem cada vez mais eficientes.

Uma forma de minimizar o risco de mercado e de produção de soja seria pelo desenvolvimento de uma visão sistêmica do processo produtivo, que inclui a utilização de ferramentas modernas de gestão, como o planejamento; a análise de mercado; a análise

financeira além e um perfeito conhecimento dos custos totais de produção envolvidos em todo o processo. Na decisão de produzir soja, apesar de existirem muitas variáveis envolvidas no processo, o produtor normalmente procede a uma simplificação e avalia aquela que para ele tem maior significância: o preço. Em outras palavras, o produtor agrícola é um tomador de preços. Ele não pode fixar um preço para o seu produto. Isso, contudo, não significa que um produtor individual deva ignorar a análise e o entendimento do processo de formação de preço. Na verdade, o oposto é verdadeiro. Se a capacidade para influenciar o preço é negada à empresa em concorrência perfeita, a habilidade para antecipar e reagir aos movimentos de preços de mercado é ainda mais importante.

No mercado agrícola, pressupõe-se que qualquer variação no preço do produto provoca, prontamente, uma reação nos produtores e nos consumidores, aumentando ou diminuindo a quantidade ofertada dos agricultores e a demandada dos consumidores. Do lado do consumo, a reação é quase instantânea, ou seja, a resposta dos consumidores ocorre num período de tempo relativamente curto. Entretanto, pelo lado da oferta, no caso específico da agricultura, o período de tempo para que a produção de uma mercadoria seja aumentada ou diminuída varia grandemente de um produto para outro.

Desta forma, o presente trabalho tem como objetivo determinar econometricamente, através da utilização do modelo de oferta de Nerlove, quais são as principais variáveis decisórias utilizadas pelos produtores na definição da área plantada de soja no Paraná.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Referencial Teórico

Segundo Barbosa (1985), uma aproximação linear, ou linear nos logaritmos, da equação da oferta de certo produto agrícola, como a soja, é a seguinte:

$$q_t^d = \alpha + \beta p_t^e + \gamma Z_t + \varepsilon_t \quad (1)$$

Onde  $q_t^d$  indica a oferta desejada (ou planejada) de soja por parte do produtor, enquanto  $p_t^e$  é o preço esperado da soja, pelo fato da empresa rural estar inserida em um ambiente de competição perfeita e o produtor ser, desta forma, tomador de preço. A variável  $\varepsilon_t$  é um erro aleatório. O vetor  $Z_t$  contém entre os seus elementos preços de fatores e de produtos, substitutos e complementares, utilizados na produção da soja a que se refere à equação (1), e que influenciam a tomada de decisão do produtor com relação à produção planejada. Desta forma,  $\gamma Z_t$  representa o somatório  $\gamma_1 Z_{1t} + \gamma_2 Z_{2t} + \dots + \gamma_k Z_{kt}$ , onde as variáveis  $Z_1, Z_2, \dots, Z_k$  devem ser explicitadas no estudo do produto. De acordo com a teoria econômica, o coeficiente  $\beta$  deve ser positivo, porém os elementos do vetor  $\gamma$  podem assumir quaisquer sinais. A quantidade de soja efetivamente produzida ( $q_t$ ), de acordo com Barbosa (1985), pode divergir da quantidade inicialmente planejada por vários motivos, entre os quais cabe salientar os custos de ajustamento incorridos pelo produtor de soja quando este tem de realocar recursos para atingir a produção inicialmente planejada. Assim, vamos admitir que a produção efetiva e a planejada estão ligadas de acordo com o mecanismo de ajustamento parcial, isto é:

$$q_t = [(1-\delta)/(1-\delta L)].q_t^d, \quad 0 \leq \delta < 1 \quad (2)$$

Onde  $L$  é o operador da defasagem;  $L^i X_t = X_{t-i}$ . Na hipótese de que  $\delta = 0$ ,  $q_t$  é igual a  $q_t^*$ , ou seja, o ajustamento ocorre no período do modelo e por isso é denominado instantâneo.

O preço esperado pelos sojicultores, em princípio não é observado. Deste modo é necessário que alguma formulação explicita como o preço esperado relaciona-se com o observado no mercado. Para tal finalidade, utiliza-se o mecanismo de expectativa adaptada, que é expresso pela seguinte equação:

$$p_t^e = [(1-\lambda)/(1-\lambda L)].p_{t-1}, 0 \leq \lambda < 1 \quad (3)$$

Onde  $\lambda$  é o coeficiente de adaptação e  $p_{t-1}$  é o preço do produto no período  $t-1$ . O modelo de oferta de produtos agrícolas devido a Nerlove e adaptado para o estudo da soja consiste das equações (1), (2) e (3). Combinando-se estas três equações, resulta o modelo na sua forma reduzida que será apresentado a seguir.

Nesse estudo, utilizou-se o modelo com defasagem distribuída, de acordo com a formulação original de Nerlove, para examinar a hipótese de existência de um mecanismo de ajustamento não-instantâneo na área plantada de soja no Estado do Paraná. Com isso, torna-se possível a diferenciação entre as elasticidades no curto e longo prazos.

O modelo econométrico utilizado supõe que a oferta de soja de equilíbrio no longo prazo é uma função linear do preço pago aos produtores de soja no Paraná em R\$ por saca de 60 kg, do preço internacional da soja em US\$ por tonelada, da produtividade da soja no Paraná em kg por hectare, da área plantada com milho no Paraná em hectares e pelo preço pago aos produtores de milho do Paraná em R\$ por saca de 60 kg, todos defasados no período  $t-1$ , e que pode ser expresso pela seguinte equação:

$$q_t^* = \alpha + \beta_1 PS_{t-1} + \beta_2 PIS_{t-1} + \beta_3 PRS_{t-1} + \beta_4 AM_{t-1} + \beta_5 PM_{t-1} + \beta_6 T + \varepsilon_t \quad (4)$$

Onde  $q_t^*$  é a área de equilíbrio de longo prazo (área cultivada de soja no Paraná e utilizada como “proxi” da quantidade ofertada), enquanto  $PS_{t-1}$  representa o preço pago aos sojicultores do Paraná;  $PIS_{t-1}$  é o preço internacional de exportação da soja,  $PRS_{t-1}$  é a produtividade da soja no Paraná,  $AM_{t-1}$  é a área plantada com milho no Paraná,  $PM_{t-1}$  representa o preço pagos aos produtores de milho do Paraná,  $T$  é uma variável de tendência e  $\varepsilon_t$  é um erro aleatório.

A equação (4) exprime uma relação de comportamento, pois  $q_t^*$  é a quantidade “desejada” de soja no longo prazo, mas que não pode ser quantificada pelo fato de não existirem informações sobre ela, uma vez que os preços não permanecem constantes ao longo do tempo para se efetivar o equilíbrio desejado. Como o nível desejado não é diretamente observável, Nerlove postulou a hipótese de ajustamento parcial. Supondo, todavia, que a quantidade efetivamente alcançada possa ser expressa por uma fração da mudança na quantidade desejada teremos a seguinte equação:

$$q_t - q_{t-1} = \theta(q_t^* - q_{t-1}) \text{ ou } q_t = \theta q_t^* + (1-\theta)q_{t-1} \quad (5)$$

cuja fração é expressa pelo parâmetro  $\theta$  que na forma aritmética determina o coeficiente de ajustamento e, na forma logarítmica determina a elasticidade de ajustamento, sempre variando

entre 0 e 1 e onde  $q_t^* - q_{t-1}$  representa a mudança desejada na área cultivada de soja no Paraná e  $q_t - q_{t-1}$  significa a mudança atual na área cultivada de soja no Paraná. Substituindo a equação (4) na equação (5) tem-se (equação 6):

$$q_t = \alpha\theta + \beta_1\theta PS_{t-1} + \beta_2\theta PIS_{t-1} + \beta_3\theta PRS_{t-1} + \beta_4\theta AM_{t-1} + \beta_5\theta PM_{t-1} + (1-\theta)q_{t-1} + \beta_6\theta T + \varepsilon_t\theta \quad (6)$$

Esse modelo é chamado de modelo de ajustamento parcial. As equações (4) e (5) são denominadas de equação de longo prazo e curto prazo, respectivamente. Fazendo:  $\delta = \alpha\theta$ ,  $\psi_1 = \beta_1\theta$ ,  $\psi_2 = \beta_2\theta$ ,  $\psi_3 = \beta_3\theta$ ,  $\psi_4 = \beta_4\theta$ ,  $\psi_5 = \beta_5\theta$ ,  $\psi_6 = (1-\theta)$ ,  $\psi_7 = \beta_6\theta$  e  $v_t = \theta$ , temos:

$$q_t = \delta + \psi_1 PS_{t-1} + \psi_2 PIS_{t-1} + \psi_3 PRS_{t-1} + \psi_4 AM_{t-1} + \psi_5 PM_{t-1} + \psi_6 q_{t-1} + \psi_7 T + v_t \quad (7)$$

A equação (7) representa então o modelo de retardamento distribuído, que tem possibilidade de obter resultados estatisticamente mais significativos (Modelo de Nerlove) e que permite derivar as elasticidades de longo e curto prazos. No caso em questão, que estudamos a área cultivada de soja no Paraná, quanto mais próximo de zero (0) estiver o coeficiente de área defasada ( $\theta$ ), mais rápido, ou mais elástico será o ajustamento da oferta em resposta as variações dos preços, uma vez que  $\psi_6 = (1-\theta)$ . Visto de forma alternativa, quanto mais se aproximar  $\theta$  de um (1), mais o ajustamento se efetuará dentro de um período, mostrando que no curto prazo a oferta tende ao equilíbrio “desejado”. Assim posto,  $\psi_1$ , na forma logarítmica exprime diretamente a elasticidade-preço da área no curto prazo e, na forma aritmética, exprime a declividade da função de oferta no curto prazo.  $\psi_6 = (1-\theta)$  determina, por logaritmos, a elasticidade de ajustamento e, aritmeticamente, o coeficiente ajustamento. Finalmente  $\psi_1/(1-\psi_6) = \psi_1/\theta$ , define a elasticidade-preço da área de longo prazo, quando na especificação logarítmica, e a declividade da oferta no longo prazo, quando na especificação aritmética.

## Referencial Analítico e Testes Estatísticos

A pressuposição da ausência de correlação serial nos resíduos da regressão não pode ser testada pela estatística de Durbin-Watson (DW). Segundo Hoffmann (1977), não se deve aplicar o teste DW quando há variáveis independentes aleatórias, como é o caso de modelos onde valores defasados aparecem entre as variáveis independentes. Para verificar a existência de correlação serial nos resíduos, utilizou-se a estatística h, de Durbin.

O modelo de resposta da área de soja (Modelo de Nerlove) descrito pela equação (7) foi estimado, na forma logarítmica (Log N) e de forma linear, pelo método dos mínimos quadrados ordinários (MQO) utilizando-se para isso o pacote computacional RATS (2010). Devido à especificação logarítmica, as elasticidades com relação ao preço de importação e às demais variáveis são dadas diretamente por  $\psi_i$ .

Foram calculados os coeficientes de determinação múltipla ( $R^2$ ), a fim de medir o grau de ajustamento das equações estimadas. O teste “F” foi utilizado para determinar o grau de significância estatística da regressão obtida. O teste “t” de Student foi utilizado para determinar a significância estatística dos coeficientes das regressões. A hipótese nula testada foi:  $H_0: \psi = 0$ , contra  $H_A: \psi_1 > 0$ .

As restrições inicialmente impostas aos coeficientes da regressão parcial da equação (7) foram:  $\psi_1 > 0$ ,  $\psi_2 > 0$ ,  $\psi_3 > 0$ ,  $\psi_4 < 0$ ,  $\psi_5 < 0$  e  $0 < \psi_6 < 1$ . Espera-se um coeficiente positivo para os

preços pagos aos produtores de soja no Paraná e para os preços de exportação da soja, pois isto implicaria em maior incentivo ao aumento de área plantada com soja, quando os preços internos e externos estivessem elevados. Espera-se também um coeficiente positivo para a produtividade da soja no Paraná, pois, dependendo do comportamento dos preços internos e externos vai haver modificação da área plantada ou na tecnologia utilizada. Espera-se um coeficiente negativo para a área plantada com milho no Paraná e para os preços pagos aos produtores de milho do Paraná, pois, a soja e o milho são atividades substitutas que concorrem pela mesma área de produção.

## Fonte de Dados

Os dados utilizados neste estudo são séries temporais de 18 anos, que cobrem o período de 1995 a 2012. Não se trabalhou com um período maior por entender que o período abrangido é representativo e capta a evolução das principais variáveis utilizadas para estudar a área plantada de soja no Estado do Paraná, que foi escolhido para o estudo por ser responsável por 25% da produção brasileira de grãos e por ter na cultura da soja a principal atividade agrícola. As séries foram construídas conforme indicado a seguir.

Os dados relativos à área plantada com soja, com milho, bem como a produtividade da soja no estado do Paraná foram obtidos no banco de dados de séries históricas da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB).

As informações sobre os preços pagos aos produtores de soja e milho do Paraná foram obtidos no banco de dados do Departamento de Economia Rural (DERAL) da Secretaria da Agricultura e do Abastecimento do Paraná (SEAB). Os preços nominais das séries temporais foram deflacionados pelo IGP-DI da Fundação Getúlio Vargas (FGV) para a base maio/2012, convertendo-os em preços reais, que foram então utilizados nas regressões. As cotações nominais internacionais médias anuais (primeira entrega) da soja em grão foram levantadas pela Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais (Abiove), com base nos números divulgados pela Bolsa de Chicago (CBOT). Tais cotações foram deflacionadas pelo Índice de Preços ao Consumidor (CPI-U) do Bureau of Labor Statistics (BLS)/EUA para a base maio/2012, convertendo-as em cotações reais que foram então utilizados nas regressões.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

São apresentados, a seguir, os resultados das estimativas das equações de Nerlove, para a resposta da área plantada de soja no Estado do Paraná, no período de 1995 a 2012.

As variáveis consideradas relevantes para explicar as variações na área plantada de soja no Estado do Paraná foram: os preços pagos aos produtores de soja no Paraná (PS), os preços pagos aos produtores de milho no Paraná (PM), a área plantada de soja no Paraná defasada 1 período (AS) e a tendência (T). O coeficiente de determinação  $R^2$  mostrou que 99,18% das variações ocorridas na área plantada de soja no Estado do Paraná foram explicadas pelas variáveis predeterminadas no modelo. Os coeficientes das variáveis explicativas, conforme apresentado na tabela 1, preços pagos aos produtores de soja no Paraná (PS), preços pagos aos produtores de milho no Paraná (PM) e área plantada de soja no Paraná defasada em 1 período (AS) foram significativos em nível de 0,5% de probabilidade. Já o coeficiente dos preços internacionais da soja foi significativo em nível de 2,5% de

probabilidade, enquanto o coeficiente de tendência foi significativo em nível de 5% de probabilidade e a produtividade da soja no Paraná foi significativa em nível de 25% de probabilidade. A estatística F foi significativa em nível de 0,5% de probabilidade evidenciou que as variáveis explicativas são, conjuntamente, significativas para explicar a resposta da área plantada de soja no Paraná.

Tabela 1 – Estimativa logarítmica do modelo de resposta da área plantada de soja (Modelo de Nerlove), com 1 período de defasagem, Estado do Paraná, 2005-2012.

Variável Explicativa	Descrição	Coefficiente Estimado	Erro-padrão	Teste t
Constante	-	2,4682****	1,6145	1,5287
LPS	Preço da soja ao produtor	0,3238*	0,0427	7,5814
LPIS	Preço internacional da soja	-0,0664**	0,0255	-2,6072
LPRS	Produtividade da soja	0,0486*****	0,0550	0,8833
LAM	Área plantada de milho	0,0145sc	0,0828	0,1754
LPM	Preço do milho ao produtor	-0,2453*	0,0476	-5,1540
LAS	Área plantada de soja (defasada)	0,6124*	0,1293	4,7365
Tendência	-	0,0127***	0,0067	1,8787
		$R^2 = 0,9918$	$F(7,9) = 279,1184$	$DW = 1,6106$

Fonte: Dados da pesquisa. \*significativo a 0,5%; \*\*significativo a 2,5%; \*\*\*significativo a 5%  
\*\*\*\*significativo a 10%; \*\*\*\*\* significativo a 25% e sc = sem correlação serial.

A equação estimada (Modelo nerloveano) da resposta da área plantada de soja no Estado do Paraná, no período de 1995 a 2012 foi a seguinte:

$$\ln q_t = 2,47 + 3,32 \ln PS_{t-1} - 0,07 \ln PIS_{t-1} + 0,05 \ln PRS_{t-1} + 0,01 \ln AM_{t-1} - 0,25 \ln PM_{t-1} + 0,61 \ln q_{t-1} + 0,013T$$

Nesta primeira regressão, estimativa logarítmica do modelo de resposta da área plantada de soja (Modelo de Nerlove), com um (1) período de defasagem, pode-se observar que a área plantada de milho foi a única variável não significativa. O milho, no cenário nacional, vem se tornando uma atividade bastante interessante aos produtores de grãos. Analisando o Brasil em termos das modalidades de plantio, 1ª e 2ª safras, têm-se diferentes perspectivas de ocupação e evolução de área, o que sugere que, mesmo que as culturas da soja e do milho disputem área de produção, nas regiões onde ocorre a 1ª e a 2ª safra (safrinha de inverno) competição por área é menos intensa, e tanto a soja quanto o milho tem opção de crescimento, sem mútua interferência.

No caso dos preços internacionais da soja, o valor gerado pelo modelo para o coeficiente de regressão foi negativo, o que contraria as restrições inicialmente impostas ao modelo. Tal comportamento sugere que elevações dos preços internacionais desestimulariam os produtores de soja do Paraná a ampliarem a área de produção na próxima safra, o que vai contra o referencial da teoria econômica utilizado.

Considerando a variável produtividade da soja, observa-se que tanto a restrição imposta inicialmente ao modelo, quanto o valor gerado para o coeficiente de regressão do modelo são coerentes com a teoria econômica da oferta. No Estado do Paraná, a cultura da soja apresenta alto grau de especialização, os produtores estão integrados no sistema de

mercado, aos canais de comercialização. A cultura é realizada na pequena, média e grande propriedade com bons níveis de produtividade em qualquer um dos estratos analisados, além disso, a soja é utilizada na sucessão do trigo e do milho (atividades totalmente mecanizadas, utilizando insumos modernos, sementes melhoradas e com pacotes tecnológicos bastante adequados a cada situação). Para que se possa ter um incremento ainda maior de produtividade, seria necessário adotar melhores tecnologias, que tem um custo de implantação mais elevado e, isso só seria possível caso o preço futuro esperado fosse mais elevado e compensasse tal investimento.

Optou-se assim por retirar do modelo a área plantada de milho no Paraná, as cotações internacionais da soja e a produtividade da soja no Paraná e ajustar novamente a equação pelo método dos mínimos quadrados ordinários (MQO), obtendo os resultados que são apresentados na tabela 2.

Tabela 2 – Estimativa logarítmica do modelo de resposta da área plantada de soja (Modelo de Nerlove), com 1 período de defasagem, Estado do Paraná, 2005-2012.

Variável Explicativa	Descrição	Coefficiente Estimado	Erro-padrão	Teste t
Constante	-	0,9427***	1,0861	0,8679
LPS	Preço da soja ao produtor	0,4109*	0,0755	5,4366
LPM	Preço do milho ao produtor	-0,0868***	0,0918	-0,9450
LAS	Área plantada de soja (defasada)	0,7616*	0,1104	6,8924
Tendência	-	0,0125**	0,0064	1,9453
$R^2 = 0,9841$		$F(4,12) = 185,5166$		$DW = 1,5895$

Fonte: Dados da pesquisa. \*significativo a 0,5%; \*\*significativo a 5%; \*\*\*significativo a 25%.

A equação estimada (Modelo de Nerlove) da resposta da área plantada de soja de curto prazo, no Estado do Paraná, no período de 1995 a 2012 foi a seguinte:

$$\text{Ln}q_t = 0,9427 + 0,4109\text{lnPS}_{t-1} - 0,0868\text{lnPM}_{t-1} + 0,7616\text{ln}q_{t-1} + 0,0125T$$

As variáveis consideradas relevantes, após o ajuste da regressão, para explicar as variações na área plantada de soja no Estado do Paraná foram: os preços pagos aos produtores de soja no Paraná (PS), os preços pagos aos produtores de milho no Paraná (PM), a área plantada de soja no Paraná defasada 1 período (AS) e a tendência (T). O coeficiente de determinação  $R^2$  mostrou que 98,41% das variações ocorridas na área plantada de soja no Estado do Paraná foram explicadas pelas variáveis predeterminadas no modelo. A estatística F foi significativa em nível de 0,5% de probabilidade e evidenciou que as variáveis explicativas são, conjuntamente, significativas para explicar a resposta da área plantada de soja no Paraná.

Os coeficientes das variáveis explicativas, conforme apresentados na tabela 2, preços pagos aos produtores de soja no Paraná (PS) e área plantada de soja no Paraná defasada em 1 período (AS) foram significativos em nível de 0,5% de probabilidade. Já o coeficiente dos preços pagos aos produtores de milho no Paraná (PM) foi significativo em nível de 25% de probabilidade, enquanto o coeficiente de tendência foi significativo em nível de 5% de probabilidade.

Todos os sinais dos coeficientes de regressão parcial dessas variáveis são coerentes com as hipóteses formuladas anteriormente, com a teoria da econômica (teoria da oferta), ou, com o conhecimento empírico. O sinal positivo e o valor significativo diferente de zero do coeficiente da variável tendência (T) sugere que a resposta da área plantada de soja no Paraná, mantidas “Ceteris Paribus” as demais variáveis da regressão (preços pagos aos produtores de soja no Paraná, preços pagos aos produtores de milho no Paraná e área plantada de soja no Paraná defasada em 1 período), tenderia a aumentar ao longo do período.

Dado que o coeficiente estimado para os preços pagos aos produtores de soja no Paraná foi muito significativo, calculou-se, a partir desta função, as elasticidades-preço da área plantada de soja no Paraná, encontrando os seguintes resultados:

$\epsilon_p = 0,4109$  (elasticidade-preço da área plantada de soja no Paraná de curto prazo)

$\epsilon_p^* = 1,7238$  (elasticidade-preço da área plantada de soja no Paraná de longo prazo)

Assim, as elasticidade-preço da área plantada de soja no Paraná foram iguais a 0,41 e 1,72, no curto e longo prazos, respectivamente, indicando que um aumento de 10% nos preços pagos aos produtores de soja no Paraná poderia ocasionar uma ampliação da área plantada de soja, de 4,1% no curto prazo e de 17,2% no longo prazo, *ceteris paribus*. Pode-se perceber que no curto prazo a elasticidade-preço da área plantada de soja no Paraná é inelástica ao preço da soja, enquanto que no longo prazo é elástica. Isto se deve ao fato de haver uma relativa inelasticidade de oferta de fatores de produção e, em parte, pela inexistência de mobilidade total na realocação de fatores, que é inerente ao curto prazo.

O coeficiente de ajustamento da área defasada de soja no Paraná ( $\theta$ ) indica que 76,2% das desigualdades entre a oferta (área plantada de soja no Paraná) e o equilíbrio no longo prazo são supridos no prazo de um ano.

## CONCLUSÕES

As informações obtidas neste trabalho permitem sugerir que as variáveis predeterminadas no Modelo de Nerlove (os preços pagos aos produtores de soja no Paraná, a área plantada de soja no Paraná defasada um período e a tendência) têm bom poder de explicação sobre as variações na área plantada de soja no Estado do Paraná, no período de 1995 a 2012.

Quanto aos preços pagos aos produtores de soja no Paraná, mostraram-se muito significativos, sugerindo que os produtores se baseiam mais nos preços internos do que nos preços externos para a definição da área plantada de soja. Na decisão de produzir soja, apesar de existirem muitas variáveis envolvidas no processo, o produtor normalmente procede a uma simplificação e avalia aquela que para ele tem maior significância: o preço. Em outras palavras, o estudo corroborou o fato de o produtor agrícola ser um tomador de preços.

A tendência da área plantada de soja no Estado do Paraná foi bastante significativa, e, seu sinal positivo, sugere que a mesma tende a aumentar ao longo do período. Tal aspecto confirma as estimativas do MAPA (2012), em que a área plantada com soja no Brasil deva passar para 29,0 milhões de hectares na safra 2021/2022. Isto representa um acréscimo de 4,7

milhões de hectares em relação à área prevista para a safra 2011/2012. No Paraná, a perspectiva de ampliação da área plantada também é coerente com a realidade.

A área plantada de soja no Estado do Paraná é inelástica aos preços recebidos pelos produtores no curto prazo, mas, tende a se tornar elástica aos preços no longo prazo. Na entressafra, como todos os fatores de produção se tornam variáveis, expectativas crescentes de preços para a soja estimulam uma rápida ampliação de área plantada no próximo ciclo de produção, como observado agora para a safra 2012/2013.

Apesar das variáveis predeterminadas no modelo terem bom poder de explicação sobre as variações na área plantada de soja no Estado do Paraná, recomendasse, em outros trabalhos de pesquisa, proceder à estimação incluindo outras variáveis que não foram consideradas neste momento.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBOSA, F. de H. **Microeconomia: teoria, modelos econométricos e aplicações à economia brasileira**. Rio de Janeiro: IPEA, 1985. 534p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. **Projeções do agronegócio: Brasil 2011/2012 a 2021/2022**. Assessoria de Gestão Estratégica. Brasília, 2012, 51p.

CONAB. [Site oficial] **Séries históricas**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: maio de 2011.

FAPRI. **World agricultural outlook 2008**. Center for Agricultural and Rural Development – Iowa State University, 2008. Disponível em: <<http://www.fapri.iastate.edu/publications>>. Acesso em: maio 2012.

PARANÁ. Secretaria da Agricultura e do Abastecimento do Paraná - SEAB. [Site oficial] **Séries históricas**. Disponível em: <<http://www.seab.gov.pr>>. Acesso em: maio de 2012.

RATS. **RATS version 8 introduction**. Estima: Evanstone, IL, 2010.