

ALOCAÇÃO ÓTIMA DE PRODUTOS AGROPECUÁRIOS NO MERCOSUL: UM MODELO DE EQUILÍBRIO ESPACIAL COM PRODUTOS INTERMEDIÁRIOS

Paulo D. Waquil*

RESUMO

Este artigo implementa e valida um modelo de equilíbrio espacial para a análise da alocação ótima de produtos animais e grãos no Mercosul. O modelo é formulado com a presença de produtos intermediários, levando em consideração as relações tecnológicas entre produtos nos vários estágios do processo produtivo e trazendo melhor representação da realidade. Em vez da suposição de custos de transformação constantes, são assumidas funções de transformação com inclinação positiva, refletindo custos marginais de transformação crescentes. A variação nos níveis de bem-estar dos agentes econômicos, gerada pela formação do bloco regional, também é computada.

Termos para indexação: Integração regional; Programação matemática.

* PhD, professor do Curso de Pós-Graduação em Economia Rural (CPGER) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), bolsista do CNPq. Av. João Pessoa, no 31, CEP 90040 000 - Porto Alegre, RS.

OPTIMAL ALLOCATION OF AGRICULTURAL PRODUCTS IN THE MERCOSUL: A SPATIAL EQUILIBRIUM MODEL WITH INTERMEDIATE PRODUCTS

ABSTRACT

This paper implements and validates a spatial equilibrium model to the analysis of the optimal allocation of animal products and grains in the Mercosul. The model is formulated with the presence of intermediate products, accounting for the technological relationships among commodities in the several stages of production and bringing a better representation of the real world. Instead of the usual assumption of constant costs of transformation, positively sloped cost of transformation functions are assumed, reflecting increasing marginal costs of transformation. The change in the welfare levels of economic agents generated by the formation of the regional bloc is also computed.

Index terms: Regional integration; Mathematical programming.

INTRODUÇÃO

Em 26 de março de 1991, foi formalizado o Tratado de Assunção, criando o Mercado Comum do Sul (Mercosul), envolvendo quatro nações: Argentina, Brasil, Paraguai e Uruguai. O acordo objetiva o estabelecimento de um único mercado entre as quatro nações, baseado na livre circulação de bens e serviços, no estabelecimento de tarifas externas comuns, na coordenação de políticas macroeconômicas e setoriais, assim como na harmonização das legislações para fortalecer o processo de integração. O Mercosul já está efetivado desde o início de 1995, apesar de uma lista de exceções, e deverá estar completamente operativo até o final do ano 2000.

Como Perez del Castillo (1993) sugere, o Mercosul representa uma oportunidade histórica para as quatro nações se unirem e explorarem o vasto potencial para a maior prosperidade dos seus habitantes. Ala Rue e Lavergne (1992) indicam que historicamente o comércio dentro da região tem sido pequeno e limitado a certos produtos, mas que a formação

do bloco regional traz a possibilidade de aumentar os fluxos de comercialização e sustentar este aumento ao longo do tempo.

A Tabela 1, a seguir, apresenta algumas das estatísticas básicas para os países do Mercosul. Em 1990, os quatro países tinham uma população total de mais de 190 milhões e uma área total de aproximadamente 12 milhões de quilômetros quadrados. A soma do PIB da Argentina, Brasil, Paraguai e Uruguai foi de quase US\$ 600 bilhões em 1990. Pode-se notar, na Tabela 1, que a Argentina e o Brasil formam quase totalmente o tamanho do mercado.

TABELA 1

**Estatística básica para Argentina,
Brasil, Paraguai e Uruguai - 1990**

	Argentina	Brasil	Paraguai	Uruguai
População (milhões)	32,3	150,4	4,3	3,1
População urbana (%)	86,3	74,9	47,5	85,5
Taxa anual de crescimento populacional (%)	1,3	2,1	3,0	0,6
Área total (1.000km ²)	2.767,0	8.512,0	407,0	177,0
Área agrícola (1.000km ²)	1.694,0	2.442,0	233,0	148,0
PIB (US\$ bilhões)	105,5	473,7	5,3	8,2
Parcela da agricultura no PIB (%)	14,5	10,2	27,8	10,9
PIB <i>per capita</i> (US\$)	2.400,0	2.680,0	1.110,0	2.560,0
Oferta diária de calorias <i>per capita</i>	3.113,0	2.751,0	2.757,0	2.653,0
Oferta diária de proteínas <i>per capita</i> (gramas)	101,0	62,0	72,0	79,0

Fonte: World Bank (1993).

A agricultura é um setor crucial e dinâmico na região e demonstra considerável especialização. O Mercosul é grande produtor e exportador de grãos, frutas, café, carne bovina, aves e outros produtos agroindustriais. A Tabela 2, a seguir, apresenta a parcela da agricultura nas exportações totais, ilustrando a importância do setor agrícola nestas economias. Em 1992, as exportações de produtos agrícolas corresponderam a 25% das exportações totais no Brasil e 38% no Uruguai. As exportações agrícolas corresponderam a parcelas ainda maiores na Argentina e no Paraguai, respectivamente 58% e 75%.

Na Tabela 2, a seguir, pode-se notar também que todos os países do Mercosul são exportadores líquidos de produtos agrícolas.* Assim, não apenas os elos intra-regionais são importantes, mas também os elos entre o Mercosul e o resto do mundo. A formação do bloco regional implica economias de escala geradas pela ampliação dos mercados, especialização e investimentos externos, resultando na melhoria da posição de barganha internacional.

TABELA 2

Valor das exportações e importações agrícolas; exportações totais dos países do Mercosul, em US\$ milhões - 1992

	Exportações agrícolas	Exportações totais	%	Importações agrícolas	Exportações agrícolas líquidas
Argentina	7.122	12.235	58,2	941	6.181
Brasil	8.934	35.793	25,0	2.586	6.348
Paraguai	492	657	74,9	166	326
Uruguai	654	1.703	38,4	220	434

Fonte: FAO (1993), IMF(1994).

Grande parte da pesquisa sobre a alocação espacial de recursos, comércio regional e equilíbrio de mercados é baseada no modelo de programação matemática desenvolvido por Samuelson (1952) e Takayama e Judge (1964a, 1964b, 1971). Várias extensões e aplicações empíricas têm sido implementadas para diversos conjuntos de produtos e conjuntos de regiões, seguindo aqueles estudos. Thompson (1981) e Hertel (1990) apresentam sumários do desenvolvimento de modelos de comércio internacional de produtos agrícolas.

Neste artigo, um modelo de equilíbrio espacial é formulado, permitindo a ocorrência de estágios de produção com produtos intermediários. Considera-se que existem diversos estágios no processo produtivo. Em cada estágio, os bens produzidos podem ser destinados como produtos intermediários para a produção de novos bens no estágio seguinte, sendo possível que um bem mantenha sua forma de um estágio para outro. No último estágio, todos os bens são destinados para o consumo final. Em cada estágio, também, os produtos podem ser transportados entre regiões.

Estudos anteriores que analisam a presença de produtos intermediários (TAKAYAMA e JUDGE, 1964b; THORE, 1992; BISHOP, PRATT e NOVAKOVIK,

1993) assumem custos de processamento constantes, os quais podem diferir entre regiões. Neste caso, é necessário considerar as capacidades regionais no conjunto de restrições. O presente estudo inova no sentido de que assume funções de custo de transformação com inclinação positiva, representando custos marginais crescentes no processamento de produtos intermediários em produtos finais. À medida que a produção de bens secundários ou finais se expande, o custo de transformação de unidades adicionais aumenta. Assim, mesmo que uma região tenha custos menores em um determinado nível de produção, pode não ser vantajoso expandir a produção acima de um certo nível, já que seus custos de transformação aumentarão e eventualmente poderão se tornar proibitivos.

A próxima seção apresenta a formulação do modelo de equilíbrio espacial com produtos intermediários, com funções de custo de transformação com inclinação positiva. A seguir, as necessidades e fontes de dados para a implementação do modelo no caso do Mercosul são discutidas. Então, o modelo é implementado e validado para a análise da alocação ótima de produtos animais e grãos nos países que compõem o bloco regional. Por fim, a última seção analisa a variação nos níveis de bem-estar de produtores e consumidores e apresenta as conclusões do artigo.

O MODELO

O modelo de equilíbrio espacial com produtos intermediários desenvolvido neste artigo é estático, envolve equilíbrio parcial, assume competição perfeita e produtos homogêneos. Considera, também, que não ocorrem mudanças estruturais na oferta e demanda durante a transição de uma posição inicial para uma nova posição de equilíbrio, isto é, quantidades e preços são determinados ao longo das funções de oferta e de demanda. Para formular o modelo de programação matemática,¹ é necessário assumir que as condições de integrabilidade das funções de oferta e de demanda são satisfeitas.

¹ Takayama (1994) distingue integrabilidade matemática de integrabilidade econômica. Integrabilidade matemática refere-se à condição em que a matriz de derivadas é simétrica. No caso das funções de oferta, as suposições clássicas da teoria da produção

O modelo descrito utiliza uma formulação primal, na qual as variáveis de decisão são quantidades (produção, consumo, fluxos de comercialização) e os multiplicadores de Lagrange são interpretados como preços-sombra. Waquil (1995) apresenta uma formulação dual, na qual as variáveis de decisão são preços e os multiplicadores de Lagrange são interpretados como quantidades-sombra. A formulação dual pode ser mais apropriada na presença de restrições não-lineares nos preços.

A seguir, o modelo primal é desenvolvido com o processo de produção ocorrendo em dois estágios. Entretanto, pode ser generalizado para qualquer número de estágios de produção. Considere, então, a alocação de um conjunto de K produtos primários e N produtos finais, entre J regiões separadas espacialmente. Os K produtos primários podem ser produzidos e processados em produtos finais em cada uma das J regiões. Os N produtos finais podem ser consumidos em cada uma das J regiões. Todos os produtos primários e finais podem ser comercializados entre regiões.

A produção de produtos finais envolve dois tipos de insumos: os produtos primários e outros insumos. Chavas, Cox e Jesse (1993) apresentam uma função de custo restrita, medindo o custo do uso ótimo de outros insumos condicional no uso de produtos primários e na produção de produtos finais:

$$CT_i(x_i, y_i) = \text{Min}_{v_i} \{ r_i' v_i : (v_i, x_i, y_i) \in F_i \} \quad (1)$$

onde x_i representa o vetor de insumos primários usados na produção de y_i ; y_i representa o vetor de produtos finais;

v_i representa o vetor de outros insumos;

r_i representa o vetor de preços dos insumos v_i ;

implicam a condição de simetria. No entanto, no caso das funções de demanda, simetria é prevista para funções Hicksianas, que são utilizadas neste estudo. Funções de demanda Marshallianas não são necessariamente simétricas, a menos que o efeito-renda seja idêntico para todos os bens. Por outro lado, integrabilidade econômica refere-se à condição em que a matriz de derivadas é semidefinida positiva para funções de oferta e semidefinida negativa para funções de demanda.

F_i representa o conjunto de possibilidades de produção, estabelecendo a relação tecnológica entre os insumos v_i e x_p e produtos y_i em cada região i .

A função $CT_i(x_i, y_i)$ é, assim, uma medida dos custos de transformação de produtos primários em produtos finais na região i . Assume-se que é uma função decrescente em x_p e crescente em y_i .

A notação a ser utilizada é descrita a seguir:

$PPRD_{k,i}$ = produção do k -ésimo produto primário na região i , para $k = 1, \dots, K$ e $i = 1, \dots, J$;

$FPRD_{n,i}$ = produção do n -ésimo produto final na região i , para $n = 1, \dots, N$ e $i = 1, \dots, J$;

$CONS_{n,i}$ = consumo do n -ésimo produto final na região i , para $n = 1, \dots, N$ e $i = 1, \dots, J$;

$XP_{k,i,j}$ = exportações do k -ésimo produto primário da região i para a região j , para $k = 1, \dots, K$, $i = 1, \dots, J$ e $j = 1, \dots, J$;

$XF_{n,i,j}$ = exportações do n -ésimo produto final da região i para a região j , para $n = 1, \dots, N$, $i = 1, \dots, J$ e $j = 1, \dots, J$;

$TP_{k,i,j}$ = custo unitário de transporte do k -ésimo produto primário da região i para a região j , para $k = 1, \dots, K$, $i = 1, \dots, J$ e $j = 1, \dots, J$;

$TF_{n,i,j}$ = custo unitário de transporte do n -ésimo produto final da região i para a região j , para $n = 1, \dots, N$, $i = 1, \dots, J$ e $j = 1, \dots, J$;

$P^s_{k,i}$ = função de oferta do k -ésimo produto primário na região i , para $k = 1, \dots, K$ e $i = 1, \dots, J$;

$P^d_{n,i}$ = função de demanda Hicksiana do n -ésimo produto final na região i , para $n = 1, \dots, N$ e $i = 1, \dots, J$;

$CT_{n,i}$ = função de custo de transformação do n -ésimo produto final na região i , para $n = 1, \dots, N$ e $i = 1, \dots, J$, conforme definida em (1).

As funções $P^s_{k,i}$, $P^d_{n,i}$ e $CT_{n,i}$ são funções de quantidades e incluem também os efeitos de preços cruzados.

Samuelson (1952) demonstra que o equilíbrio de mercado pode ser obtido por meio da maximização de uma função de ganho social líquido,

dada pela soma do excedente do produtor e do excedente do consumidor. Em uma dimensão de múltiplos produtos e múltiplas regiões, uma função de ganho social líquido agregado é obtida com o somatório do excedente do produtor e do excedente do consumidor dos vários produtos e das várias regiões, menos o custo de transporte de produtos entre regiões. Na presença de produtos intermediários, é necessário ainda subtrair o custo de transformação em cada estágio de produção.

A maximização da função de ganho social líquido agregado é sujeita a dois conjuntos de restrições: 1^o) as restrições de fluxos de comercialização, segundo as quais nenhuma região pode usar domesticamente e exportar mais do que a quantidade produzida, e nenhuma região pode consumir (tanto como produto intermediário ou como produto final) mais do que a quantidade produzida e importada de todas as outras regiões; e 2^o) as restrições de que nenhuma região pode produzir, consumir ou comercializar quantidades negativas.

Desta forma, o problema de maximização pode ser formulado como a maximização de

$$\sum_n \left\{ \sum_n \int_0^{CONS_{n,j}} P_{n,i}^d(t) dt - \sum_k \int_0^{PPRD_{k,j}} P_{k,i}^s(u) du - \sum_n \int_0^{FPRD_{n,j}} CT_{n,i}(v) dv \right\} \dots$$

$$\dots - \sum_n \sum_i \sum_j TF_{n,i,j} \cdot XF_{n,i,j} - \sum_k \sum_i \sum_j TP_{k,i,j} \cdot XP_{k,i,j}$$

sujeito a

$$PPRD_{k,j} \geq \sum_j XP_{k,i,j} \quad f_i \left(\sum_j XP_{k,i,j}, \forall k; FPRD_{n,i}, \forall n \right) \leq 0$$

$$PPRD_{k,i} \geq \sum_j XP_{k,i,j} \quad f_i \left(\sum_j XP_{k,i,j}, \forall k; FPRD_{n,i}, \forall n \right) \leq 0$$

$$FPRD_{n,i} \geq \sum_j XF_{n,i,j}$$

$$\sum_j XF_{n,i,j} \geq CONS_{n,i}$$

$$PPRD_{k,i} \geq 0, FPRD_{n,i} \geq 0, CONS_{n,i} \geq 0, XP_{k,i,j} \geq 0, XF_{n,i,j} \geq 0$$

$$\forall k, \forall n, \forall i, \forall j.$$

(2)

Observe que a função $f_i\left(\sum_j XP_{k,j,i}, \forall k; FPRD_{n,i}, \forall n\right) \leq 0$ é uma função de transformação implícita, representando a relação tecnológica estabelecida pelo conjunto de possibilidades de produção F_i . Neste estudo, assume-se a ocorrência de tecnologias de Leontief, pela sua facilidade de uso em trabalhos empíricos. É um caso especial (subconjunto) do conjunto de possibilidades de produção definido anteriormente e implica que a transformação de produtos primários em produtos finais seja caracterizada por coeficientes fixos. Assim, as restrições envolvendo relações tecnológicas podem ser escritas como:

$$\sum_j XP_{k,j,i} \geq \sum_n \alpha_{k,n,i} \cdot FPRD_{n,i} \quad (3)$$

onde $\alpha_{k,n,i}$ é a quantidade do k -ésimo produto primário usada como insumo para produzir uma unidade do n -ésimo produto final na região i , para $k = 1, \dots, K$, $n = 1, \dots, N$ e $i = 1, \dots, J$. Note que com a suposição de tecnologias de Leontief, todas as restrições são lineares.

Após a substituição das restrições (3) no problema de maximização (2), a função Lagrangeana associada é:

$$\begin{aligned} L = & \sum_i \left\{ \sum_n \int_0^{CONS_{n,i}} P_{n,i}^d(t) dt - \sum_k \int_0^{PPRD_{k,i}} P_{k,i}^s(u) du \right. \\ & \left. - \sum_n \int_0^{FPRD_{n,i}} CT_{n,i}(v) dv \right\} - \sum_k \sum_i \sum_j TP_{k,i,j} \cdot XP_{k,i,j} \\ & - \sum_n \sum_i \sum_j TF_{n,i,j} \cdot XF_{n,i,j} + \sum_i \sum_k \lambda_{k,i} \cdot [PPRD_{k,i} - \sum_j XP_{k,i,j}] \\ & + \sum_i \sum_k \mu_{k,i} \cdot [\sum_j XP_{k,j,i} - \sum_n \alpha_{k,n,i} \cdot FPRD_{n,i}] \\ & + \sum_i \sum_n \eta_{n,i} \cdot [FPRD_{n,i} - \sum_j XF_{n,i,j}] + \sum_i \sum_n \tau_{n,i} \cdot [\sum_j XF_{n,j,i} - CONS_{n,i}] \end{aligned} \quad (4)$$

onde $\lambda_{k,i}$, $\mu_{k,i}$, $\eta_{n,i}$ e $\tau_{n,i}$ são os multiplicadores de Lagrange correspondentes.

As condições de Kuhn-Tucker associadas com o problema anterior são necessárias e suficientes para uma solução global, na presença da fun-

ção-objetivo diferenciável e côncava e com restrições lineares (Sposito, 1975; Takayama, 1985, 1994). Estas condições de Kuhn-Tucker são apresentadas em Waquil (1995) e implicam:

$$CONS_{n,i} > 0 \Rightarrow P_{n,i}^d = \tau_{n,i} \quad (5a)$$

$$PPRD_{k,i} > 0 \Rightarrow P_{k,i}^s = \lambda_{k,i} \quad (5b)$$

$$FPRD_{n,i} > 0 \Rightarrow CT_{n,i} + \sum_k \alpha_{k,n,i} \cdot \mu_{k,i} = \eta_{n,i} \quad (5c)$$

$$XP_{k,i,j} > 0 \Rightarrow TP_{k,i,j} = \mu_{k,j} - \lambda_{k,i} \quad (5d)$$

$$XF_{n,i,j} > 0 \Rightarrow TF_{n,i,j} = \tau_{n,j} - \eta_{n,i} \quad (5e)$$

$$\lambda_{k,i} > 0 \Rightarrow PPRD_{k,i} = \sum_j XP_{k,i,j} \quad (5f)$$

$$\mu_{k,i} > 0 \Rightarrow \sum_j XP_{k,i,j} = \sum_n \alpha_{k,n,i} \cdot FPRD_{n,i} \quad (5g)$$

$$\eta_{n,i} > 0 \Rightarrow FPRD_{n,i} = \sum_j XF_{n,i,j} \quad (5h)$$

$$\tau_{n,i} > 0 \Rightarrow \sum_j XF_{n,i,j} = CONS_{n,i} \quad (5i)$$

Os multiplicadores de Lagrange são interpretados como preços-sombra em equilíbrio competitivo. A condição (5a) indica que o preço de demanda para o n -ésimo produto final na região i é igual ao preço de mercado ao consumidor, sempre que o consumo deste produto for positivo. Se não houver consumo, as condições de Kuhn-Tucker implicam que o preço de demanda é menor ou igual ao preço de mercado ao consumidor. Da mesma forma, a condição (5b) implica que, sempre que a produção do k -ésimo produto primário na região i for positiva, seu preço de oferta é igual ao preço de mercado ao produtor. Se não houver produção daquele produto naquela região, então as condições de Kuhn-Tucker implicam que o preço de oferta é maior ou igual ao preço de mercado ao produtor. A condição (5c) implica que, se houver produção do n -ésimo produto final na região i , o preço de mercado ao produtor é igual ao custo de transformação mais o custo de insumos intermediários (produtos primários). Se não houver produção de algum produto final em alguma região,

então o custo de produção (custo de transformação mais custo de insumos intermediários) daquele produto são maiores ou iguais ao preço de mercado ao produtor naquela região. Estas condições implicam lucro zero para o setor de processamento.

As condições a seguir (5d) e (5e) acarretam lucro zero para o setor de transportes. O diferencial de preços entre regiões é menor ou igual ao custo unitário de transporte, para todos os produtos primários e finais. Sempre que houver comercialização de um determinado produto, o diferencial entre o preço de mercado ao consumidor na região importadora e o preço de mercado ao produtor na região exportadora é exatamente igual ao custo unitário de transporte daquele produto entre as duas regiões. Assumindo-se custo de transporte zero dentro de cada região ($TP_{k,i,i} = TF_{n,i,i} = 0$), o preço de mercado ao produtor é igual ao preço de mercado ao consumidor, dentro de cada região, para todos os produtos.

Finalmente, as condições (5f) a (5i) reproduzem as restrições lineares do problema de otimização. Em cada região, a produção tem de ser maior ou igual ao uso doméstico mais exportações, e o consumo (tanto como insumo intermediário ou como produto final) menor ou igual à produção doméstica mais importações. Quando os multiplicadores de Lagrange (preços-sombra) são positivos, as condições acima vigoram com igualdade.

Todas estas condições, tomadas em conjunto, caracterizam uma solução ótima para o problema de equilíbrio espacial primal com produtos intermediários, em equilíbrio competitivo. O modelo pode ser facilmente entendido, para incorporar outros aspectos da teoria do comércio internacional. Mais especificamente, algumas limitações nos fluxos de comercialização podem ser incluídas para representar melhor a realidade, como, por exemplo, a presença de tarifas, quotas, ou outros programas governamentais.

NECESSIDADES E FONTES DE DADOS

Os subsetores de produtos animais e grãos estão entre os subsetores mais importantes da agricultura nos quatro países do Mercosul. Neste estudo, 11 produtos são selecionados para análise: carne bovina, suínos, aves, leite fluido, queijos, leite em pó, trigo, milho, arroz, soja e farelo de

soja. Outros produtos são excluídos porque a comercialização entre os países do bloco não é substancial, ou porque seus elos com os subsetores de produtos animais e grãos são fracos.

A implementação do modelo envolve a caracterização de quatro estágios de produção. No primeiro estágio, ocorre a produção de produtos primários: carne bovina, trigo, milho, arroz e soja. No segundo estágio, soja pode ser processada em farelo de soja. No terceiro estágio, produtos secundários (trigo, milho, soja e farelo de soja) podem ser usados como insumos para a produção de suínos, aves e leite fluido. Finalmente, no quarto estágio de produção, leite fluido pode ser processado em queijos e leite em pó. Observe que é possível que cada produto mantenha sua forma de um estágio para outro. No último estágio, todos os produtos são destinados para o consumo final.

Para implementar o modelo de equilíbrio espacial com produtos intermediários, é necessário especificar as funções de oferta dos produtos primários, as funções de custo de transformação dos produtos secundários, terciários e finais, bem como as funções de demanda dos produtos finais. São assumidas funções lineares, as quais podem ser derivadas das elasticidades-preço, quantidades e preços observados em um período-base. O período-base considerado é uma média de cinco anos (1989-1993), a fim de evitar situações atípicas causadas por problemas climáticos, políticas domésticas excepcionais, ou outra condição afetando a produção, consumo e fluxos de comercialização apenas no curto prazo. Cinco regiões são consideradas: os quatro países do Mercosul e uma região designada como o resto do mundo (RM). É importante levar em conta o RM com a finalidade de analisar os elos internacionais entre o Mercosul e o RM.

As fontes de dados para as quantidades produzidas e consumidas e para os preços são os anuários estatísticos da FAO. As elasticidades-preço são obtidas de um banco de dados do USDA (SULLIVAN *et alii.*, 1992). Além disso, outros parâmetros são necessários: custos unitários de transporte e as quantidades de produtos intermediários usadas como insumos para produzir uma unidade de cada produto secundário, terciário e final. Estes dados são obtidos de um estudo sobre custos de produção e competitividade de produtos agrícolas no Mercosul (IEPE, 1992; MGAYP, 1992).

EQUILÍBRIO ESPACIAL NOS SUBSETORES DE PRODUTOS ANIMAIS E GRÃOS

Os níveis ótimos de produção, consumo e fluxos de comercialização são apresentados nas Tabelas 3, 4 e 5, a seguir. Como um bloco regional, o Mercosul é um importante produtor e exportador de quase todos os produtos selecionados. A região aparece como importadora apenas de leite em pó. A maior parte da produção e do consumo dentro do bloco ocorre na Argentina e no Brasil, por causa do tamanho de suas economias.

TABELA 3

Níveis ótimos de produção, em mil toneladas

	Argentina	Brasil	Paraguai	Uruguai	RM
Carne bovina	2.687	2.950	160	356	45.055
Suínos	187	1.249	143	20	69.486
Aves	470	2.775	23	30	38.954
Leite fluido	6.673	15.301	233	1.137	443.665
Queijos	291	212	1	19	13.518
Leite em pó	120	146	-	11	5.701
Trigo	10.315	3.404	317	372	548.752
Milho	10.696	25.174	722	423	794.046
Arroz	455	9.742	64	570	511.141
Soja	10.662	19.908	1.539	30	76.174
Farelo de soja	5.941	12.159	309	9	54.828

A produção de carne bovina é relativamente importante nos quatro países. Na solução ótima, Argentina, Paraguai e Uruguai são exportadores, enquanto o Brasil produz a quantidade suficiente para atender a seu consumo doméstico. As exportações de carne do Mercosul para o RM são de 298 mil toneladas. Por outro lado, o Brasil é o único importante produtor e exportador de suínos e aves. Sozinho, o país exporta 153 mil toneladas de suínos e 401 mil toneladas de aves para o RM. A Argentina aparece como importadora, adquirindo 31 mil toneladas de aves do Brasil.

Os resultados ótimos indicam que leite fluido é um produto não-comercializável, porque seu custo unitário de transporte é elevado relativamente ao seu preço. Cada país produz a quantidade suficiente para atender o consumo doméstico de leite fluido mais a quantidade utilizada

TABELA 4

Níveis ótimos de consumo, em mil toneladas

	Argentina	Brasil	Paraguai	Uruguai	RM
Carne bovina	2.687	2.950	160	356	45.055
Suínos	187	1.249	143	20	69.486
Carne bovina	2.541	2.950	108	256	45.353
Suínos	185	1.096	141	20	69.643
Aves	501	2.344	23	30	39.355
Leite fluido	6.673	15.300	233	1.138	443.665
Queijos	260	217	1	9	13.554
Leite em pó	107	197	2	3	5.668
Trigo	4.306	6.982	293	350	551.229
Milho	6.272	29.498	643	467	794.181
Arroz	341	10.091	61	246	511.233
Soja	7.565	16.866	413	18	83.450
Farelo de soja	283	3.247	131	11	69.573

Nota: os níveis das Tabelas 3 e 4 refletem a soma do consumo seja como produto intermediário, seja como produto final.

como insumo na produção de queijos e leite em pó. No entanto, os fluxos de comercialização dos outros produtos lácteos são significantes. Argentina e Uruguai são exportadores de queijos e leite em pó, enquanto Brasil e Paraguai são importadores. A Argentina exporta 31 mil toneladas de queijos para o RM, 10 mil toneladas de leite em pó para o Brasil e 2 mil toneladas de leite em pó para o Paraguai. O Uruguai exporta 5 mil toneladas de queijos e 8 mil toneladas de leite em pó para o Brasil, e, ainda, 5 mil toneladas de queijos para o RM. Além disso, o RM exporta 33 mil toneladas de leite em pó para o Brasil.

Embora o bloco também seja exportador de grãos, há boas oportunidades para o comércio intra-regional. Argentina e Paraguai são exportadores de todos os produtos restantes. O Brasil é exportador de soja e farelo de soja, mas importador de trigo, milho e arroz. O Uruguai aparece como exportador de trigo, arroz e soja, mas importador de milho e farelo de soja. Na solução ótima, todas as importações brasileiras e uruguaias vêm de dentro do bloco. Exportações do Mercosul para o RM assumem maior importância nos casos da soja e farelo de soja; juntos os quatro países exportam 7.276 mil toneladas de soja e 14.745 mil toneladas de farelo de soja para o RM.

TABELA 5
Fluxo de comercialização ótimos (em mil toneladas)

	Argentina	Brasil	Paraguai	Uruguai	RM
<u>Carne bovina</u>					
Argentina	2.541				145
Brasil		2.950			
Paraguai			108		53
Uruguai				256	100
RM					45.055
<u>Suínos</u>					
Argentina	185				3
Brasil		1.096			153
Paraguai			141		1
Uruguai				20	
RM					68.486
<u>Aves</u>					
Argentina	470				
Brasil	31	2.344			401
Paraguai			23		
Uruguai				30	
RM					38.954
<u>Leite fluido</u>					
Argentina	6.673				
Brasil		15.301			
Paraguai			233		
Uruguai				1.137	
RM					443.665
<u>Queijos</u>					
Argentina	260				31
Brasil		212			
Paraguai			1		
Uruguai		5		9	5
RM					13.518
<u>Leite em pó</u>					
Argentina	107	10	2		
Brasil		146			153
Paraguai					
Uruguai		8		3	
RM		33			5.668
<u>Trigo</u>					
Argentina	4.306	3.532			2.477
Brasil		3.404			
Paraguai		24	293		

	Argentina	Brasil	Paraguai	Uruguai	RM
Uruguai		22		350	
RM					548.752
<u>Milho</u>					
Argentina	6.272	4.244		44	135
Brasil		25.174			
Paraguai		79	643		
Uruguai				423	
RM					794.046
<u>Arroz</u>					
Argentina	341	22			92
Brasil		9.742			
Paraguai		3	61		
Uruguai		324		246	
RM					511.141
<u>Soja</u>					
Argentina	7.565				3.097
Brasil		16.866			3.042
Paraguai			413		1.126
Uruguai				19	11
RM					76.174
<u>Farelo de soja</u>					
Argentina	283			3	5.655
Brasil		3.247			8.912
Paraguai			131		178
Uruguai				9	
RM					54.828

A Tabela 6, a seguir, mostra os preços ótimos obtidos para o problema. Conforme requerido pela formulação do modelo, o diferencial de preços entre cada par de regiões é menor ou igual ao custo unitário de transporte utilizado na implementação. Os preços ótimos nos países do Mercosul são menores do que os preços no RM, exceto para leite em pó (lembre que o Mercosul é importador líquido apenas de leite em pó). Assim, a imposição de tarifas externas comuns é efetiva somente no caso de leite em pó, entre os produtos selecionados. O efeito de uma tarifa mais elevada sobre as importações do RM é um aumento no preço do produto importado, causando a redução das importações do RM e o aumento do comércio intra-regional.

TABELA 6
Preços ótimos, em US\$/toneladas

	Argentina	Brasil	Paraguai	Uruguai	RM
Carne bovina	2.844	2.884	2.844	2.844	2.967
Suínos	2.525	2.525	2.525	2.550	2.648
Aves	1.568	1.478	1.533	1.541	1.600
Leite fluido	452	452	448	429	469
Queijos	3.679	3.764	3.703	3.679	3.801
Leite em pó	2.125	2.215	2.188	2.130	2.093
Trigo	131	148	136	132	153
Milho	112	129	118	117	135
Arroz	333	349	338	333	355
Soja	219	219	219	219	241
Farelo de soja	207	207	207	212	230

O modelo é validado pela verificação de como a solução ótima para o problema corresponde à situação real no período base. As Tabelas 7, 8 e 9, a seguir, apresentam as variações percentuais nos níveis ótimos de produção, consumo e preços relativas aos dados observados. Os valores absolutos destas variações são pequenos, geralmente menores que 5%. Pode-se notar que as variações nos preços são maiores que as variações nas quantidades, implicando que os resultados para as quantidades correspondem melhor aos dados observados do que os resultados para os preços. Isto ocorre porque movimentos ao longo de funções de demanda inelásticas (geralmente o caso de produtos agrícolas) resultam em maiores variações percentuais nos preços do que nas quantidades.

Estas diferenças percentuais relativamente baixas sugerem que o modelo proporciona uma boa representação da situação real no período-base. A incorporação dos estágios de produção com produtos intermediários no modelo de equilíbrio espacial melhora o exercício de validação. Assim, o modelo é validado e pode ser implementado para a análise de cenários alternativos, provendo análises de políticas e previsões que servirão como base no processo de tomada de decisões.

É importante observar que o modelo usa funções de oferta e de demanda, computando endogenamente o excesso de oferta e excesso de demanda de cada região. As funções de excesso de demanda para o RM são quase horizontais (quase perfeitamente elásticas), porque o RM cor-

TABELA 7

**Variações percentuais nos níveis de produção,
com relação aos dados observados, em %**

	Argentina	Brasil	Paraguai	Uruguai	RM
Carne bovina	1,0	1,4	0,3	2,1	-0,2
Suínos	5,3	6,5	0,6	3,8	-0,2
Aves	0,9	3,4	0,9	2,9	-0,2
Leite fluido	1,3	0,4	0,5	1,2	-0,1
Queijos	2,5	1,5	2,2	5,3	-0,2
Leite em pó	-1,1	1,2	0,1	1,7	-
Trigo	2,9	2,8	-2,2	-2,6	-0,2
Milho	-5,1	-7,1	0,1	-5,0	0,3
Arroz	-3,0	1,2	1,2	-0,8	-0,1
Soja	-1,8	-1,3	-2,3	0,5	0,3
Farelo de soja	0,1	0,4	0,4	1,1	-0,3
Média dos valores absolutos	2,3	2,5	1,0	2,4	0,2

TABELA 8

**Variações percentuais nos níveis de consumo,
com relação aos dados observados, em %**

	Argentina	Brasil	Paraguai	Uruguai	RM
Carne bovina	-0,9	-0,5	-0,2	-3,0	0,2
Suínos	-2,3	-5,5	-0,4	-	0,1
Aves	3,4	0,6	0,5	10,9	0,2
Leite fluido	-0,1	-	0,2	0,2	-
Queijos	-5,6	-2,6	-7,2	-7,5	0,3
Leite em pó	-0,8	-4,4	-4,0	-6,7	0,1
Trigo	-0,7	0,9	1,2	2,9	0,1
Milho	3,4	6,9	1,2	6,9	-0,2
Arroz	1,7	-0,9	-1,4	0,1	0,1
Soja	0,8	1,1	0,9	2,1	-0,3
Farelo de soja	-10,8	-7,9	0,8	1,3	0,3
Média dos valores absolutos	2,8	2,8	1,6	3,8	0,2

TABELA 9

**Variações percentuais nos níveis de preço,
com relação aos dados observados, em %**

	Argentina	Brasil	Paraguai	Uruguai	RM
Carne bovina	2,1	2,1	0,7	4,6	-0,4
Suínos	6,0	6,9	0,7	1,7	-0,2
Aves	0,3	0,9	1,1	-1,4	-0,3
Leite fluido	2,0	0,1	1,1	0,9	-
Queijos	8,6	3,5	14,6	12,9	-0,6
Leite em pó	0,9	5,1	4,7	7,9	-0,2
Trigo	3,1	-1,0	-6,1	-16,5	-0,3
Milho	-7,2	-14,6	-1,2	-22,3	0,6
Arroz	-3,9	1,5	0,3	-3,9	-0,3
Soja	-2,8	-4,1	-4,1	-8,5	0,9
Farelo de soja	-3,3	-4,2	-4,2	-7,8	-0,2
Média dos	3,7	4,0	3,5	8,0	0,4
valores absolutos					

responde a parcelas muito grandes dos mercados. Segue que variações nos fluxos de comercialização do Mercosul para o RM não afetam os preços mundiais substancialmente. Somente nos casos da soja e farelo de soja, o Mercosul responde por parcelas maiores dos mercados. Mesmo que ainda sejam elásticas, as elasticidades de excesso de demanda do RM são muito menores (em valor absoluto). Variações nos fluxos de comercialização podem afetar os preços internacionais destes dois produtos. Desta forma, a formação do bloco regional pode trazer ganhos para os países do Mercosul, devido ao maior tamanho do mercado e melhoria do poder de barganha nos mercados internacionais.

CONCLUSÕES

Este artigo apresenta a formulação, implementação e validação de um modelo de equilíbrio espacial com produtos intermediários. A presença de produtos intermediários torna-se importante para considerar as relações tecnológicas entre os produtos nos diversos estágios de produção, trazendo uma melhor representação da realidade e melhorando a validação do modelo. Neste estudo, assumem-se funções de custo de transformação com inclinação positiva, refletindo custos marginais crescentes, em vez da suposição comum de custos marginais constantes.

O modelo é implementado para a análise da alocação ótima de produtos animais e grãos nos países que formam o Mercosul. O bloco é um importante produtor e exportador de quase todos os produtos selecionados; é importador apenas de leite em pó. A formação do bloco regional implica o aumento do tamanho dos mercados e maior poder de barganha nos mercados internacionais, podendo trazer ganhos para os países integrados.

Por outro lado, o comércio intra-regional é substancial nos casos de aves, produtos lácteos e grãos. Nestes casos, a formação do bloco pode trazer ganhos líquidos aos países integrados devido à especialização e economias de escala. A solução ótima obtida indica que o comércio intra-regional do Brasil com os outros países do bloco é dado principalmente pelas exportações de aves e importações de produtos lácteos, trigo, milho e arroz.

Os efeitos da formação do Mercosul sobre os níveis de bem-estar de produtores e consumidores são apresentados, a seguir, na Tabela 10. Os níveis de bem-estar são medidos pela soma do excedente do produtor (EP) e excedente do consumidor (EC) de todos os produtos selecionados em cada país. Convém lembrar que o objetivo na formulação primal é a maximização da soma do bem-estar agregado de todas as regiões, subtraindo-se os custos de transporte.

Pode-se observar que as variações percentuais nos níveis de bem-estar são muito pequenas, tanto para produtores como para consumidores, em todos os países do Mercosul. No entanto, as variações absolutas são substanciais no caso da Argentina e principalmente no caso do Brasil. Com a formação do bloco regional, o excedente do produtor diminui em US\$ 416 milhões, enquanto o excedente do consumidor aumenta em US\$ 502 milhões no Brasil. Assim, somente mediante compensações apropriadas os níveis de bem-estar de todos os agentes é aumentado com a formação do bloco.

O modelo desenvolvido pode ser estendido para outros setores e outras regiões, ou pode ser implementado para simular diferentes cenários de políticas, verificando os possíveis efeitos na alocação, na determinação de preços e no bem-estar dos agentes econômicos nos países do Mercosul. Os resultados podem indicar quais grupos ganham e quais grupos

perdem com a adoção de tais políticas. Uma medida dos ganhos e perdas pode ser computada, assim como uma medida das compensações que possam ser necessárias para neutralizar as perdas. O modelo serve, então, como uma fundação para a formulação de políticas.

TABELA 10

**Excedente do produtor (EP)
e excedente do consumidor (EC), em US\$ milhões**

		Ausência tratado	Cenário base = Mercosul	Variação absoluta	Variação percentual
Argentina	EP	21.711	21.728	17	0,1
	EC	33.934	33.919	-15	-0,1
	EP+EC	55.645	55.647	2	-
Brasil	EP	45.622	45.206	-416	-0,9
	EC	82.142	82.644	502	0,6
	EP+EC	127.764	127.850	86	0,1
Paraguai	EP	1.802	1.803	1	-
	EC	2.034	2.033	-1	-
	EP+EC	3.836	3.836	-	-
Uruguai	EP	2.370	2.372	2	1
	EC	3.441	3.442	1	-
	EP+EC	5.811	5.814	3	0,1

Em um próximo artigo, o modelo formulado neste estudo será implementado para a análise dos efeitos da elevação das tarifas externas comuns (aumentando o comércio intra-regional), crescimento econômico (deslocando as funções de demanda), mudança tecnológica (deslocando as funções de oferta), e a inclusão da Bolívia, Chile e Peru no bloco regional sobre a alocação ótima da produção, consumo e fluxos de comercialização e sobre os níveis de bem-estar dos agentes econômicos nos quatro países do Mercosul.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALA RUE, P. & LAVERGNE, N. (1992). *Antecedentes y perspectivas del Mercosur*, Buenos Aires, Fundación Friedrich Ebert - CISEA.
- BISHOP, P., PRATT, J. & NOVAKOVIK, A. (1993). Analyzing the impacts of the proposed North American Free Trade Agreement on European-North American dairy trade using a joint-input, multi-product approach", Cornell University, Department of Agricultural Economics, Staff Paper, n. 93-17.
- Centro de Estudos e Pesquisas Econômicas - IEPE (1992). *A agropecuária sulbrasileira no contexto do Mercosul*, Porto Alegre, IEPE/UFRGS.
- CHAVAS, J. P., COX, T. & JESSE, E. (1993). *Spatial hedonic pricing and trade*, University of Wisconsin - Madison, Department of Agricultural Economics, Staff Paper n. 367.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAO (1993a). *yearbook: production*, vol. 47, Roma, FAO.
- (1993b). *FAO yearbook: trade*, vol. 47, Roma: FAO.
- HERTEL, T. (1990). "Agricultural trade liberalization and the developing countries: a survey of the models", in *Agricultural trade liberalization: implications for developing countries*, Edited by Goldin, I. and O. Knudsen, Washington, D.C., The World Bank; Paris: Organization for Economic Cooperation and Development - OECD.
- International Monetary Fund - IMF (1994). *Direction of trade statistics yearbook: 1994*, Washington, D.C, IMF.
- Ministerio de Ganaderia, Agricultura y Pesca - MGAYP (1992). *Estudios sobre competitividad de productos agropecuarios en el Mercosur*, Montevideo, MGAYP/GTZ.
- PEREZ DEL CASTILLO, S. (1993). "Mercosur: history and aims". *International Labor Review*, 132:639-53.
- SAMUELSON, P. (1952). "Spatial price equilibrium and linear programming", *American Economic Review*, 42:283-303.
- SPOSITO, V. (1975). *Linear and nonlinear programming*, Ames, The Iowa State University Press.

- SULLIVAN, J. et al. (1992). *1989 global database for the Static World Policy Simulation (SWOPSIM) modeling framework*, Staff Report n. AGES 9215, Washington, D.C., USDA/ERS.
- TAKAYAMA, A. (1985). *Mathematical economics*, 2nd.ed., Nova York, Cambridge University Press.
- (1994). *Analytical methods in economics*, Nova York: Harvester Trigosheaf.
- TAKAYAMA, T. & JUDGE, G. (1964a). "Spatial equilibrium and quadratic programming", *Journal of Farm Economics*, 46:67-93.
- (1964b). "An interregional activity analysis model for the agricultural sector", *Journal of Farm Economics*, 46:349-65.
- (1971). *Spatial and temporal price and allocation models*. Amsterdã/Londres, North-Holland Publishing Company.
- THOMPSON, R. (1980). *A survey of recent U.S. developments in international agricultural trade models*. Washington, D.C., USDA/ERS.
- THORE, S. (1992). *Economic logistics: the optimization of spatial and sectoral resource, production and distribution systems*, Nova York, Westport; Londres, Quorum Books.
- WAQUIL, P. (1995). *Primal-dual spatial equilibrium model with intermediate products: application to the agricultural sector in the Mercosur*, University of Wisconsin - Madison (Ph.D. dissertation).
- World Bank (1993), *World development report: 1992*. Nova York, Oxford University Press.