

## **ANÁLISE DO SETOR DE FERTILIZANTES - AVALIAÇÃO DE POLÍTICAS DE AUTO-SUFICIÊNCIA<sup>1</sup>**

MARCOS JOAQUIM MATTOSO<sup>2</sup>, ANTÔNIO RAPHAEL TEIXEIRA  
FILHO<sup>3</sup>, ANTÔNIO JORGE DE OLIVEIRA<sup>4</sup> e  
TEOTÔNIO DIAS TEIXEIRA<sup>5</sup>

**RESUMO** - O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos do aumento da oferta nacional de fertilizantes nos custos variáveis totais do setor, em consequência da implantação de uma unidade de produção de concentrado de rocha em Araxá e de uma unidade de solubilização de fósforo em Uberaba. Para mensurar os efeitos desta decisão sobre as variáveis e suas interdependências, foi utilizado um modelo de programação linear de equilíbrio espacial estático. Como função-objetivo, minimizam-se os custos variáveis totais de produção e transporte para a sociedade. O modelo é basicamente composto por duas submatrizes de transformações e três submatrizes de transportes. Os resultados obtidos indicaram que os menores custos variáveis totais do setor de fertilizantes foi observado quando se permitiu a livre importação de produtos. À medida que instrumentos de proteção à indústria nacional são incorporados às análises, esses custos se elevam significativamente. Consequentemente, as unidades industriais de Araxá e Uberaba só têm condições de participar na oferta de rocha fosfatada se forem adotadas medidas protecionistas, como contingenciamento, tarifas de importação e subsídios ao transporte. O modelo permitiu testar várias hipóteses para a utilização da capacidade total de produção das unidades de Araxá e Uberaba. Na versão de importação livre, a utilização do concentrado produzido nestas duas unidades industriais elevaria em 11% os custos totais variáveis. Na hipótese de restrições à importação de produtos nitrogenados e fosfatados (contingenciamento), estes custos se elevam em 21% em relação à hipótese básica de livre importação. Restrições à importação de produtos nitrogenados e fosfatados de rocha fosfática e de ácido fosfórico aumentaram os custos totais variáveis em cerca de 25%. Subsídios ao transporte de concentrado de rocha fosfática reduziram tais custos, de 2,5% a 10%.

**Termos para indexação:** política de fertilizantes, programação linear, localização.

<sup>1</sup> Recebido em 16 de julho de 1982.

Aceito para publicação em 25 de agosto de 1982.

<sup>2</sup> Engº Agrº., MS, DS. Pesquisador da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais - (EPAMIG) - Caixa Postal 515 - CEP 30000 - Belo Horizonte, MG.

<sup>3</sup> Engº Agrº., MS, Ph.D., Pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), à disposição da Secretaria Nacional de Abastecimento do Ministério da Agricultura (SNAB/MA) - Esplanada dos Ministérios - Bloco 8 - 3º andar - CEP 70043 - Brasília, DF.

<sup>4</sup> Engº Agrº., MS, Ph.D., Pesquisador do Departamento de Diretrizes e Métodos de Planejamento da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (DDM/EMBRAPA) - Caixa Postal 11-1316 - CEP 70000 - Brasília, DF.

<sup>5</sup> Engº Agrº., MS, Ph.D., Pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), à disposição da Secretaria da Agricultura de Minas Gerais - Rua Espírito Santo, 466 - CEP 30000 - Belo Horizonte, MG.

**ANALYSIS OF FERTILIZER SECTOR IN BRAZIL:  
SELF-SUFFICIENCY POLICY EVALUATION**

**ABSTRACT** - The main objective of the present paper was to evaluate the effects of an increase in local production of fertilizer on total variable costs of the fertilizer sector. This increase in fertilizer supply originated from the implementation of the concentrated rock phosphate production unit in Araxá, Brazil, and the rock phosphate solubilization unit in Uberaba (MG). In order to measure these effects, a static linear programming model was used. The objective function of the model was minimization of the total variable costs of production and transportation. The basic components of the model were: two submatrices of raw material transformation and three submatrices of product transportation. The results indicated that least total variable costs were observed when raw material and fertilizer imports were allowed without additional duties. However, these costs were significantly increased when an industrial protection policy was used as base for restrictions. Consequently, under those conditions, Araxá and Uberaba units increased their participation in the total fertilizer supply. The industrial protection conditions analysed in the model were: import restrictions, import tariffs and transportation subsidies. Several hypotheses were tested. In the free import version, fertilizer production in the Uberaba and Araxá units increased total variable costs of the fertilizer by 11%. In the case of the restricted importation of nitrogen and phosphorus carriers the variable cost increased by 21% in relation to the free import alternative. Additional restrictions to importation of nitrogen and phosphorus carriers of rock phosphate and phosphoric acid increased total variable costs about 25%. Transportation subsidies to rock phosphate on the other hand reduced such cost from 2.5 to 10%.

**Index terms:** fertilizer policy, linear programming, localization.

## **INTRODUÇÃO**

### **Política nacional para fertilizantes**

A população mundial prevista para o ano 2.000 é de oito bilhões de habitantes, o que significa dobrar a população em menos de um quarto de século. Como consequência imediata, a produção de alimentos terá, no mínimo, de dobrar nesse período, para que se mantenham os atuais níveis de consumo considerados insatisfatórios pelo menos para um terço da população (Malavolta 1977).

Tal situação é mais dramática nos países em desenvolvimento, como o Brasil, onde as taxas de crescimento da população são mais altas e os rendimentos médios por hectare cultivado são mais baixos.

Apontam-se três opções para o aumento da produção de alimentos a taxas compatíveis com o aumento da população:

- a. aumento da produção, pela expansão da fronteira agrícola;
- b. aumento do rendimento físico por hectare explorado e

c. uma combinação de a. e b.

Tradicionalmente, o aumento da produção agrícola no Brasil se efetuou quase que exclusivamente com a expansão de sua fronteira agrícola. A grande disponibilidade de terras relativamente férteis próximas dos grandes mercados permitia aos agricultores deslocarem-se para novas glebas assim que se exaurisse a fertilidade das terras em exploração (Ribeiro 1979). Com esse comportamento era possível manter certo nível de produtividade sem incorrer em gastos com aquisição de fertilizantes.

Patrick (1975) mostrou que, entre 1949/50 e 1967/69, 91,9% no aumento do produto agrícola no Brasil foram obtidos graças ao aumento da área cultivada.

Em anos mais recentes, o escasseamento das terras de maior fertilidade tem迫使 a incorporação de terras menos férteis (por exemplo, do cerrado) ao processo produtivo. No entanto, dadas as características de seus solos, sua utilização racional só se tem mostrado viável mediante a aplicação de quantidades bastante significativas de corretivos e fertilizantes (Confederação Nacional da Agricultura 1976).

No período de 1954/77, o consumo nacional de fertilizantes cresceu cerca de 32 vezes, passando de 99 mil t de NPK para 3.149 mil t (Mattoso 1980). A taxa geométrica de crescimento do consumo de mistura NPK foi de 14,82% ao ano. Em termos dos nutrientes nitrogênio, fósforo e potássio, o consumo cresceu a taxas de 16,02, 14,75 e 14,77% ao ano, respectivamente, no período considerado (Mattoso 1980).

Esse significativo aumento no consumo, entretanto, não evidenciou aumentos proporcionais na produção e produtividade. Tomando os produtos soja, cana-de-açúcar, café, trigo, arroz e milho, responsáveis, no ano de 1977, por 72,5% do consumo total de fertilizantes, observa-se que a produção apenas triplicou no período de 1954/77, enquanto que o rendimento cresceu 32,8%. A área cultivada pouco mais que dobrou, nesse período (Mattoso 1980).

Por outro lado, considerando-se o fato de constituir o uso racional de fertilizantes uma importante fonte de aumento de produtividade (Malavolta 1977), pode-se argumentar que as estatísticas de produção e produtividade estariam apresentando um quadro ainda mais negativo caso os fertilizantes não tivessem sido utilizados na quantidade em que o foram.

Nesse estádio, o sucesso das políticas de suporte ao esforço de mo-

ernização do setor agropecuário passa a depender intimamente das políticas relacionadas com produção nacional e abastecimento de insumos modernos, especialmente de fertilizantes.

Em fins de 1974, o Governo Federal lançou o Plano Nacional de Fertilizantes e Calcário Agrícola, tendo como um dos fatores indutores os crescentes e expressivos dispêndios do País com a importação de fertilizantes (Confederação Nacional da Agricultura 1976).

Este plano "traçou um ambicioso programa de exploração de matérias-primas nacionais, de fabricação de produtos intermediários e fertilizantes básicos, tendo em vista alcançar, em 1980, um estágio de plena auto-suficiência no setor" (Associação Nacional para Difusão de Adubos 1976). Entretanto, a perspectiva de auto-suficiência significou, pelo menos a curto prazo, preços mais elevados de fertilizantes para a agricultura que os preços das matérias-primas e dos fertilizantes similares importados (Sampaio s.d.)

A elevação dos preços de fertilizantes pagos pelos agricultores teria influência menor no processo de modernização da agricultura, caso fosse mantida uma relação favorável entre preços dos fertilizantes e preços dos produtos agrícolas, com a consequente elevação destes (Griliches 1958). Sabe-se, contudo, que os acréscimos nos custos provenientes dos elevados preços dos fertilizantes são agravados por políticas de controle rígido dos preços de produtos agrícolas.

A tentativa de compatibilizar as metas de auto-suficiência e modernização da agricultura vem exigindo constantes intervenções do Governo Federal. Inicialmente, essas intervenções visavam ao setor agrícola, com medidas que objetivavam incentivar o maior uso de fertilizantes. Posteriormente, com o início da industrialização interna, o Governo passou a intervir também no setor industrial.

#### **Problema e objetivos**

Diversas medidas de incentivo ao uso de fertilizantes vêm sendo tomadas pelo Governo Federal desde 1966. Dentre elas destacam-se o subsídio total ou parcial aos encargos bancários incidentes sobre os empréstimos destinados à aquisição de fertilizantes e o subsídio direto ao preço de venda. Esse programa de subsídio do preço dos fertilizantes induziu o Governo, por intermédio do Conselho Interministerial de Preços, a controlar os preços nas vendas a varejo, a partir do final de 1976 (Barbosa Neto 1977).

Essas medidas, que objetivam manter os preços dos fertilizantes em níveis capazes de tornar economicamente viável sua utilização pelos agricultores, não têm sido suficientes para manter os preços desses insumos próximos dos preços praticados no mercado internacional, que se encontram em níveis bem inferiores (Gonçalves 1978).

Considerando os preços observados das matérias-primas e produtos intermediários nacionais e importados, torna-se claro que, se não fossem tomadas medidas protecionistas à indústria nacional, certamente todo o abastecimento de mercado seria efetuado à base de importação. Vale notar que não se considera, aqui, a possibilidade de os fornecedores externos virem a elevar os preços de venda de seus produtos no mercado brasileiro, caso não houvesse a indústria nacional de fertilizantes.

Dentre as medidas que visam a proteger a indústria nacional, destaca-se a adoção da política de contingenciamento, que, se, de um lado, garante mercado para o produto nacional, do outro, força o agricultor a pagar preços mais elevados pelos fertilizantes que consome, uma vez que o preço final passa a ser uma média ponderada dos preços dos produtos nacional e importado (Gonçalves 1980 e Baum 1978). Com os índices de contingenciamento, considerando o consumo total estimado, pretende-se manter uma proporcionalidade entre aquisições de produto nacional e direito de importação que permite a absorção de toda a produção interna, nas diferentes etapas. Os índices de contingenciamento variam para o nitrogênio e o fósforo e, também, nas regiões do País.

Parece óbvio, portanto, que, à medida que se tenta atingir a auto-suficiência no setor de fertilizantes, persistindo as atuais tendências de preços no mercado internacional e os atuais níveis de custo de produção interna de fertilizantes, instrumentos de proteção às indústrias instaladas no País terão de ser continuamente acionados para garantir o consumo da crescente produção nacional.

Dentre os fatores que têm contribuído para a elevação dos custos de produção de fertilizantes nacionais podem-se destacar os custos de transporte de matérias-primas, insumos básicos, produtos intermediários e mistura NPK das fontes de produção até os diferentes pólos consumidores. Custo de transporte particularmente importante é o do concentrado de rocha fosfática das jazidas do Brasil Central até as indústrias de fertilizantes fosfatados, concentradas na Baixada Santista e no sul do País. É o caso do transporte rodoviário de concentrado fosfático produzido em Minas Gerais para a Baixada Santista, que onera em 40% o valor da mercadoria (Fertilizantes 1980).

Visando a atingir a meta de auto-suficiência preconizada pelo Programa Nacional de Fertilizantes e Calcário Agrícola (1974), diversos projetos foram e estão sendo implementados, especialmente na área de fosfátados, agregando desde a exploração de reservas fosfóricas até a produção de produtos intermediários e misturas. Dentre esses projetos cita-se o do Valefértil, em Uberaba, que produzirá ácido fosfórico, superfosfato triplo e MAP, utilizando como matéria-prima o concentrado de rocha produzido pela Valep, em Tapira.

Entretanto, o aumento da participação relativa do produto nacional na composição da oferta de fertilizantes reduz a quantidades total consumida, em razão de um acréscimo no preço, refletindo negativamente no mercado de produtos agrícolas. Considerando que ao setor agrícola cabe ofertar maior quantidade de alimentos e de fibras a preços mais baixos, a meta de auto-suficiência em fertilizantes poderia comprometer a consecução desses objetivos.

A presente análise focaliza aspectos dessa questão. Em consequência da decisão de expandir o parque nacional de fertilizantes, observa-se a implantação de indústrias de solubilização próximas tanto das fontes de matéria-prima quanto das novas regiões de consumo provenientes da expansão da fronteira agrícola.

Essas medidas resultam na redução do transporte do concentrado de rocha fosfática e do produto acabado. Conseqüentemente, aguarda-se que se opere uma diminuição nos custos de produção do setor agrícola.

Acredita-se que a implantação da unidade de solubilização de Uberaba esteja de acordo com esse raciocínio, uma vez que utiliza a matéria-prima produzida em Araxá, e visa atender principalmente aos novos mercados criados pela exploração de terras de cerrado do Brasil Central.

Este trabalho examina os principais efeitos do crescimento da indústria nacional de fertilizantes, em consequência da incorporação do complexo Araxá-Uberaba. Esses efeitos serão avaliados em termos de mudanças nos custos variáveis totais do setor de fertilizantes.

Este complexo, apesar de suprir a unidade da solubilização de Uberaba com rocha fosfática pouco onerada pelo transporte, não eliminará a necessidade de importação ou de aquisição de insumos em locais mais distantes, os quais terão seu transporte onerado. Simultaneamente, é de esperar que a condição de indústria nascente imponha àquelas unidades custos mais elevados. É possível que essa combinação de caracte-

rísticas reduza os efeitos benéficos esperados da implantação daquelas unidades, principalmente enquanto a avaliação se circunscrever a análises marginais de custos. A eventualidade de aquele complexo não ter condições operacionais econômicas poderá exigir a adoção de novas políticas protecionistas.

Ao admitir essa hipótese, a análise aqui desenvolvida contempla a combinação de contingenciamento e subsídio ao transporte, mesmo depois do complexo em operação.

O objetivo geral deste estudo foi avaliar os efeitos, nos custos variáveis totais do setor de fertilizantes, do aumento da oferta nacional de fertilizantes, em consequência da implantação de uma unidade de produção de concentrado de rocha em Tapira e uma unidade de solubilização de fósforo em Uberaba. Os objetivos específicos foram:

- a. análise comparativa dos custos variáveis totais do setor de fertilizantes, estimados com base nos diferentes índices de contingenciamento de fósforo;
- b. estimativa do custo variável total do setor de fertilizantes, considerando a política do subsídio ao transporte de concentrado de rocha fosfática nacional das fontes de produção até as indústrias de solubilização;
- c. análise da distribuição ótima dos fertilizantes produzidos em Uberaba, em termos de minimização de custos.

À medida que políticas, tais como contingenciamento e subsídio, que procuram garantir o aumento da oferta de fertilizantes nacionais, mudam as condições de equilíbrio, como será visto nos capítulos seguintes, torna-se relevante proceder a uma avaliação econômica de seus efeitos. Embora não se pretenda, neste estudo, estender essa avaliação ao mercado de produtos, no mercado de fatores alguns aspectos serão analisados:

- a. efeitos, no mercado nacional de fertilizantes, de plantas adicionais de fertilizantes fosfatados, considerando que essa maior oferta nacional implicará uma mudança nas relações de contingenciamento, para que essa produção seja absorvida;
- b. efeitos, no mercado nacional de fertilizantes, de diferentes relações de contingenciamento;
- c. efeitos, no mercado nacional de fertilizantes, de uma política de subsídio ao transporte de concentrado de rocha fosfática nacional das fontes de produção às unidades consumidoras.

## METODOLOGIA

### **Modelo conceptual**

Neste capítulo, desenvolve-se um modelo teórico onde se analisam, no mercado de fertilizantes, os efeitos de políticas de contingenciamento e subsídio ao transporte de matéria-prima.

Como foi visto anteriormente, a política de contingenciamento tem por finalidade garantir o consumo dos fertilizantes nacionais, condicionando o direito de importação à aquisição de determinada quantidade de produção nacional. Como os preços dos fertilizantes nacionais são mais altos que os preços dos importados e o abastecimento interno é feito com produto nacional - produto importado, o preço praticado internamente passa a ser uma média ponderada dos preços dos produtos.

Com relação à política de subsídio, pretende-se analisar os efeitos, no mercado de fertilizantes, da concessão de um subsídio ao transporte de concentrado de rocha fosfática, das fontes nacionais de produção até as indústrias que utilizam essa matéria-prima. Essa medida visa a aumentar a competitividade do produto nacional em relação ao importado.

### **Derivação da oferta interna de fertilizantes**

Duas curvas de oferta interna de fertilizantes, considerando diferentes relações de contingenciamento, estão representadas na parte c da Fig. 1. Tais curvas são derivadas das curvas de ofertas internacional e nacional de fertilizantes, representadas nas partes a e b da Fig. 1, respectivamente.

Em princípio, admite-se que a curva com que se defronta o Brasil, para a aquisição de fertilizantes no mercado internacional, seja bastante elástica, dado o tamanho suficientemente pequeno do mercado brasileiro, em relação ao mercado mundial. Neste estudo, supõe-se que ela seja perfeitamente elástica ao nível de preço internacional,  $P_I$  (parte a).

Na derivação da curva de oferta interna,  $O_C$ , admite-se, inicialmente, uma relação de contingenciamento de 1:1, ou seja, para cada duas unidades ofertadas internamente, uma é importada e a outra é nacional. A implantação da política de contingenciamento, contudo, só faz sentido a partir do ponto em que o preço do fertilizante nacional ultrapassa o preço do importado, o que é representado pelo ponto A na parte c da Fig. 1. Até esse ponto, todo fertilizante ofertado é nacional; portanto,

a curva de oferta interna coincide com a curva de oferta nacional,  $O_N$ . A partir daí, num ponto, tal como B, em que a quantidade  $Q_o Q_T$  é ofertada, obedecendo à relação de contingenciamento 1:1, metade é importada e metade é nacional. O preço correspondente,  $P_C$ , é um preço médio ponderado, obtido do seguinte modo:

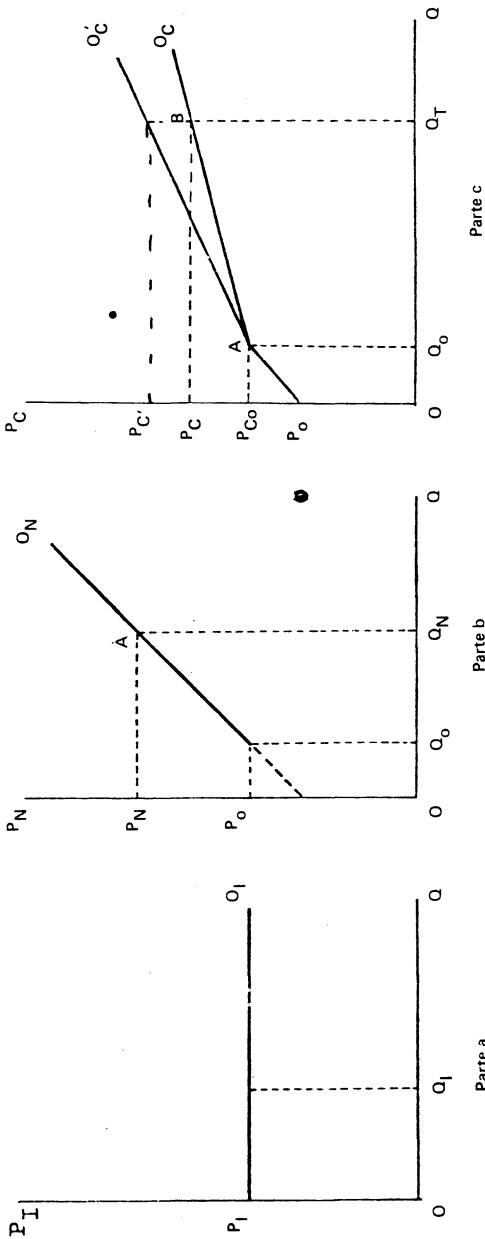


FIG. 1. Derivação da oferta interna de fertilizantes.

$$P_c = \frac{P_I \cdot Q_I + P_N (Q_O Q_N)}{Q_I + Q_O Q_N},$$

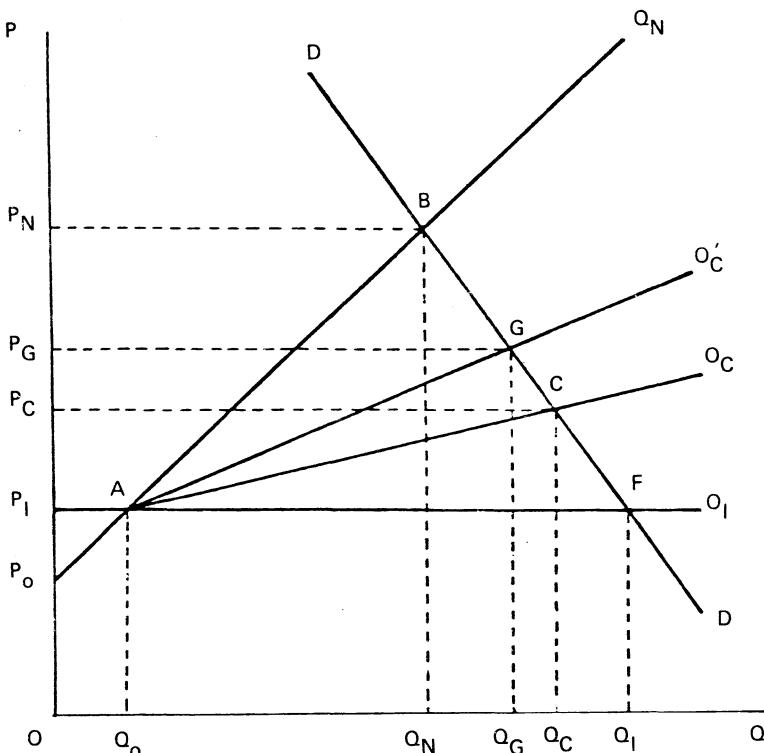
sendo  $P_c$  a estimativa do preço praticado internamente;  $P_I$  o preço do fertilizante importado;  $P_N$  o preço do fertilizante nacional,  $Q_I$  a quantidade importada e  $Q_O Q_N$  a quantidade nacional adquirida dentro do regime de contingenciamento. Com esse procedimento, outros pontos da curva de oferta interna de fertilizantes podem ser derivados, sendo, sempre, o preço correspondente uma média ponderada dos preços dos fertilizantes nacional e importado.

De maneira análoga, outras curvas de oferta interna, para diferentes relações de contingenciamento, podem ser derivadas. A curva de oferta  $O'_C$ , na parte c da Fig. 1, foi traçada para uma relação de contingenciamento 2:1, o que significa que, de três unidades adquiridas, duas são nacionais e uma é importada. Conseqüentemente, a mesma quantidade de fertilizantes ( $Q_T$ ) passa a ser ofertada a um preço mais elevado ( $P_{c'}$ ).

#### Efeitos da política de contingenciamento

Para analisar os efeitos, no mercado interno de fertilizantes, de diferentes relações de contingenciamento, as curvas de oferta são superpostas num único gráfico (Fig. 2), onde também é traçada a curva de demanda de fertilizantes, DD. Observa-se, inicialmente, que, na ausência da política de contingenciamento, o equilíbrio se daria no ponto F, onde seriam consumidas  $QO_I$  unidades de fertilizantes, ao preço  $P_I$ . Neste caso, a produção nacional não participa na composição da oferta interna, vez que seus preços são mais elevados do que os do mercado internacional. No caso extremo, quando todo o mercado tivesse de ser abastecido exclusivamente com o produto nacional, o equilíbrio se daria em B, sendo consumidas  $QO_N$  unidades, ao preço  $P_N$ . O caso intermediário é observado quando se introduz a política de contingenciamento, com a curva de oferta interna  $O_C$ , para a relação 1:1, cruzando a curva de demanda em C. Nesse ponto, são consumidas  $QO_C$  unidades, ao preço ponderado  $P_C$ . Da quantidade total consumida  $QO_C$ ,  $Q_O Q_C$  representa o volume adquirido quando já se encontrava em vigor o contingenciamento. Portanto, metade dessa quantidade é nacional e metade é importada.

A mudança na relação de contingenciamento para 2:1 implica um deslocamento para a esquerda da curva de oferta interna, a partir do ponto A. O novo equilíbrio se dá no ponto G, com um consumo de  $QO_G$  unidades, ao preço ponderado  $P_G$ .



**FIG. 2. Modelo de contingenciamento.**

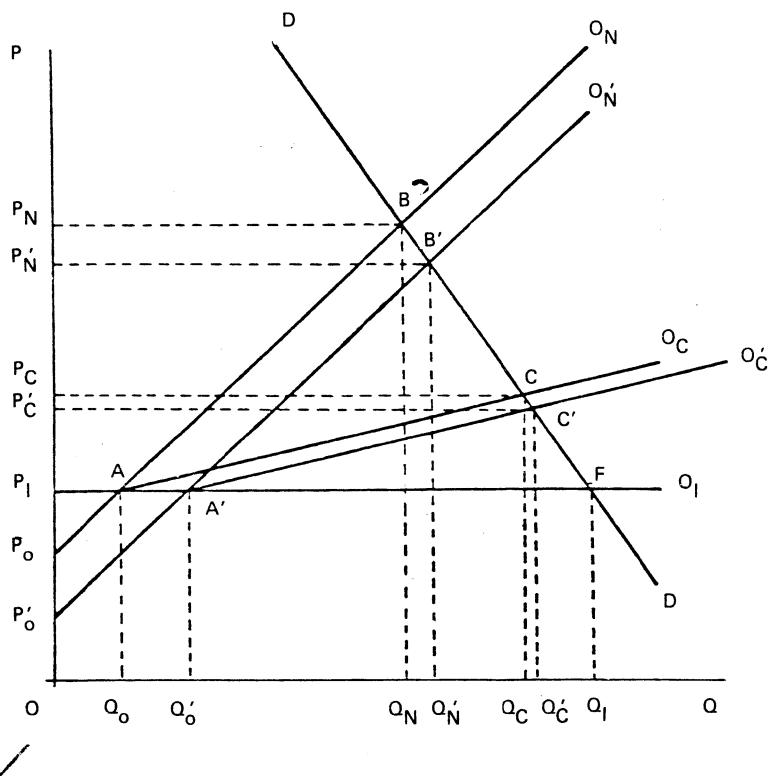
Se a produção nacional de fosfatados for aumentada, graças à implantação de novas unidades industriais, as relações de contingenciamento para fósforo terão de ser redefinidas, no sentido de forçar maior participação do produto nacional na composição da oferta interna de fertilizantes, caso a estrutura de custos das novas unidades permaneça idêntica à estrutura atual. Tal relação implicará o posicionamento da curva de oferta interna de fertilizantes entre as curvas de oferta internacional,  $O_I$ , e a curva de oferta nacional,  $O_N$ , e, também, acima da atual curva de oferta interna.

A imposição de contingenciamento à importação, portanto, quando comparada com a situação de comércio livre, redundaria no uso de menores quantidades de fertilizantes a preços mais altos, refletindo deslocamento da curva de oferta para a esquerda. Esse deslocamento será tanto maior quanto mais expressivas forem as restrições impostas às importações pelo contingenciamento.

### Efeitos da política de subsídio ao transporte de matéria-prima

Em presença de uma política de contingenciamento, a concessão de um subsídio ao transporte de concentrados de rocha, das fontes de produção às indústrias consumidoras, acarreta, inicialmente, um deslocamento da curva de oferta nacional de fertilizantes para a direita. Em consequência, a curva de oferta interna, também se desloca para a direita. Esses deslocamentos estão representados na Fig. 3. Considerando a relação de contingenciamento de 1:1, a curva de oferta nacional desloca-se de  $O_N$  para  $O'_N$  e a curva de oferta interna de  $O_C$  para  $O'_C$ . No novo ponto de equilíbrio,  $C'$ , são consumidas  $OQ'_C$  unidades fertilizantes, ao preço ponderado  $P'_C$ .

O subsídio ao transporte, portanto, ao contrário da imposição do contingenciamento, tenderá a reduzir os custos dos fertilizantes e a aumentar a sua quantidade consumida.



**FIG. 3. Modelo de subsídio ao transporte de matéria-prima.**

Neste estudo, considerou-se a concessão de subsídio de 100% ao transporte de concentrado de rocha fosfática nacional, das fontes de produção até as unidades de solubilização que demandam essa matéria-prima, ou seja, as unidades compradoras serão restituídas integralmente da quantia gasta no transporte do concentrado de rocha fosfática nacional.

A caracterização dos efeitos, tanto de contingenciamento quanto de subsídio ao transporte, em termos de deslocamento de oferta, permite que a análise seja conduzida em termos de minimização de custos, para o que se dispõe de rotinas específicas de computação.

#### **Procedimento metodológico**

Este tópico está dividido em duas seções: Operacionalização do Modelo e Modelo Analítico.

Na primeira seção, procura-se justificar a utilização de um modelo de programação linear de equilíbrio espacial, especialmente o modelo de custos, como técnica capaz de medir tanto os custos variáveis totais mínimos envolvidos no processo de produção e distribuição de fertilizantes quanto as variações, nesses custos, decorrentes da introdução de uma nova unidade de solubilização de fósforo em Uberaba. Foram analisadas, também, as variações nos custos variáveis totais quando são consideradas políticas alternativas de contingenciamento e subsídio ao transporte de rocha fosfática, as quais dão suporte à viabilização da indústria nacional de fertilizantes.

Uma vez que o modelo conceptual desenvolvido anteriormente sugere uma demanda de fertilizantes com características diferentes daquela perfeitamente inelástica imposta pela utilização do modelo de custo (Levin & Lamone 1969), torna-se relevante analisar a provável magnitude do erro que se comete ao estimar, por esse método, os custos variáveis totais.

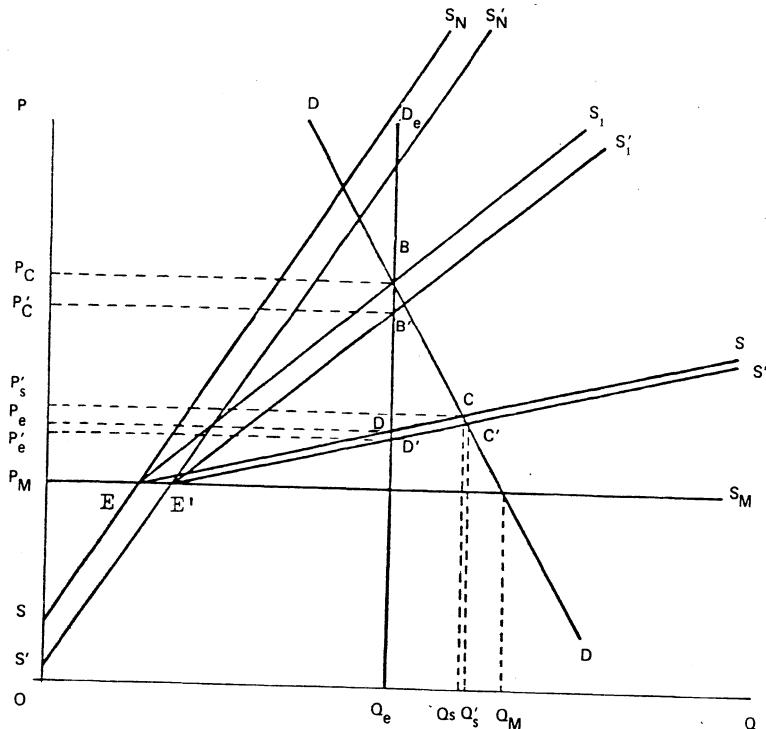
Na segunda seção, apresenta-se o modelo analítico utilizado, onde é descrita cada uma das submatrizes que compõem o modelo. Ao mesmo tempo, definem-se as variáveis utilizadas. Vale ressaltar que será utilizado, basicamente, o modelo montado pelo Departamento de Diretrizes e Métodos da EMBRAPA para estudos sobre políticas nacionais de fertilizantes. O presente trabalho enquadra-se entre os objetivos propostos por aquele estudo (Oliveira et al. 1979). Para tal, serão feitas as adaptações, ao modelo original, necessárias ao atendimento dos objetivos específicos dessa pesquisa.

### Operacionalização do modelo

Para atender aos objetivos do trabalho, foi utilizado um modelo de programação linear de equilíbrio espacial. Especificamente, utilizou-se o modelo de programação linear estática, cuja função-objetivo, a ser minimizada, é representada pelos custos variáveis totais.

A solução desse modelo permite a análise dos diferenciais de custos variáveis totais mínimos para relações alternativas de contingenciamento e políticas de subsídio ao transporte de concentrado de rocha fosfática nacional, das fontes de produção até as indústrias de solubilização. A solução ainda fornece o volume de produção, em cada pólo de oferta, que minimiza os custos de produção e transporte, nas diferentes etapas, dada a disponibilidade de recursos, a tecnologia e quantidade dos diferentes fertilizantes demandados nos diversos pólos de consumo.

O mercado interno de fertilizantes pode ser representado como na Fig. 4, onde SES representa a oferta interna de fertilizantes, para determinada relação de contingenciamento, e a curva DD representa a verdadeira demanda de fertilizantes. O preço e a quantidade de equilíbrio são  $P_e$  e  $Q_e$ , respectivamente. Nesse modelo de custo, a demanda é con-



**FIG. 4. Mercado interno de fertilizantes.**

siderada fixa e o resultado do modelo deve indicar uma produção suficiente para atender à demanda. A curva de demanda, portanto, é tida como perfeitamente inelástica, representada pela linha  $D_e Q_e$ , na Fig. 4.  $Q_e$  é a quantidade a ser produzida. A curva SES é uma aproximação contínua da função de oferta (ou função de custo marginal) que está implícita no modelo. Desde que a função de oferta é função de custo marginal nesse problema, a área sob a função é o custo variável total, ou a função-objetivo deste modelo (Taylor et al. 1977).

Caso seja concedido um subsídio ao transporte, para esta mesma relação de contingenciamento, a oferta interna de fertilizantes deslocar-se-á para  $S'E'S'$ . Os preços e a quantidade de equilíbrio serão  $P'_e$  e  $Q'_e$ , respectivamente.

Vale notar que os custos variáveis totais assim encontrados estão subestimados, tanto no caso do contingenciamento quanto no caso de contingenciamento mais subsídio. Considerando-se somente o contingenciamento, tal custo está representado pela área  $OSEDQ_e$ . Sendo o custo verdadeiro igual a  $OSECO_s$ , a área  $Q_e DCQ_s$  representa o erro que se comete ao considerar a demanda perfeitamente inelástica como aproximação da demanda de mercado. No caso das duas políticas conjugadas, contingenciamento mais subsídio, a estimativa do custo variável total equivale à área  $OS'E'D'Q_e$ , sendo o verdadeiro custo equivalente a  $OS'E'C'Q'_s$ . A área  $Q_e D'C'Q'_s$  representa portanto, uma estimativa do erro cometido. Tais erros serão tanto maiores quanto mais elástica for a verdadeira função de demanda. Entretanto, estudos empíricos, desenvolvidos no Brasil (Carvalho 1979 e Souza 1973), têm constatado serem inelásticas as funções de demanda de fertilizantes. Essa constatação confere maior confiabilidade às estimativas dos custos variáveis totais gerados do modelo utilizado neste estudo.

A implantação de uma nova unidade de solubilização de fósforo em Uberaba certamente deslocará para cima a curva de oferta interna de fertilizantes, em consequência da mudança das relações de contingenciamento, no sentido de aumentar a participação do fertilizante nacional, em relação à do produto importado, na composição da oferta interna de fertilizantes. Uma vez que o fertilizante nacional é produzido a custos mais altos, essa nova curva de oferta será representada pela linha  $SES_1$  (Fig. 4). A nova função-objetivo ou novo custo variável total, passa a ser  $\bar{O}SEBQ_e$ , sendo EBD o acréscimo no custo variável total decorrente da mudança na relação de contingenciamento, para garantia de consumo do acréscimo da oferta nacional.

Quando se considera a concessão de um subsídio ao transporte, a

curva de oferta interna desloca-se para  $S'E'S'$ . O custo variável total estimado é representado pela área  $OS'E'B'Q_e$ , menor, evidentemente, que no caso anterior, em que não se considerou o subsídio.

#### Modelo analítico

Foi utilizado o modelo de programação linear, com o objetivo de minimizar os custos variáveis totais envolvidos no processo de produção e distribuição de fertilizantes. A matriz básica é composta de cinco submatrizes de fluxos e transformações. Esquematicamente, pode ser representada como na Fig. 5.

As submatrizes 1, 3 e 5 são de transporte:

Submatriz 1: transporte de matéria-prima das fontes para as indústrias de produtos intermediários e/ou insumos básicos.

Submatriz 3: transporte de produtos intermediários das indústrias para os misturados.

Submatriz 5: transporte da mistura NPK dos misturadores para os consumidores.

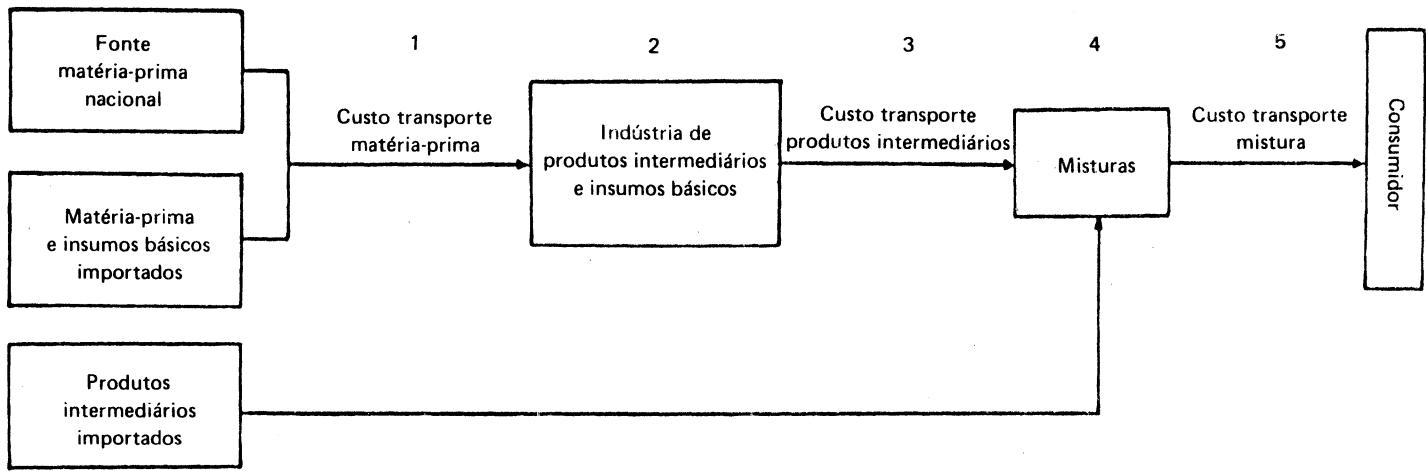
As submatrizes 2 e 4 são de transformação.

Submatriz 2: transformação de matérias-primas em insumos básicos e produtos intermediários.

Submatriz 4: transformação de produtos intermediários em mistura NPK.

Na submatriz 1, considera-se o transporte de matérias-primas das fontes para as indústrias de produtos intermediários e/ou insumos básicos. Foram consideradas somente as matérias-primas nacionais e importadas, para fabricação de nitrogenados e fosfatados, uma vez que fertilizantes potássicos não são produzidos internamente.

A única matéria-prima nacional utilizada na fabricação de produtos intermediários fosfatados, bem como na produção de insumos básicos necessários a essa fabricação, é a rocha fosfática, usada na forma de concentrados. No caso de matéria-prima importada para a fabricação de fosfatados, há, além do concentrado de rocha, o enxofre. Também o transporte dos insumos básicos importados, ácidos sulfúrico e fosfórico, foi considerado nessa submatriz.



**FIG. 5. Representação esquemática da matriz básica.**

Para a fabricação de produtos intermediários nitrogenados, a amônia, tanto nacional quanto importada, constitui matéria-prima básica.

Como pólos de oferta de matérias-primas e insumos básicos importados foram considerados os 12 principais portos, respeitadas as respectivas capacidades estáticas de importação em 1977<sup>6</sup>.

Essas matérias-primas, nacionais e importadas, e os insumos básicos importados são destinados a sete pólos de produção de produtos intermediários e/ou insumos básicos.

Na submatriz 1, esse fluxo é orientado para abastecer cada pólo de produção, considerando-se a possibilidade de que tenham a opção de adquirir essas matérias-primas e insumos básicos em qualquer um dos pólos de oferta. As quantidades transportadas dos diferentes pólos de oferta aos diversos pólos de produção estarão limitadas pela disponibilidade nos pólos de oferta, pelo volume demandado nos pólos de produção, pelas relações de contingenciamento considerados e, também, pelos custos das matérias-primas nacionais e importadas e dos insumos básicos importados e pelo custo do transporte.

Na submatriz 2, são consideradas as transformações das matérias-primas em insumos básicos e produtos intermediários.<sup>7</sup> No processo de produção dos produtos intermediários, foram utilizados matérias-primas e insumos básicos nacionais e importados.

Foram considerados os seguintes produtos intermediários fosfatados: superfosfato simples, superfosfato triplo, MAP e DAP. Esses quatro produtos participaram, em 1977, com 96,41% do total produzido internamente.

Com relação aos produtos intermediários nitrogenados nacionais, foram considerados os seguintes: sulfato de amônio, uréia, nitrocálcio, nitrito de amônio, MAP e DAP. Esses seis produtos responderam por 96,28% da produção nacional no ano de 1977.

As indústrias de produtos intermediários foram agrupadas em sete pólos com capacidade de produção diferentes.<sup>8</sup> À exceção de Uberaba, esses pólos foram responsáveis por toda a oferta de insumos básicos e

<sup>6</sup> Os dados específicos para a montagem do modelo são apresentados em Mattoso (1980).

<sup>7</sup> Para maiores esclarecimentos sobre o processo químico-industrial e os coeficientes técnicos de produção, vide (Mattoso 1980).

<sup>8</sup> Maceió, Salvador, Jacupiranga, Santos, Paranaguá, Rio Grande e Uberaba.

produtos intermediários nacionais, em 1977. O pólo de Uberaba foi incluído para atender a um dos objetivos deste trabalho, embora sua entrada em operação esteja prevista para 1980.

A submatriz 3 considera o transporte dos produtos intermediários, nacionais e importados, dos respectivos pólos de oferta até os pólos de mistura NPK.

Os produtos intermediários fosfatados, nacionais e importados, a serem transportados são o superfosfato simples, o superfosfato triplo, o MAP e o DAP. Esses quatro produtos, participaram com 97,27% do total representado pela produção nacional, mais a importação, no ano de 1977.

Os produtos intermediários nitrogenados, nacionais e importados, considerados foram o sulfato de amônio, a uréia, o nitrocálcio, o nitrato de amônio, sulfonitrato de amônio, o MAP, o DAP, o salitre sódico e o salitre potássico. Esses produtos responderam, em 1977, por 97,91% do total representado pela produção nacional, mais a importação.

Com relação aos produtos intermediários potássicos, foram considerados o salitre potássico, o cloreto de potássio, o sulfato de potássio, o sulfato de potássio e magnésio. Esses produtos representaram 99,27% das importações em 1977.

Como pólos de oferta dos produtos intermediários nacionais foram considerados os sete pólos já enunciados. Os pólos de oferta dos produtos intermediários importados considerados foram os mesmos doze portos que responderam pela importação das matérias-primas.

Na submatriz 3, o fluxo é orientado, de maneira análoga ao que foi descrito para a submatriz 1, para abastecer cada pólo de mistura. Considerou-se a possibilidade de que esses pólos tivessem a opção de adquirir os produtos intermediários em qualquer um dos pólos de oferta. As quantidades e a seleção dos diferentes produtos intermediários a serem transportados dos pólos de oferta aos pólos de mistura estarão condicionadas pela sua disponibilidade nos pólos de oferta, pelas quantidades demandadas nos pólos de mistura, pelas relações de contingenciamento consideradas e pelos custos de transporte e dos produtos intermediários nos diversos pólos de oferta.

Na submatriz 4, considerou-se a transformação dos produtos intermediários, nacionais e importados, em mistura NPK.

Foram considerados vinte e um pólos de oferta de mistura NPK, res-

ponsáveis, sendo um na região Norte, seis no Nordeste, doze na região Centro e dois no Sul. O pólo de Uberaba foi incluído para atender a um dos objetivos deste trabalho. O pólo de Paranaguá e Londrina foram incluídos entre os pólos da região Centro, pelo fato de serem filiados ao sindicato dessa região.

Apenas uma fórmula média foi produzida em cada pólo, qual seja: 1:2,27:1,26, respectivamente, para N, P e K. Inicialmente, cada produto intermediário foi transformado nos respectivos nutrientes que entrariam na elaboração da mistura. Como a mistura podia ser produzida, indistintamente, partindo-se de produtos intermediários nitrogenados e fosfatos, nacionais e importados, verificam-se quatro opções de elaboração da mistura: N nacional, P nacional e K importado; N nacional, P importado e K importado; N importado, P nacional e K importado; N importado, P importado e K importado.

Para a elaboração das misturas foi computado, além dos custos dos diferentes produtos intermediários, o custo de seu processamento.

Na submatriz 5, considerou-se o transporte da mistura NPK produzida nos vinte e um pólos de oferta até os pólos de consumo.<sup>9</sup>

Foram selecionados quarenta pólos de consumo, sendo um na região Norte, seis no Nordeste, 24 na região Centro e oito no sul. Esses pólos são representados por quarenta municípios, que englobam o total de consumo de fertilizantes estimados para o País, em 1977.

O fluxo é orientado no sentido de que a demanda, em cada pólo de consumo, seja totalmente satisfeita. Cada pólo de consumo pode ser abastecido por qualquer um dos pólos de oferta. A quantidade a ser transportada, proveniente de cada pólo de mistura, está condicionada, além da disponibilidade de mistura nesses pólos, aos custos das misturas em cada pólo e, também, aos custos de transporte até os pólos de consumo.

## RESULTADOS

Foram efetuados cinco análises básicas. Na primeira delas, era livre a importação de matéria-primas e produtos intermediários. Uma vez que não se considerou, nesta análise, nenhuma interferência no setor, a competitividade da indústria nacional estaria condicionando seu aparecimento na solução ótima.

---

<sup>9</sup> A relação completa dos pólos de oferta e de consumo pode ser encontrada na Tabela 7.

Na segunda análise, foram impostas restrições às importações de produtos intermediários. Estas foram condicionadas às relações de contingenciamento de nitrogênio, fósforo e potássio que vigoraram no ano de 1977 e que foram as seguintes: Centro-Sul, N = 1: 1,6, P = 1: 0,3 e K = livre; Nordeste, N = 1: 1,3, P e K = livre; Norte, N, P e K = livre.

Na terceira, quarta e quinta análises foram consideradas, além do contingenciamento para produtos intermediários, três relações alternativas de contingenciamento para concentrado de rocha fosfática e ácido fosfórico, uma para cada análise. Essas relações foram 1:3; 1:2 e 1:1. A primeira delas, 1:3, significa que, para cada unidade adquirida no mercado nacional, é permitida a importação de três unidades. As demais relações tem significado análogo.

Cada uma dessas cinco análises básicas, foram complementadas por três outras:

- a. Araxá e Uberaba usando sua capacidade total;
- b. Araxá e Uberaba usando sua capacidade total, com subsídio ao transporte de rocha fosfática e
- c. subsídio ao transporte de rocha fosfática.

A inclusão dessas análises decorreu dos objetivos do trabalho e permitiu a avaliação dos diferenciais de custo variável total, com a entrada em operação das unidades de produção de concentrado de rocha fosfática em Araxá e a produção de produtos intermediários em Uberaba. O subsídio ao transporte de rocha fosfática também decorreu dos objetivos e permitiu a análise de seus efeitos, em termos de variações nos custos variáveis totais. Uma vez que os resultados dessas análises são bastante extensos e repetitivos, apresentar-se-á apenas uma condensação dos principais.

Inicialmente, são apresentados os valores estimados dos custos variáveis totais do setor de fertilizantes para as diferentes opções analisadas (Tabela 1). O menor valor refere-se à análise em que era livre o direito de importar, ou seja, sem contingenciamento. À medida que instrumentos de proteção à indústria nacional são incorporados nas análises, esses custos passam a apresentar significativas elevações que se aproximam de 20 a 25%. Os percentuais mais altos de acréscimos foram observados nas análises onde se impôs a condição de que Araxá e Uberaba teriam que produzir no limite de suas capacidades.

No intuito de resumir os resultados, apresentam-se apenas os vetores

**TABELA 1.** Valores dos custos variáveis totais do setor de fertilizantes, 1977.

Análises	Cr\$	Índice
1. Importação livre	11.550.989.341,00	100
1.1. Araxá e Uberaba usando sua capacidade total	12.834.447.404,00	111
1.2. Araxá e Uberaba usando sua capacidade total; subsídio ao transporte de concentrado de rocha fosfática	12.635.677.515,00	109
1.3. Subsídio ao transporte de concentrado de rocha fosfática	11.550.989.341,00	100
2. Restrições à importação de produtos nitrogenados e fosfatados (contingenciamento)	13.959.985.717,00	121
2.1. Araxá e Uberaba usando sua capacidade total	14.537.441.815,00	126
2.2. Araxá e Uberaba usando sua capacidade total; subsídio ao transporte de concentrado de rocha fosfática	14.082.554.063,00	122
2.3. Subsídio ao transporte de concentrado de rocha fosfática	13.833.644.768,00	120
3. Restrições à importação de produtos nitrogenados e fosfatados. Rocha e ácido fosfórico contingenciados na relação 1:3	14.049.883.552,00	122
3.1. Araxá e Uberaba usando sua capacidade total	14.239.523.280,00	123
3.2. Araxá e Uberaba usando sua capacidade total; subsídio ao transporte de concentrado de rocha fosfática	13.911.126.652,00	120
3.3. Subsídio ao transporte de concentrado de rocha fosfática	13.855.881.140,00	120
4. Restrições à importação de produtos nitrogenados e fosfatados. Rocha e ácido fosfórico contingenciados na relação 1:2	14.179.101.740,00	123
4.1. Araxá e Uberaba usando sua capacidade total	14.321.252.323,00	124
4.2. Araxá e Uberaba usando sua capacidade total; subsídio ao transporte de concentração de rocha fosfática	14.039.791.199,00	122
4.3. Subsídio ao transporte de concentrado de rocha fosfática	13.962.242.082,00	121
5. Restrições à importação de produtos nitrogenados e fosfatados. Rocha e ácido fosfórico contingenciados na relação 1:1	14.431.881.205,00	125
5.1. Araxá e Uberaba usando sua capacidade total	14.523.036.642,00	126
5.2. Araxá e Uberaba usando sua capacidade total; subsídio ao transporte de concentrado de rocha fosfática	14.278.291.345,00	124
5.3. Subsídio ao transporte de concentrado da rocha fosfática	14.146.198.489,00	122

Fonte: Dados da pesquisa.

que aparecem nas soluções. A ordem de apresentação dos principais resultados obedece às etapas técnicas de fabricação de mistura NPK.

A Tabela 2 retrata a utilização de rocha fosfática concentrada e insumos básicos, nacionais e importados, além do enxofre importado. A amônia não foi considerada, pela impossibilidade de separar a nacional da importada, dada a forma em que essa matéria-prima foi incorporada ao modelo, para atender ao mecanismo de distribuição por intermédio do "pool". Não se observa a presença de matérias-primas e insumos básicos nas análises sem contingenciamento, à exceção daquelas em que Araxá foi forçada a usar sua capacidade total. No caso em que, além de forçar Araxá, se concedeu subsídio ao transporte do concentrado de rocha fosfática, ponderável parcela dessa produção foi destinada ao pólo de Santos, que também importou ácido sulfúrico para produção de superfosfato simples.

Apenas o polo de Uberaba utilizou o ácido sulfúrico nacional, embora sua importação fosse livre. Para isso, foram efetuadas importações de enxofre. Os demais polos recorreram à importação.

Em todos esses polos, podem-se observar efeitos significativos, tanto do contingenciamento como do fato de se forçar a presença de Uberaba nas soluções. O efeito do subsídio ao transporte do concentrado de rocha fosfática nacional se refletiu na maior absorção dessa matéria-prima pelos polos de Santos e Rio Grande, em detrimento do polo de Uberaba.

As Tabelas 3, 4 e 5 retratam a situação dos produtos intermediários. Esses quadros mostram os pormenores das diversas mudanças nos pólos de Uberaba, Santos, Paranaguá e Rio Grande, uma vez que a participação dos demais ou foi reduzida, como em Vitória e Porto Alegre, ou se manteve em níveis praticamente constantes, como nos casos dos pólos das regiões Norte e Nordeste (Ilhéus, Salvador, Maceió, Recife, João Pessoa, Fortaleza e Belém).

Com relação ao pólo de Uberaba, observa-se, na Tabela 3, a presença constante da importação de uréia e cloreto de potássio. O DAP também foi importado com freqüência, não o tendo sido no segundo e terceiro casos, apenas. Todas essas importações foram efetuadas pelo porto de Santos. Os produtos intermediários possíveis de serem produzidos em Uberaba são o super triplo e o MAP (Tabela 4). O MAP não teria sido produzido em duas circunstâncias; o super triplo deixou de aparecer na solução ótima em cinco casos. Para ambos os produtos, a ocorrência mais comum foi a exaustão da capacidade do pólo. Com relação à utilização de produtos intermediários nacionais pelo pólo de oferta de mis-

**TABELA 2.** Utilização de matérias-primas e insumos básicos por quatro pólos de produção de produtos intermediários, nas vinte circunstâncias analisadas<sup>a/</sup>. Brasil, 1977  
(em 1.000 t).

Pólo	Origem	Rocha e insumos básicos																					
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Uberaba	Importado	Enxofre	-	-	-	-	-	-	-	-	58	73	73	51	77	98	98	61	102	146	146	86	
		Ácido fósforico	-	-	-	-	117	303	303	112	181	227	227	158	160	202	202	127	105	151	151	89	
	Nacional	Rocha	-	900	160	-	-	160	160	-	273	403	403	209	334	484	484	218	378	645	645	285	
Santos		Ácido sulfúrico	-	-	-	-	-	-	-	-	169	212	212	147	224	283	283	117	294	424	424	249	
	Importado	Ácido fosfórico	-	-	-	-	-	-	-	-	60	76	76	53	80	101	101	63	105	151	151	89	
		Rocha	-	-	-	-	921	71	-	-	644	359	167	121	581	456	263	201	403	405	405	182	
Paranaguá	Importado	Ácido sulfúrico	-	-	434	-	476	476	476	476	518	516	516	531	530	530	530	568	519	476	476	561	
		Ácido fosfórico	-	-	-	-	204	98	70	207	45	43	43	58	38	38	38	66	15	-	-	30	
	Nacional	Rocha	-	740	-	-	740	811	926	215	497	689	778	291	416	609	769	430	405	405	731	-	
Rio Grande		Ácido fosfórico	-	-	-	-	-	-	-	-	15	14	14	19	19	19	19	33	15	-	-	30	
	Importado	Rocha	-	-	-	-	-	-	-	-	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		Ácido sulfúrico	-	-	-	-	-	-	-	-	7	-	-	19	-	-	-	23	-	-	-	-	
	Importado	Ácido fosfórico	-	-	-	-	67	7	18	70	7	-	-	20	-	-	-	16	-	-	-	-	
	Nacional	Rocha	-	-	-	-	-	-	-	-	90	15	-	-	56	-	-	58	-	-	-	-	
		Ácido fosfórico	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	7	-	-	-	8	-	-	-	-	
	Importado	Rocha	-	-	-	-	132	133	-	-	214	165	-	-	232	165	-	-	241	213	5	-	-
		Ácido sulfúrico	-	-	-	-	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	
		Ácido fosfórico	-	-	-	-	149	151	157	152	213	176	176	213	227	176	176	213	235	212	212	235	
	Nacional	Rocha	-	-	-	-	-	-	-	136	-	-	165	214	-	-	165	214	-	-	207	241	

Fonte: Dados da pesquisa.

\*/ (1) importação livre (I.L.) - (2) I.L.; Araxá e Uberaba usando sua capacidade total (A.U.C.T.) - (3) I.L.; A.U.C.T.; Subsídio ao transporte de rocha - (4) I.L.; Subsídio ao transporte de rocha - (5) Restrição à importação de produtos intermediários (Contingenciamento) (R.I.P.) - (6) R.I.P.; Araxá e Uberaba usando sua capacidade total (A.U.C.T.) - (7) R.I.P.; A.U.C.T.; Subsídio ao transporte de rocha - (8) R.I.P.; Subsídio ao transporte de rocha - (9) Contingenciamento de produtos. Rocha e ácido fosfórico contingenciados em 1:3 (R.I.P. 1:3) - (10) R.I.P. 1:3; Araxá e Uberaba usando sua capacidade total (A.U.C.T.) - (11) R.I.P. 1:3; A.U.C.T.; Subsídio ao transporte de rocha - (12) R.I.P. 1:3; Subsídio ao transporte de rocha - (13) Contingenciamento de produtos. Rocha e ácido fosfórico contingenciados em 1:2 (R.I.P. 1:2) - R.I.P. 1:2; Araxá e Uberaba usando sua capacidade total (A.U.C.T.) - (15) R.I.P. 1:2; A.U.C.T.; Subsídio ao transporte de rocha - (16) R.I.P. 1:2; Subsídio ao transporte de rocha - (17) Contingenciamento de produtos. Rocha e ácido fosfórico contingenciados em 1:1 (R.I.P. 1:1) - (18) R.I.P. 1:1; Araxá e Uberaba usando sua capacidade total (A.U.C.T.) - (19) R.I.P. 1:1; A.U.C.T.; Subsídio ao transporte de rocha - (20) R.I.P. 1:1; Subsídio ao transporte de rocha.

TABELA 3. Importação de produtos intermediários pelos quatro principais pólos de mistura, nas vinte circunstâncias analisadas<sup>a/b</sup>. Brasil, 1977 (em 1.000 t).

Pólo	Produtos intermediários	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Uberaba	Uréia	11	251	251	11	61	162	150	58	135	155	155	115	134	155	155	101	115	150	150	93
	DAP	244	-	-	224	76	202	187	73	167	193	193	143	168	193	193	126	143	187	187	116
	Cloreto de potássio	95	313	313	95	140	372	345	134	311	356	356	264	390	356	356	232	264	345	345	214
Santos	Uréia	62	-	240	62	253	188	174	256	166	132	132	178	165	132	132	193	151	101	101	167
	Sulfonitr. de amônio	-	-	-	-	-	34	69	-	-	154	155	-	-	155	155	-	170	170	-	-
	DAP	701	701	190	1.213	316	250	247	319	207	233	233	222	205	233	233	240	188	201	201	208
Paranaguá	Cloreto de potássio	298	298	298	516	582	460	455	588	381	429	429	410	378	429	429	442	346	371	371	284
	Uréia	33	33	33	33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Sulfonitr. de amônio	-	-	-	-	150	21	54	150	28	-	-	51	-	-	-	46	-	-	-	-
Rio Grande	DAP	645	645	645	645	67	9	24	67	13	-	-	23	-	-	-	21	-	-	-	-
	Cloreto de potássio	-	-	-	-	191	21	53	200	27	-	-	77	-	-	-	70	-	-	-	-
	Uréia	6	6	6	6	66	65	63	65	44	57	57	44	40	57	57	44	37	45	45	37
	Sulfonitr. de amônio	-	-	-	-	84	88	105	93	265	159	159	265	306	159	159	265	326	263	263	326
	DAP	119	119	119	119	119	120	125	122	173	142	142	173	185	141	141	172	191	172	172	191
	Cloreto de potássio	51	51	51	51	220	222	231	225	318	261	261	319	341	261	261	319	352	317	317	352

Fonte: Dados da pesquisa.

<sup>a/b</sup> (1) Importação livre (I.L.) - (2) I.L.; Araxá e Uberaba usando sua capacidade total (A.U.C.T.) - (3) I.L., A.U.C.T.; Subsídio ao transporte de rocha - (4) I.L., Subsídio ao transporte de rocha - (5) Restrição à importação de produtos intermediários (Contingenciamento) (R.I.P.) - (6) R.I.P.; Araxá e Uberaba usando sua capacidade total (A.U.C.T.) - (7) R.I.P.; A.U.C.T.; Subsídio ao transporte de rocha - (8) R.I.P.; Subsídio ao transporte de rocha - (9) Contingenciamento de produtos. Rocha e ácido fosfórico contingenciados em 1:3 (R.I.P. 1:3) - (10) R.I.P. 1:3 Araxá e Uberaba usando sua capacidade total (A.U.C.T.) - (11) R.I.P. 1:3; A.U.C.T.; Subsídio ao transporte de rocha - (12) R.I.P. 1:3; Subsídio ao transporte de rocha - (13) Contingenciamento de produtos. Rocha e ácido fosfórico contingenciados em 1:2 (R.I.P. 1:2) - R.I.P. 1:2; Araxá e Uberaba usando sua capacidade total (A.U.C.T.) - (15) R.I.P. 1:2; A.U.C.T.; Subsídio ao transporte de rocha - (16) R.I.P. 1:2; Subsídio ao transporte de rocha - (17) Contingenciamento de produtos. Rocha e ácido fosfórico contingenciados em 1:1 (R.I.P. 1:1) - (18) R.I.P. 1:1; Araxá e Uberaba usando sua capacidade total (A.U.C.T.) - (19) R.I.P. 1:1; A.U.C.T.; Subsídio ao transporte de rocha - (20) R.I.P. 1:1; subsídio ao transporte de rocha.

TABELA 4. Produção de produtos intermediários nacionais nos quatro principais pólos de oferta de produtos intermediários, nas vinte circunstâncias analisadas<sup>+/</sup>. Brasil, 1977 (em 1.000 t).

Pólo	Produtos intermediários	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Uberaba	Super triplo	-	356	356	-	-	356	356	-	179	356	356	92	175	356	356	33	92	356	356	-
	MAP	-	330	330	-	216	330	330	207	330	330	330	330	330	330	330	330	330	330	330	330
Santos	Nitrato de amônio	-	-	-	-	117	117	117	117	117	117	117	117	117	117	117	117	117	117	117	117
	Nitrocálcio	-	-	-	-	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120
	Super simples	-	-	1.174	-	1.287	1.287	1.287	1.287	1.287	1.287	1.287	1.287	1.287	1.287	1.287	1.287	1.287	1.287	1.287	1.287
	Super triplo	-	-	-	-	245	-	-	257	-	-	-	58	-	-	-	-	119	-	-	10
	MAP	-	-	-	-	106	106	106	106	106	106	106	106	106	106	106	106	-	-	-	106
	DAP	-	-	-	-	128	85	28	128	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Paranaguá	Super triplo	-	-	-	-	191	21	53	200	27	-	-	-	77	-	-	-	70	-	-	-
Rio Grande	Super simples	-	-	-	-	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101
	Super triplo	-	-	-	-	151	155	173	161	334	227	227	334	375	227	227	334	395	332	332	395
	MAP	-	-	-	-	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
	DAP	-	-	-	-	147	147	147	147	147	147	147	147	147	147	147	147	147	147	147	147

Fonte: Dados da pesquisa.

+/ (1) Importação livre (I.L.) - (2) I.L.; Araxá e Uberaba usando sua capacidade total (A.U.C.T.) - (3) I.L.; A.U.C.T.; Subsídio ao transporte de rocha - (4) I.L.; Subsídio ao transporte de rocha - (5) Restrição à importação de produtos intermediários (Contingenciamento) (R.I.P.) - (6) R.I.P.; Araxá e Uberaba usando sua capacidade total (A.U.C.T.) - (7) R.I.P.; A.U.C.T.; Subsídio ao transporte de rocha - (8) R.I.P.; Subsídio ao transporte de rocha - (9) Contingenciamento de produtos. Rocha e ácido fosfórico contingenciados em 1:3 (R.I.P. 1:3) - (10) R.I.P. 1:3 Araxá e Uberaba usando sua capacidade total (A.U.C.T.) - (11) R.I.P. 1:3; A.U.C.T.; Subsídio ao transporte de rocha - (12) R.I.P. 1:3; Subsídio ao transporte de rocha - (13) Contingenciamento de produtos. Rocha e ácido fosfórico contingenciados em 1:2 (R.I.P. 1:2) - R.I.P. 1:2; Araxá e Uberaba usando sua capacidade total (A.U.C.T.) - (15) R.I.P. 1:2; A.U.C.T.; Subsídio ao transporte de rocha - (16) R.I.P. 1:2; Subsídio ao transporte de rocha - (17) Contingenciamento de produtos. Rocha e ácido fosfórico contingenciados em 1:1 (R.I.P. 1:1) - (18) R.I.P. 1:1; Araxá e Uberaba usando sua capacidade total (A.U.C.T.) - (19) R.I.P. 1:1; A.U.C.T.; Subsídio ao transporte de rocha - (20) R.I.P. 1:1; subsídio ao transporte de rocha.

TABELA 5. Utilização de produtos intermediários nacionais pelos quatro principais pólos de mistura NPK, nas vinte circunstâncias analisadas<sup>a/</sup>. Brasil, 1977 (em 1.000 t).

Pólo	Produtos intermediários	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Uberaba	Uréia	-	-	-	-	-	18	20	4	-	6	6	-	-	6	6	-	92	242	242	
	Super triplo	-	356	356	-	216	292	242	-	179	262	262	92	175	262	262	33	-	-	-	
	MAP	-	330	330	-	-	330	330	207	330	330	330	330	330	330	330	330	330	330	330	
	Nitratô de amônio	-	-	-	-	-	-	-	-	-	70	-	-	80	-	-	-	-	82	-	
Santos	Nitrocálcio	-	-	-	-	-	37	35	-	63	80	-	37	62	-	80	19	37	-	82	9
	Nitratô de amônio	-	-	-	-	-	104	117	117	117	117	37	117	117	37	117	110	117	34	117	117
	Nitrocálcio	-	-	-	-	-	114	47	65	105	57	40	120	76	58	120	20	101	57	120	38
	Super simples	-	-	1.174	-	1.287	1.287	1.287	1.287	1.287	1.287	1.287	1.287	1.287	1.287	1.287	1.287	1.287	1.287	1.287	
Paranaguá	Super triplo	-	-	-	-	-	245	64	114	257	-	95	95	58	-	95	95	119	-	114	114
	MAP	-	-	-	-	-	106	106	106	106	106	106	106	106	106	106	106	56	-	-	106
	DAP	-	-	-	-	-	128	85	28	128	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Nitratô de amônio	-	-	-	-	-	13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	-	-	
Rio Grande	Nitrocálcio	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	-	-	8	-	-	-	-	-	-	
	MAP	-	-	-	-	-	31	10	25	23	13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Super triplo	-	-	-	-	-	191	21	53	200	27	-	-	77	-	-	70	-	-	-	
	Super simples	-	-	-	-	-	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	
	Super triplo	-	-	-	-	-	151	155	173	161	334	227	227	334	375	227	227	334	395	332	332
	MAP	-	-	-	-	-	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	
	DAP	-	-	-	-	-	147	147	147	147	147	147	147	147	147	147	147	147	147	147	
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		

Fonte: Dados da pesquisa.

<sup>a/</sup> (1) Importação livre (I.L.) - (2) I.L.; Araxá e Uberaba usando sua capacidade total (A.U.C.T.) - (3) I.L.; A.U.C.T.; Subsídio ao transporte de rocha - (4) I.L.; Subsídio ao transporte de rocha - (5) Restrição à importação de produtos intermediários (Contingenciamento) (R.I.P.) - (6) R.I.P.; Araxá e Uberaba usando sua capacidade total (A.U.C.T.) - (7) R.I.P.; A.U.C.T.; Subsídio ao transporte de rocha - (8) R.I.P.; Subsídio ao transporte de rocha - (9) Contingenciamento de produtos. Rocha e ácido fosfórico contingenciados em 1:3 (R.I.P. 1:3) - (10) R.I.P. 1:3 Araxá e Uberaba usando sua capacidade total (A.U.C.T.) - (11) R.I.P. 1:3; A.U.C.T.; Subsídio ao transporte de rocha - (12) R.I.P. 1:3; Subsídio ao transporte de rocha - (13) Contingenciamento de produtos. Rocha e ácido fosfórico contingenciados em 1:2 (R.I.P. 1:2) - R.I.P. 1:2; Araxá e Uberaba usando sua capacidade total (A.U.C.T.) - (14) R.I.P. 1:2; A.U.C.T.; Subsídio ao transporte de rocha - (15) R.I.P. 1:2; A.U.C.T.; Subsídio ao transporte de rocha - (16) R.I.P. 1:2; Subsídio ao transporte de rocha - (17) Contingenciamento de produtos. Rocha e ácido fosfórico contingenciados em 1:1 (R.I.P. 1:1) - (18) R.I.P. 1:1; Araxá e Uberaba usando sua capacidade total (A.U.C.T.) - (19) R.I.P. 1:1; A.U.C.T.; Subsídio ao transporte de rocha - (20) R.I.P. 1:1; subsídio ao transporte de rocha.

tura NPK de Uberaba, este demanda, em algumas das circunstâncias analisadas, outros produtos intermediários, além do super triplo e MAP alí produzidos (Tabela 5). Esses produtos (uréia, nitrato de amônio e nitrocálcio) aparecem complementando a necessidade de nitrogênio para composição da mistura NPK. Toda uréia nacional destinada a esse pólo é proveniente de Salvador, enquanto que o nitrato de amônio e o nitrocálcio são provenientes do pólo de Santos.

No pólo de Santos, houve importação de DAP e cloreto de potássio em 100% dos casos. A uréia só não foi importada em duas soluções e o sulfonitrato de amônio em oito casos (Tabela 3). Nas quatro condições de importação livre, Santos produziu apenas um dos cinco produtos intermediários com os quais trabalhou (super e simples) apenas em uma condição analisada (Tabela 4). Com o contingenciamento, observa-se que Santos produziu nitrato de amônio, nitrocálcio e super simples no limite de sua capacidade. Em três casos o super triplo foi também produzido. O MAP foi produzido em 14 dos 16 casos possíveis. Apenas em um dos 14 casos sua capacidade não foi esgotada. O DAP foi produzido em cinco casos. Os produtos intermediários nacionais, utilizados pelo pólo de oferta de mistura NPK de Santos, são os mesmos alí produzidos pelas indústrias de produtos intermediários (Tabelas 4 e 5). Entretanto, nas análises em que havia contingenciamento para rocha e ácido fosfórico e que Araxá e Uberaba eram forçados a usarem sua capacidade total de produção, o pólo de Santos não produziu super triplo, importando-o do pólo de Uberaba. Nas demais circunstâncias e para os demais produtos intermediários alí produzidos, Santos abasteceu outros pólos de mistura, além de si próprio.

O pólo de Paranaguá foi aquele cuja participação nas soluções se mostrou mais sensível. É interessante observar que, quando a relação de contingenciamento é comprimida, Paranaguá só participou das soluções em que o transporte foi subsidiado (Tabelas 3, 4 e 5). Observa-se que Paranaguá, nas condições de importação livre, não se mostrou sensível à imposição de Uberaba na solução. Paranaguá só produziu super triplo em 7 casos, os de contingenciamento mais folgado ou os de subsídio ao transporte. Além do super triplo alí produzido, o pólo de oferta de mistura NPK de Paranaguá utilizou o nitrato de amônio, nitrocálcio e MAP nacionais, adquiridos do pólo de Santos.

A presença de Rio Grande foi marcante em todos os casos em que houve contingenciamento (Tabelas 3, 4 e 5). Quando a importação foi livre, Rio Grande não produziu. Quando não houve contingenciamento, Rio Grande importou uréia, DAP e cloreto de potássio (Tabela 3). Nos casos em que se impunha o contingencionamento, passou a importar

sulfonitrato de amônio. O tratamento diferencial desse produto intermediário importado por Rio Grande, comparado com outros pólos, justifica essa mudança. Os produtos intermediários nacionais demandados pelo pólo de oferta de mistura NPK de Rio Grande, foram os mesmos produzidos por aquele pólo de oferta de produtos intermediários.

Da comparação entre os pólos, nas diversas soluções, observa-se que, sem contingenciamento, a participação de três dos quatro pólos fica inalterada pela presença de Uberaba; o subsídio ao transporte tende a favorecer Santos, ficando inalterados os outros pólos; o subsídio ao transporte tende a reduzir a participação de Uberaba. Com contingenciamento, Paranaguá divide com Santos os resultados da presença de Uberaba. A medida que diminuem as relações de contingenciamento, a participação de Rio Grande também é alterada, de acordo com a presença de Uberaba.

Todas as mudanças intermediárias foram agrupadas para obter os efeitos finais no abastecimento de mistura NPK. A Tabela 6 ilustra este resultado final. As informações do quadro mostram a estabilidade da participação dos pólos do Norte e Nordeste. Nas circunstâncias estipuladas pelo modelo, o suprimento de mistura, para aqueles pólos, não se mostrou significativa nem à presença de Uberaba, nem às diversas relações de contingenciamento das importações no Centro e Sul, nem ao subsídio ao transporte. A imposição do contingenciamento elimina das soluções a participação de Vitória e Porto Alegre. Em compensação, acarreta a presença de Salvador. Com relação às 20 opções analisadas, a Tabela 6 mostra que os principais ajustamentos relacionam-se com os quatro pólos considerados anteriormente (Uberaba, Santos, Paranaguá e Rio Grande). Na análise sem contingenciamento, o subsídio não foi suficiente para alterar o quadro de suprimento de mistura NPK, nem mesmo quando se forçou a participação de Uberaba.

Como era de se esperar, a situação com suprimento da mistura NPK reflete, em amplitude, as variações ocorridas nos produtos intermediários.

As Tabelas 7 e 8 ilustram o fluxo de mistura NPK dos pólos de produção aos vários pólos de consumo considerados. No intuito de simplificar, apenas duas condições analisadas são apresentadas. Na Tabela 7, não se considerou nenhum tipo de restrição às importações. Nesta circunstância, Uberaba participou, em relação ao total de mistura NPK ofertado, como o menor percentual verificado nas 20 condições analisadas. Este pólo produziu apenas para atender seu próprio consumo. Na condição apresentada na Tabela 8, Uberaba atingiu o mais alto percentual em relação ao total de mistura ofertado. Esse resultado se refere à

TABELA 6. Produção de mistura NPK nas vinte circunstâncias analisadas. Brasil, 1977 (em t).

Misturadores	Importação livre (IL)	Produção de mistura NPK									
		IL Araxá e Uberaba usando sua capac. total	IL Araxá e Uberaba usando sua capac. total. Subsídio ao transporte	IL Subsídio ao transporte	Restrições à importação de produtos (RIP)	RIP Araxá e Uberaba usando sua capac. total	RIP Araxá e Uberaba usando sua capac. total. Subsídio ao transporte	RIP Araxá e Uberaba usando sua capac. total. Subsídio ao transporte	RIP rocha e ácido fosfórico contingenc. Relação 1:3	RIP-1:3 Araxá e Uberaba usando sua capacidade total	
Belém	9.900	9.900	9.900	9.900	155.480	155.480	155.480	155.480	155.480	155.480	
Fortaleza	5.419	5.419	5.419	5.419	5.419	5.419	5.419	5.419	5.419	5.419	
João Pessoa	7.026	7.026	7.026	7.026	7.026	7.026	7.026	7.026	7.026	7.026	
Recife	65.844	65.844	65.844	65.844	65.844	65.844	65.844	65.844	65.844	65.844	
Maceió	85.732	85.732	85.732	85.732	85.732	85.732	85.732	85.732	85.732	141.676	
Salvador						155.385	150.727	154.782	150.727	150.727	
Ilhéus	65.291	65.291	65.291	65.291	170.448	160.129	160.129	160.129	160.129	160.129	
Uberaba	205.410	675.808	675.808	205.410	302.939	803.729	745.377	290.017	671.510	768.036	
Vitória	143.100	143.100	143.100	143.100							
Santos	1.113.970	643.572	643.572	1.113.970	1.255.939	993.221	982.902	1.268.861	822.074	926.958	
Paranaguá	592.027	592.027	592.027	592.027	592.301	37.548	95.900	265.301	50.137		
Porto Alegre	541.016	541.016	541.016	541.016							
Rio Grande	109.013	109.013	109.013	109.013	474.235	478.893	499.112	485.157	687.577	562.483	

TABELA 6. Continuação.

Misturadores	Produção de mistura NPK											
	RIP-1:3 Araxá e Uberaba usando sua capac. total. Subsídio ao transporte		RIP Rocha e ácido fosfórico contingenc. Relação 1:2 (RIP-1:2)		RIP-1:2 Araxá e Uberaba usando sua capac. total. Subsídio ao transporte		RIP Rocha e ácido fosfórico contingenc. Relação 1:1 (RIP-1:1)		RIP-1:1 Araxá e Uberaba usando sua capac. total. Subsídio ao transporte		RIP-1:1 Araxá e Uberaba usando sua capac. total. Subsídio ao transporte	
	RIP-1:3 Subsídio ao transporte	Roch e ácid fosfórico contingenc. Relação 1:2 (RIP-1:2)	RIP-1:2 Araxá e Uberaba usando sua capac. total.	RIP-1:2 Subsídio ao transporte	RIP-1:1 Araxá e Uberaba usando sua capac. total.	RIP-1:1 (RIP-1:1)	RIP-1:1 Araxá e Uberaba usando sua capac. total.	RIP-1:1 Subsídio ao transporte				
Belém	155.480	155.480	155.480	155.480	155.480	155.480	155.480	155.480	155.480	155.480	155.480	
Fortaleza	5.419	5.419	5.419	5.419	5.419	5.419	5.419	5.419	5.419	5.419	5.419	
João Pessoa	7.026	7.026	7.026	7.026	7.026	7.026	59.249	7.026	7.026	7.026	7.026	
Recife	65.844	65.844	65.844	65.844	65.844	65.844	111.688	65.844	65.844	65.844	198.568	
Maceió	141.676	167.025	180.270	141.676	141.676	173.244	192.154	167.825	67.825	192.134		
Salvador	150.727	150.727	150.727	150.727	150.727	150.727	164.521	150.727	150.727	150.727	164.520	
Ilhéus	160.129	160.129	160.129	160.129	160.129	160.129	160.129	160.129	160.129	160.129	170.448	
Uberaba	768.036	569.419	667.189	768.086	768.086	501.477	569.419	745.377	745.377	745.377	462.396	
Vitória												
Santos	926.958	884.336	816.493	926.958	926.958	954.979	746.559	801.193	801.193	801.193	828.607	
Paranaguá	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Porto Alegre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Rio Grande	562.483	687.577	735.731	562.403	562.403	687.577	759.130	684.727	684.728	684.728	759.130	

Fonte: Dados de pesquisa.

**TABELA 7.** Abastecimento de mistura PK, com contingenciamento de produtos (em 1.000 t).

Origem \ Destino	Bragança	Sobral	Rio Tinto	Vit. de S. Antônio	U. dos Palmares	Capela	Itabuna	Campo Grande	Dourados	Goiânia	Rio Verde	Itumbiara	Colatina	Campos	Três Pontas	Manhuaçu	Uberaba	S.J. Campos	Campinas	Piracicaba	S.J B. Vista
Origem																					
Belém	9,9																				
Fortaleza		5,4																			
João Pessoa			7,0																		
Recife				65,8																	
Maceió					75,8		9,9														
Salvador																					
Ilhéus								65,3													
Goiânia																					
Campos																					
Belo Horizonte																	205,4				
Uberaba																					
Pocos de Caldas																	44,8	60,4	17,9		
Vitória																					
Campos																					
Santos																					
Campinas																					
Ribeirão Preto																					
Paranaguá																					
Londrina																					
Porto Alegre																					
Rio Grande																					
Total	9,0	5,4	7,0	65,8	75,8	9,9	65,3	28,9	83,0	36,0	30,1	31,4	44,8	60,4	129,4	17,9	205,4	24,2	73,8	60,6	73,9

**TABELA 7.** Continuação.

Origem	Destino																Total					
		Rib. Preto	S.J. Rio Preto	Araçatuba	Sorocaba	Bauru	Marília	Ourinhos	P. Prudente	Londrina	Maringá	Cascavel	Curitibanos	Xanxeré	Sto. Angelo	Bento Gonçalves	S.F. de Assis	Bagé	Passo Fundo	Pelotas	t	%
Belém																				9,9	0,34	
Fortaleza																				5,4	0,18	
João Pessoa																				7,0	0,24	
Recife																				65,8	2,24	
Maceió																				85,7	2,91	
Salvador																				65,3	2,22	
Ilhéus																						
Goiânia																						
Camapuã																						
Belo Horizonte																				205,4	6,98	
Uberaba																				143,1	4,86	
Pocos de Caldas																						
Vitória																						
Campos																						
Santos	183,5	73,1	34,5	79,2	40,7	37,4	54,9	39,3												1.113,9	37,84	
Campinas																						
Rib. Preto																				592,0	20,11	
Paranaguá																						
Londrina																						
Porto Alegre																				541,1	18,38	
Rio Grande																				65,9	3,70	
Total	183,5	73,1	34,5	79,2	40,7	37,4	54,9	39,3	385,1	113,5	113,5	55,9	37,5	58,4	173,0	83,0	96,0	85,9	125,1	43,1	2.943,6	100,00

Fonte: Dados da pesquisa.

**TABELA 8. Abastecimento da mistura NPK, com contingenciamento de produtos. Subsídio ao transporte de rocha (em t).**

Destino Origem	Bra- gança	So- bral	Rio Tinto	Vit. de S. Antônio	U. dos Palma- res	Cape- la	Itabu- na	C. Grande	Doura- dos	Goiâ- nia	Rio Verde	Itum- biara	Colati- na	Campos	Três Pontas	Manhua- çu	Uberaba	S.J. Campos	Campi- nas	Piraci- caba	S.J.B. Vista	
Belém	9.900														12.922							
Portalete		5.419																				
João Pessoa			7.026																			
Recife				65.844																		
Macapá					75.832	9.900																
Salvador															10.319	37.943						
Ilhéus						65.291									44.802	50.036						
Goiânia																						
Campaná																						
Belo Horizonte																						
Uberaba									23.070	30.146	31.391					205.410						
Poços de Caldas																						
Vitória																						
Campinas																						
Santos							28.947	83.018							129.352				24.205	73.771	60.608	73.867
Campinas																						
Ribeirão Preto																						
Paranaguá																						
Londrina																						
Porto Alegre																						
Florianópolis																						
<b>TOTAL</b>	<b>9.900</b>	<b>5.419</b>	<b>7.026</b>	<b>65.844</b>	<b>75.832</b>	<b>9.900</b>	<b>65.291</b>	<b>28.947</b>	<b>83.018</b>	<b>35.992</b>	<b>30.146</b>	<b>31.391</b>	<b>44.802</b>	<b>60.355</b>	<b>129.352</b>	<b>37.943</b>	<b>205.410</b>	<b>24.205</b>	<b>73.771</b>	<b>60.608</b>	<b>73.867</b>	

**TABELA 8. Continuação.**

Origem \ Destino	Rib. Preto	S.J. Rio Preto	Araça- tuba	Soroca- ba	Beira- Marí- lia	Ouri- nhos	P. Pruden- te	Londri- na	Maringá	Casca- vel	Curiti- ba	Xanze- rê	Stº Angelo	B. Conchal- ves	S.P. de Assis	Paçó e	Passo Fundo	Pelo- tas	Total		
	t	%																			
Belém								132.658										155.480	5,28		
Fortaleza																		5.419	0,18		
João Pessoa																		7.026	0,24		
Recife																		65.844	2,24		
Natal																		85.732	2,91		
Salvador																		154.782	5,26		
Ilhéus																		160.129	5,44		
Goiânia																					
Camapuã																					
Belo Horizonte																		290.017	9,85		
Uberaba																					
Poços de Caldas																					
Vitória																					
Campos																					
Santos	183.462	73.144	34.523	79.219	40.743	37.368	54.870	39.344	252.420									1.268.861	43,11		
Campinas																					
Rib. Preto																					
Paranaguá										113.457	55.944	37.548	58.352					265.301	9,01		
Londrina																					
Porto Alegre																					
Rio Grande																		66.452	88.609		
																	95.963	65.874			
																	125.120	43.139			
																	485.157	16,48			
<b>TOTAL</b>	<b>183.462</b>	<b>73.144</b>	<b>34.523</b>	<b>79.219</b>	<b>40.743</b>	<b>37.368</b>	<b>54.870</b>	<b>39.344</b>	<b>385.078</b>	<b>113.457</b>	<b>55.944</b>	<b>37.548</b>	<b>58.352</b>	<b>172.972</b>	<b>88.609</b>	<b>95.963</b>	<b>65.874</b>	<b>125.120</b>	<b>43.139</b>	<b>2.943.748</b>	<b>100,00</b>

análise onde, além de contigenciar as importações de produtos nitrogenados e fosfatados, Uberaba foi forçada a usar sua capacidade total. O pólo de Uberaba passou a abastecer pólos de demanda de mistura anteriormente abastecidos por Santos.

#### **RESUMO E CONCLUSÕES**

A auto-suficiência preconizada pelo Programa Nacional de Fertilizantes e Calcário Agrícola (1974) levou à implementação de novas unidades industriais. Dentre elas encontra-se a unidade de solubilização da Valefértil, em Uberaba, MG, concebida para produzir ácido fosfórico, superfosfato triplo e monoamônio fosfato (MAP), utilizando como matéria-prima o concentrado de rocha fosfática produzido pela VALEP, em Araxá (Tapira), MG.

Contudo, a tentativa de compatibilizar as metas de auto-suficiência em fertilizantes e modernização da agricultura vem exigindo do Governo Federal constantes intervenções nos setores agrícola e industrial. No setor agrícola essas intervenções visam a incentivar o maior uso desse insumo por meio, basicamente, de políticas de crédito subsidiado e de subsídio direto ao agricultor. No caso do setor industrial, por meio de medidas de proteção à indústria nacional, indispensáveis à sua sobrevivência, uma vez que os fertilizantes produzidos internamente são de custos mais elevados que os importados. A forma de amparo à indústria nacional de fertilizantes mais usada tem sido o contingenciamento das importações. Essa medida, que já mereceu análise de outros autores (Oliveira et al. 1979), onera substancialmente os custos dos fertilizantes, dificultando, assim, em várias instâncias, o desenvolvimento da agricultura nacional. Se, de um lado, o contingenciamento garante mercado para o fertilizante nacional, do outro, força o agricultor a pagar preços mais elevados pelos fertilizantes que consome, uma vez que o preço final passa a ser uma média ponderada dos preços dos dois produtos.

Esse mecanismo faz com que a curva de oferta interna de fertilizantes se torne cada vez mais inelástica, à medida que aumenta a participação do fertilizante nacional na composição da oferta interna. Essa característica da curva de oferta interna teria um efeito menor sobre a redução na renda líquida do agricultor, "caeteris paribus", caso a curva de demanda desse insumo fosse mais elástica, o que na realidade não ocorre. Estudos recentes têm mostrado serem inelásticas as curvas de demanda de fertilizantes, em razão, principalmente, das características dos processos tecnológicos de produção agrícola disponível (Carvalho 1979). Dessa forma, o investimento na geração de novos processos tec-

nológicos de produção agrícola seria um dos caminhos para contornar tal distorção.

Este trabalho teve como objetivo geral avaliar os efeitos, nos custos variáveis totais do setor de fertilizantes, do aumento da oferta nacional desse insumo, em consequência da implantação de uma unidade de produção de concentrado de rocha fosfática em Araxá e uma unidade de solubilização de fósforo em Uberaba. Os objetivos específicos foram:

- a. análise comparativa dos custos variáveis totais do setor de fertilizantes, estimados com base em diferentes relações de contingenciamento de fósforo;
- b. estimativa do custo variável total do setor de fertilizantes, considerando o subsídio ao transporte de concentrado de rocha fosfática nacional, das fontes de produção até as indústrias de solubilização;
- c. análise da distribuição ótima dos fertilizantes produzidos em Uberaba, em termos de minimização de custos.

Para atender aos objetivos do trabalho, foi utilizado um modelo de programação linear de equilíbrio especial. Especificamente, utilizou-se o modelo de programação linear estática, cuja função-objetivo a ser minimizado é representada pelos custos variáveis totais. A matriz básica é composta de cinco submatrizes de fluxos e transformações, que abrangem todo o setor de fertilizantes. Os dados utilizados referem-se ao ano de 1977.

As estimativas dos custos variáveis totais do setor de fertilizantes, para as diferentes opções analisadas, mostraram que o menor valor foi observado quando se permitiu importar livremente. À medida que instrumentos de proteção à indústria nacional são incorporados nas análises, esses custos passam a apresentar significativas elevações. Dado que esses custos se refletem nos preços dos fertilizantes ao nível de consumidor final, o Governo tem procurado diminuir os impactos desses acréscimos de custos, mediante a concessão de subsídios para aquisição desse insumo.

As primeiras conclusões indicam que Araxá e Uberaba, à semelhança do que acontece com o restante do parque nacional de fertilizantes, não têm condições de participar da oferta desse insumo, a menos que medidas protecionistas sejam adotadas. A extensão, àquelas unidades, das medidas de contingenciamento adotadas para o Centro e Sul permite sua participação na oferta de fertilizantes. Diversas circunstâncias

analisadas mostram diferentes graus de possibilidade de participação daquelas unidades.

O contingenciamento isolado de produtos intermediários permite a participação de Uberaba em proporções significativas, embora nesse processo tenham sido utilizadas apenas matérias-primas e insumos básicos importados. Uma vez que a rocha concentrada nacional não participa do processo, o efeito da medida se reduz ao mero deslocamento, para Uberaba, de atividades antes desenvolvidas principalmente em Santos.

O contingenciamento implica acréscimos de 20% nos custos variáveis do setor. A produção nacional de insumos básicos se restringe ao ácido sulfúrico. Outras mudanças causadas pelo contingenciamento indicam ser a produção nacional de produtos intermediários viável em 50% dos pólos de oferta considerados.

O pólo de Santos, o mais tradicional dos pólos distribuidores de fertilizantes, exauriu sua capacidade de produzir seis dos sete produtos intermediários que podem ser ali produzidos.

O contingenciamento de produtos intermediários, além de não levar à utilização de rocha nacional, viabiliza a importação de alguns produtos intermediários, que, de outra forma, não participariam da solução. Essa é outra fonte de encarecimento da mistura comercializada, ou seja, outra fonte de ineficiência.

A viabilidade da incorporação da rocha de Araxá na produção nacional de fertilizantes fez com que se considerasse a conveniência da concessão de subsídios ao transporte desse insumo. Tomado isoladamente, esse subsídio, mesmo concedido a 100% dos custos de transporte dessa matéria-prima, não possibilitou a utilização da rocha nacional. Os resultados alcançados, nesse caso, foram idênticos aos obtidos quando a importação era livre. Uma vez imposto o contingenciamento de produtos intermediários, o subsídio ao transporte implicou uma redução de 1% nos custos variáveis totais. Em presença do subsídio ao transporte, o contingenciamento acarretou o acréscimo de 20% nos custos variáveis totais.

Se, de um lado, a concessão do subsídio, em presença do contingenciamento de produtos intermediários, viabiliza a produção de rocha nacional (100% da capacidade de Araxá e 70,74% da de Jacupiranga), de outro, impõe distorções ao processo. O valor do subsídio concedido (aproximadamente 400 milhões de cruzeiros) é mais que o dobro da re-

dução dos custos variáveis totais do setor (aproximadamente 200 milhões de cruzeiros), além disso, aumenta a competitividade das indústrias de fosfatados mais distantes das fontes de produção de rocha, em detrimento das mais próximas.

Análises adicionais deste estudo acrescentaram às medidas até aqui avaliadas o contingenciamento da rocha fosfática e do ácido fosfórico.

A combinação do contingenciamento de rocha e ácido fosfórico, uma vez estabelecido o contingenciamento dos produtos, indica ser essa combinação de medidas um esquema recomendável.

Os acréscimos de custos registrados nas diversas relações comparadas não ultrapassaram 1% dos custos variáveis totais obtidos com contingenciamento de produtos intermediários. Nesse esquema, conseguiu-se, para a relação 1:3, a utilização de cerca de um terço da capacidade de produção de Araxá. A capacidade de Jacupiranga foi totalmente exaurida. Os resultados são consistentes quando se faz variar as relações de contingenciamento de rocha e ácido fosfórico a níveis mais restritivos à importação.

Essa conclusão é enfatizada pelos casos em que o modelo forçou a utilização plena da capacidade de Araxá e Uberaba, onde o contingenciamento da rocha e ácido fosfórico ocasionou redução nos custos variáveis totais.

A análise da concessão de subsídio ao transporte, acoplado ao contingenciamento combinado de produtos intermediários, rocha e ácido fosfórico, nas diferentes relações, permitiu a avaliação dos principais efeitos da igualdade de preços nos diversos pólos que demandam esse fator. Os resultados confirmam os obtidos em análises anteriores. Além de ser pequena, a redução dos custos variáveis totais não compensaria o subsídio ao transporte, mas acarretaria mudanças na localização da oferta de produtos intermediários, tendentes a beneficiar as indústrias mais distantes dos pólos de oferta de rocha fosfática.

Um dos objetivos específicos deste estudo foi analisar a distribuição dos fertilizantes produzidos em Uberaba. De modo geral, os resultados não indicam, para Uberaba um comportamento nitidamente diferenciado dos demais pólos de oferta de mistura. Em alguns casos, o polo de Uberaba participa de soluções onde não se verifica a presença de outros pólos localizados no interior. A distribuição da mistura oriunda de Uberaba é orientada especialmente pelas distâncias que separam esse polo dos pólos consumidores. Inicialmente, Uberaba produz para atender

apenas a seu próprio pólo de consumo. Na medida em que as circunstâncias analisadas possibilitam a expansão de sua produção, esse pólo passa a atender aos consumidores localizados na sua periferia, alcançando os pólos de consumo localizados em Mato Grosso do Sul, Goiás, Minas Gerais e no norte de São Paulo. Nesse processo, Uberaba substituiu Santos no atendimento desses pólos.

Num contexto mais geral, os resultados deste estudo não apontam com nitidez a conveniência da implantação da unidade de Uberaba. Partindo da decisão de usar a rocha de Araxá, os resultados deste trabalho não indicam a possibilidade de obtenção de ganhos significativos com a presença, em Uberaba, de um complexo de solubilização. Contudo, nos limites em que se circunscreve a presente análise, Uberaba se comporta de modo semelhante aos demais pólos de oferta de produtos intermediários. As circunstâncias que numa análise de longo prazo justificariam as inversões naquele pólo não foram considerados no presente estudo. Na medida em que elas prevalecem, aceita-se a validade da implantação de Uberaba, uma vez que neste estudo esse pólo não parece significativamente inferior aos demais.

Este trabalho, pela delimitação que faz da área estudada, pelas simplificações que o processo analítico adotado exige, pela qualidade e disponibilidade das informações usadas, além de outras características, padece das limitações comuns inerentes a estudos do gênero. Acredita-se, contudo, que a riqueza das informações que o modelo analítico gera, supere largamente tais limitações.

Finalmente, chama-se atenção para o fato de que este trabalho se fixa nas relações determinadas no ano de 1977 e que as freqüentes mudanças observadas na conjuntura internacional, principalmente as que envolvem o setor de fertilizantes, podem estar alterando a Tabela de referência básico aqui considerado.

#### REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO NACIONAL PARA DIFUSÃO DE ADUBOS, São Paulo, SP. **Sector fertilizantes.** São Paulo, 1976. 97p.
- BARBOSA NETO, M.A. **Preço de fertilizantes: uma análise objetiva.** São Paulo, s.ed. 1977. 17p.
- BAUM, M. **Substituição de importações - uma nova fase da indústria de fertilizantes.** São Paulo, USP, 1978. 244p. Tese Mestrado.
- CARVALHO, F.M.A. de. **Demand regional de fertilizantes no Brasil.** Viçosa, UFV, Imprensa Universitária, 1979. 110p. Tese Mestrado.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA AGRICULTURA, Brasília, DF. **Documento básico do II encontro nacional da agropecuária.** Brasília, 1976. 164p.

FERTILIZANTES. **Agroanalysis.** Rio de Janeiro, 4(1):2-19, jan. 1980.

GONÇALVES, J.A.T.D. Painel II - insumos agrícolas. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PERSPECTIVAS AGRÍCOLAS, 1978, Brasília, 1977. **Anais...** Brasília, 1978. p.49-60.

GRILICHES, Z. The demand for fertilizer: an economic interpretation of technical change. **J. Farm Econ.**, Menasha, 40(3):591-606, Aug. 1958.

LEVIN, R.I. & LAMONE, R.P. **Linear programming for management decisions.** Homewood Illinois, Richard D. Irwing, Inc., 1969. 308p.

MALAVOLTA, E. Adubos, produção agrícola e desenvolvimento. Salvador, CEPED, 1977. 27p. Trabalho apresentado no I seminário sobre Fertilizantes no Norte e Nordeste, em 29 de novembro a 2 de dezembro de 1977.

MATTOSO, M.J. **Análise do setor de fertilizantes - Avaliação de política de auto-suficiência.** Viçosa, UFV, Imprensa Universitária, 1980. 231p. Tese Doutorado.

OLIVEIRA, A.J. de; SUGAI, Y.; VILAS, A.T. & TEIXEIRA FILHO, A.R. A política de contingenciamento de fertilizantes no Brasil - uma análise espacial. **R. Econ. rural**, Brasília, 17(2):6-38, abr./jun. 1979.

PATRICK, G.F. Fontes de crescimento na agricultura brasileira: o setor de culturas. In: CONTADOR, C.R. ed. **Tecnologia e desenvolvimento agrícola.** Rio de Janeiro, IPEA/INPES, 1975. p.89-110. (Série Monográfica, 17).

PROGRAMA NACIONAL DE FERTILIZANTES E CALCÁRIO AGRÍCOLA. s.l., s.ed. 1974. n.p.

RIBEIRO, J.L. **Rates of return to agricultural investment in the "cerrados" area in Brazil.** Minneapolis, University of Minnesota, 1979. 125p. Tese Doutorado.

SAMPAIO, J.F. **A auto-suficiência e a indústria de composição e distribuição de fertilizantes.** s.n.t. 5p. Mimeografado.

SOUZA, W.V. de. **A procura de fertilizantes no Brasil, 1950/70.** Viçosa, UFV, Imprensa Universitária, 1973. 66p. Tese Mestrado.

TAYLOR, C.R.; BLOKLAND, P.J. Van; SWANSON, E.R. & FROHBERG, K.K. **Two national equilibrium models of crop production;** cost minimization and surplus maximization. Illinois, Urbana, Champaign, 1979. 32p.