

UNICAMP

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS

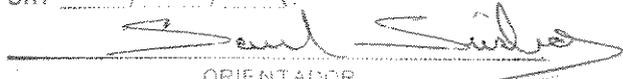
ADMINISTRAÇÃO E POLÍTICA DE RECURSOS MINERAIS

DESENVOLVIMENTO DE UM MODELO DE PREVISÃO PARA
O CONSUMO DE FOSFATO NO BRASIL

JOEL ANTONIO DE TOLEDO

DISSERTAÇÃO MESTRADO

Este exemplar corresponde a
redação final da tese defendida
por JOEL ANTONIO DE TOLEDO
e aprovada pela Comissão Julgadora
em 17/10/94.

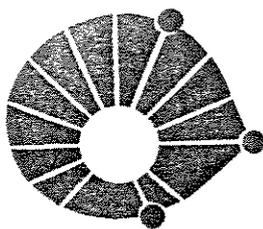

ORIENTADOR

CAMPINAS - SP

AGOSTO - 1994

T575d
23299/BC

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL



UNICAMP

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS

ADMINISTRAÇÃO E POLÍTICA DE RECURSOS MINERAIS

DESENVOLVIMENTO DE UM MODELO DE PREVISÃO PARA
O CONSUMO DE FOSFATO NO BRASIL

JOEL ANTONIO DE TOLEDO *4/575*

Dissertação apresentada ao Instituto de
Geociências como requisito parcial para obtenção
do título de Mestre em Geociências.

Orientador: PROF. DR. SAUL B. SUSLICK *SUSLICK*

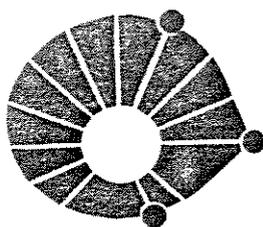
CAMPINAS - SÃO PAULO

AGOSTO- 1994

T575d Toledo, Joel Antonio
Desenvolvimento de um modelo de previsão para o consumo de fosfato no Brasil./ Joel Antonio de Toledo. - Campinas, SP: [s.n.], 1994.
116p.
Orientador: Saul B. Suslick
Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências, Área de Administração e Política de Recursos Minerais.

1. Fosfato - Previsão do consumo 2. Brasil - Fosfato

CDD - 553.640981



UNICAMP

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS

ADMINISTRAÇÃO E POLÍTICA DE RECURSOS MINERAIS

DESENVOLVIMENTO DE UM MODELO DE PREVISÃO PARA
O CONSUMO DE FOSFATO NO BRASIL

AUTOR: JOEL ANTONIO DE TOLEDO

ORIENTADOR: PROF. DR. SAUL B. SUSLICK

COMISSÃO EXAMINADORA

PRESIDENTE: PROF. DR. SAUL B. SUSLICK

EXAMINADORES: PROF. DR. LUIZ A. MILANI MARTINS

PROF. DR. SÉRGIO L. M. SALLES FILHO

CAMPINAS, DE OUTUBRO DE 1994

*Ao amigo e Professor Saul B. Suslick pela paciência e
dedicação que me dispensou em todo tempo.*

**"Há homens que lutam um dia e são bons.
Há homens que lutam anos e são muito bons.
Há homens que lutam por toda a vida; esses são imprescindíveis."
(BERTOLT BRECHT)**

AGRADECIMENTOS

Eu gostaria de agradecer às seguintes pessoas e instituições que contribuíram para a realização desta pesquisa:

Inicialmente ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) que pela concessão da bolsa de estudo, que possibilitou a minha pesquisa junto a esta instituição.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Saul B. Suslick que, não medindo esforços e sacrifícios, transmitiu-me todos os seus conhecimentos, experiências e uma orientação segura, o que transformou um pequeno sonho de um engenheiro em uma grande e gratificante realidade.

Aos professores Celso Pinto Ferraz, Iran F. Machado e Luiz Augusto Milani Martins que, empenhados em transmitir os seus conhecimentos, enriqueceram e ampliaram meu universo em um ambiente saudável e favorável às trocas de idéias e informações.

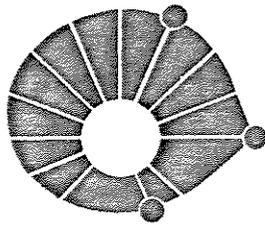
Ao projeto de Monitoração da Disponibilidade Primária de Bens Minerais patrocinado pelo convênio FINEP-PADCT/IG-FUNCAMP pela geração de bases de dados e informações sobre a oferta de fosfato no Brasil e em âmbito internacional.

As entidades IBRAFOS (Instituto Brasileiro de Fosfato), ANDA (Associação Nacional para Difusão de Adubos e Corretivos Agrícolas) e ao IEA (Instituto de Economia Agrícola de São Paulo).

Aos professores Sergio Salles e José Maria da Silveira pelas informações sobre agricultura brasileira e sua estrutura.

À secretária do DARM, Cristina, e às bibliotecárias Márcia, Dora e Cássia que paciente e atenciosamente atenderam às minhas solicitações, não importando o momento, facilitando sobremaneira o meu trabalho.

Aos colegas Flávio, Sergio e Hamilton, que sempre tiveram uma palavra de amizade e de incentivo.



UNICAMP

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS

ADMINISTRAÇÃO E POLÍTICA DE RECURSOS MINERAIS

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

RESUMO

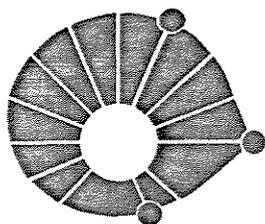
**DESENVOLVIMENTO DE UM MODELO DE
PREVISÃO PARA O CONSUMO DE FOSFATO NO BRASIL**

JOEL ANTONIO DE TOLEDO

O presente trabalho aborda uma metodologia para análise do consumo mineral por intermédio de projeções vetoriais condicionais. Como estudo de caso selecionaram-se os fertilizantes fosfatados (concentrado de P_2O_5) no período de 1960/90.

A equação de consumo foi construída da projeção de autovetores dos escores fatoriais (análise fatorial) feitas com base em equações autorregressivas defasadas.

As variáveis econômicas escolhidas foram: PIB agrícola, preço do fosfato, área média colhida e mudança tecnológica. Estabeleceu-se o ano 2000 como meta da análise, fornecendo uma projeção para dois cenários de PIB agrícola. Pelos resultados obtidos, observa-se que o PIB agrícola, a área média colhida e a mudança tecnológica são variáveis que possuem grande impacto nos vetores projetados no consumo de fertilizantes fosfatados.



UNICAMP

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS
ADMINISTRAÇÃO E POLÍTICA DE RECURSOS MINERAIS

MASTER SCIENCE OF DISSERTATION

ABSTRACT

DEVELOPMENT OF A FORECASTING MODEL OF PHOSPHATE
CONSUMPTION IN BRAZIL.

JOEL ANTONIO DE TOLEDO

This dissertation presents a methodology to project mineral consumption by conditioned vector projection. As a case study, it was selected the phosphates fertilizer (P_2O_5 concentrate) from de 1960 to 1990 period.

The consumption equation was composed from eigenvectors of factor scores based upon lagged autoregressive equations.

The variables selected were agricultural GDP indicator, phosphate price, average outcrop area, and technical change. The model was projected for the year 2000 for two previous selected scenarios of agricultural GDP estimates. The results obtained indicated that the agricultural GDP, the average outcrop area and the technical change are variable with enormous impact on the projected vectors in the consumption of phosphate fertilizers.

SUMÁRIO

	pág.
Dedicatória	i
Citação	ii
Agradecimentos	iii
Resumo	iv
Abstract	v
Sumário	vi
Lista de Figuras	vii
Lista de tabelas	ix
Lista de Siglas Utilizadas	x
1. INTRODUÇÃO	1
2. ESTRUTURA DA INDÚSTRIA DE FERTILIZANTES	
2.1 Histórico	5
2.2 Organização Industrial	9
2.2.1 Distribuição geográfica	10
2.3 Exploração e desenvolvimento	12
2.4 Processos utilizados	15
3. RECURSOS E RESERVAS	
3.1 Geologia dos Depósitos	19
3.2 Distribuição Mundial	22
3.2.1 Principais minas do mundo	23
3.3 Distribuição no Brasil	26
4. VISÃO GERAL DA AGRICULTURA BRASILEIRA	30
5. INTENSIDADE DE USO DO FOSFATO NO BRASIL	
5.1 Conceito de Intensidade de Uso	41
5.2 Oferta e Demanda no Brasil	
5.2.1 Produção e consumo no Brasil	41
5.2.2 Preço nacional e internacional	50
5.3 Aplicações e tendências (indústria química em geral)	51
6. FORMULAÇÃO DE UM MODELO DE PREVISÃO DA DEMANDA.	
6.1 Introdução	54
6.2 Metodologia aplicada	62
6.3 Avaliação dos resultados	69
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	75
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	77
ANEXOS	83

FIGURAS

Figura 1 -	Produção NPK no Brasil	8
Figura 2 -	Fluxograma de mineração de rocha fosfática	13
Figura 3 -	Fluxograma de beneficiamento e concentração de rocha fosfática	18
Figura 4 -	Formação do novo padrão agrícola brasileiro	32
Figura 5 -	Produção agro-vegetal (base seca) considerada a produção dos 16 produtos de exportação e consumo interno. Valor apresentado multiplicado por 1000 t	33
Figura 6 -	Consumo de adubos no Brasil (NPK) em médias trienais	34
Figura 7 -	Produção Agrícola Brasileira da área plantada e colhida das principais culturas no período 1981/91	36
Figura 8 -	Consumo de NPK das principais culturas no Brasil no período 1981/91	37
Figura 9 -	Evolução do crédito agrícola	39
Figura 10-	Intensidade de uso e variação do consumo de fosfato no Brasil	42
Figura 11-	Consumo, produção e importação de P_2O_5 contido no Brasil	46
Figura 12-	Distribuição por empresas da produção de rocha fosfática no Brasil	48
Figura 13-	Preço de P_2O_5 contido em Marrocos, EUA, Brasil	51
Figura 14-	Consumo real e previsto de concentrado (contido) de P_2O_5 no Brasil de 1960/1990	68

Figura 15-	Gráfico das R/P de reservas medidas pela produção boca da mina e de reserva de P_2O_5 por produção de conteúdo de P_2O_5 no Brasil no período de 1970/1990	73
Figura 16-	Fluxograma da metodologia utilizada na modelização do consumo de fosfato no Brasil	74

TABELAS

Tabela 1 - Capacidade instalada de produção de rocha fosfática no mundo	11
Tabela 2 - Reservas de rocha fosfática nos EUA	21
Tabela 3 - Reservas das principais empresas do Brasil	27
Tabela 4 - Balanço da oferta/demanda de P_2O_5 contido no Brasil	44
Tabela 5 - Produção de minério concentrado de P_2O_5 pelas principais empresas nacionais	47
Tabela 6 - Programa de privatização	49
Tabela 7 - Projeção do consumo de fosfato (concentrado de P_2O_5 em t) no Brasil	72

LISTA DE SIGLAS UTILIZADAS

- ANDA - Associação Nacional para Difusão de Adubos e Corretivos Agrícolas.
- DEQ - Departamento de Engenharia Química - UFMG.
- DNPM - Departamento Nacional Produção Mineral.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
- IEA - Instituto de Economia Agrícola.
- IBRAFOS - Instituto Brasileiro de Fosfato.
- PIB - Produto Interno Bruto
-

1.INTRODUÇÃO

A população mundial no ano 2000 atingirá aproximadamente 7 bilhões de habitantes. Este aumento substancial exigirá uma ampliação e melhoria na utilização da área cultivada, fazendo-se necessário o emprego de insumos bem como de novas tecnologias agrícolas.

Devido a este aumento populacional, far-se-á necessário relacionar o consumo das matérias primas minerais e os produtos finais, já que permanecem ainda pouco conhecidas, apesar dos avanços na metodologia e na qualidade das informações. O planejamento dos setores finais raramente são incorporados aos impactos e a disponibilidade das matérias-primas minerais.

Nesse sentido, com objetivo de examinar essas inter-relações, o presente trabalho propõe uma metodologia para avaliar o consumo de fertilizantes em função de parâmetros do setor agrícola por intermédio dos modelos fatoriais.

A abordagem do setor de fertilizantes geralmente é feita de maneira muito compartimentada. As abordagens do setor mineral somente tratam da oferta (minério, produção, teor, etc...). No lado da demanda trata o setor agrícola isoladamente. Esta dissertação busca abordar os dois setores por intermédio da construção de um modelo. Em decorrência da complexidade da área mineral e da falta de uma tradição de incorporar os métodos de previsão na análise de viabilidade econômica dos empreendimentos nessa área, este trabalho busca apresentar alguns instrumentos para a modelagem e a projeção da demanda mineral.

De maneira geral, pode-se conceituar modelo como uma representação quantitativa de um sistema de demanda na indústria mineral. Por sua vez, o

processo de modelagem abrange a escolha de diferentes tipos e combinações de metodologia, o tipo de método quantitativo empregado e a especificação do comportamento das variáveis econômicas e do mercado, aumentando o universo de conhecimento como suas inter-relações (SUSLICK,1990).

A previsão em qualquer setor industrial tem por objetivo fornecer elementos para o planejamento estratégico, antecipando-se aos eventos.

A análise fatorial é empregada em função da possibilidade da inclusão das inter-relações das variáveis econômicas sem comprometer ou forçar a teoria econômica imposta pela análise da regressão¹. Além disso, possibilita operar com um grande número de variáveis com alto nível de autocorrelação e agrupá-las em número reduzido de fatores.

Um dos desdobramentos desta pesquisa é a análise da demanda de fertilizantes fosfatados, pois o Brasil é um país produtor, enquanto que no caso dos fertilizantes nitrogenados e potássicos é importador. O país no período de 1991/92 importou 815 mil t de nitrogenados e 1,9 milhões t de potássicos. Já a produção mundial de rocha fosfática no mundo foi em 1991/92 da ordem de 167,5 milhões de t e, no Brasil, foi da ordem de 3,3 milhões de t, movimentando em termos de valor US\$92,4 milhões, e as importações ficaram na ordem de 216 mil t que corresponderam em valor cif a US\$10,8 milhões.

A pesquisa tentará nos dar uma visão do panorama atual do setor da indústria de fertilizantes, sem a preocupação em detalhar um setor que foi exaustivamente analisado em trabalhos anteriores tanto pela área mineral como

¹ Para uso da análise de regressão as variáveis devem ser independentes, o que nem sempre é possível com dados econômicos.

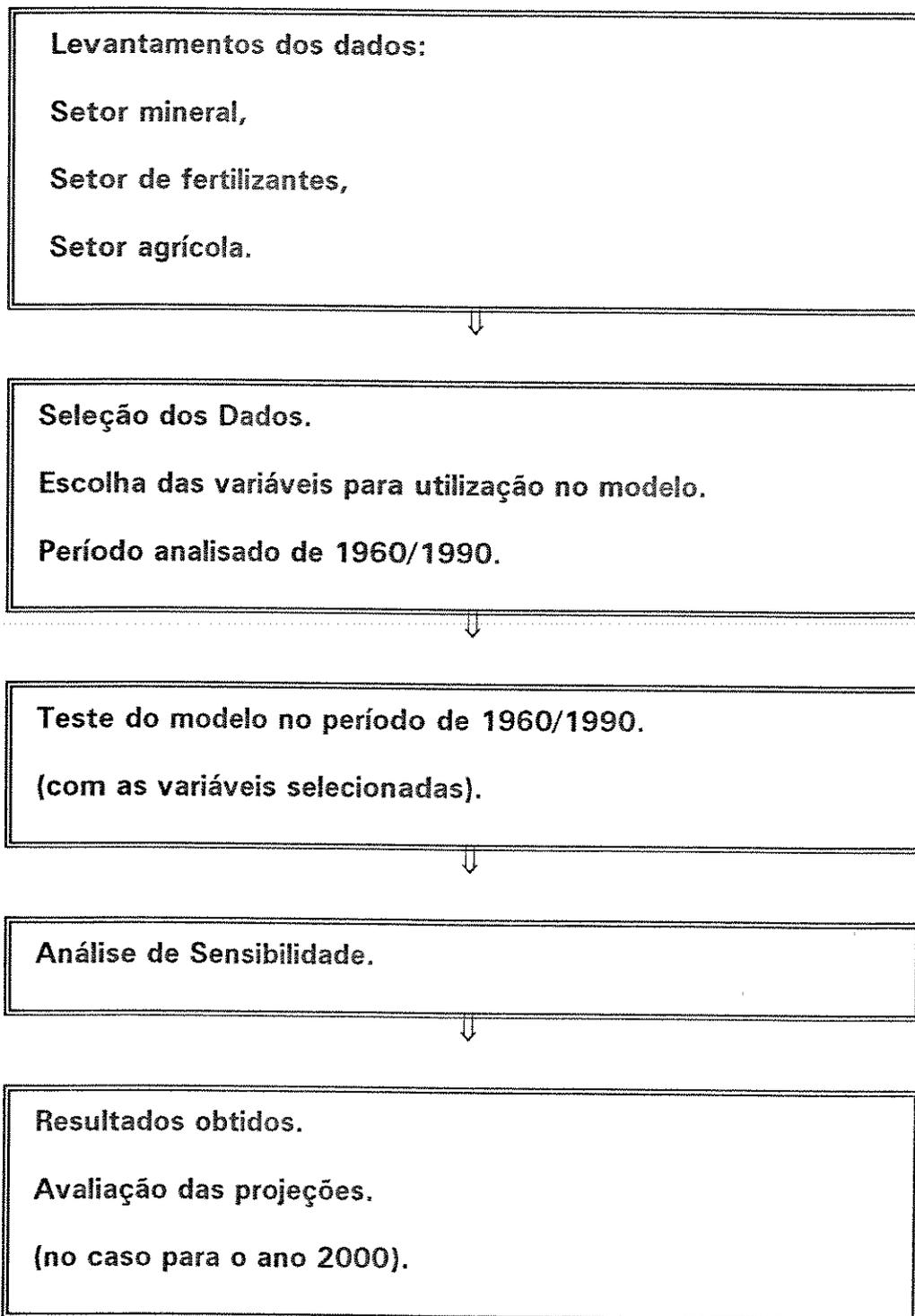
agrícola².

Na formulação do modelo de consumo de fosfato no Brasil, iremos trabalhar com concentrado de P_2O_5 e não com rocha fosfática run of mine (boca da mina). É importante mencionar que há certas discrepâncias nos dados estatísticos levantados pelo DNPM, que atribui um valor de produção de concentrado de P_2O_5 que, na verdade, é o de rocha fosfática. Esses dados estão corrigidos e comparados no trabalho junto a ANDA.

Uma das principais dificuldades encontradas nos trabalhos são as estatísticas pouco confiáveis. O caráter de nossa dissertação não é o de solucionar em definitivo os problemas do setor de fertilizantes, mas sim buscar subsídios para identificar novas formas de abordagem e ferramentas adicionais para o planejamento da área mineral.

² Os dados referem-se ao período entre 1960/90 levantados na ANDA.

A metodologia aplicada para elaboração do modelo de consumo de fosfato no Brasil está apresentada a seguir:



Obs: Os dados foram levantados junto a ANDA, DNPM, IBGE e IEA como também em entrevistas com diretores, engenheiros e em visitas às empresas do setor de fertilizantes.

2. ESTRUTURA DA INDÚSTRIA DE FERTILIZANTES.

2.1 Histórico

O período pós-revolução industrial gerou um movimento que buscou um maior desenvolvimento como uma elevação da escala de produção do setor agrícola. Este movimento visou a atender uma maior disponibilidade de alimentos, bem como uma busca crescente de novas técnicas de utilização do solo.

A preocupação em desenvolver cada vez mais e otimizar a produção de alimentos acompanhou a mudança nos costumes dos povos. Esta tendência reformulou os padrões sócio-econômicos e culturais, conduzindo a sociedade a patamares mais elevados de bem estar e de melhoria nas suas condições de vida.

A grande expansão mundial do consumo e da produção de NPK³, que no pós-guerra (1946) era de 7,5 milhões de t, passou para 94,6 milhões de t em 1977. Deste montante, 71% são consumidos na Europa, América do Norte e ex-União Soviética, devendo-se ressaltar que no processo de expansão do mercado mundial de fertilizantes ocorre um significativo crescimento na produção de países em desenvolvimento. Tal crescimento no período é explicado pela expansão de empresas transnacionais norte-americanas, européias e japonesas, como instalação de novas plantas industriais a exemplo do que ocorreu na Índia, em Trinidad-Tobago, na Coreia, no Paquistão e na América Latina, dentre outros. Devido ao elevado volume de capital disponível e de excelentes condições de operação e de diversificação de produtos, estes conglomerados dominaram gradualmente o

³ A sigla NPK advém da combinação dos símbolos dos elementos químicos que constituem os principais macronutrientes exigidos pelas plantas que são: Nitrogênio (N), Fósforo (P) e Potássio (K).

mercado mundial de fertilizantes até o final dos anos 60.

Na década de 70, a expansão do setor nos países em desenvolvimento segundo KAGEYAMA (1990), deu-se por conta das "joint-ventures" de empresas transnacionais com empresas locais. A participação das transnacionais nas empresas produtoras locais era em termos de decisão e de controle tecnológico. Para as empresas dos países em desenvolvimento, as "joint-ventures" são importantes, pois viabilizam a aquisição de tecnologia moderna a custos relativamente baixos. Mais recentemente, as transnacionais que operam nos países em desenvolvimento, passaram a vender parcela significativa de sua participação acionária. Nesse sentido, concentraram seus esforços nos segmentos mais lucrativos em termos de desenvolvimento de tecnologia e de prestação de serviços de engenharia, bem como na promoção de pesquisas em nível de: a) novos processos industriais adequados às condições específicas; b) melhoria dos processos já existentes na produção de fertilizantes assim como nos processos industriais para produção de fertilizantes multinutrientes.

No Brasil, a produção nacional de fertilizantes inorgânicos começou na década de 40, a partir dos subprodutos da Companhia Siderúrgica Nacional, e expandiu-se durante e após o Plano de Metas (1956/61) que, na verdade, era um esforço de modernizar a indústria produtiva brasileira. No período de 1955/65 a industrialização contou em grande parte com participação de capital de empresas transnacionais, e foram instaladas 16 novas fábricas de fertilizantes, algumas de capital internacional.

No período de 1967/1973 foram instalados 20 novos estabelecimentos industriais no setor, mas é com o II Plano Nacional de Desenvolvimento (II PND) que

se efetivou a implantação da indústria nacional produtora de fertilizantes. Entre 1974/83 instalaram-se 68 novas fábricas, sendo a grande maioria para produção de fertilizantes simples (SSP, TSP e termofosfato)⁴. Outra característica do II PND, segundo LESSA(1978), foi o estabelecimento do modelo tripartite (Estado, capital privado nacional e internacional) que visavam à auto-suficiência nacional de insumos básicos; e com isso colocavam como centro da industrialização brasileira a grande empresa estatal⁵, sendo que a empresa estatal deveria funcionar como uma empresa privada, visando eficiência, lucratividade, competitividade etc. Devido a interferência crescente do Estado a partir de 70, observa-se a diminuição da participação das empresas transnacionais no setor de fertilizantes (segundo ANDA o capital estrangeiro de forma direta participa em apenas 5% do setor), restringindo-se apenas a exportação de tecnologia para viabilizar as unidades produtoras nas indústrias nacionais.

Para implantação dos projetos no Brasil previstos pelo II PND foram obtidos recursos no Sistema Financeiro Internacional a juros extremamente baixos, passando a compor e ampliar a dívida externa brasileira da década de 70 (KAGEYAMA, 1990). O marco para modernização do setor de fertilizantes foi em 1974, com o Plano Nacional de Fertilizantes e Calcário Agrícola, cuja meta foi triplicar a capacidade nacional, com finalidade de substituir as importações, assim como a instalação de indústrias junto às jazidas em Minas Gerais, Sergipe e Paraná.

⁴ SSP - Superfosfato Simples;
TSP - Superfosfato triplo.

⁵ Durante este período, este foi um dos modelos utilizados grandemente na área mineral

A capacidade de produção de fertilizantes NPK em 1950, no Brasil, (Anexo 1) era de 22 mil t e, em 1990/91 atingiu a 1,8 milhões de t, resultado de um aumento significativo do consumo que em 1950, era de 99 mil t, e em 1990/91, atingiu a 3 milhões de t. Houve ainda expressiva importação de nitrogenados e potássicos. (figura 1)

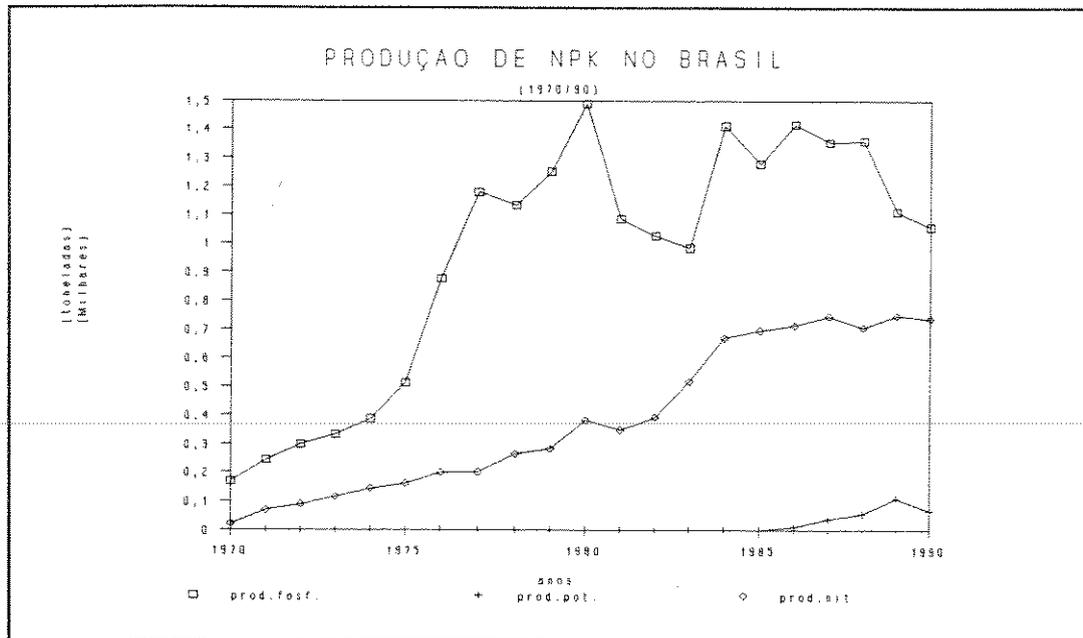


Figura 1 -Produção de fosfato, potássio, nitrogênio no Brasil.
 fonte: ANDA (vários)

2.2 Organização Industrial.

Pelos dados levantados, durante os anos 60, nos EUA, a produção de rocha fosfática esteve na ordem de 17,8 milhões t, movimentando US\$ 124 milhões e nos anos 80, chegou à ordem de 35,1 milhões t (US\$ 935 milhões), sendo que, em

1991, atingiu 48,3 milhões t (US\$ 1228 milhões). O potássio teve seu grande impulso nos anos 80 nos EUA, chegando aos 1,5 milhões t (US\$ 229,5 milhões), sendo que em 1991, estava em 1,7 milhões t (US\$ 247 milhões). Finalmente, no caso dos nitrogenados, nos anos 50, estava na ordem de 1,4 milhões t (US\$ 385 milhões) e em 1991, na ordem de 12 milhões t (US\$ 1786 milhões), segundo dados do US BUREAU OF MINES (1984/92).

Os impactos, em 1992, na demanda de fertilizantes resultam da reordenação política e econômica da ex-URSS, dos últimos conflitos no Golfo Pérsico, bem como da recessão mundial.

Em relação ao mercado mundial, a produção em 1992 de rocha fosfática foi da ordem 149 milhões t, enquanto que a de potássio foi da ordem de 24 milhões t e os nitrogenados ,101 mil t.

Os maiores produtores mundiais de rocha fosfática, em 1992, estão distribuídos em primeiro lugar nos EUA, na região da Flórida e da Carolina do Norte que, somados, estão na ordem 48 milhões t com 32,3% do mercado mundial. A produção é oriunda de 36 depósitos operados por 16 companhias, havendo novos projetos desenvolvidos na Flórida com início de produção previsto para 1997. Em segundo lugar, a ex-URSS, com sua produção na ordem de 33 milhões t com 22,2% do mercado mundial, operando 11 depósitos. Em terceiro lugar destacou-se Marrocos com sua produção na ordem de 17,8 milhões t com 11,9% do mercado mundial, operando 10 depósitos todos estatais.

O Brasil está em sétimo lugar, sua produção está na ordem de 3,3 milhões t; responsável por 2,2% do mercado mundial, operando 11 depósitos por 6 companhias, dos quais 5 são privadas e 1 ainda é estatal (ARAFÉRTIL).

Os maiores produtores mundiais de fertilizantes potássicos, em 1992, estão distribuídos entre a ex-URSS com 8,5 milhões t, operando 16 depósitos todos estatais, e o Canadá com 7,3 milhões t, operando 12 depósitos por 10 companhias privadas, respondendo por 66% do mercado mundial. Os EUA detêm 1,6 milhões t, operando 13 depósitos por 8 companhias privadas, estando em sexto lugar.

No caso do Brasil, a produção é da ordem de 101 mil t do depósito Taquari-Vassouras (SE) pela CIA VALE DO RIO DOCE. Finalmente com relação aos nitrogenados, a produção mundial foi da ordem de 110 milhões t, destacando a China com 18 milhões t operadas pelo Estado, participando com 16,4% do mercado mundial; a ex-URSS com 17 milhões t operadas pelo Estado, participando com 15,4% do mercado mundial, e os EUA com 12,6 milhões t operado por 24 companhias privadas, participando com 11,5% do mercado mundial.

O Brasil participa com 0,7%, com uma produção na ordem de 793 mil t, operado por duas empresas, uma privada e outra estatal, em 4 usinas para produção de amônia, matéria-prima básica dos nitrogenados. Em virtude da pequena produção interna comparada à grande demanda, o Brasil é grande importador de amônia.

2.2.1 Distribuição Geográfica.

Em termos de distribuição geográfica nos EUA, devemos salientar que a capacidade instalada para produção de rocha fosfática, em 1991, foi da ordem de 55 milhões t distribuídas da seguinte forma: Flórida com 42 milhões t, Carolina do Norte 5 milhões t, Idaho 6 milhões t, e o Tennessee 2 milhões t (Annual

Report/1991).

Em segundo lugar no cenário mundial (anexo 2), a ex-URSS, com a capacidade instalada de 36 milhões t/ano, foi seguida por Marrocos com 32 milhões t/ano e, em último, a China com 19 milhões t/ano conforme mostra a tabela 1.

Com relação ao Brasil, a capacidade instalada das 3 maiores empresas de produção de rocha fosfática compreende: Fosfértil com 1,3 milhões t/ano, Arafértil com 1 milhão t/ano, ambas localizadas em Minas Gerais, e, finalmente, a Goiasfértil com 1 milhão t/ano localizada em Goiás.

TABELA 1: CAPACIDADE INSTALADA E DE PRODUÇÃO DE ROCHA FOSFÁTICA NO MUNDO (em milhões t)

PAISES	CAP.INSTALADA	PRODUÇÃO	% NA PROD. MUNDIAL
USA	55.0	48.4	32.3%
ex-URSS	36.0	33.3	22.2%
MARROCOS	32.0	17.8	11.9%
CHINA	19.0	17.8	11.9%
TUNÍSIA	10.0	6.4	4.3%
JORDÂNIA	8.0	4.4	3.0%
BRASIL	4.7	3.2	2.2%
TOTAL	195.5	149.7	100%

fonte: IFA /IBRAFOS (1991) e Annual Report (1991).

Há necessidade de ressaltar a existência de discrepância entre os dados estatísticos da ANDA e do DNPM, que, no caso do valor de produção de concentrado de P_2O_5 levantado pelo DNPM, é, na verdade, o de produção de rocha fosfática (RUN OF MINE). Com relação às reservas brasileiras de rocha fosfática, os valores do DNPM são subestimados quando comparados com os dados da ANDA. Em nosso caso específico, iremos trabalhar com concentrado de P_2O_5 .

2.3 Exploração e desenvolvimento

A maior parte da rocha fosfática produzida no mundo (cerca de 80%) é explorada em superfície, isto é, por métodos de lavra a céu aberto, sendo que o minério é desmontado por tratores de esteiras ou, em alguns casos, com auxílio de explosivos. Em seguida, o minério é carregado em caminhões por meio de pás carregadeiras. Os caminhões transportam o minério até a estação de britagem primária, onde geralmente a fração acima da especificação é reciclada. A fração passante "undersize" é enviada por correias transportadoras até o pátio de homogeneização e, posteriormente, enviada para beneficiamento e concentração.

Na etapa de mineração, o principal insumo energético é o óleo diesel dos veículos, seguido da energia elétrica para a operação da britagem e transporte por correias. (Figura 2)

O empilhamento, feito geralmente em camadas, visa ao fornecimento de um material homogêneo para etapa de beneficiamento e o estabelecimento de um estoque regulador de alimentação.

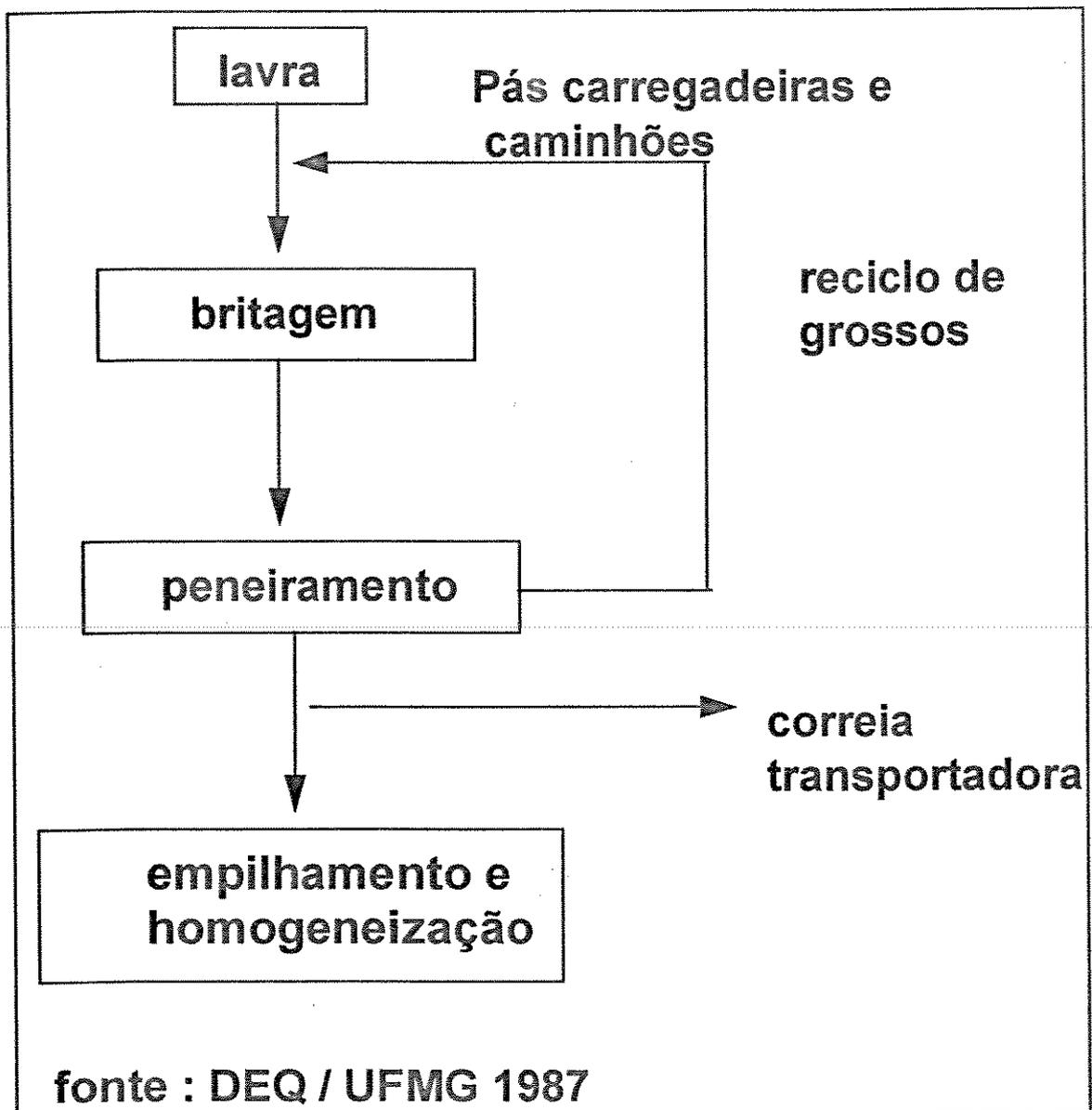


FIGURA 2: FLUXOGRAMA DE MINERAÇÃO DE ROCHA FOSFÁTICA

O restante de rocha fosfática no mundo é produzido por métodos de lavra subterrânea com predomínio no Marrocos e, na Tunísia, em sua totalidade, sendo que, na ex-URSS, 30% é explorado subterraneamente e, na China, em torno de 20% .

Os dois métodos mais aplicados a céu aberto na indústria de fosfato são "strip mining" (lavra em tiras) e "open pit mining" (lavra a céu aberto). Há um terceiro método que é o de dragagem usado em situações especiais. Em termos de proporção quanto à aplicação do método "strip mining" este é empregado em 90% nos EUA, e em 57% no resto do mundo, el é predominantemente usado devido às características dos depósitos sedimentares, em forma tabular e em camadas.

O método de lavra a céu aberto é empregado em depósitos ígneos, e em carbonatitos, muito usado na ex-URSS, China e no Brasil. E, finalmente o emprego do método "dredging" (desmonte hidráulico e dragagem) é usado nos EUA na região da Flórida (The Wingate Creek) e no México (Santo Domingo).

Outro ponto a destacar são os custos de desenvolvimento (preparação de lavra) dos diferentes métodos que, no caso de lavra subterrânea, estão na ordem de 7 a 14 US\$/t, quando comparados com os de lavra a céu aberto, que são da ordem 1,5 a 5 US\$/t. Outros fatores a considerar para escolha de um método de lavra são referentes ao tipo de depósito, se aflorante em superfície ou em profundidade; ao corpo de minério: a forma, tamanho, posição espacial, direção, mergulho, potência e a encaixante; à escala de produção: britagem, moagem e tratamento (no caso específico do fosfato: lavagem, flotação e calcinação) e à especificação do produto final desejado.

2.4 Processos utilizados.

No seu estado natural, as rochas fosfáticas apresentam um baixo teor de fósforo solúvel, que é assimilado pelas plantas. Dentre as alternativas tecnológicas de produção de fertilizantes fosfatados industriais, destaca-se o processo de solubilização de rocha fosfática por via úmida, podendo-se utilizar o ácido sulfúrico, o nítrico ou o clorídrico. No Brasil é usado apenas o ácido sulfúrico como via primária de solubilização, devido ao teor de fósforo (P_2O_5) estar abaixo do valor mínimo fixado para sua utilização como matéria-prima para vários processos industriais. Conseqüentemente, tornou-se necessária a implantação de beneficiamento junto às jazidas, pois caso contrário o custo de transporte por unidade de P_2O_5 tornaria economicamente inviável qualquer empreendimento. No beneficiamento primário eleva-se o teor de P_2O_5 a níveis de 24 a 28%.

As etapas de beneficiamento e de concentração têm como objetivo adequar o minério às especificações dos processos posteriores de produção de fertilizantes fosfatados.

Da pilha de homogeneização, o minério é retomado e enviado às etapas de moagem e classificação, visando a liberar as partículas minerais nos moinhos de barras e de bolas, que operam a úmido e em circuito fechado com ciclones de classificação, em sistemas de reciclo. A seguir, é feita uma deslamagem do material, em hidrociclones, para eliminação das partículas menores que $20\mu m$.

Na etapa de flotação, o minério deve sofrer um condicionamento, isto é, a adição de reagentes específicos tais como coletores e depressores, que permitam a separação das fases: concentrado e rejeito.

A flotação é uma operação em que o material condicionado é sujeito a agitação em meio aerado, formando-se uma espuma a qual é separada como sobrenadante "overflow". A finalidade da flotação é efetuar a concentração da rocha fosfática (em teor de P_2O_5), produzindo um concentrado e uma parcela de rejeito.

Como a flotação é um processo de concentração de partículas minerais por via úmida mediante, no qual uma das partículas é separada das outras, fazendo algumas flutuarem e deixando outras sem flutuar no meio aquoso, utilizando reagentes especiais.

Na flotação, a separação das partículas minerais se efetua na água, e o veículo que serve para conduzir as partículas são as bolhas, que adequadamente se fazem surgir no meio aquoso. As partículas que queremos flutuar aderem à bolha, são suspensas, formando um produto rico é o concentrado; o mineral que não queremos flutuar, não adere às bolhas, ficando no fundo; este produto é o rejeito⁶.

Devido à flotação ser feita em meio aquoso diluído, torna-se necessário realizar o espessamento da polpa, seguida de filtração do concentrado.

Este concentrado, com aproximadamente 10% de umidade, é enviado a um secador, e o produto final está praticamente isento de umidade. Os tipos de secadores mais usados são o de tambor rotativo e o de autoevaporação "flash drier", para os quais o gás de secagem é gerado em fornalhas, com queima de cavacos de madeira, podendo-se utilizar óleo combustível.

⁶ - Processos de Minerais II - 1º Fascículo - Prof. Hugo Arrunátegui 1987

O produto final contém de 36% a 38% de P_2O_5 . Quando não se executa toda a etapa de concentração, isto é, quando se exclui a flotação, o produto final tem uma concentração aproximada de 24% de P_2O_5 .(Figura 3)

A necessidade da busca constante de um melhor rendimento no processo faz necessário um estudo contínuo de novos espumantes, depressores, ativadores, reguladores, dispersores, reativadores, floculantes etc, que venham otimizar a planta de flotação, já que é um processo caro, quase sempre destinado a viabilizar depósitos que até então eram inviáveis em termos econômicos pelos processos conhecidos.

Outro aspecto a salientar é que graças ao processo de flotação desenvolvido pelo Prof.Paulo Abib Andery USP-Poli, denominado de "funil separador", a Serrana viabilizou seu projeto de extração de fosfato em Jacupiranga, no Estado de São Paulo.

Conforme a literatura corrente 1/5, da produção mundial de rocha fosfática é obtido através do sistema de flotação, pois os minérios via de regra têm que passar por beneficiamento antes de sua utilização. Já 4/5 da produção de concentrado de rocha fosfática são consumidos pela indústria de fertilizantes para produção do ácido fosfórico em condições, às vezes, desfavoráveis, pela presença de minerais indesejáveis, resultante da fraca seleção do processo de flotação.

Em nosso país, as jazidas fosfáticas estão associadas a terrenos ígneos com uma grande participação de minerais indesejáveis (como ganga), dificultando sua separação, como a calcita, dolomita e outros, o que não ocorre com a apatita.

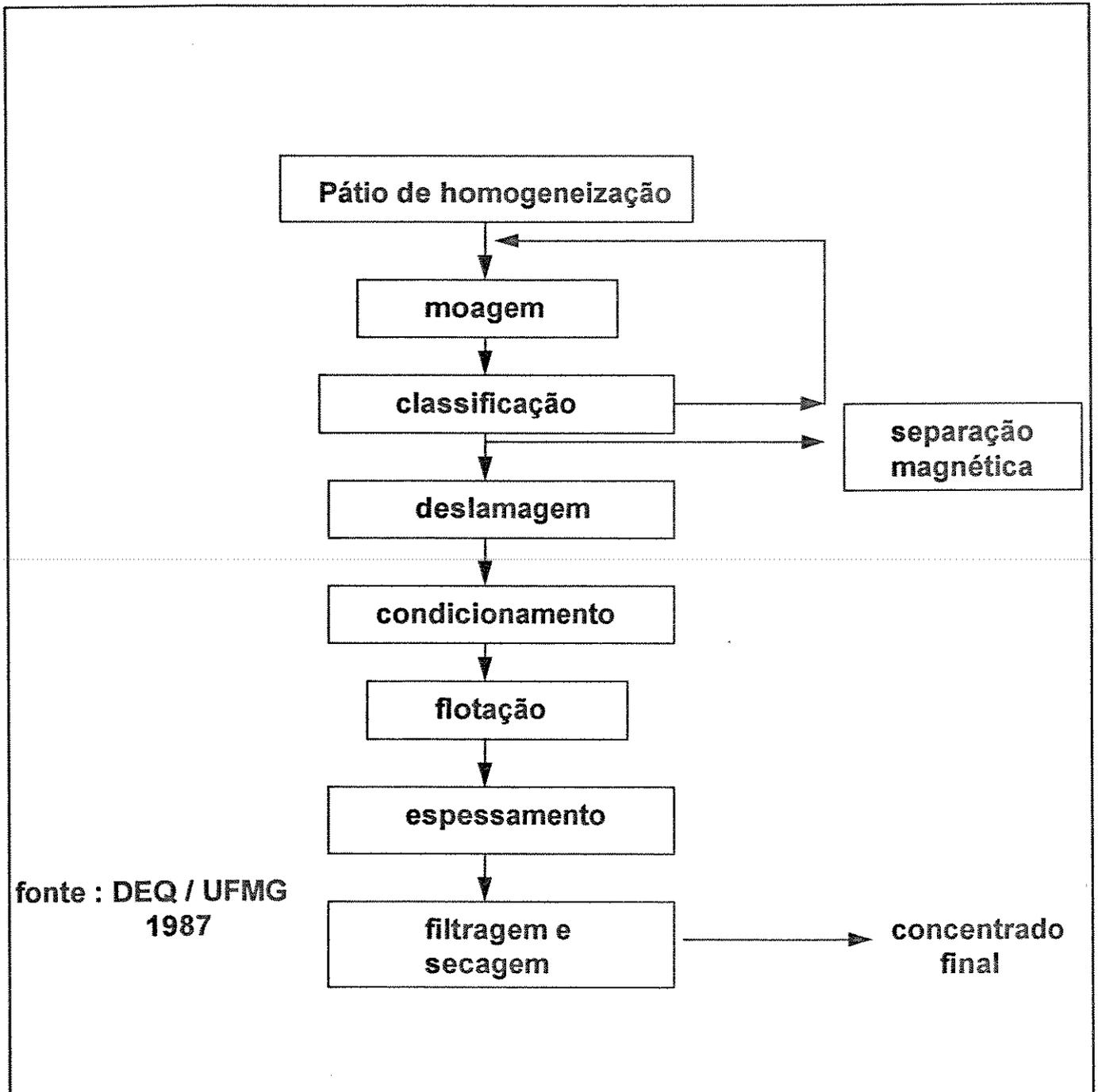


FIGURA 3: FLUXOGRAMA DO BENEFICIAMENTO E CONCENTRAÇÃO DE ROCHA FOSFÁTICA.

3. RECURSOS E RESERVAS

3.1 Geologia dos depósitos.

Os depósitos ricos em fósforo são abundantes no mundo. O fósforo pode ocorrer em depósitos ígneos e sedimentares . Nos depósitos ígneos o fósforo é encontrado em geral sob a forma fluorapatita $Ca_{10}(PO_4)_3F$, e em depósitos sedimentares, na forma de hidroxi-fluorapatita $Ca_5(PO_4)_3OH,F$, ou carboxiapatita, $Ca_5(PO_4,CO_3OH)_3F$ com presença de pequenas quantidades de alumínio e ferro. Outra fonte de fosfato são os depósitos de fosforitos marinhos e guanos.

Os depósitos de guanos são de importância histórica, resultado do acúmulo de excrementos de aves marinhas nas praias. As ilhas produtoras são Nauru e ilhas Christmas.

No mundo, a maior parte de rocha fosfática produzida de fosforitos marinhos é de origem do Pre-Cambriano.(Mineral Facts and Problems 1985).

Os depósitos ígneos de apatita responsável por 16-17% da produção de fosfato no mundo, ocorrem em massas intrusivas em veios hidrotermais. Comumente são associados a rochas ígneas alcalinas, inclusive carbonatos, fluorcarbonatos, feldspatos, feldspatóides e silicatos ferromagnesianos, havendo possibilidade de ocorrências de titânio e minerais radioativos (U,Th etc.) associados. Os principais depósitos são encontrados na Península de Kola na ex-URSS., e nas cidades de Araxá e Jacupiranga, no Brasil.

A maior parte de rocha fosfática produzida no mundo, cerca de 80-85%, é proveniente de depósitos sedimentares, tendo em vista não somente os custos de

produção serem mais reduzidos, bem como a extensão e o volume desses depósitos serem maiores .

3.2 Distribuição mundial.

Em relação ao mundo as reservas medidas de rocha fosfática estão na ordem de 34 bilhões t e, em termos de reserva indicada, na ordem de 12,6 bilhões t, possuindo Marrocos as maiores reservas medidas, na ordem de 21 bilhões t; e em termos de reserva indicada, na ordem de 5,9 bilhões t. Contudo, devemos destacar os EUA com reservas medidas na ordem de 4,4 bilhões t e com 1,3 bilhões t de reservas indicadas; finalmente a ex-URSS com uma reserva medida de 1,3 bilhões t com o mesmo valor em termos de reserva indicada (dados obtidos no Mineral commodity Summaries 1993).

TABELA 2: RESERVAS DOS EUA ROCHA FOSFÁTICA (*1000 t)

ESTADO	RESERVAS INDICADA	RESERVAS MEDIDAS
FLÓRIDA	750	2.540
IDAHO	90	160
MONTANA	1	1
NORTH CAROLINA	390	790
TENNESSEE	6	10
UTAH	-	730
WYOMING	-	210
TOTAL	1.237	4.441

fonte: ANNUAL REPORT/1992

As reservas de rocha fosfática dos EUA encontram-se na tabela 2; em termos de reservas, os custos fob mina por t são de US\$40, custos esses relativos ao capital empregado, operações de expansão, tributação, royalties e com uma taxa de retorno dos investimentos aproximadamente de 15%. Valores estes, tomados em jan/1992 fob mina. Considerando-se a reserva medida, os custos abrangem níveis de US\$100 por t. fob mina.

3.2.1 Principais minas do mundo.

A produção de rocha fosfática no mundo distribui-se por 69 minas cadastradas segundo dados do **Mining Magazine (1992)**, das quais 33 possuem uma capacidade instalada superior a 2 milhões t/ano, sendo que a grande maioria dos depósitos são de origem sedimentar. Em termos de número de minas por país, podemos classificar da seguinte maneira:

Os EUA com 34 minas, possuem o maior número e ocupam o 1º lugar; a maioria dos depósitos é de origem sedimentar e a céu aberto, o que, em termos de custo de extração quando comparados a lavra subterrânea, é menor e com alta produtividade. Iniciou-se a produção na década de 60 e 70, com capacidade instalada superior 2 milhões de t/ano por mina.

Em 2º lugar vem a Tunísia com 7 minas, com sua produção iniciada nos anos 70; todos os depósitos são de origem sedimentar e a céu aberto. Tem uma produção em torno de 1 milhão de t/ano por mina.

Em 3º lugar, a ex-URSS que possui 5 minas, sendo 4 de origem ígnea e uma de origem sedimentar; lavradas a céu aberto e subterraneamente, simultaneamente. Com produção iniciada na década de 50 e 60, possui uma capacidade instalada superior a 5 milhões de t/ano por mina. E tem uma produção por mina acima de 3 milhões de t/ano.

A seguir Marrocos com 3 minas de origem sedimentar exploradas a céu aberto e subterraneamente, com capacidade instalada superior a 3 milhões de t/ano por mina, tendo iniciado sua produção nas décadas de 70 e 80. E tem uma produção por mina acima de 2 milhões de t/ano.

Finalmente, vem o Brasil com 6 minas, a maioria localizada em Minas Gerais e de origem ígnea, lavradas a céu aberto, com produção iniciada na década de 70, superior a 1 milhão t ano por mina.

É importante destacar que a maioria dos depósitos de origem sedimentar, devido ao seu uso exaustivo, já estão com suas reservas reduzidas. Este fato deverá alterar o quadro atual, favorecendo os depósitos de origem ígnea, como é o caso brasileiro. Não obstante os depósitos de origem ígnea serem complexos e de baixos teores, isso demandará processos que reduzirão seus custos de extração, para que sejam economicamente viáveis e competitivos.

Maiores dados sobre as minas e depósitos de rocha fosfática no mundo podem ser obtidos no Anexo 3, bem como informações mais detalhadas sobre a oferta de fosfato serão complementadas com dados do Projeto de Monitoração da Disponibilidade Primária de Recursos Minerais - FINEP-PADCT/IG-FUNCAMP.

QUADRO RESUMIDO DAS PRINCIPAIS MINAS DO MUNDO:

a) quanto à produção:

A= >3MT/A

B= 1MT/A A 3MT/A

b) quanto ao método de lavra:

P= OPEN PIT (céu aberto)

U= UNDERGROUND (subterrâneo)

MINA	LOCAL	MET. LAVRA	TIPO DEP.	INICIO PROD.	CAPAC	
					INST. (*1000t/a)	PR
<u>USA:</u>						
CLEAR SPRINGS	FLÓRIDA	P	SED	1948	2700	B
FORT GREEN	FLÓRIDA	P	SED	1975	3200	A
FORT MEADE	FLÓRIDA	P	SED	1945	3200	B
FOUR CONERS	FLÓRIDA	P	SED	1930	3400	A
HOOKERS PRAIR.	FLÓRIDA	P	SED	1976	2700	B
KINGSFOR	FLÓRIDA	P	SED	1965	4000	A
LEE CREEK	N.CAROL.	P	SED	1966	3900	A
LONESOME	FLÓRIDA	P	SED	1976	2500	B
PAYNE CREEK	FLÓRIDA	P	SED	1966	2700	B
NORAN	FLÓRIDA	P	SED	1948	4900	A
SUWANEE	FLÓRIDA	P	SED	1965	3000	A
SWIFT CREEK	FLÓRIDA	P	SED	1975	3000	A
WINGATE CREEK	FLÓRIDA	P	SED	1982	2700	B

BRASIL:

ARAXÁ-ARAFÉRTIL	M.GERAIS	P	IGN	1977	3000	A
CATALÃO	GOIÁS	P	IGN	1980	1500	B
GOIASFÉRTIL	GOIÁS	P	IGN	1976	3000	A
JACUPIRANGA	SÃO PAULO	P	IGN	1965	1500	B
TAPIRA	M.GERAIS	P	IGN	1979	3000	A

MARROCOS:

BEN GUERIR	BEN GUER.	P	SED	1981	5500	A
KHOURIGBA	KHOURIGBA	P/U	SED	1965	3000	B
YOUSSOUFIA	YOUSS.	P/U	SED	1980	5600	A

TUNÍSIA:

KEFES SCHFAIR	GAFSA	P	SED	1972	1300	B
M'DILLA	SEHIB	U	SED	1965	1500	B
REDEYEF	GAFSA	U	SED	1965	1200	B
SEHIB	SEHIB	U	SED	1978	2000	B

ex-URSS:

KARA TAU	-	P/U	SED	1942	5900	A
KIROV	-	P/U	IGN	1929	5800	A
TSENTRALNYY	-	P	IGN	1964	8600	A
MOLODEZHNY	-	P/U	IGN	1955	6000	A
YUKSPOR	-	P	IGN	1955	5500	A

fonte: Mining Magazine -1992.

3.3 Distribuição no Brasil

Inicialmente, o setor de fertilizantes se instalou em Minas Gerais devido as importantes ocorrências de depósitos de minerais de rocha fosfática, localizadas nos municípios de Araxá, Tapira e Patos de Minas.

Os fertilizantes fosfatados constituem uma classe de produtos de valor relativamente baixo e não podem arcar com grandes custos de manuseio e transporte. Devido às dimensões continentais e à distribuição do mercado de fertilizantes no país, pode-se afirmar que as principais jazidas de rocha fosfática do Estado de MG estão localizadas em posições privilegiadas em relação ao consumo destes fertilizantes, especialmente a região centro-sul.

Atualmente, o Brasil possui as maiores reservas de rocha fosfática da América do Sul, com 1,2 bilhão t (reserva medida), 960 milhões t (reserva indicada) e 560 milhões t (reserva inferida), distribuídas pelos Estados de Minas Gerais, Goiás e São Paulo, exploradas pelas empresas: Arafertil, Fosfertil, Goiasfertil, Copebrás e Serrana.

As maiores reservas nacionais de rochas fosfáticas são de origem ígnea: Araxá e Tapira em Minas Gerais; Catalão, em Goiás, e Jacupiranga, em São Paulo. Patos de Minas, em Minas Gerais, é de origem sedimentar. (tabela 3)

TABELA 3: RESERVAS DAS PRINCIPAIS EMPRESAS DO BRASIL unid: t

Empresas	Res.Indicada	Res.inferida	Res. Medida
Fosfertil	359.917.759	136.322.116	535.802.516
Goiasfertil	194.789.021	104.186.508	37.246.200
Arafertil	287.569.984	177.726.500	106.636.529
Serrana	125.280.000	8.058.847	90.067.471
Copebrás	25.001.098	949.440	66.627.278

OBS: As reservas da Fosfertil são resultado da soma das reservas de Patos de Minas e Tapira, em Minas Gerais; dados do Anuário Mineral Brasileiro e Andas 1990/92.

A seguir, estão descritos de maneira resumida os principais depósitos brasileiros⁷ :

Depósito de Araxá: Relacionado com a chaminé ultrabásica alcalina (6 km de diâmetro), intrusiva em quartzitos e xistos do grupo Araxá. A rocha intrusiva é um carbonatito dolomítico, entremeado de veios silicificados e pequenos fragmentos brechados de anfibolitos e piroxenitos. A rocha matriz possui 98% de dolomita, completada por apatita, flogopita e perovskita, além de "amas" de barita.

A massa de alteração dessa rocha, heterogênea, permite definir duas jazidas, a de nióbio e a de fosfato.

⁷ Dados retirados: a) relatório da CEMIG / 1985;
b) Phosphate Deposits of the World vol.2 - Phosphates Rock e Resources / 1989.

O enriquecimento da apatita na jazida, relativamente ao carbonatito, deve-se à lixiviação do carbonato, durante a alteração, com seu escoamento facilitado por um condicionamento morfológico favorável. Genericamente, o material apresenta contaminação por 10% de apatita, 6% de pirocloro, 35% de magnetita, 45% de limonita e 21% de barita, contendo ainda urânio, tório e com 12% de P_2O_5 .

Depósito de Tapira: a chaminé de Tapira é intrusiva em quartzitos brancos da formação Canastra. A rocha é um jacupiranguito (piroxenito com augita sódica), com granulação grosseira, recortada por veios de sílexito.

O piroxenito apresenta 5% de apatita, e com largas reservas de apatita e anatásio, onde aparecem zonas com 15% de TiO_2 e 5% de P_2O_5 .

Depósito de Patos de Minas: é a maior reserva de fosfato sedimentar do país pertencente ao grupo Bambuí, com teores da ordem de 5% a 11.5% de P_2O_5 . O depósito está incluso em uma faixa de fosforita de aproximadamente 400 metros de largura, que estende por cerca de 13 km. A camada de fosforita mostra espessura de até 60m e está intensamente dobrada (isoclinais), sobreposta a um calcário fosfático. O contato é marcado por fino horizonte argiloso ou silto-argiloso. A unidade fosforítica é siltica, laminada ; o principal mineral é um flúor-hidroxi-apatita-cálcica, que é distintivamente cristalina, provavelmente devido à recristalização. Os outros minerais são quartzo, mica, alguns argilo-minerais e óxidos de ferro.

O grupo Bambuí apresenta duas sequências estratigráficas: a formação Paranoá composta de quartzitos, silte e conglomerados, e a formação Paraopeba composta de calcário, silte e arcoseos. Mineralização de fosfato ocorre na formação Paraopeba.

Depósito de Catalão: complexo ultramáfico alcalino, apresentando reservas de fosfato, titânio, nióbio, terras raras e vermiculita. As reservas de fosfato apresentam teor de 5% a 10% de P_2O_5 .

A mineralização de fosfato é associada a zonas ricas de titânio e nióbio; os carbonatitos silicificados são ricos em apatita. O mineral principal é fluorapatita.

Depósito de Jacupiranga: é de forma oval intrusiva com área de 65 km², apresentando jacupiranguitos, piroxenitos, peridotitos, zeólitas, nefelinas, granodioritos, micaxistos e carbonatitos.

Há diferentes tipos de carbonatitos, distinguíveis tanto pelas estruturas fraturadas, como pela composição mineralógica. Em geral, são encontrados associados a apatita, magnetita, olivinas, flogopitas e sulfetos de ferro. Porém, as formas mais dominantes são da calcita e da dolomita. Os carbonatitos de formação subvulcânica apresentam reservas de fosfato de 5.3% de P_2O_5 associados a zonas de calcita; magnésio com 4% a 8% de MgO e dolomita com 8% de MgO.

4. VISÃO GERAL DA AGRICULTURA BRASILEIRA

O novo padrão agrícola brasileiro, segundo KAGEYAMA (1990), passa por três fases distintas: 1) modernização da agricultura; 2) industrialização da agricultura; 3) complexos agroindustriais.

A modernização da agricultura inicia-se com a mudança na base técnica da produção agrícola que ganha dimensão nacional no pós-guerra (1945) com introdução da mecanização na agricultura, do uso de fertilizantes e defensivos agrícolas e, finalmente, com mudanças de culturas.

A mudança significativa é a passagem técnica da produção agrícola artesanal para produção mecanizada e intensiva.

O processo de industrialização começa pós-1965 com a transformação da produção agrícola, em uma atividade produtora industrial ou fabril, que compra determinados produtos e os transforma e vende à outros setores da produção, havendo, com isso, uma estreita relação da produção de bens intermediários, como matérias-primas e outros setores industriais de transformação (KAGEYAMA 1990).

Os principais aspectos significativos da modernização e, como conseqüência, a industrialização da agricultura brasileira num processo irreversível, foram: a) mudanças das relações de trabalho; na modernização agrícola havia espaço para o proprietário da pequena produção independente, mesmo dispondo de insumos modernos, produzia ainda de forma artesanal e relações de trabalho familiar; na industrialização agrícola, as relações de trabalho são coletivas e assalariadas, o trabalhador vende sua mão-de-obra, especializa-se, alguns colhem, outros plantam; b) com o advento da modernização pós-guerra, ocorre uma

substituição qualitativa, o da força de trabalho animal pelo trator; c) por último, houve a produção interna de insumos, máquinas e equipamentos para agricultura nos anos 60, com a implantação da indústria de base (siderúrgica, petroquímica, química, etc.). A agricultura brasileira vem ampliando gradualmente o uso de fertilizantes, tornando-se o seu emprego quase obrigatório em algumas culturas, como trigo, batata, soja, dentre outras. Um marco histórico na modernização do setor foi a elaboração do Primeiro Plano Nacional de Fertilizantes e Calcário Agrícola, realizado em 1974.

A formação dos complexos Agroindustriais, segundo KAGEYAMA (1990), inicia-se no período pós-1975, pela substituição da economia natural por atividades agrícolas integradas à indústria e de trocas de produtos intersetoriais.

O elemento que dará consistência ao processo agroindustrial e à todas atividades relativas ao capital, regulamentadas macroeconomicamente, são as operações intercapitais, sobretudo financeiras. Devido à necessidade de concentração de capitais industriais, bancários e agrários irão se fundir em sociedades anônimas, condomínios, cooperativas rurais, para financiar o setor agrícola, criando um novo caráter de propriedade fundiária, e o Estado ocupando o papel de financiador, patrocinador e administrador desse desenvolvimento agrícola.

A figura 4 apresenta a evolução das principais fases do setor agrícola brasileiro.

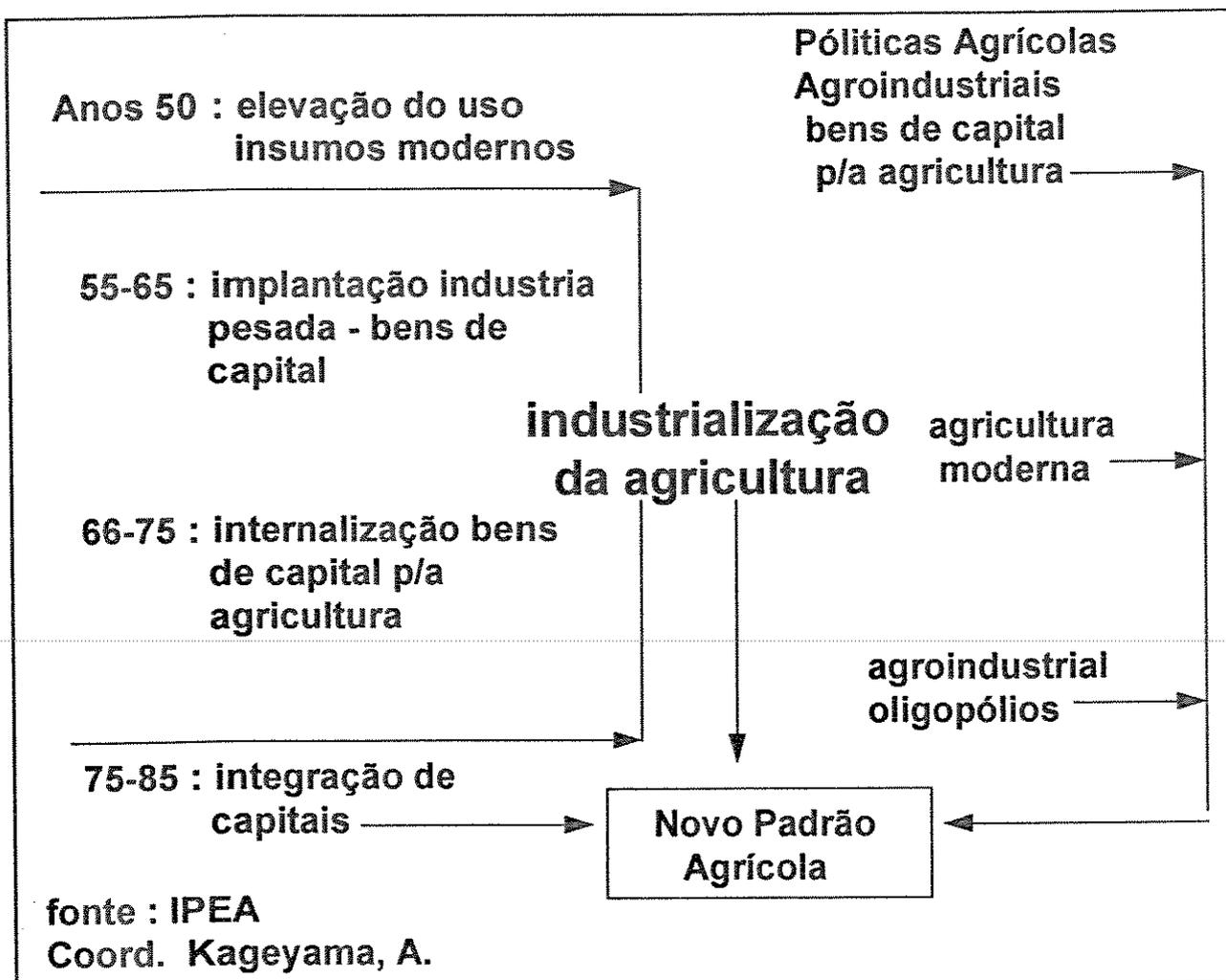


FIGURA 4: FORMAÇÃO DO NOVO PADRÃO AGRÍCOLA BRASILEIRO.

Em termos de produção agro-vegetal, considerando a produção de 16 principais produtos (dentre eles cana, mandioca, batata, laranja, tomate, arroz, milho, trigo, feijão, café, soja, cacau, fumo, algodão, amendoim e mamona) apresentou-se um crescimento expressivo, já que em 1971/73 fora de 53.614 mil t. e, em 1989/91, foi de 110.841 mil t.(106%). A área colhida em 1971/73 fora de 35.834 mil ha e, em 1989/91, foi de 49.165 mil ha (37%). A produtividade agrícola, que é a relação entre a produção por hectare, em 1971/73 fora de 1.496 Kg e, em 1989/91, foi de 2.253 Kg (50%), como consumo de NPK que em 1971/73 fora de 1.150 mil t e, em 1989/91, foi de 3.507 mil t. (205%). (figura 5)

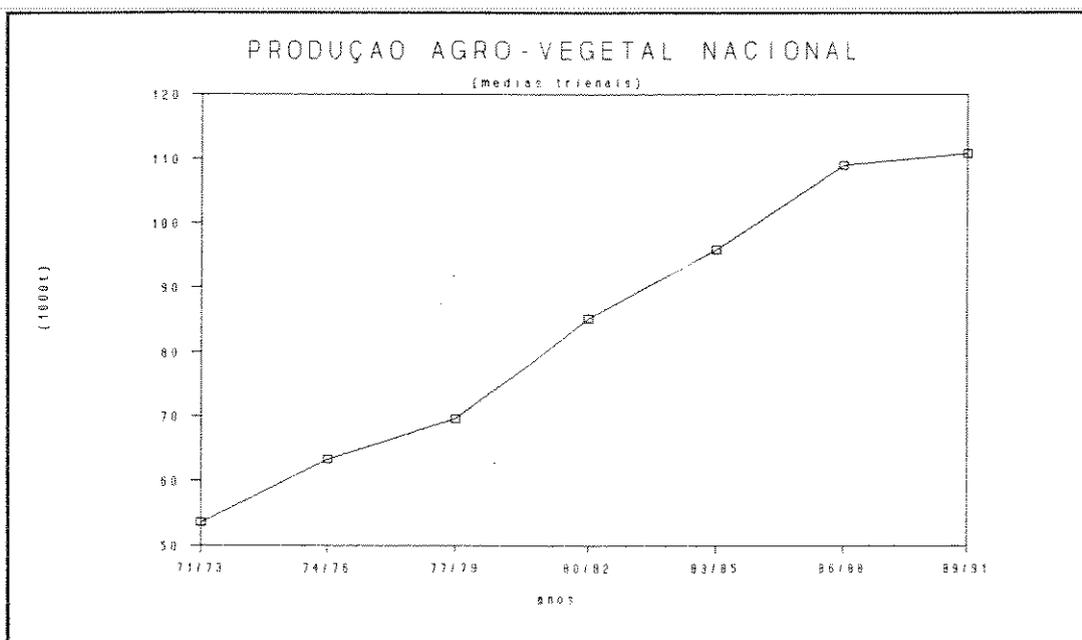


Figura 5 - Produção Agro-vegetal (Base seca) considerada a produção dos 16 produtos de exportação e consumo interno. Valor apresentado multiplicado por 1000 t.
fonte: ANDA e FIBGE

O bom desempenho da agricultura deve-se a outros fatores já mencionados, a uma elevação no consumo de fertilizantes por hectare (ha) plantado. (figura 6)

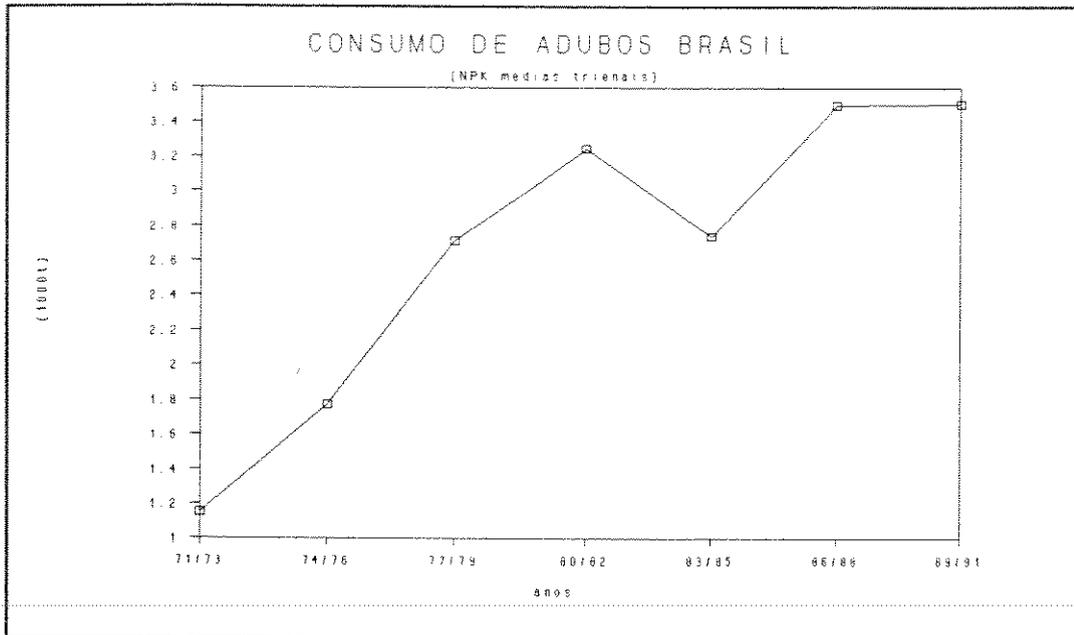


Figura 6 - fonte: ANDA

Um dos desdobramentos possíveis da indústria de fertilizantes no Brasil é a busca do aumento da produtividade. Os fertilizantes são responsáveis, em média, por cerca de 16% a 40% nos custos de produção dos produtos agrícolas e constituem fonte importante do crescimento da produtividade e da produção agrícola (NEGRI 1990).

Várias razões poderiam explicar o aumento do uso de fertilizantes pelos agricultores brasileiros:

a) o grande número de proprietários agrícolas começou a utilizar fertilizantes;

b) a introdução de novas técnicas agrícolas e novas variedades de sementes;

c) uma taxa benéfica da relação de preços de fertilizantes e preços dos produtos agrícolas;

d) finalmente, um conjunto de políticas agrícolas que realmente afetou o uso de fertilizantes.

Segundo NEGRI & CARVALHO (1990), as políticas direcionadas especificamente ao setor de fertilizantes podem ser cronologicamente distribuídas em quatro fases:

a) de 1950 - 1965, quando o subsídio se deu através de importação a custo de transporte reduzido;

b) de 1966 - 1974, quando um sistema especial de cotas (SQS) ou "contingenciamento", era associado, praticamente, ao crédito subsidiado aos agricultores;

c) de 1975 - 1976, quando um subsídio direto de 40% no preço dos fertilizantes pago pelos agricultores era reembolsado pelo Governo;

d) de 1977 - 1980, programa semelhante ao período 1966 -74.

O crédito subsidiado era um instrumento que permitia aos agricultores, adquirirem mais fertilizantes para compensar a valorização cambial e o contingenciamento.

Em 1986, o setor de fertilizantes, a exemplo dos demais setores, foi amplamente beneficiado pelo plano de estabilização da economia brasileira. O plano, de um lado, procurou estimular a produção através do controle do processo

inflacionário e a eliminação da especulação financeira. Por outro lado, buscou o aquecimento da demanda interna, via controle de preços com elevação da renda.

No ano de 1991/92, verificou-se uma produção de 62 milhões t. de grãos, essa reação positiva do setor agrícola (produtividade agrícola) ocorreu em virtude do aumento do consumo de fertilizantes. Contudo, não podendo deixar de considerar os avanços tecnológicos alcançados, como grau de mecanização, seleção de sementes, irrigação, biotecnologia, dentre outras variáveis que devem ser consideradas.

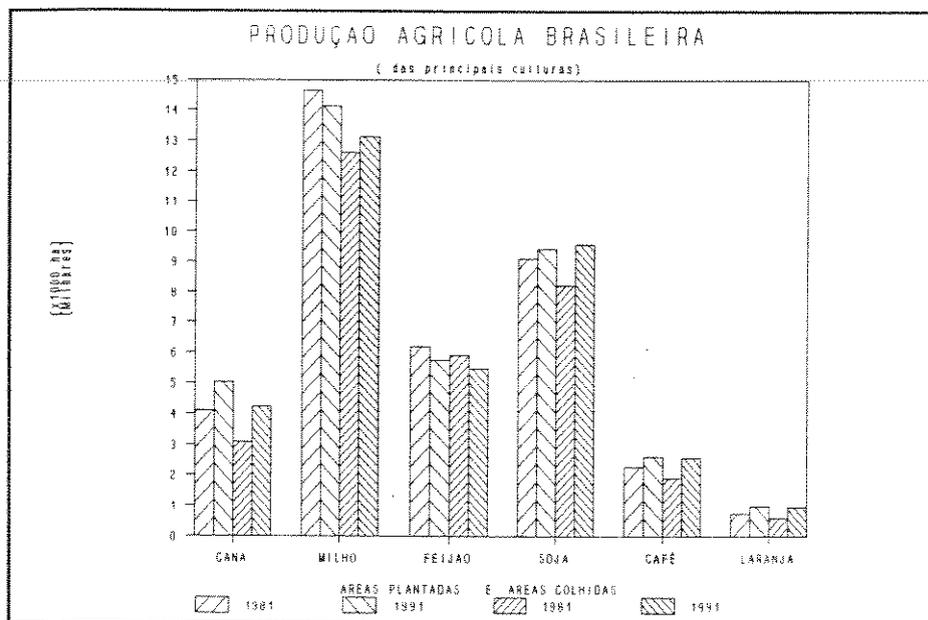


Figura 7 - Produção Agrícola Brasileira da área plantada e colhida das principais culturas no período 1981/91.
fonte: IBGE e ANDA

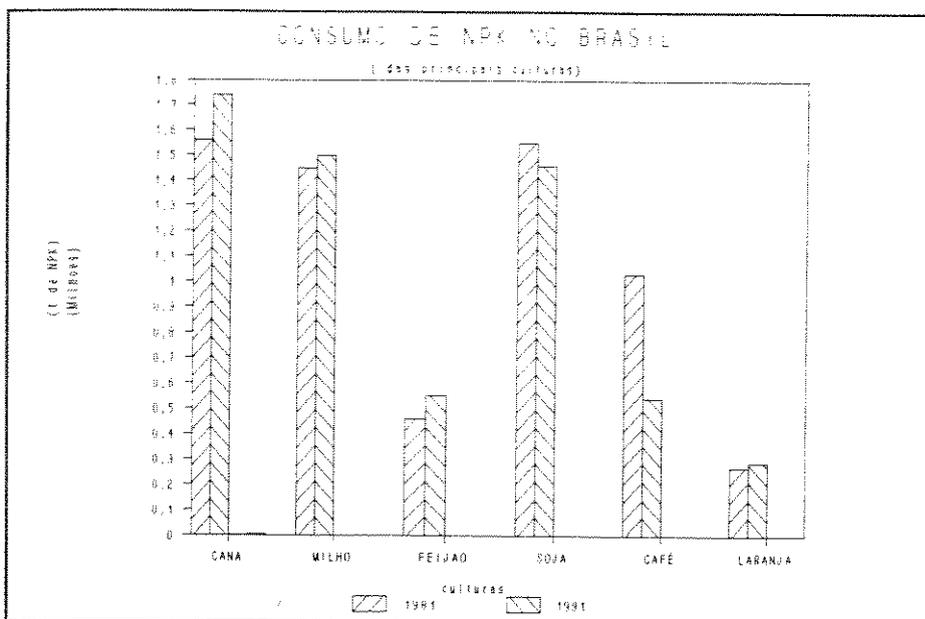


Figura 8 - Consumo NPK no Brasil das principais culturas no período 1981/91.

Fonte: ANDA

Analisando as Figuras 7 e 8 acima, constata-se que em dois momentos 1981 e 1991, registrou-se um comportamento diferenciado dos principais produtos agrícolas, quanto às áreas plantadas e colhidas e ao uso de fertilizantes. Quatro produtos: cana, soja, café e laranja acusam um aumento das áreas plantadas e colhidas e um consumo maior de fertilizantes; o feijão registrou um comportamento atípico com uma redução das áreas plantadas e colhidas, apesar de consumir mais fertilizantes; já o milho, embora com uma área plantada menor e uma área colhida maior, consumiu mais fertilizantes, evidenciando, assim, expressiva participação deste insumo na produtividade agrícola brasileira.

Por sua aplicação recente, merece destaque a biotecnologia que se baseia, no uso de organismos vivos para produzir e modificar produtos para melhoria de plantas ou animais e desenvolver microorganismos para uso específico, buscando mudanças genéticas pela recombinação do DNA. O uso dessas técnicas podem

isolar a estrutura individual e explorar a função dos gens. Através desse conhecimento, permitiu-se o controle dos sistemas biológicos com vantagens significativas para a agricultura. (OTA, 1992; INRA, 1991).⁸

Outro ponto a salientar é a necessidade do uso constante de fertilizantes e calcário em algumas regiões brasileiras, devida sua constituição pedológica por apresentar alto grau de acidez, como ocorre nos cerrados, o que não implica em aumento de produtividade, mas sim na manutenção dos níveis atuais de produção.

Segundo dados do setor agrícola as vendas de adubos até agosto de 1993 apresentaram um crescimento da ordem de 10% em relação 1992. Tal crescimento é muito significativo, considerando-se a redução cada vez maior do crédito agrícola. (figura 9)

⁸ - A New Technological Era for American Agriculture. US. Congress, Office of Assessment, OTA-F-474 (Washington, D.c: US.Government Printing Office, August 1992).

- L'Evolution Technologique En Cours En Agricultur Et ses Consequences: quelques jalons pour un repérage et une analyse socio-économiques. Institute National De la Recherche Agronomique Station d'économie et sociologie rurales de Grignon, Sylvie Bonny, INRA, September 1991).

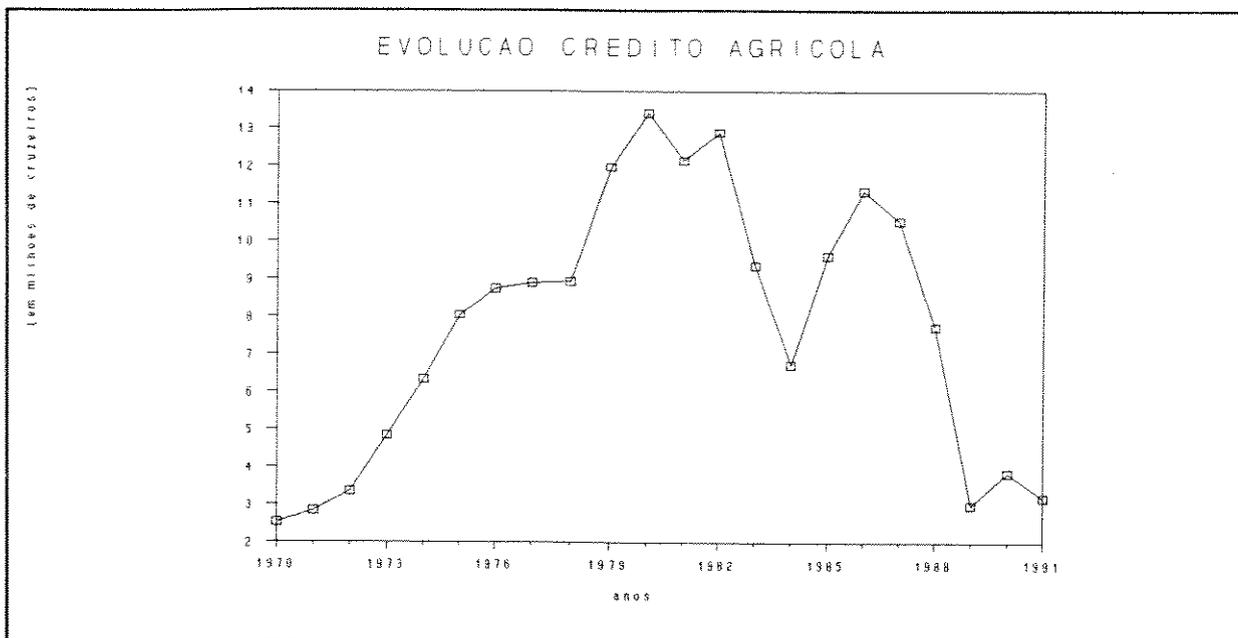


Figura 9 - fonte: Anuário Estatístico do Crédito Rural do BACEN/Mensário e Anuário Estatístico do Banco do Brasil.

O clima de otimismo que cerca a nova safra 1993, é resultado da maior eficiência requerida devido à redução dos subsídios, refletindo-se num aumento de 30% na produtividade e uma queda de 20% nos preços dos principais produtos nos últimos dez anos, e de 40% nos preços de fertilizantes nos últimos quatro anos.(BARROS 1993). E em termos de crescimento as vendas apresentaram: os tratores 73%, e as colheitadeiras 37% em relação a 1992. Apesar do crescimento do grau de mecanização no Brasil, ainda é baixo, quando comparado com os EUA.

Um bom exemplo da criatividade gerada pela crise, é a troca de produtos agrícolas por equipamentos (trator, colheitadeira, etc.). Trata-se de um tipo de escambo, em que o agricultor, ao comprar um trator, oferece como pagamento milho, soja ou feijão, ao invés de dinheiro, livrando-se dos juros do mercado financeiro, assim como de uma possível hipoteca da propriedade. Outro mecanismo

é a venda antecipada da produção, que visa a evitar os juros de mercado, facilitando, assim, uma melhor programação por parte dos agricultores para plantio sem depender da liberação do crédito agrícola.

5. INTENSIDADE DE USO DO FOSFATO NO BRASIL

5.1 Conceito de Intensidade de Uso.

Logo após a 2ª Guerra, pesquisadores previram que o equilíbrio entre a oferta e a demanda⁹ mineral no mercado não seria atingida, prevendo para o fim da década uma possível escassez desses bens. Porém estudiosos, em uma outra linha de enfoque, defendiam o pressuposto de que os avanços tecnológicos permitiriam maior economicidade no aproveitamento dos bens minerais, e a escassez seria atingida. Constatou-se que nos anos posteriores, as taxas de crescimento do consumo não foram mantidas e outros fatores, como: substituição, reciclagem e oferta secundária, reduziram a preocupação quanto à disponibilidade dos bens minerais (SUSLICK 1990).

Nesse contexto surgiu o conceito da Intensidade de Uso (IU), desenvolvido simultaneamente pelo International Iron and Steel Institute (1972) e MALENBAUM (1975, 1978) como sendo " a razão entre a quantidade de um determinado bem mineral consumido no País e o seu PIB num mesmo período, ou seja, quanto se utiliza deste bem mineral por unidade do produto da economia".

⁹ O termo demanda na área mineral é frequentemente confundido como consumo. Demanda é uma função que correlaciona as diferentes quantidades de uma commodity que os consumidores gostariam de adquirir em diversas combinações de preços e rendas. Demanda pode ser diferenciada do consumo, sendo esta última a quantidade da substância mineral que é efetivamente consumida. O consumo é determinado pelas condições de oferta e demanda, trata-se de uma realização funcional. (SUSLICK 1990)

A IU, na sua forma original, pode ser representada pela seguinte expressão:

$$IU = D_t/Y_t = f(y)$$

onde: D_t = consumo do bem mineral no período t

Y_t = produto interno bruto (PIB) no período t

$f(y)$ = PIB per capita no período t

Segundo SUSLICK (1990), a técnica da IU vem sendo aplicada com bastante frequência na previsão de "commodities" minerais, devido a sua simplicidade e a sua operacionalidade na modelagem da demanda mineral. Por outro lado, na sua concepção original, a teoria da IU recebeu diversas críticas por não englobar variáveis importantes da demanda, tais como mudança tecnológica, substituições entre os materiais, preços e preferências dos consumidores.

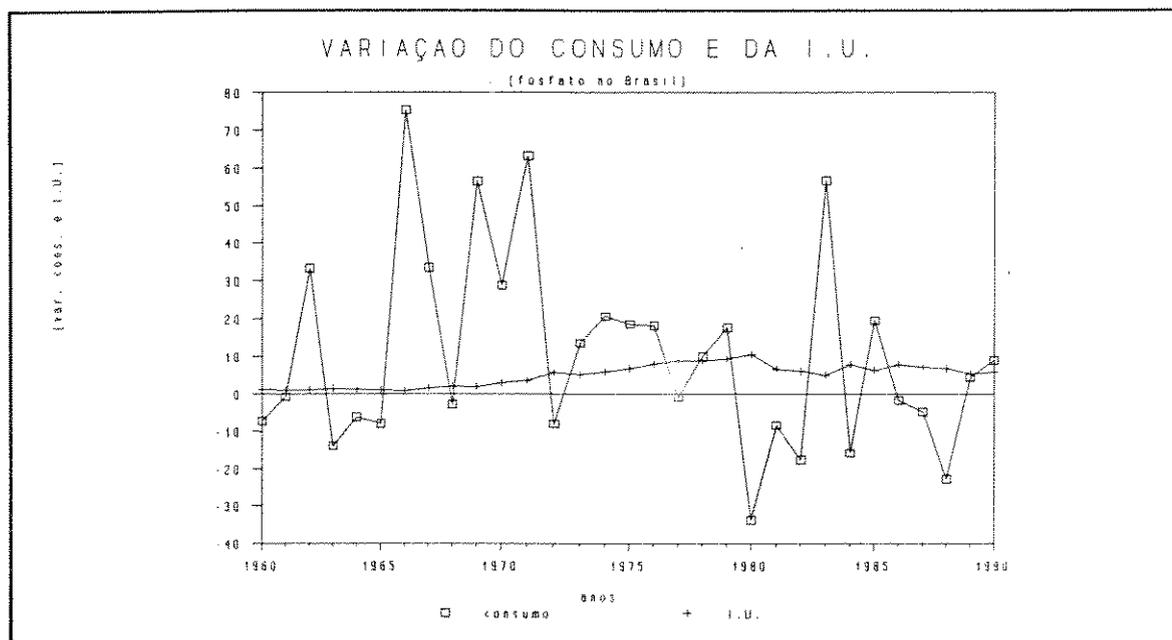


Figura 10 - Intensidade de Uso (I.U.) e Variação do Consumo de Fosfato no Brasil.

Com relação à intensidade de uso de fosfato, pode-se observar que houve um aumento contínuo até 1980 e, em seguida, decresce em decorrência da diminuição das taxas de crescimento do consumo de rocha fosfática no Brasil e do comportamento errático do consumo, conforme indica a Figura 10 acima.

A produção nacional de fertilizantes pode ser analisada em função de dois segmentos industriais. O primeiro ligado à produção de fertilizantes intermediários (sulfato de amônio, uréia, nitrocálcio, nitrato de amônio, DAP, MAP superfosfato simples, superfosfato duplo, superfosfato triplo, termofosfato, fosfato parcialmente acidulado, cloreto de potássio e complexos). O segundo relacionado com a produção de matérias-primas (amônia, rocha fosfática-industrial, rocha fosfática de aplicação direta, ácido fosfórico e ácido sulfúrico). A produção de ambos setores industriais acima mencionados utiliza os principais nutrientes nitrogênio(N), fósforo(P_2O_5) e potássio(K_2O) em proporções variáveis na elaboração de seus subprodutos.

A produção de matérias-primas apresentou um crescimento no mesmo período, o ácido fosfórico (3,9%) e o ácido sulfúrico (2,6%) em termos de produto. Em termos de nutrientes, o fósforo apresentou um crescimento de 4% na produção de ácido fosfórico. No período de 1960/73, houve um aumento significativo nas importações (Tabela 4). A produção nacional de fertilizantes intermediários, no período 1990/91, em termos de produto apresentou um crescimento de 3,7%; em termos de nutrientes, o nitrogênio apresentou uma queda de 4,5%; no caso do fósforo, este apresentou um crescimento de 3,8%, e, finalmente, quanto ao potássio, houve um crescimento expressivo de 48,6 % na forma de cloreto de potássio.

Este comportamento deve-se à queda dos preços nos EUA e a uma política agrícola favorável por parte do governo que, conseqüentemente, gerou um aumento no PIB agrícola, no consumo e na intensidade de uso de fertilizantes fosfatados. No período de 1973/79, observa-se um aumento na produção de rocha fosfática, fruto de projetos financiados pelo Estado (por exemplo, a Arafertil).

TABELA 4: BALANÇO DA OFERTA/DEMANDA DE P₂O₅ CONTIDO NO BRASIL

ANOS	PROD. (1000t)	IMPORT. (1000t)	CONSUMO APARENTE (1000t)	PREÇO Brasil US\$/t (cte90)	PREÇO EUA US\$/t (cte90)
1960	77.427	54.164	127.700	11,30	17,44
1975	513.899	479.819	1.103.000	30,25	41,51
1979	1.249.809	435.202	1.684.500	48,29	45,54
1985	1.277.524	31.696	1.308.600	35,00	31,90
1990	1.059.984	120.946	1.177.900	51,70	40,77

fonte: **Súmario Mineral (vários) e da ANDA (vários).**

Esse processo é resultado de uma política de crédito agrícola favorecida (incentivos) e de uma redução nos preços do concentrado de P₂O₅ em função dos subsídios por parte do Estado.

No período de 1979/85, observa-se uma queda no consumo de rocha fosfática e na intensidade de uso. Este período é marcado pelo início da recessão, resultando numa queda nos investimentos no setor agrícola.

No período de 1985/90, nota-se uma queda na produção de rocha fosfática devido aos elevados custos finais de produção quando comparados a outros países produtores (EUA e Marrocos). A queda no consumo deve-se também à falta de uma política agrícola definida e aos insucessos dos diversos planos de estabilização econômica realizados no Brasil.

5.2 Oferta e Demanda no Brasil

5.2.1 Produção e consumo no Brasil.

Em termos de produção, o Brasil, em 1990, produziu 3,2 milhões t de rocha fosfática e, em 1991/92, produziu 3,4 milhões t, apresentando um crescimento de 13,3%, correspondendo a 2% da produção mundial. Com relação ao concentrado de P_2O_5 a produção em 1990 foi de 1.1 milhão t e, em 1991/92, de 1.3 milhão t, apresentando um crescimento de 20% e, finalmente, em termos de produção de ácido fosfórico, em 1990, foi de 615t e, em 1991/92, de 650t, com crescimento de 5,7%.

Com relação ao Brasil, em 1990, o consumo de rocha fosfática foi da ordem de 3.2 milhões de t e em 1991/92, de 3.5 milhões de t, com crescimento de 9%; já o consumo de ácido fosfórico, em 1990, foi da ordem de 824 t e, em 1991/92, de 943 t, com crescimento de 15%.

Em 1960, o Brasil importou 54 mil t e, em 1991/92, 180 mil t de rocha fosfática, tendo como principais fornecedores Israel, Marrocos e Tunísia que, somados, respondem por 80%, o restante veio dos EUA. O aumento das importações é resultado da redução de 5% dos impostos de importação, no caso de rocha fosfática. (figura 11)

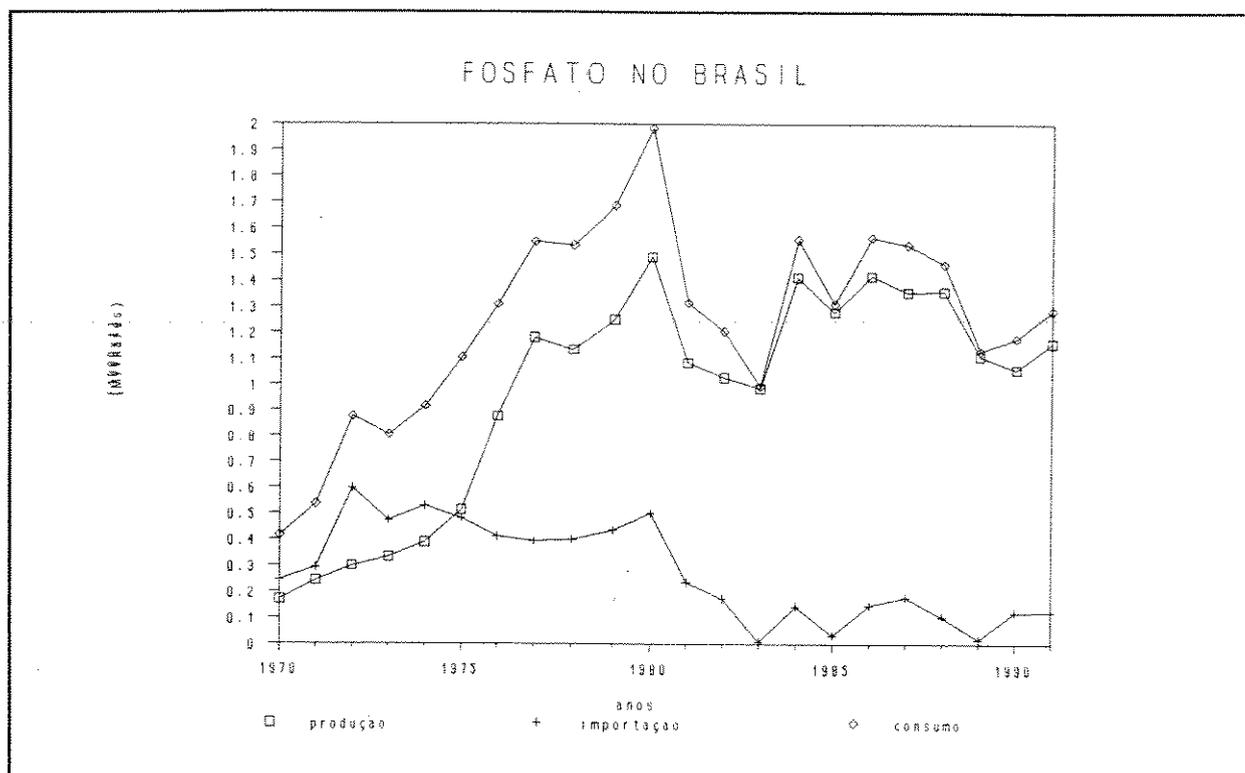


Figura 11 - Consumo, produção e importação de P₂O₅ contido no Brasil, em milhões de t.
 fonte: ANDA

As principais empresas produtoras de concentrado de P₂O₅ do Brasil são: Arafertil, Fosfertil e Goiasfertil, que respondem por 70% da produção nacional.(Tabela 5)

TABELA 5: PRODUÇÃO DE MINÉRIO E CONCENTRADO DE P₂O₅ PELAS PRINCIPAIS EMPRESAS NACIONAIS unid:t

Empresas:	prod. minério bruto	prod.conc. P2O5
Fosfertil	9.335.000	1.127.000
Goiasfertil	3.304.000	472.000
Arafertil	3.473.000	533.700
Serrana	2.086.000	284.700
Copébras	1.978.000	488.700

fonte: ANDA

As empresas no Brasil estão distribuídas em Minas Gerais, com a Arafertil em Araxá, Fosfertil em Uberaba e Patos de Minas; em Goiás temos Goiasfertil, e a Copebrás em Catalão; em São Paulo a Serrana em Jacupiranga. (figura 12)

Convém destacar que a produção de concentrado P₂O₅, está bem abaixo de sua capacidade nominal instalada, que é da ordem de 4.8 milhões t.

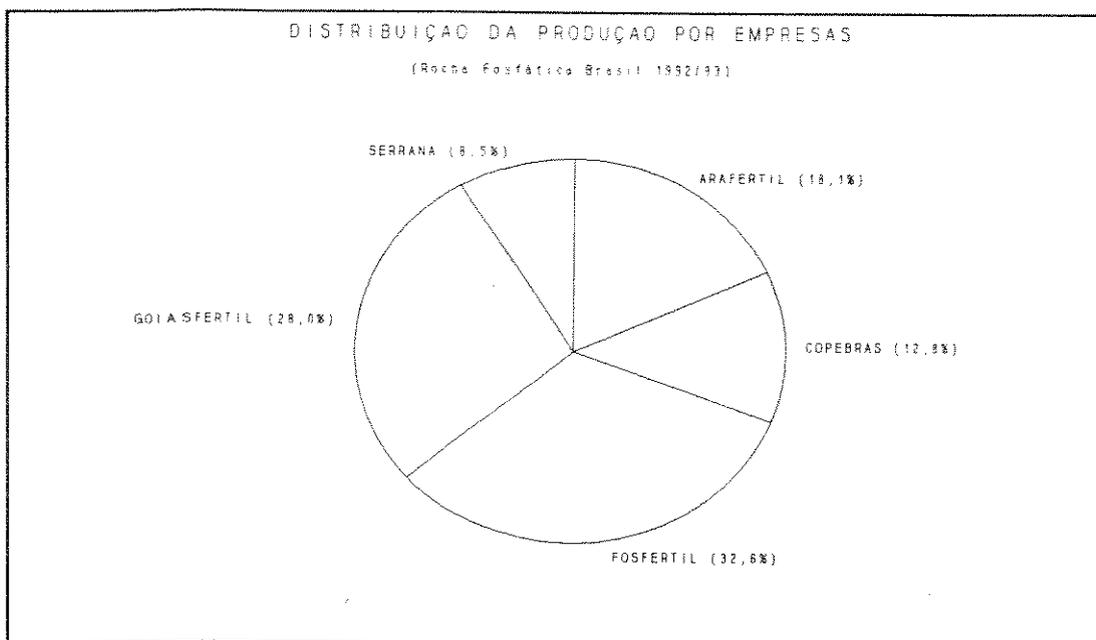


Figura 12 - Distribuição por empresas da produção de rocha fosfática no Brasil.
fonte: ANDA

Outro ponto de fundamental importância é a presença, do governo que foi forte no passado, em função de políticas anteriores de buscar auto-suficiência no suprimento de fosfato, justificando a implantação de empreendimentos estatais. Agora no presente, encontram-se em processo de privatização. (tabela 6)

A filosofia do processo de privatização no setor de fertilizantes, visa à saída do Estado, com o fim dos subsídios, e à modernização da indústria de fertilizantes nacional, através da redução das alíquotas de importação. Esse processo levará os produtores a buscarem maior eficiência e produtividade, bem como acarretará redução dos custos de produção, o que tornará os preços nacionais mais competitivos com o mercado internacional.

Uma sinalização desse processo é o crescimento da demanda de fertilizantes, que representou uma grande safra agrícola de 93, já que se acredita que não houve expansão da área, mas sim maior adubação.

TABELA 6: PROGRAMA DE PRIVATIZAÇÃO

(As empresas negociadas e os princ. compradores)

EMPRESAS	VALOR DE VENDA (US\$ MILHÕES)	ÁGIO (%)	COMPRADORES
FOSFÉRTIL	177.0	27.1	CONS.FERTILFOZ
GOIASFÉRTIL	12.7	0	FOSFÉRTIL

fonte: Jornal Folha de S.Paulo (12/08/93).

CONS.FERTILFOZ fazem parte IAP, Manah, Solorrigo e Cooperativa Cótia entre outros.

Recentemente 33,3% das ações da Arafertil, que pertenciam à Petrofertil (subsidiária da Petrobrás), foram vendidas para Quimbrasil (Grupo Bungle) e Fertisul (grupo Ipiranga), que passaram a controlar 100% do capital da empresa, encerrando definitivamente a participação do governo no setor de fertilizantes.

5.2.2 Preço nacional e internacional.

Em termos de preços de rocha fosfática, nos EUA, em 1960 era de 18,26 US\$/t e, em 1990, era 23,30 US\$/t, apresentando um crescimento de 27,6% nesse período; já em 1992/93 foi de 23,6 US\$/t, apresentando uma retração (US. BUREAU DF MINES 1990/1993), devido a um aumento na produção de 5% nos EUA em 1992; como reflexo da recessão mundial e conseqüente queda no consumo de rocha fosfática. Com relação aos potássicos nos EUA, os preços em 1960 eram

de 103,6 US\$/t e, em 1990, era de 130 US\$/t, apresentando um crescimento de 25,5% nesse período, permanecendo estável até 1993. Finalmente, os nitrogenados: os preços em 1960 eram de 275,6 US\$/t e, em 1990, eram de 150 US\$/t; nesse período apresentou uma queda de 45,6% e manteve-se em queda gradual até 1993.

No Brasil, os preços dos componentes (NPK) dos fertilizantes, de maneira geral, apresentaram uma ascensão no período de 1960/70, visto sermos importadores de matéria-prima; somente a partir de 1973, com o Plano Nacional de Fertilizantes e com uma política de subsídios por parte do governo, houve uma redução dos preços internos até 1990, e reforçada em 1992/93, pelo processo de privatização que visou à modernização do setor e adequação dos preços como mercado mundial.

O preço de concentrado de rocha fosfática no Brasil, em 1991/92, foi em média de 52,3 US\$/t-fob e em termos de EUA, foi de 50,2 US\$/t-fob (-4,4%); em Marrocos foi de 48,5 US\$/t-fob (-7,7%). Em termos de custo de extração de rocha fosfática, em 1992, na boca da mina (Run of Mine) no Brasil foi de 26 a 28 US\$/t; Marrocos foi de 26 US\$/t, e nos EUA foi de 18 US\$/t. (Annual Report/1993).

Face ao processo de privatização, em fase final, no setor de fertilizantes, busca-se a redução de custos de produção e avanços tecnológicos, com a finalidade de tornar a indústria nacional de fertilizantes mais competitiva em termos de mercado internacional (figura 13).

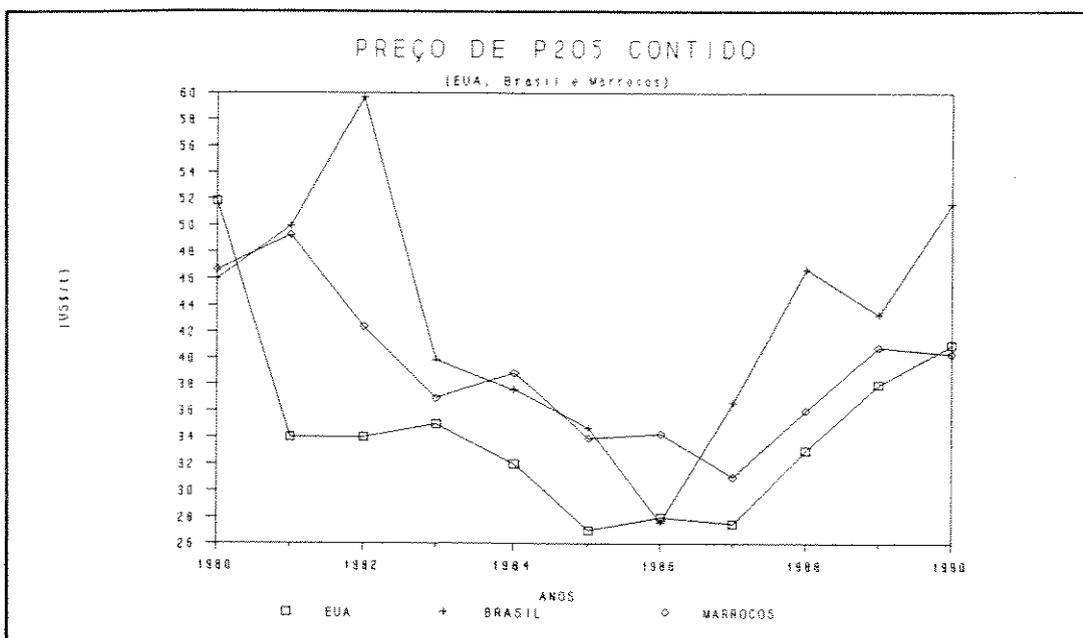


Figura 13 - Preços de P₂O₅ contido em Marrocos, EUA, Brasil.

fonte: ANDA, Annual Report e Mineral Commodity Summaries.

5.3 Aplicações e tendências (indústria química em geral)

O setor de fertilizantes absorve 88,63% da produção de ácido fosfórico, enquanto os demais setores absorvem o restante. Isso também ocorre produção de aditivos alimentares, detergentes. Do ácido fosfórico é obtido o STPP (Triplo Fosfato de Sódio), principal componente dos detergentes.

Visando ao aumento do consumo do STPP, a Copebrás ampliou, em 1992, sua capacidade de produção de STPP de 50 mil t/ano para 80 mil t/ano, apresentando um aumento de 60%. A indústria Carboquímica Catarinense (ICC) lançou um novo produto denominado Ácido Fosfórico grau técnico. Inicialmente a ICC produzirá 800 t/ano pretendendo produzir 4 mil t/ano e conquistar 10% do mercado nacional. Tal produto é utilizado na indústria açucareira no processo de

clareamento e, refino do produto e, pela indústria metalúrgica, em revestimentos de recapagem, fosfatização, anodização, galvanoplastia e no alvejamento do caulim. Há outras aplicações no tratamento biológico de efluentes .

A ICC espera aumentar seu faturamento em 3 milhões US\$, com a venda do novo produto, através da exportação para Argentina e outros países do Mercosul, podendo chegar a 150 t, já que o preço nos EUA do ácido fosfórico grau técnico é 850 US\$/t. Tendo em vista a vantagem do frete, o Brasil poderá colocar o produto a preços mais competitivos.

A IAP, com fábrica em Cubatão-SP., cresceu, em 1992, de 3,5% para 6,5% sua participação no mercado nacional de fertilizantes, sendo tal setor responsável por 75% do seu faturamento, em torno de 120 milhões US\$ em vendas, sendo que, hoje, após fase inicial do processo de privatização, a IAP detém participação acionária na Ultrafertil, como Goiasfertil, com 10%, e na Fosfertil, com 10,5%.

Atualmente, o projeto da Arafertil aguarda uma melhor definição da conjuntura econômica e do programa de privatização, para produção de ácido sulfúrico com capacidade instalada de 200 mil t/ano, para um melhor aproveitamento do concentrado fosfático, com alto teor de contaminantes (Fe, Al e outros). Essa técnica, que contribuirá para uma melhor recuperação do fósforo na produção de fertilizantes, deve-se à introdução de novas alternativas no processo de flotação, possibilitando um aumento da vida útil de suas jazidas.

O ácido sulfúrico, em termos de aplicação é utilizado nos seguintes setores: fertilizantes 74,67%, químico 7,7%, metalúrgico 2,96%, celulose 1,05%, têxtil 0,63%, detergentes 0,26% , e o restante em outros setores.

No biênio 1992/93, devido ao processo inflacionário crescente que o país

atravessou e à retração do mercado decorrente das medidas recessivas, houve uma diminuição nos níveis de produção e de consumo de rocha fosfática e de seus demais nutrientes. Como consequência, ocorreu uma elevação dos estoques das indústrias produtoras de fertilizantes.

Qualquer alteração nas tendências da produção de fosfato dependerá, entre outras variáveis, do incremento do consumo interno e redução dos custos finais. Como resultante deste processo, pode-se prever inclusive a exportação a preços mais competitivos em relação aos grandes produtores mundiais (EUA, Marrocos e outros).

Outro fator decisivo seria o desenvolvimento tecnológico (no caso flotação), que venha a viabilizar novos depósitos, que até então eram inviáveis, assim como melhorar os níveis de produção dos já existentes, pois como sabemos, nossos depósitos ocorrem em jazimentos ígneos com grande quantidade de contaminantes, o que eleva os custos finais de produção. É importante ressaltar que as reservas brasileiras são compatíveis em volume de minério às dos grandes países produtores.

6. FORMULAÇÃO DE UM MODELO DE PREVISÃO DA DEMANDA DE FOSFATO PARA O ANO 2000.

6.1 Introdução

No Brasil, os trabalhos envolvendo as modelagens da indústria de fertilizantes foram realizados, na sua maior parte, com abordagens metodológicas descritivas e compartmentadas do setor. Os principais trabalhos que abordaremos possuem uma relação com a proposta desta dissertação: os de MELLO (1975); NEGRI (1981, 1990); SOARES (1983); KAGEYAMA (1985) e PINO (1992).

MELLO (1975) identificou e quantificou os efeitos das principais variáveis explicativas (renda agrícola, área cultivada, preço de fertilizantes, política governamental de crédito agrícola) do consumo de fertilizantes no Estado de São Paulo, introduzindo as variáveis preço da terra e educação rural.

Para tanto utilizou um enfoque baseado em séries temporais (1948/73) e em cortes seccionais dos dados por período. Quanto à função demanda de fertilizantes, foi utilizado o método dos mínimos quadrados simples. A introdução da variável preço, como dependente com retardamento nas regressões, contribuiu para elevação do coeficiente de determinação; entretanto, o mais importante nesse tipo de modelo é verificar se as variáveis explicativas apresentam o sinal correto e são significativamente diferentes de zero.

Os resultados obtidos, de maneira geral, indicaram a importância de uma política agrícola. A curto prazo, destaca-se a necessidade da eliminação das distorções que afetam o preço real de fertilizantes, o que traria uma maior

lucratividade no uso de insumos. A médio e longo prazo destacam-se os investimentos, assistência técnica e a educação rural como primordiais para desenvolvimento agrícola brasileiro.

NEGRI (1981) visou a analisar o consumo e demanda de fertilizantes, individualmente N,P,K e no agregado NPK, afim de: a) descrever a evolução do consumo de cada nutriente e do agregado; b) determinar a relação de consumo; c) determinar as taxas atuais de crescimento do consumo aparente, dos nutrientes e do agregado; d) determinar a elasticidade-preço da demanda dos nutrientes e do agregado NPK, tanto a curto como a longo prazo. A função demanda foi estimada através de uma regressão logarítmica múltipla.

Para analisar a demanda de nutrientes no Brasil, o autor adotou dois modelos, baseando-se em trabalhos anteriores: o tradicional e o de defasagens distribuídas (Defasagem Koyek). O ajustamento das equações da regressão múltipla foi feito pelo método dos mínimos quadrados, estimando para cada modelo um coeficiente de determinação. Este é expresso em valores percentuais, os efeitos das variáveis independentes contidas no modelo sobre a variável dependente, assim como um coeficiente de regressão parcial das variáveis independentes.

As equações de estimativa selecionadas estão baseadas nos seguintes critérios: a) consistência dos resultados com a teoria econômica; b) significância estatística dos coeficientes de regressão; c) coeficiente de correlação entre variáveis independentes; d) magnitude do coeficiente de determinação. As variáveis que melhor representam, em termos de nutrientes e agregado NPK nas diversas regiões brasileiras, são: consumo aparente de fertilizante, preço do fertilizante, preço recebido pelos agricultores, relação preço de fertilizante/preço recebido pelos

agricultores, valor de produção, área cultivada, salário agrícola, mudança tecnológica e uma variável "dummy" (que reflete a influência do crédito agrícola para aquisição de fertilizante).

O autor chegou às seguintes conclusões: a) o modelo tradicional é o que melhor descreve a estrutura da demanda de fertilizantes; b) a influência da variável "dummy" (crédito agrícola) medida para todos os nutrientes e para o agregado NPK, como variável mudança tecnológica, apresentou alta significância; c) a variável preço recebido pelos agricultores guarda uma relação direta com consumo de fertilizantes; d) quanto à área cultivada, apresentou coeficientes com valores bastante elevados, sendo, portanto, considerada variável de grande importância na explicação da demanda.

Em outro trabalho, NEGRI (1990) procurou avaliar teoricamente as intervenções referentes à eficiência ou não do conjunto de políticas aplicadas a fertilizantes, em três setores: da indústria processadora de matéria-prima; da indústria processadora de fórmulas de fertilizantes, e do setor de produtos agrícolas. Descreveu os setores envolvidos e evidenciou, graficamente, os efeitos de políticas selecionadas.

A estrutura analítica desenvolvida delineia um método de análise formal, na qual os objetivos e custos das políticas são identificados e seus efeitos estão em ação em mais de um dos setores da economia simultaneamente. É importante salientar que as informações errôneas com relação ao valor do contingenciamento e/ou subsídio causariam decisões distorcidas por parte dos produtores nacionais.

SOARES (1981) analisou o comportamento da demanda de fertilizantes nas regiões Norte/Nordeste, Centro, Sul e no Brasil com o objetivo de identificar as

principais variáveis associadas ao consumo de NPK, e de inferir cenários futuros no tocante ao consumo destes insumos agrícolas, sendo um dos poucos trabalhos com tal preocupação. Buscou de forma acurada analisar mudanças nas políticas governamentais, que afetam direta ou indiretamente o setor.

As principais variáveis explicativas da demanda, em nível de região e de Brasil, foram: área cultivada, preço recebido pelos agricultores, preço de fertilizantes e crédito rural. A análise da demanda de nitrogênio, fósforo e potássio e do agregado NPK, em nível de região e do Brasil como um todo, verificou-se através do ajustamento de uma função da forma potencial, linear nos logaritmos das variáveis. A função foi constituída de uma variável dependente (consumo aparente em toneladas de N,P,K e NPK) e das variáveis independentes.

Observou que a presença dos subsídios amortece o impacto que as elevações no preço de fertilizantes exercem sobre a demanda, impedindo portanto, decréscimos acentuados no consumo de NPK. A retirada dos subsídios acarretará uma elevação nos preços agrícolas, podendo provocar um acréscimo exagerado nas operações de estoque pelo Governo, acarretando, com isso, aumentos na dívida pública ou de expansões indesejadas na base monetária.

Através de simulações, projetou-se a demanda de NPK até 1986. Os resultados sugerem uma revisão nos planos de elevação da capacidade produtora doméstica, sob pena de aumentar a capacidade ociosa da indústria produtora de fertilizantes para os anos subseqüentes.

KAGEYAMA (1985) avaliou o processo de modernização da agricultura através das variáveis: uso de tecnologia moderna ,como insumos químicos , máquinas e equipamentos agrícolas, rações balanceadas etc; a intensificação do uso

da terra e o aumento da produção por hectare, a substituição de relações de trabalho tradicionais (familiares, parceria pelo assalariado), incremento dos gastos monetários das unidades produtivas, modificação dos sistemas tradicionais de comercialização e crédito, o próprio aumento do crédito utilizando o crescimento das agroindústrias, o aumento da produtividade do trabalho.

Devido ao grande número de variáveis, que caracterizam a agricultura brasileira, e ao alto grau de correlação de muitas, tornou-se difícil a sua regionalização e, por consequência, a identificação dos diversos níveis de modernização da agricultura.

O método utilizado foi de análise multivariada (fatorial), que permite transformar um conjunto original de variáveis em um novo conjunto de variáveis hipotéticas ortogonais entre si e não correlacionadas, que são combinações lineares das variáveis originais.

Por esse método, verificou-se a existência de três fatores correspondentes que agruparam as variáveis originais. Em tal análise calcularam os pesos, ou seja, os coeficientes de correlação, além da sua considerável contribuição para variância total. O primeiro fator pode ser caracterizado como efeito do processo de modernização da agricultura sobre a intensidade de exploração da terra, associado ainda à extensão do complexo agroindustrial. O segundo fator está altamente correlacionado, de forma direta, com os efeitos da modernização sobre capacidade produtiva do trabalho. O último fator está relacionado com o grau de utilização de trabalho assalariado e de trabalho temporário na agricultura, ou seja, da extensão das relações capitalistas de trabalho no campo.

PINO (1992) analisou as entregas de fertilizantes no Estado de São Paulo e no Brasil; os dados referem-se ao período de janeiro de 1985 a outubro de 1990.

Os objetivos específicos foram: investigar o comportamento das quantidades de fertilizantes entregues aos agricultores no Estado de São Paulo e no Brasil; estudar as relações dinâmicas entre entrega de fertilizantes e o poder de compra dos agricultores medido pelo índice de paridade entre preços recebidos e preços pagos por insumos adquiridos fora do setor agrícola, ajustar um modelo para previsão de entrega de fertilizantes aos agricultores, sendo um dos únicos trabalhos dentre os levantados no setor de fertilizantes com tal abordagem.

Foram utilizadas as seguintes variáveis: quantidade mensal de fertilizantes entregues pela indústria, no Brasil, em tonelada de nutriente e em tonelada de produto; quantidade mensal de fertilizantes entregues pela indústria, no Estado de São Paulo, em tonelada de nutriente e em tonelada de produto; índice de paridade de preços no Estado de São Paulo.

Inicialmente, foi ajustado um modelo auto-regressivo integrado de médias móveis (ARIMA) aos dados de cada uma das quatro variáveis temporais, conforme BOX & JENKINS (1976). Na seleção dos modelos utilizaram-se os seguintes critérios: estimativas de parâmetros significativos ao nível de 5% de probabilidade; autocorrelação entre as estimativas dos parâmetros; baixos valores relativos para o Critério da Informação de Akaike (AIC) e para o Critério Bayesiano de Schwartz (SBC), conforme SAS INSTITUTE (1988). A estimativa final foi feita sempre por mínimos quadrados.

Concluiu que a produção e a comercialização dos fertilizantes dependem fortemente do comportamento do setor agrícola, influenciado, nos últimos anos,

pelas políticas de estabilização econômica. As variáveis de produção e de entregas de fertilizantes mostraram-se estacionárias e com sazonalidade multiplicativa, indicando não haver tendência de aumento ou de declínio, mas um movimento sazonal ligado às épocas de produção agrícola.

As previsões foram feitas no período de novembro de 1990 a julho de 1992; os resultados obtidos nas previsões de entregas de fertilizantes foram significativos para os períodos de normalidade do mercado. Além disso, os modelos utilizados foram capazes de incorporar rapidamente o efeito das variações de mercado.

Não se conseguiu o ajuste do modelo que levasse em consideração uma variável indicadora do poder de compra do agricultor; no caso o índice de paridade de preços não se mostrou boa variável para antecipar as entregas de fertilizantes no Estado de São Paulo. É provável que seja necessária uma análise mais profunda do comportamento econômico dos produtores agrícolas a identificação das razões que os levam a adquirir fertilizantes e procurar expressar tal motivação sob a forma de variáveis econômicas que possam ser incorporadas aos modelos.

Considerando a exposição objetiva acima dos estudos da indústria de fertilizantes no Brasil, que não estabeleceram um modelo de previsão, buscamos em nosso trabalho a construção de um modelo fatorial de previsão, relacionando os impactos que podem ser gerados no setor mineral pelo consumo de fertilizantes fosfatados no setor agrícola.

A escolha de fertilizantes, no caso o fosfato para estudo do modelo, deve-se à facilidade de se estabelecer relações significativas entre o setor agrícola e a área mineral. A idéia de modelos fatoriais se fez pela possibilidade da inclusão das inter-relações das variáveis econômicas, que nem sempre são levadas em consideração

pelas técnicas econométricas tradicionais na descrição de mercados minerais. Estes modelos foram utilizados na psicologia experimental dos anos 30, embasados nas técnicas de análise fatorial, visando a medir níveis de inteligência, a partir de observações multivariadas.

As fontes consultadas para abordagem teórica da análise fatorial são de HARMAN (1967), e diversas aplicações na quantificação das variáveis geológicas estão em JORESKOG (1976) e DAVIS (1986). HANNAN & TORRIES (1989) aplicaram esta técnica na análise da estrutura industrial e do excesso de capacidade na produção de substâncias minerais; SUSLICK & HARRIS (1990) aplicaram na previsão do alumínio. Um desenvolvimento teórico detalhado sobre o uso de autovetores em modelos macroeconomicos pode ser encontrado em GANDOLFO (1980) e SCHOONBEEK (1987).

As variáveis escolhidas são: PIB agrícola, área média colhida, preço do fosfato, mudança tecnológica. Os primeiros resultados parciais obtidos indicam que as variáveis, como PIB agrícola e área média colhida, têm impacto importante no consumo de fosfato. Em relação à previsão da demanda, constata-se que o PIB agrícola é uma variável bastante significativa no modelo.

Pelas dificuldades qualitativas e quantitativas de incorporar em uma variável os avanços tecnológicos no setor agrícola, que deverão interferir no consumo de fosfato como fertilizante, escolheu-se como alternativa o tempo como variável tecnológica, embora apresente um comportamento mecânico e de extrema regularidade.

6.2 Metodologia aplicada

As principais justificativas para uso do modelo fatorial, no caso de nossa dissertação, podemos resumir:

* Os métodos econométricos tradicionais, baseados na análise de regressão, possuem certas limitações para avaliar e incorporar de maneira adequada as complexas relações econômicas, pois impõem a existência de independência entre as variáveis nem sempre existentes quando se trata de variáveis econômicas.

* A estrutura da indústria mineral não pode ser descrita por um único parâmetro estatístico. A realidade indica a interação de diferentes determinantes no mercado mineral.

* Incorpora uma abordagem quantitativa, a partir das informações coletadas, utilizando o conceito da projeção vetorial de variáveis macroeconômicas, através da análise fatorial, que poderá ser resumida a seguir :

a) combinação de informações de um grande número de variáveis, em um conjunto reduzido ;

b) possibilidade capturar os aspectos qualitativos e quantitativos dos dados;

c) e redução das informações de um conjunto de dados, mantendo suas propriedades originais.

O método de análise fatorial, constitui uma técnica de rebaixamento, que consiste em dar um número de grandes variáveis, agrupá-las em um número menor, chamados de fatores, que deverão ser ortogonais e independentes entre si. É

objetivo fundamental da análise fatorial a explicação das causas das variações de um certo número de variáveis, a partir de fatores diferentes entre si.

Como estudo de caso selecionaram os fertilizantes fosfatados (concentrado de P_2O_5). Os dados são referentes ao período de 1960/90; as variáveis utilizadas serão PIB agrícola, área média colhida, preço do fosfato e variável tecnológica; constituindo as 4 variáveis das séries históricas X_1, X_2, X_3 e X_4 com $t = 1, 2, 3, \dots, 31$. (1960.....1990)

onde: $X_1 =$ PIB agrícola (PIBAG).

$X_2 =$ Preço do fosfato (PCFUS).

$X_3 =$ Área média colhida (AMC).

$X_4 =$ Tecnologia (VT).

O modelo fatorial com 4 fatores pode ser escrito da seguinte forma:

$$X_1 = a_{11}F_1 + a_{12}F_2 + a_{13}F_3 + a_{14}F_4$$

$$X_2 = a_{21}F_1 + a_{22}F_2 + a_{23}F_3 + a_{24}F_4$$

$$X_3 = a_{31}F_1 + a_{32}F_2 + a_{33}F_3 + a_{34}F_4$$

$$X_4 = a_{41}F_1 + a_{42}F_2 + a_{43}F_3 + a_{44}F_4$$

Utilizando a notação matricial, o modelo fatorial adquire a seguinte forma:

$$\begin{matrix} X & = & A & \cdot & \bar{F} \\ (m \times l) & & (m \times m) & & (m \times l) \end{matrix}$$

onde :

$$F_i = [F_1, F_2, \dots, F_m]$$

$$\bar{F} = A^{-1} \cdot X \quad A = \text{matriz inversa}$$

$$\beta = A^{-1} \quad F_i = \text{s\~{a}o os escores fatoriais}$$

$$\bar{F} = \beta \cdot X$$

através notação matricial vem :

$$\bar{X} = A \cdot F = \begin{matrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \\ X_4 \end{matrix}$$

OBS: deve-se estimar a matriz A e submeter a série histórica de dados X à análise fatorial para extrair os fatores, sendo que as comunalidades são fixadas em 1.0, isto é, as 4 variáveis originais produzirão o mesmo número de fatores. Este fato explica que as 4 variáveis são perfeitamente explicadas pelas 4 variáveis conceituais. Esta condição é raramente encontrada no mundo real, mas, por outro lado, auxilia amplamente os cálculos da matriz A, através de uma simples transformação linear.

MATRIZ DE CORRELAÇÃO :

	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄
X ₁	1.00000	0.39847	0.97373	0.98784
X ₂	0.39847	1.00000	0.46774	0.38924
X ₃	0.97373	0.46774	1.00000	0.96595
X ₄	0.98784	0.38924	0.96595	1.00000

AUTOVALORES :

FATOR	AUTOVALOR	% VARIANCIA	% ACUMULADA
1	3.191474	79.79	79.79
2	0.765222	19.13	98.92
3	0.032013	0.080	99.72
4	0.011292	0.028	100.0

MATRIZ FATORIAL :

	FATOR1	FATOR2
X ₁ (PIBAG)	0.97871	-0.18296
X ₂ (PCFUS)	0.56115	0.82759
X ₃ (AMC)	0.98425	-0.09969
X ₄ (VT)	0.97467	-0.19208

MATRIZ ORTOGONALIZADA :

	1	2
1	0.92861	0.37271
2	-0.37105	0.92861

MATRIZ FATORIAL ROTACIONADA COM OS COEFICIENTES PADRONIZADOS:
(MÉTODO DE ROTAÇÃO VARIMAX)

	FATOR1	FATOR2
X ₁ (PIBAG)	0.97673	0.19325
X ₂ (PCFUS)	0.21401	0.97673
X ₃ (AMC)	0.95098	0.27263
X ₄ (VT)	0.97636	0.18328
VARIÂNCIA	2.857437	1.099259
% VARIÂNCIA	72.2	27.8

COMUNALIDADE ESTIMADA TOTAL É IGUAL 3.956696

PIBpc	PCfus	AMC	VT
0.991334	0.999800	0.978680	0.986872

Observou-se que o Fator 1 agrupou as variáveis macroeconômicas do setor agrícola (PIB agrícola, área média colhida e variável tecnológica), pelo fato de

apresentarem um alto valor de correlação com o referido fator, e o Fator 2 isolou a variável preço do fosfato.

Para executar as etapas da análise fatorial, utilizou-se o pacote computacional estatístico do SAS (SAS institute Inc.) versão 6.04, instalado no IG/UNICAMP.

O método de rotação varimax do SAS visa a facilitar e maximizar as diferenças entre as variâncias, e agrupar as variáveis escolhidas em fatores através do seu grau de correlação, bem como visa determinar a importância de cada um dos fatores,.

O procedimento da análise fatorial (PROC FACTOR) do SAS calcula os coeficientes padronizados, o que permite a determinação dos escores fatoriais para cada período (ano), através das equações abaixo:

$$XF1 = 0.977*(PIBAG-162.990)/35.785 + 0.2301*(PCFUS-21.4484)/6.2175 + 0.96*(AMC-38929.68)/8272.88 + 0.9767*(VT-25.000)/9.0921$$

$$XF2 = 0.193*(PIBAG-162.990)/35.785 + 0.27*(PCFUS-21.4484)/6.2175 + 0.25*(AMC-38929.68)/8272.88 + 0.1705*(VT-25.000)/9.0921$$

Através da padronização dos 2 fatores pelo SAS, conseguiu-se determinar a equação de previsão de consumo de concentrado de P_2O_5 , através de uma regressão linear da demanda em função dos fatores, no período de 1960/90. Trata-se de uma projeção ortogonal, respeitando-se as imposições da análise de regressão em relação à independência das variáveis.

Finalmente, vem a equação de consumo de concentrado de P_2O_5 (CSF) no Brasil com seus parâmetros determinados pelo SAS, que é a seguinte:

$$CSF = 889.720789 + 149.202512 * XF1 + 85.569881 * XF2 \quad (1)$$

Onde: CSF = Consumo de concentrado (contido) de P_2O_5 ,

XF1 = Fator 1 padronizado;

XF2 = Fator 2 padronizado;

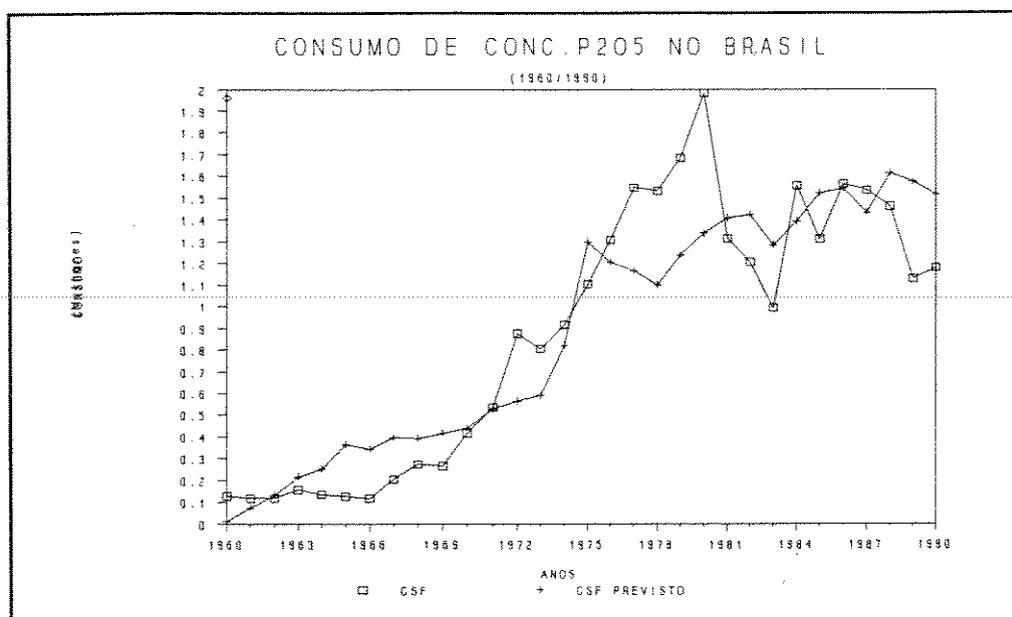


Figura 14 - Consumo real e previsto de concentrado (contido) de P_2O_5 no Brasil de 1960/1990, em milhões de t.

Quando comparados os valores de consumo de concentrado P_2O_5 real com o previsto pelo modelo em função XF1 e XF2 na figura 14 acima, observa-se que o consumo real em 1980 apresentou uma alta significativa em relação ao consumo previsto; isso ocorreu em função dos incentivos ao crédito agrícola por parte do governo, assim como em função da redução nos preços de fosfatados.

Em 1989, a queda observada no consumo de concentrado de P_2O_5 real, em

relação ao previsto, foi resultado da crise econômica e dos insucessos dos diversos planos de estabilização, bem como da indefinição no processo de privatização por parte do governo.

6.3 Avaliação dos resultados

Com relação aos resultados finais, podemos ressaltar o caráter da tentativa de sugerir, de maneira acadêmica, uma vertente do estudo da indústria mineral no caso do setor de fertilizantes fosfatados através da análise fatorial, em função de parâmetros envolvendo a indústria agrícola, que venha refletir no consumo de concentrado P_2O_5 no Brasil.

O modelo de consumo de fosfato no Brasil pode ser explicado por uma equação envolvendo dois fatores XF1 e XF2, que conseguiram agrupar as variáveis escolhidas que melhor identificaram a indústria de fertilizantes fosfatados no Brasil: PIB agrícola, preço do fosfato, área média colhida, variável tecnológica.

Na determinação da equação de previsão do consumo de concentrado de P_2O_5 no Brasil, com as projeções de XF1 e XF2 para o ano 2000, foram usadas as equações autoregressivas para cada um dos 2 escores fatoriais. Utilizou-se uma abordagem recursiva, substituindo-se sucessivamente os valores estimados por valores correntes e defasados não estimados.

A equação dos escores fatoriais fornece a possibilidade de substituir as m variáveis originais X_t por variáveis ortogonais.

$$\rightarrow F_t = [F_{1t}, \dots, F_{mt}]$$

Em decorrência do tamanho da série histórica e dos efeitos nas variações entre o preço e a demanda, iniciou-se a análise por um período de defasagem de 4 anos. A figura 16 apresenta um fluxograma das principais etapas da metodologia de previsão adotada.

Deste modo, as m equações autorregressivas podem ser estimadas para cada factor score (XF1 e XF2) e o PIB agrícola.

$$\rightarrow F_{it} = f(X_{4t}, X_{4t-1}, \dots, X_{4t-4}; F_{it-2}, \dots, F_{it-L})$$

onde: XF1 e XF2 são os fatores em X_t e defasados em X_{t-1} para cada período $i = 1, 2, \dots, m$;

No nosso caso para um período de 41 anos e um defasamento de 4 anos tem-se as seguintes equações:

$$XF1_{i,41} = f(XF1_{4,41}; \dots; XF1_{4,38}; PIBAG1_{4,41}; \dots; PIBAG1_{4,38}; PIBAG2_{4,41}; \dots; PIBAG2_{4,38});$$

$$XF2_{i,41} = f(XF2_{4,41}; \dots; XF2_{4,38}; PIBAG1_{4,41}; \dots; PIBAG1_{4,38}; PIBAG2_{4,41}; \dots; PIBAG2_{4,38})$$

Deste modo, teremos o vetor de previsão:

$$\rightarrow XF_t, t = 32, \dots, 41 \text{ para o período } (1991, \dots, 2000)$$

A partir das m variáveis originais e das suas interrelações é que foram obtidos os valores das projeções XF1 e XF2 e do PIBAG no período de 1991 a 2000.

Os parâmetros estimados no defasamento de 4 anos não apresentam resultados finais significativos, quando comparados com o defasamento de 2 anos. Deste modo, optou-se por um defasamento de 2 anos, com as seguintes equações de XF1 e XF2:

$$XF1 = - 11.5912 + 0,3164*LXF11 - 0.0780*LXF12 + 0.0514*PIBAG1 + 0.0217*PIBAG2 \quad (2)$$

$$XF2 = - 1.9726 + 0.9251*LXF21 - 0.3979*LXF22 + 0.0091*PIBAG1 + 0.0033*PIBAG2 \quad (3)$$

onde: XF1 = fator1 de t;

Xf2 = fator2 de t;

t = período de tempo (1990/2000);

LXF11 = fator de XF1 estimado em t;

LXF12 = fator defasado de XF1 em t-1;

LXF21 = fator de XF2 estimado em t;

LXf22 = fator defasado de XF2 em t-1;

PIBAG1 = PIB agrícola estimado em t;

PIBAG2 = PIB agrícola defasado de PIB1 em t-1;

As projeções de crescimento do PIB agrícola foram levantadas com base em cenários do IBGE (1993), IEA (1993), ANDA (1992) e Conjuntura Econômica (1994), para determinação do consumo de concentrado P_2O_5 no Brasil (CSF) no ano 2000, resultando em dois cenários: um pessimista, de 1% ao ano de crescimento, e outro otimista, de 2% ao ano: (tabela 7)

TABELA 7 - PROJEÇÃO DO CONSUMO FOSFATO (CONCENTRADO DE P₂O₅ EM t) NO BRASIL:

CENÁRIOS DE PIB AGRÍCOLA	CONSUMO (ANO 2000)	CRESCIMENTO EM (%) 1990/2000	(%) LAVRADA DA RES. MEDIDA
A = 2,0%	2107.000	78.87	20.0
B = 1,0%	1828.168	55.20	17.7

Deve-se ressaltar o alto crescimento do PIB agrícola de quase 6% na safra de 1992/93 que segundo o IBGE, refletiu-se na média tirada dos últimos dez anos do PIB agrícola em torno de 2%, o que serviu como parâmetro de crescimento para projeção final do modelo de previsão.

Partiu-se de um patamar de R/P¹⁰ (vida útil da mina) figura 15, como sendo a razão entre reserva medida (R) e a Produção de concentrado de P₂O₅ (P), em torno de 122 a média dos últimos 10 anos. Constata-se que no ano 2000 serão lavradas em torno de 17,7% a 20% das reservas brasileiras, não registrando, portanto, uma redução significativa, se mantidos os níveis de consumo estabelecidos, conforme tabela 7 acima, e as condições atuais de oferta de fosfato do mercado internacional e, principalmente, os preços.(16 US\$/t a 26 US\$/t de run of mine e 48 US\$/t a 52 US\$/t de concentrado de P₂O₅).

¹⁰ A R/P (vida útil da mina) é definida como sendo a razão da reserva medida pela produção anual de minério na lavra, é um parâmetro técnico - econômico de grande importância que visa a avaliar a economicidade do projeto de mineração em termos de capital investido na sua implantação e produção, como o retorno do mesmo antes da exaustão do depósito.

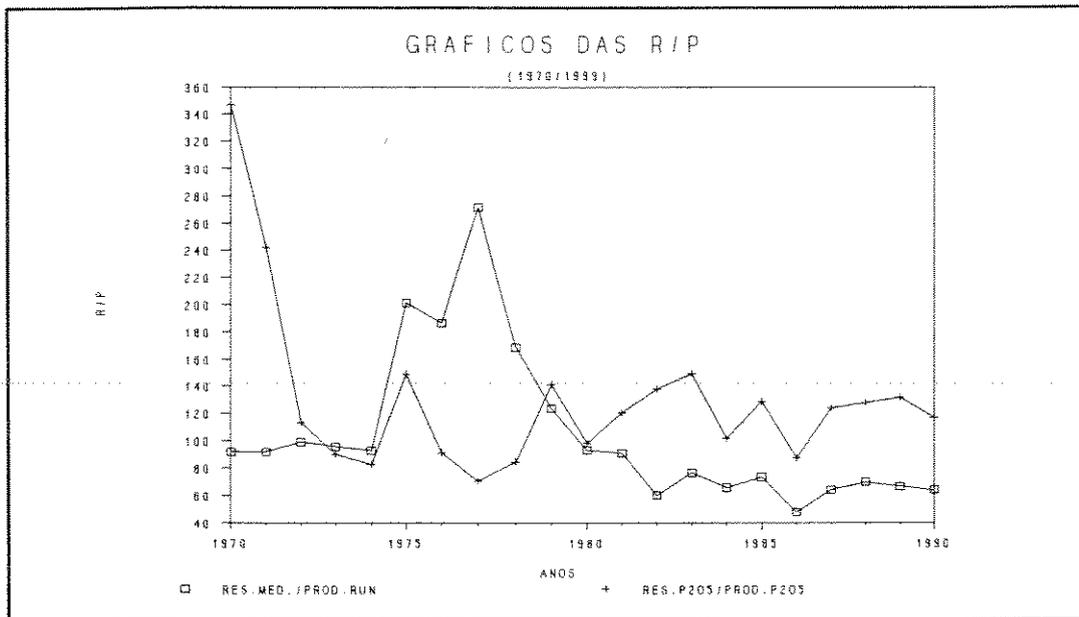


Figura 15: Gráficos da R/P de reservas medidas pela produção boca da mina e de reserva de P_2O_5 por produção de contido de P_2O_5 no Brasil no período de 1970/1990. Fonte: DNPM e ANDA.

IDENTIFICAÇÃO DOS FATORES

VARIÁVEIS: PIB agrícola, preço do fosfato, área média colhida,
variável mudança tecnológica.

CÁLCULO DO MODELO FATORIAL

$$\text{PIB agr. } X_1 = a_{11}F_1 + a_{21}F_2 + a_{13}F_3 + a_{14}F_4;$$

$$\text{Preço } X_2 = a_{21}F_1 + a_{22}F_2 + a_{23}F_3 + a_{24}F_4;$$

$$\text{A.m.colh. } X_3 = a_{31}F_1 + a_{32}F_2 + a_{33}F_3 + a_{34}F_4;$$

$$\text{Tecnol. } X_4 = a_{41}F_1 + a_{42}F_2 + a_{43}F_3 + a_{44}F_4;$$

MODELO DE PREVISÃO: análise de regressão

$$\text{Fosfato} = f(X_1, X_2, X_3, X_4)$$

X_1 = projeção fatorial do PIB agr.

X_2 = projeção fatorial do preço.

X_3 = projeção fatorial da área média colhida.

X_4 = projeção fatorial da mudança tecnológica

PROJEÇÃO CONDICIONAL DEFASADA:

$$XF1_{2,41} = F(XF1_{2,41}; XF1_{2,40}; PIB1_{2,41}; PIB1_{2,40}; PIB2_{2,41}; PIB2_{2,40});$$

$$XF2_{2,41} = F(XF2_{2,41}; XF2_{2,40}; PIB1_{2,41}; PIB1_{2,40}; PIB2_{2,41}; PIB2_{2,40});$$

EQUAÇÃO FINAL DE CONSUMO DE FOSFATO NO BRASIL (CSF):

$$CSF = \alpha + \beta XF1 + \gamma XF2;$$

onde: XF1 agrupou as variáveis macroeconômicas (PIB, área média colhida,
tecnologia);

XF2 (Preço);

Figura 16 -FLUXOGRAMA DA METODOLOGIA UTILIZADA NA MODELIZAÇÃO DO CONSUMO DE FOSFATO NO BRASIL

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS:

Quanto à metodologia

Através da metodologia aplicada, foi possível examinar as inter-relações entre o setor mineral e o setor agrícola, por intermédio da análise fatorial.

O método de análise fatorial permite incorporar as informações do setor agrícola sem comprometer a teoria econômica imposta pela regressão; possibilita capturar um número maior de variáveis que possam identificar de maneira mais precisa o consumo de concentrado P_2O_5 no Brasil. No método foi importante a projeção defasada condicional.

Face às incertezas econômicas e ao processo de privatização pelo que passou a indústria de fertilizantes fosfatados, tornam-se cada vez mais indispensáveis os estudos de previsão, já que estudos, nesse setor, visando a um comportamento médio e a longo prazo dessa indústria, quase nunca são realizados, o que nortearia uma política de investimento e planejamento nesse setor.

Futuras pesquisas deverão ser feitas a fim de identificar indicadores que possam qualificar e quantificar de maneira mais precisa a variável tecnológica, para que essa não se apresente como variável mecânica em função do tempo.

Quanto aos resultados obtidos pelo Modelo

Os resultados parciais obtidos indicam que as variáveis - PIBAG, área média colhida, mudança tecnológica - têm um impacto importante nas previsões através do modelo de consumo de concentrado P_2O_5 no Brasil. Apesar da variável PIBAG, às vezes, mascarar o comportamento do setor agrícola, faz-se necessário um

dimensionamento mais preciso da variável tecnológica, o que refletiria em termos dos avanços alcançados no setor agrícola relativos ao uso de fertilizantes, o que contribuiria significativamente nos resultados finais apresentados pelo modelo.

Devido às dificuldades no levantamento dos dados e às diferenças estatísticas encontradas nos órgãos responsáveis pela divulgação de dados tanto no setor agrícola, quanto no mineral e, especificamente, no de fertilizantes, não foi possível a incorporação de um maior número de variáveis, o que, de certa maneira, interferiu na previsão gerada pelo modelo.

Analisando os cenários projetados, o modelo estimou que o consumo de concentrado P_2O_5 , no ano 2000, estaria na ordem de 2.107.000 t, apresentando um crescimento de 78,87% e de 1.828.168 t, apresentando um crescimento de 55,20%. Em termos de reserva, através da relação R/P (vida útil da mina) de 122 média dos últimos 10 anos. Partindo-se dos níveis de consumo estabelecidos pelo modelo, seriam lavrados 17,7% e 20%, respectivamente, das reservas atuais, o que não acarretaria redução significativa de nossas reservas, mantidos os níveis atuais de oferta e de preços no mercado internacional.

Nossa dissertação buscou identificar uma nova forma de abordagem do setor de fertilizantes fosfatados no Brasil e mostrar a necessidade de estudos de previsão para prévio planejamento, visando a nortear os futuros investimentos nesse setor e dar maiores subsídios e ferramental para os setores agrícola e mineral.

8.REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS:

- A ECONOMIA BRASILEIRA E SUAS PERPECTIVAS. Rio de Janeiro,RJ: depto. de editoração eletrônica da APEC, 1991-1994.
- ANUÁRIO ESTATÍSTICO SETOR DE FERTILIZANTES. São Paulo, SP: ANDA, 1976-1991.
- ANUÁRIO INDÚSTRIA QUÍMICA BRASILEIRA . São Paulo, SP: ABIQUIM, 1989.
- ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL. Brasília, DF: IBGE, 1991.
- ANUÁRIO MINERAL BRASILEIRO. Brasília, DF: DNPM, 1991.
-
- ARRUNÁTEGUI, H. **Pocessos de Minerais II**. Ouro Preto: Escola de Minas, 1987. 247p.
- BONNY,S. **L'Evolution Technologique Cours En Agriculture Et Ses Consequences: quelques jalons pour un repérage et une analyse socio-économiques**. Paris: INRA, 1992. 91p.
- BOX, G.E.P; JENKIS, G.M. **Time Series Analysis, Forecasting and Control**. São Francisco: Holden Day, 1976.
- CANTRELL,R.L. Nitrogen. Annual Report. Washington: Bureau of Mines,1991. 24p.
- COOLEY,W.W.;LOHNES,P.R. **Multivariate Data Analysis**.New York: John Wiley & Sons, 1971. 364p.

- CROWSON, P. **Phosphate. Statistics and Analyses of the World's Minerals Industry.** New York: Bureau of Mines, 1989. pp200-205.
- DAVIS, J.C. **Statistics And Data Analysis In Geology.** 2ed. N. York: John Wiley & Sons, 1986. 646p.
- DELGADO,G.C.; GASQUES,J.C.; VERDE,C.M.V. **Agricultura Políticas Públicas.** Brasilia, DF: IPEA ,1990. pp113-221.
- Estados Unidos. Office of Technology Assesment.OTA. **A New Technological Era For American Agriculture.** Washington: G.Pritting Office,1992. 426p.
- FANTEL,R.J.; SULLIVAN,D.E. **Phosphate Rock Availability - World. A Minerals Availability Program Appraisal.** Washington: Bureau of Mines, 1984. 64p.
-
- FANTEL,R.J.; SULLIVAN,D.E. **Phosphate Rock Availability. A Minerals Avaibility Appraisal.** Washington: Bureau of Mines, 1988. 54p.
- FANTEL,R.J.; SHIELDS,D.J. **World Phosphate Supply. Natural Resources Forum.** N.York, Vol-13, number 3, pp178-199, August/1989.
- FARIA,R.T. **Tratamento de dados multivariados através de análise de correspondência em rochas carbonáticas.** Dissertação (Mestrado Geoengenharia de Reservatório) - Instituto de Geociências ,UNICAMP,1993.
- FONSECA,J.E. **Concorrência e progresso técnico na indústria de máquinas para agricultura: um estudo sobre trajetórias tecnológicas.** Tese (Doutorado em economia) - Instituto de Economia , UNICAMP,1990.

GANDOLFO, G. **Economics Dynamics: Methods and Models**. Amsterdam: North-Holand, 1980.

HANNAN, M.J.; TORRIES, T.J. Industry Structure and Capacity In: CORDES, J.A.; and TORRIES T.F. (eds), Surplus Capacity in the International Metals Industry, N.York: SME, 1989, pp43-51.

HARMAN, H.H. **Modern Factor Analysis**. 2ed. Chicago: Univ. Chicago Press., 1967. 474p.

HOMEM DE MELLO, F.B. **A Utilização de Fertilizantes e a Modernização da Agricultura Paulista**. Agricultura em São Paulo SP. São Paulo, SP: IEA, 1975. pp341-362.

INFORMAÇÕES E ÍNDICES BÁSICOS DA ECONOMIA BRASILEIRA. SUBSÍDIOS PARA O ECONOMISTA AGRÍCOLA. Brasília, DF: Ministério da Agricultura., 1985. pp22-58.

JÖRESKOG, K.G.; KLOVAN, J.E.; REYMENT, R.A. 1976. **Geological Factor Analysis**. Amsterdam: Elsevier, 1976. 178p

KAGEYAMA, A. 1985. **Modernização, produtividade e emprego mão de obra. Uma análise regional**. Tese (Doutorado em Economia) - Instituto de Economia, UNICAMP, 1985.

KAGEYAMA, A. 1990. **O novo padrão agrícola brasileiro: do complexo rural aos complexos agroindustriais**. Brasília, DF: IPEA, 1990. pp113-135.

KIM, J. ; MUELLER, C.W. 1978. **Factor Analysis Statistical Methods and Practical Issues**. London: SAGE , 1978. 88p.

MALENBAUM,W. **World Demand for Raw Materials in 1985 and 2000**. New York: McGRAW-HILL, 1978. 126p

MINERAL COMMODITY SUMMARIES. Washington: Bureau of Mines.1991-1993.

MORSE,D.E. Phosphate Rock. Annual Report . Washington: Bureau of Mines,1992. 17p.

NEGRI NETO,A. **Relações estruturais da demanda de fertilizantes no Brasil de 1954-77**. São Paulo, SP: Secretaria de Agricultura de São Paulo, 1981. 37p.

NEGRI NETO,A. **Modelo para avaliação das políticas de fertilizantes e seus efeitos no setor agrícola, agroindústria processadora de fórmula de fertilizantes e processadora da matéria-prima de fertilizantes**. São Paulo, SP: IEA, 1990. pp 65-78.

NOLTHOLT,A.J.G.; SHELDON,R.P.; DAVIDSON,D.F. **Phosphate Deposits of the World**. London: Cambridge University Press,1989. v-2,563p.

PINO,F.A. . **Algumas aplicações do SAS em economia agrícola**. Agricultura em São Paulo. São Paulo, SP: IEA, 1992. pp25-29.

PINO,F.A. **Modelo de previsão de entregas mensais de fertilizantes no Brasil**. Agricultura em São Paulo. São Paulo, SP: IEA,1992. pp43-55.

PROGNOSTICO AGRÍCOLA. São Paulo, SP: IEA, 1990-1992.

SALLES FILHO,S.L.M. **A Dinâmica Tecnológica da Agricultura Perspectivas da Biotecnologia**. Tese (Doutorado em Economia) -Instituto de Economia , UNICAMP, 1993, 261p.

SCHOONBEEK,L. On The Eigenvectors of Macro-Economic Models. *Annales D'Economie et Statistique*. Paris: INSEE,1987. n.617, p.335-345.

SEARLS,J.P. Potash. Annual Report. Washington: Bureau of Mines, 1991. 16p

SOARES,A.C.M. Avaliação e perspectivas do comportamento da demanda de fertilizantes no Brasil. Revista de Economia Rural. Brasília, DF: rev. econ. rural. n-1,v-21, pp29-60, jan/mar 1983.

SOARES,A.C.M.& BRAUN,W.AG. Otimização da formulações NPK a partir das relações de nutrientes. Revista de Economia Rural. Brasília,,DF: rev.econ. rural. n-1, v-19, pp113-128, jan/mar1981.

SÚMARIO MINERAL. Brasília,DF: DNPM, 1991-1992.

SUSLICK,S.B. 1990. **Metodos de previsão da demanda mineral**. Tese (Livre-Docência) - Instituto de Geociências, UNICAMP, 1990.121p.

SUSLICK,S.B.;HARRIS,D.P.Latin american metal consumption-recent trends and determinants. Materials & Society. Washington: Pergamon Press Ltda. v-3,n-16, pp184-199, 1990.

SUSLICK,S.B.;HARRIS,D.F.Long-range consumption forecasts using innovative methods: case of aluminum in Brazil to theYear 2000. Resources Policy. Colororado: Butterworth-Heinemann Ltd. v-4, n -5, pp 351-372,1991.

SUSLICK,S.B.Previsão do consumo de alumínio primário no Brasil por meio de modelos de intensidade de uso. Revista brasileira de Geociências. São Paulo,SP: rev. bras. geociências. v-21,n-3, pp275-284,1991.

SUSLICK,S.B.;TOLEDO,J.A. **Avaliação do impacto do setor agrícola no consumo de fertilizantes por meio por modelos fatoriais.** In: CONGR. BRAS.GEOL.,37, São Paulo SP: SBG,1992. V-1, pp609-610.

STOWASSER,W.F. **Phosphate Rock.** In. Mineral Facts Problems. Washington: Bureau of Mines,1991, 20p.

STOWASSER,W.F. 1991. Phosphate Rock. Annual Report. Washington: Bureau of Mines, 1991. 16p.

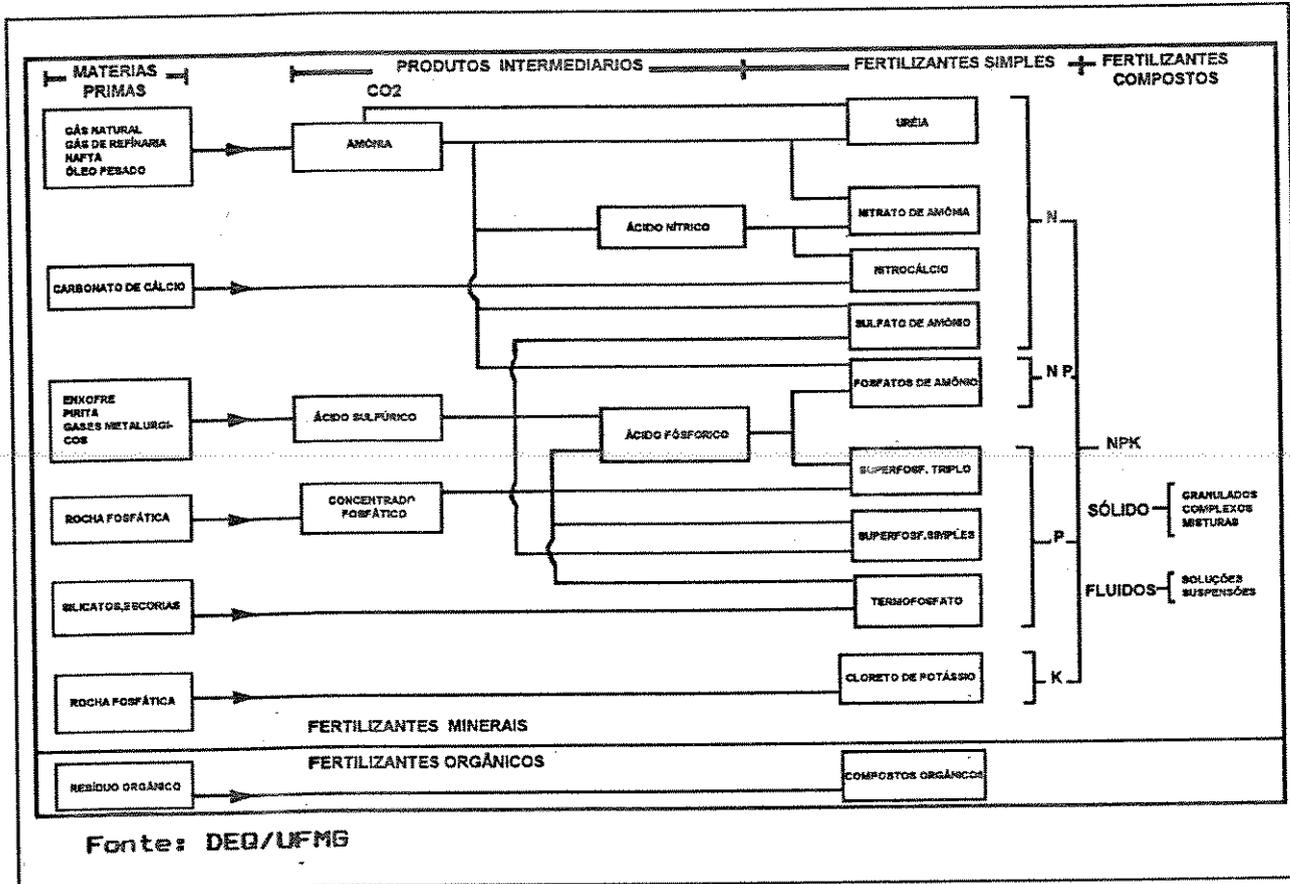
TOLEDO,J.A.& SUSLICK,S.B. **Caracterização do Consumo de Rocha Fosfática e seus Complementos no Brasil.** In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO SUDESTE. Rio de Janeiro, RJ: UERJ,1993. pp21-22.

MINAS GERAIS, MG. **Uso de energia de fertilizantes em Minas Gerais.** Minas Gerais, MG: CEMIG,1987. 111p.

ANEXOS

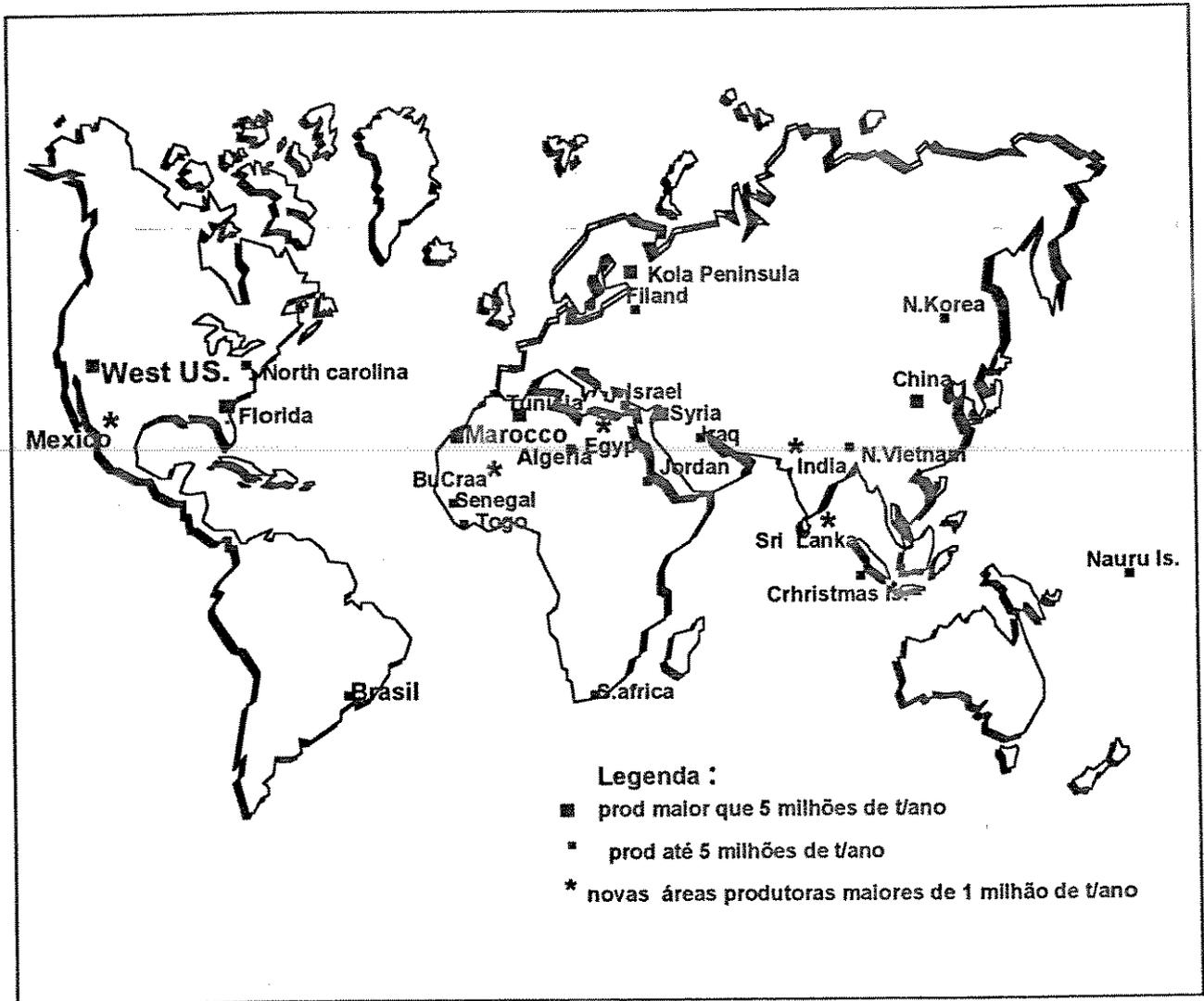
ANEXO 1

ESQUEMA GERAL DOS PROCESSOS PRODUTIVOS DE FERTILIZANTES NO BRASIL



ANEXO 2

ROCHA FOSFÁTICA NO MUNDO:
ÁREAS PRODUTORAS E NOVAS ÁREAS PRODUTORAS.



ANEXO 3

PRINCIPAIS MINAS DO MUNDO DE FOSFATOS CLASSIFICADAS:

QTO À PRODUÇÃO

A= >3MT/A;

B= 1MT/A A 3MT/A;

C= 500.000 A 1MT/A;

D= 300.000 A 500.000T/A;

E= 150.000 A 300.000T/A;

QTO AO METODO DE LAVRA

U= UNDERGROUND (SUBTERÂNEA);

P= OPEN PIT (LAVRA CÉU ABERTO);

MINA	LOCAL	MET. LAVRA	TIPO DEP.	INICIO PROD.	CAP. INST. (*1000t/a)	PROD.
USA:						
CLEAR SPRINGS	FLÓRIDA	P	SED	1948	2700	B
FORT GREEN	FLÓRIDA	P	SED	1975	3200	A
FORT MEADE	FLÓRIDA	P	SED	1945	3200	B
FOUR CONERS	FLÓRIDA	P	SED	1930	3400	A
GAY	IDAHO	P	SED	1946	1600	B
HENRY	IDAHO	P	SED	1952	700	C
HOOKERS PRAIR.	FLÓRIDA	P	SED	1976	2700	B
KINGSFORD	FLÓRIDA	P	SED	1965	4000	A
LEE CREEK	N.CAROL.	P	SED	1966	3900	A
LONESOME	FLÓRIDA	P	SED	1976	2500	B
MAYBE CANYON	IDAHO	P	SED	1966	1500	B
MT.PLEASANT	TENESSEE	P	SED	1938	300	D
NICHOLS	FLÓRIDA	P	SED	1970	1300	B
PAYNE CREEK	FLÓRIDA	P	SED	1966	2700	B
NORALYN	FLÓRIDA	P	SED	1948	4900	A
ROCKLAND	FLÓRIDA	P	SED	1968	1800	B
SILVER CITY	FLÓRIDA	P	SED	1964	1600	B
SMOKEY CANYON	IDAHO	P	SED	1920	1000	B
SUWANEE	FLÓRIDA	P	SED	1965	3000	A
SWIFT CREEK	FLÓRIDA	P	SED	1975	3000	A
VERNAL	UTAH	P	SED	1961	300	C
WARN SPRINGS	MONTANA	U	SED	1929	200	E
WINGATE CREEK	FLÓRIDA	P	SED	1982	2700	B
WOOLEY VALLEY	IDAHO	P	SED	1955	1800	B

MÉXICO:						
ROFOMEX	B.CALIFOR	P	SED	1980	800	C
BRASIL:						
ARAXÁ-ARAFÉRTIL	M.GERAIS	P	IGN	1977	3000	A
CATALÃO	GOÍAS	P	IGN	1980	1500	B
GOIASFÉRTIL	GOÍAS	P	IGN	1976	3000	A
JACUPIRANGA	SÃO PAULO	P	IGN	1965	1500	B
PATOS DE MINAS	M.GERAIS	P	SED	1976	800	C
TAPIRA	M.GERAIS	P	IGN	1979	3000	A
AUSTRÁLIA:						
PMCI	CHRIS.ISL	P	SED	1965	1400	B
NAURU:						
NPC OPERATIONS	NAURU ISL	P	SED	1965	2500	B
FINLÂNDIA:						
SIILINJARVI	KUOPIO	P	IGN	1980	3000	A
ARGÉLIA:						
DJEBEL	EARST.ARG	P	SED	1965	3600	A
EGITO:						
QUSEIR	QUSEIR	P/U	SED	1980	100	E
SAFAGA	SAFAGA	P/U	SED	1979	100	E
SEBAIYA	ISMA	P/U	SED	1977	200	E
MARROCOS:						
BEN GUERIR	BEN GUER.	P	SED	1981	5500	A
KHOURIGBA	KHOURIGBA	P/U	SED	1965	3000	B
YOUSOUFIA	YOUS.	P/U	SED	1980	5600	A
SENEGAL:						
CSPT	AKOUTA	P	SED	1965	1500	B
SSPT(PALLO)	PALLO	P	SED	1965	300	D
TONGO:						
BENIN	HAHOTOE	P	SED	1965	3000	B
TUNÍSIA:						
KALAA KHASBA	KASSERINE	U	SED	1980	200	D
KEFES SCHFAIR	GAFSA	P	SED	1972	1300	B
M'DILLA	SEHIB	U	SED	1965	1500	B
METALAOUI	GAFSA	U	SED	1975	500	C
MOULANES	GAFSA	U	SED	1965	800	C
REDEYEF	GAFSA	U	SED	1965	1200	B
SEHIB	SEHIB	U	SED	1978	2000	B

ZIMBABWE:						
DOROWA	DOROWA	P	IGN	1965	1700	B
ÍNDIA:						
JHAMARKOTRA	RAJASTHAN	P	SED	1970	1000	C
IRAQUE:						
AKASHAT	ALQAIM	P	SED	1981	3400	A
ISRAEL:						
ARAD	NEGEV	P	SED	1970	1000	C
NEHAL ZIN	NEGEV	P	SED	1978	2000	B
ORON	NEGEV	P	SED	1965	500	C
JORDÂNIA:						
WADI EL ABYAD	EL HASSA	P	SED	1970	5800	A
SÍRIA:						
EASTERN A/B	HOMS	P	SED	1974	600	C
KHNEIFISS	PALMYRA	P	SED	1971	600	C
TURQUIA:						
MASIDAG	NARDIN	P	SED	1970	300	D
CHINA:						
GAIYANG	GAYANG	U	SED	1964	1600	B
JINNING	JINNING	U	SED	1966	1500	B
SHANDONG	SHANDONG	U	IGN	1980	2000	B
ex-URSS:						
KARA TAU	—	P/U	SED	1942	5900	A
KIROV	—	P/U	IGN	1929	5800	A
TSENTRALNYY	—	P	IGN	1964	8600	A
MOLODEZHNY	—	P/U	IGN	1955	6000	A
YUKSPOR	—	P	IGN	1955	5500	A

FONTE: Mining Magazine /January 1992.

ANEXO 4

NOMENCLATURA UTILIZADA:

-Fertilizante: qualquer material utilizado para fornecer um ou mais nutrientes às plantas.

-Fosfato natural: também denominado "fosfato in natura", é um produto obtido pela concentração mecânica de rocha fosfática para obter um teor médio de 24% a 28% de P_2O_5 , a partir de uma rocha com teor aproximado de 10% de P_2O_5 .

O fosfato natural não apresenta P_2O_5 solúvel em água, sendo, portanto, de ação lenta, à medida que entra em contato com sucos vegetais que o solubilizam parcialmente (medido pela solubilidade ao citrato), devendo ser usado quando se deseja ação residual a longo prazo, em culturas permanentes. Apesar do seu baixo custo de produção, devido ao seu baixo teor de P_2O_5 , é um produto sobre o qual incide um alto custo de transporte.

-Fosfato Parcialmente Solúvel (FPS): O FPS é produzido a partir do fosfato natural por ataque direto do ácido sulfúrico, seguido de um tempo de cura para se obter um produto com teor aproximado de 20% de P_2O_5 total, mas com apenas cerca de 5% de P_2O_5 solúvel em água e 9% de P_2O_5 solúvel em citrato.

-Superfosfato Simples (SSP): O Superfosfato Simples, também conhecido como Fosfato Super Simples, é a principal fonte de fósforo disponível. É um produto comercial, contendo cerca de 20% de P_2O_5 solúvel em água, sendo encontrado sob

forma pulverulenta e granulada. É obtido também pela reação de rocha fosfática com ácido sulfúrico, exigindo um tempo de cura após saída da câmara de reação. É uma mistura principalmente de CaHPO_4 e de CaSO_4 além de outros componentes, sendo o teor de cálcio, em CaO , da ordem de 25%.

O Superfosfato Simples granulado é geralmente produzido a partir do produto em pó curado (internacionalmente conhecido como ROP-SSP-RUN of Pile Single Superphosphate).

-Superfosfato Triplo (TSP): O TSP, também denominado de superfosfato concentrado, é produzido pela ação do ácido fosfórico sobre a rocha fosfática para se obter um produto com cerca de 45% de P_2O_5 total (43% solúvel em água) para o pó, e com cerca de 48% de P_2O_5 total (45,8% solúvel em água), quando granulado.

Devido ao seu alto teor de P_2O_5 solúvel, pode ser prontamente utilizado na agricultura, sendo de ação mais rápida que os produtos anteriormente especificados.

O produto granulado, obtido a partir do próprio TSP em pó, deve apresentar uma distribuição granulométrica correspondente a 90% entre 4mm e 1,5mm.

Pode também ser produzido com ação simultânea de H_3PO_4 e H_2SO_4 , mas quando produzido apenas com ácido fosfórico, não contém gesso.

-Fosfato de Monoamônio (MAP): O Fosfato de Monoamônio - $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ é um fertilizante binário obtido pela reação do ácido fosfórico, produzido por via úmida, com amônia. O produto é genericamente denominado de MAP, sendo comercializado sob a forma pulverulenta ou granulada. Conforme a concentração

de ácido e amônia utilizados, pode ser produzido com diferentes teores de nitrogênio e fósforo, sendo que as fórmulas mais comuns são :11-54-0, 10-50-0, 11-48-0.

O seu crescente uso é advindo de algumas vantagens específicas, tais como: elevado teor de nutrientes solúveis em água, grande flexibilidade para formulação nitrogênio e fósforo, boa estabilidade e facilidade de granulação para produção de fertilizantes ternários.

OBS: O processo via úmida é o processo para obtenção de compostos de fósforo por meio de ácidos; sendo que os ácidos utilizados podem ser ácido sulfúrico, ácido nítrico, o ácido clorídrico e o próprio ácido fosfórico. No Brasil, e em especial em Minas Gerais, optou-se pela utilização do ácido sulfúrico para a produção de ácido fosfórico via úmida.

O ácido fosfórico é um produto intermediário e não comercializado diretamente, mas sim utilizado em sequência para produção de superfosfato triplo e de MAP ou DAP.

Por esse motivo são apresentados os processos de produção do ácido sulfúrico e do ácido fosfórico, como sendo produtos intermediários.

-Fosfato de Diamônio (DAP): O Fosfato de Diamônio - $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ é também um fertilizante binário obtido, geralmente, pela reação de ácido fosfórico e a amônia, com maiores teores de amônia do que o MAP, o que se consegue pelo controle das reações, assim como das quantidades relativas.

O produto comercial, quase sempre granulado, contém cerca de 18% de nitrogênio e 46% de P_2O_5 , solúveis em água.

-Termofosfato: Esta denominação é usada para o produto obtido pelo processo de fusão de rocha fosfática, em forno elétrico ou cubilô, com adição de um mineral silico-magnésiano ou escória magnésiana. O termofosfato apresenta reação alcalina e o fósforo se encontra ainda sob forma insolúvel em água, mas solúvel em solução fracamente ácida.

O produto comercial apresenta um teor médio de 19% de P_2O_5 .

-Misturas NPK: A sigla NPK advém da combinação dos símbolos dos elementos químicos que constituem os principais macronutrientes exigidos pelas plantas, que são : Nitrogênio (N), Fósforo (P) e Potássio (K).

As fórmulas das misturas NPK são apresentadas numericamente e sempre na mesma ordem de nutrientes, onde cada número representa o teor em porcentagem dos respectivos elementos sob a seguinte forma: N - % de nitrogênio, P - % de P_2O_5 solúvel, K - % de K_2O solúvel.

As misturas em que aparecem os três nutrientes são denominadas de ternárias, e aquelas em que aparecem apenas dois são denominadas de binárias. Nas misturas binárias é mantida a mesma ordem NPK, sendo que o nutriente ausente é representado por 0%, como por exemplo em uma mistura NK, deve-se representar a fórmula por 20-0-10.

As misturas NPK podem ser obtidas por simples mistura ponderada dos nutrientes, com finalidade de se obter a fórmula desejada, como também pode ser obtida com granulação da mistura, a fim de se aumentar a resistência mecânica do produto, bem como a sua estabilidade ao armazenamento.

Produtos Intermediários

Ácido Sulfúrico: A principal matéria-prima utilizada para produção de ácido sulfúrico para fins de obtenção de fertilizantes é o enxofre sólido, com teor mínimo 99,5% de pureza, em peso.

O processo básico para obtenção de ácido sulfúrico, a partir de enxofre, compreende as etapas de combustão ($S \Rightarrow SO_2$), de oxidação catalítica ($SO_2 \Rightarrow SO_3$) e de absorção ($SO_3 + H_2O \Rightarrow H_2SO_4$). Na prática o SO_3 é absorvido em solução concentrada de ácido sulfúrico e não em água para evitar a formação de névoa e aumentar a taxa de absorção.

Como todas etapas de reação são exotérmicas, a recuperação do calor produzido no processo permite a geração de vapor extra, seja para produzir energia elétrica, em turbogeradores, ou para ser utilizado diretamente em outros pontos da unidade industrial.

O calor liberado é de tal ordem, que uma unidade de produção de ácido sulfúrico pode ser considerada como uma usina de geração de energia.

Atualmente, o melhor processo para produção de ácido sulfúrico, a partir de enxofre, é o denominado "processo de dupla absorção", o qual aumenta a taxa de conversão de SO_2 a SO_3 e reduz o teor de emissão de óxidos para o meio ambiente.

Neste processo o enxofre primeiramente é fundido com auxílio de vapor, filtrado e enviado a seguir ao forno de combustão, juntamente com o ar de queima (previamente seco).

A seguir, os gases, efluentes do forno, são resfriados em uma caldeira de recuperação de calor, que produz vapor, o qual é enviado para um superaquecedor e depois de superaquecido, vai para uma turbina geradora de energia elétrica, sendo

o excedente utilizado em outras unidades.

Na etapa de conversão, SO_2 é oxidado a SO_3 , em sistema de 4 leitos catalíticos. Em cada etapa de conversão, devido à reação ser exotérmica, pode-se ainda recuperar uma quantidade significativa de calor. No primeiro leito, há uma conversão aproximada de 60% de SO_2 a SO_3 .

Os gases efluentes do primeiro leito são enviados a um superaquecedor, gerando vapor superaquecido, e retornam resfriados ao segundo leito. Neste leito, atinge-se uma conversão global de 85%.

Os gases do segundo leito são enviados a um absorvedor intermediário, que absorve o SO_3 da corrente gasosa por meio de ácido sulfúrico concentrado, produzindo ácido sulfúrico a 98,5%, e libera uma corrente gasosa para o terceiro leito, contendo SO_2 e praticamente isenta de SO_3 .

No terceiro e quarto leitos completam os índices de conversão até 99,5%, sendo que as correntes efluentes destes dois leitos podem, respectivamente, ser enviadas para resfriamento em um evaporador (gerando vapor saturado) e para um trocador de calor (economizador), que preaquece a água da caldeira de recuperação.

O sistema completo de recuperação de calor inclui outros cruzamentos de correntes quentes e frias, sempre com o objetivo de recuperar a energia gerada no processo.

Após deixar o "economizador", os gases são enviados à torre de absorção final, onde o SO_3 é absorvido em ácido sulfúrico concentrado, para obtenção de H_2SO_4 a 98,5%, o qual é estocado juntamente com o ácido produzido na absorção intermediária.

O processo de dupla absorção alcança rendimentos de 99,7% nas etapas de combustão e de conversão catalítica. No processo global, devido a uma perda de enxofre inerente à etapa de filtração, o rendimento medido em termos de conversão de enxofre a ácido sulfúrico, cai para níveis de 97%. Figura 1 distribuição por empresa da produção de ácido sulfúrico no Brasil.

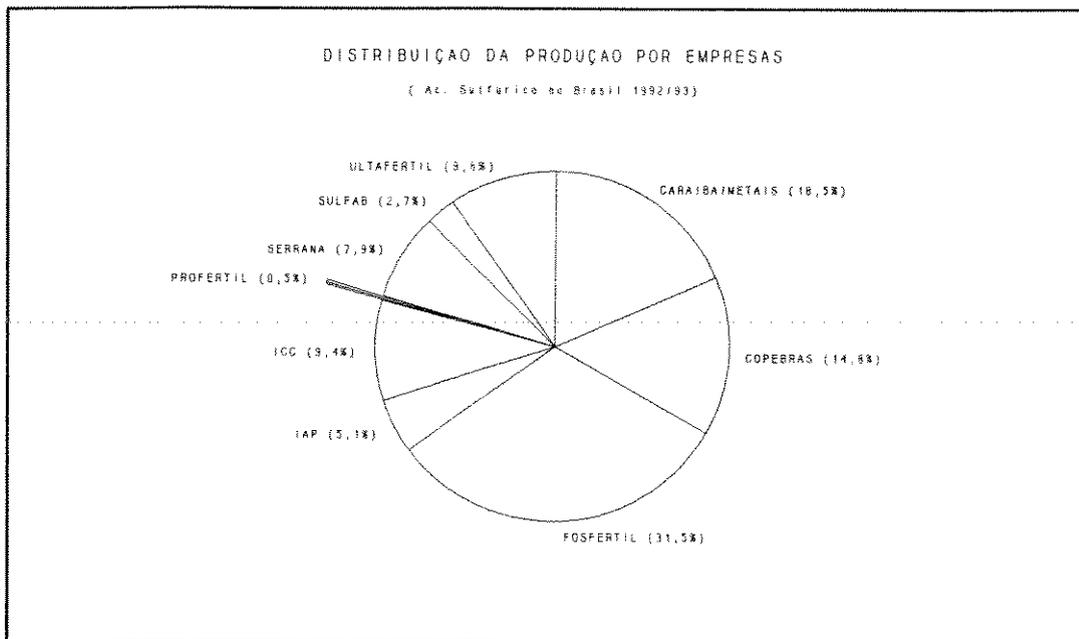


Figura 1 - Distribuição da produção de ácido sulfúrico por empresa no Brasil.

Ácido Fosfórico: pode ser produzido industrialmente por via úmida.

Basicamente, o processo consiste na obtenção do ácido fosfórico a partir de fosfato natural ou do concentrado de rocha fosfática, por reação com ácido sulfúrico a 96/98%, com adição de água, o qual transforma a rocha em mistura de ácido fosfórico solúvel (H_3PO_4) e gesso ($CaSO_4 \cdot nH_2O$).

O reator é um vaso cilíndrico de concreto, revestido de grafite, para evitar ataque químico às paredes e equipado com um agitador central, para homogeneizar a massa reacional.

A reação de ataque à rocha pode ser resumida conforme a seguinte equação:



Esta reação se passa em duas etapas, onde, primeiramente, é formado o fosfato monocálcico, o qual sofre novo ataque de ácido sulfúrico gerando ácido fosfórico e sulfato de cálcio (gesso).

Várias outras reações secundárias ocorrem no ataque à rocha com ácido sulfúrico devido a uma série de impurezas, tais como o ferro e outros elementos. Além disso, o ácido fluorídrico (HF) gerado ataca a sílica e outras impurezas, formando SiF_4 , o qual, com água, forma ácido fluorsilícico (H_2SiF_6), que por sua vez pode gerar fluorsilicatos e outros compostos.

Nesta etapa do processo, os principais objetivos são: garantir a máxima conversão de fósforo em ácido fosfórico e procurar obter cristais de sulfato de cálcio, em granulometria e forma adequada à posterior filtração.

A alimentação do ácido sulfúrico e do ácido fosfórico reciclado tem suas vazões controladas. Como a reação é exotérmica, é necessário um controle de temperatura no reator, o que pode ser feito pelo ajuste da velocidade de exaustão dos gases formados e por agitadores resfriadores de superfície.

Como os gases gerados são tóxicos, torna-se necessário um sistema de lavagem dos mesmos com o objetivo de reduzir o teor de flúor ao limite máximo de 230 g/t.métrica de P_2O_5 produzido.

A filtração é efetuada a quente, em geral em três etapas, com a finalidade de retenção mínima de ácido fosfórico no gesso. As três etapas compreendem uma filtração primária, onde é obtido um ácido com aproximadamente 30% em P_2O_5 , e em duas etapas subsequentes de lavagem. Nas etapas de lavagem a água entra no terceiro estágio produzindo um ácido fraco que é bombeado ao segundo estágio. O efluente líquido do segundo estágio constitui um ácido de concentração média que é reciclado ao reator.

O efluente sólido é constituído de gesso (ou fosfogesso), que é enviado a lagoas de sedimentação e, posteriormente, armazenado em pilhas a céu aberto.

O produto líquido da primeira filtração é enviado a um resfriador clarificador e depois para um evaporador de simples efeito para ser concentrado de 30% a 54% em P_2O_5 . A função do resfriador é a de crisulfato de cálcio dissolvido que passou pela filtração e que precipitou, clarificando a solução.

A concentração pode também ser efetuada em dois evaporadores em série, sendo que a solução efluente do primeiro evaporador atinge a concentração de 40%.

A eficiência global do processo depende basicamente das etapas de reação e filtração e, em menor escala, da etapa de concentração.

Na etapa de reação a solubilização é incompleta, permanecendo os compostos fosfatados insolúveis na fase sólida.

No estágio de filtração não se conseguem lavagens perfeitas, e a solução aderente sempre conterá algum ácido fosfórico solubilizado. Finalmente, na etapa de concentração, gotículas de ácido podem ser arrastadas pelo vapor d'água formado, sendo que o índice de arraste pode ser minimizado com o uso de

eliminadores de névoa ("demisters"). Figura 2 Distribuição por empresa da produção de ácido fosfórico no Brasil.

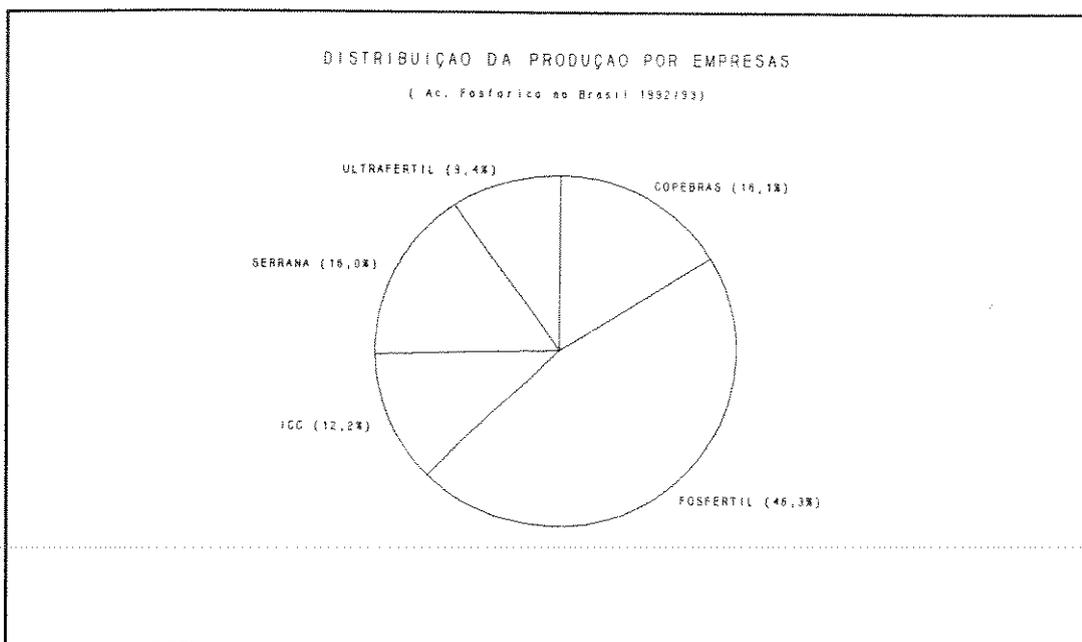


Figura 2 - Distribuição da produção de ácido fosfórico por empresa no Brasil.

ANEXO 5

DESEMPENHO DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA BRASILEIRA

(Médias Trienais)

Indicadores	71/73	80/82	89/91
Produção Agro-vegetal (1) (base seca) x1000 t	53.614	85.235	110.841
Produção de Grãos (2) x1000 t	32.577	51.905	62.177
Área Colhida (16 culturas) x1000 ha	35.834	45.637	49.165
Consumo de Adubos (NPK) x1000t	1.150	3.247	3.507
Produtividade (prod/ha) em Kg	1.496	1.868	2.253
Consumo NPK/ha (para ha cultivado) em Kg	32	71	71
População x1000 hab	97.817	123.323	150.388
Produção "Per Capita" em Kg/hab	548	691	738

fonte: FIBGE

OBS: (1) Considerada produção dos 16 principais produtos de exportação e consumo interno.

(2) Cereais e oleaginosas.

ANEXO 6

CONSUMO MUNDIAL DE FERTILIZANTES (NPK)
(Kg nutriente/ha)

PAISES	87/88	89/90	91/92
N. ZELÂNDIA	751,2	884,4	879,6
IRLANDA	717,1	741,1	732,3
HOLANDA	694,6	630,9	602,8
BÉLGICA	508,0	497,6	490,2
SUÍÇA	431,6	429,9	407,5
JAPÃO	415,1	417,9	400,1
CORÉIA DO SUL	411,1	454,1	460,1
CORÉIA DO NORTE	408,0	407,3	416,2
REINO UNIDO	348,9	376,3	368,0
FRANÇA	315,0	319,4	295,3
EMIRADOS ÁRABES	138,5	310,8	320,5
CHINA	259,6	260,9	277,7
COSTA RICA	191,1	202,7	209,1
CUBA	179,5	198,7	174,2
VENEZUELA	176,7	137,6	113,7
COLÔMBIA	87,2	101,2	111,2
EUA	93,7	98,5	97,0
MÉXICO	70,5	70,4	63,1
CHILE	74,3	68,9	65,3
BRASIL	65,5	57,9	52,5
ZIMBABWE	59,0	52,9	60,6
QUÊNIA	51,4	48,1	47,7
CANADÁ	46,3	47,1	45,1
MUNDO	101,2	99,5	95,2

OBS: Pela tabela acima, em Kg de nutrientes (NPK) por hectare, o Brasil acusa um consumo bem abaixo do padrão mundial por hectare.

ANEXO 7

CÁLCULO DAS PROJEÇÕES VETORIAIS

CORRELATION ANALYSIS

4 'WITH' Variables: PIBAG PCFUS AMC VT
 4 'VAR' Variables: PIBAG PCFUS AMC VT

Simple Statistics

Variable	N	Mean	Std Dev	Sum
PIBAG	31	162.99032	35.78512	5053
PCFUS	31	21.44839	6.21748	664.90000
AMC	31	38927	8273	12.06727
VT	31	25.00000	9.09212	775.00000

Simple Statistics

Variable	Minimum	Maximum
PIBAG	100.00000	215.30000
PCFUS	11.57000	41.51000
AMC	26244	53616
VT	10.00000	40.00000

Pearson Correlation Coefficients/Prob > |R| under Ho:Rho = 0 /N = 31

	PIBAG	PCFUS	AMC	VT
PIBAG	1.00000 0.0	0.39847 0.0264	0.97373 0.0001	0.98784 0.0001
PCFUS	0.39847 0.0264	1.00000 0.0	0.46774 0.0080	0.38924 0.0304
AMC	0.97373 0.0001	0.46774 0.0080	1.00000 0.0	0.96595 0.0001
VT	0.98784 0.0001	0.38924 0.0304	0.96595 0.0001	1.00000 0.0

Initial Factor Method: Principal Components

Prior Commuality Estimates: ONE

Eigenvalues of the Correlation Matrix: Total = 4 Average = 1

	1	2	3	4
Eigenvalue	3.191474	0.765222	0.032013	0.011292
Difference	2.426252	0.733209	0.020721	
Proportion	0.7979	0.1913	0.0080	0.0028
Cumulative	0.7979	0.9892	0.9972	1.0000

2 factors will be retained by the NFACTOR criterion.

	Factor Pattern	
	FACTOR1	FACTOR2
PIBAG	0.97871	-0.18296
PCFUS	0.56115	0.82759
AMC	0.98425	-0.09969
VT	0.97467	-0.19208

Variance explained by each factor

FACTOR1	FACTOR
3.191474	0.765222

Final Commuality Estimates: Total = 3.956696

PIBAG	PCFUS	AMC	VT
0.991343	0.999800	0.978680	0.986872

Relation Method: Varimax

Orthogonal	Transformation	Matrix
	1	2
1	0.92861	0.37105
2	-0.37105	0.92861

Rotated Factor Pattern

	FACTOR1	FACTOR2
PIBAG	0.97693	0.19325
PCFUS	0.21401	0.97673
AMC	0.95098	0.27263
VT	0.97636	0.18328

Variance explained by each factor

FACTOR1	FACTOR2
2.857437	1.099259

Final Commuality Estimates: Total = 3.956696

PIBAG	PCFUS	AMC	VT
0.991343	0.999800	0.978680	0.986872

Rotation Method: Varimax

Plot of Factor Pattern for FACTOR1 and FACTOR2

FACTOR1

.1 A

C

.9

.8

.7

.6

.5

.4

.3

.2

B

.1

F

A

C

T

O

R

2

-1 -.9 -.8 -.7 -.6 -.5 -.4 -.3 -.2 -.1 0 .1 .2 .3 .4 .5 .6 .7 .8 .9 .10

-.1

-.2

-.3

-.4

-.5

-.6

-.7

-.8

-.9

-.1

PIBAG =A PCFUS =B AMC =C VT =A

OBS	_TYPE_	_NAME_	PIBAG	PCFUS	AMC	VT
1	MEAN		162.990	21.448	438926.68	25.0000
2	STD		35.785	6.2175	8272.88	9.0921
3	N		31.000	31.0000	31.00	31.0000
4	CORR	PIBAG	1.000	0.3985	0.97	0.9878
5	CORR	PCFUS	0.398	1.0000	0.47	0.3892
6	CORR	AMC	0.974	0.4677	1.00	0.9659
7	CORR	VT	0.988	0.3892	0.90	1.0000
8	COMMUNAL		0.993	1.0000	1.00	0.9957
9	PRIORS		1.000	1.0000	1.00	1.0000
10	EIGENVAL		3.191	0.7652	0.03	0.0113
11	UNROTATE	FACTOR1	0.979	0.5611	0.98	0.9747
12	UNROTATE	FACTOR2	-0.183	0.8276	-0.10	-0.1921
13	TRANSFOR	FACTOR1	0.929	-0.3710	.	.
14	TRANSFOR	FACTOR2	0.371	0.9286	.	.
15	PATTERN	FACTOR1	0.977	0.2124	0.95	0.9764
16	PATTERN	FACTOR2	0.193	0.9767	0.27	0.1833

CÁLCULO DAS PROJEÇÕES

ANOS	CSF	POP	PIBR	PIBAG	PCFUS	AMC	VT	XF1	XF2
1960	127.7	70.2	109.0	100.0	17.44	26244	10	-4.95151	-1.63172
1961	118.4	72.2	120.2	107.6	18.04	26244	11	-4.61438	-1.47807
1962	117.5	74.3	126.5	113.1	18.00	26984	12	-4.27241	-1.41355
1963	156.8	76.6	128.5	114.1	20.02	28210	13	-3.92066	-1.03621
1964	135.0	78.6	132.3	115.4	19.79	29038	14	-3.69017	-1.02142
1965	126.7	80.9	135.8	129.2	19.84	30622	15	-3.02032	-0.87255
1966	116.7	83.1	141.0	126.0	19.91	29378	16	-3.14203	-0.89769
1967	204.6	85.6	147.7	131.7	19.10	30536	17	-2.77459	-0.93998
1968	273.1	88.0	164.3	133.1	16.85	31313	18	-2.62205	-1.24234
1969	265.7	90.5	180.7	139.1	14.57	32408	19	-2.30813	-1.51498
1970	415.9	95.8	195.7	140.6	13.06	33782	20	-2.05619	-1.68295
1971	536.0	98.2	217.8	150.8	12.44	35655	21	-1.47589	-1.64962
1972	875.0	100.6	243.8	154.8	11.57	36497	22	-1.19375	-1.72001
1973	804.5	100.3	277.9	154.9	12.16	36311	23	-1.08334	-1.61400
1974	914.1	105.5	300.7	156.2	21.66	37627	24	-0.43614	-0.06162
1975	1103.0	108.0	316.3	162.8	41.51	40428	25	0.91113	3.18409
1976	1308.0	110.6	348.9	165.2	33.10	42311	26	0.99134	1.95644
1977	1546.0	113.2	366.0	177.3	25.58	43740	27	1.31664	0.90668
1978	1531.0	115.9	384.3	174.6	25.42	40375	28	0.95394	0.78415
1979	1684.5	118.6	410.4	179.3	25.26	45525	29	1.78138	0.95883
1980	1982.0	121.2	448.2	188.8	26.29	46475	30	2.29653	1.21874
1981	1314.0	124.0	428.5	196.8	28.11	45547	31	2.58204	1.53744
1982	1204.0	126.8	431.5	196.6	25.40	48086	32	2.87834	1.20770
1983	991.8	129.7	416.8	196.1	22.90	42643	33	2.24797	0.66800
1984	1554.5	132.6	437.6	198.7	22.42	47145	34	2.93104	0.76169
1985	1308.6	135.5	474.0	208.3	24.58	48469	35	3.53414	1.21029
1986	1563.0	138.4	509.5	200.1	24.72	50383	36	3.64497	1.26457
1987	1535.0	141.4	527.8	215.3	19.97	45011	37	3.36821	0.45954
1988	1460.7	144.4	528.0	215.0	19.76	53616	38	4.45821	0.70385
1989	1127.8	147.4	547.0	209.6	22.43	49301	39	4.01630	0.98096
1990	1177.9	150.4	521.8	201.6	23.00	46823	40	3.63885	0.97089

onde:

CSF =	Consumo fosfato no Brasil
POP =	População
PIBR =	PIB real
PIBAG =	PIB agrícola
AMC =	Área média colhida
VT =	Mudança tecnológica

Model: MODEL1

NOTE: No intercept in model. R-square is redefined.

Dependent Variable: CSF

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob > F
Model	2	8861566.6268	4430783.3134	64.522	0.0001
Error	28	1922792.6359	68671.16557		
U Total	30	10784359.263			

Root MSE	955.24844	R-square	0.2508
Dep Mean	889.66226	Adj R-sq	0.1991
C.V.	107.37203		

Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	T for H0: Parameter = 0	Prob > |T|
INTERCEP	1	889.720789	47.06589978	18.904	0.0001
XF1	1	149.151941	96.67990415	5.626	0.0001
XF2	1	85.613503	58.81414003	1.455	0.1568

Durbin-Watson D 0.830
 (For Number of Obs.) 31
 1st Order Autocorrelation 0.552

Obs	Dep Var CSF	Predict Value	Std Err Predict	Residual	Std Err Residual	Student Residual
1	127.7	11.3175	92.473	116.4	245.194	0.475
2	118.4	74.7647	88.121	43.6353	246.791	0.177
3	117.5	131.3	83.231	-13.8088	248.483	-0.056
4	156.8	216.1	81.393	-59.2800	249.091	-0.238
5	135.0	251.7	77.565	-116.7	250.310	-0.466
6	126.7	251.7	68.575	-237.7	252.920	-0.940
7	116.7	545.5	70.164	-227.4	252.484	-0.901
8	204.6	364.4	64.744	-190.7	253.928	-0.751
9	273.1	344.1	65.408	-119.1	253.758	-0.469
10	265.7	395.3	72.071	-150.0	251.946	-0.595
11	415.9	392.2	79.808	-23.0222	249.603	-0.092
12	536.0	415.7	84.249	7.6430	248.140	0.031
13	875.0	564.4	91.314	310.6	245.627	1.264
14	804.5	590.0	87.737	214.5	246.928	0.869
15	914.1	819.4	47.907	94.7	257.635	0.368
16	1103.0	1298.1	175.055	-195.1	195.004	-1.001
17	1308.0	1205.0	106.381	103.0	239.487	0.430
18	1546.0	1163.8	57.495	382.2	255.667	1.495
19	1531.0	1099.2	55.854	431.8	256.030	1.687
20	1684.5	1237.6	58.091	446.9	255.532	1.749
21	1982.0	1336.7	63.982	645.3	254.121	2.540
22	1314.0	1406.5	72.086	-92.5258	251.942	-0.367
23	1204.0	1422.5	66.577	-218.5	253.453	-0.862
24	991.8	1282.3	59.787	-290.5	255.140	-1.138
25	1554.5	1392.2	68.603	162.3	252.913	0.642
26	1308.6	1520.6	73.603	-212.0	251.530	-0.843
27	1563.0	1541.8	74.934	21.2315	251.110	0.085
28	1535.0	1431.6	84.097	103.4	248.191	0.417
29	1460.7	1615.1	100.484	-154.4	242.021	-0.638
30	1127.8	1572.9	84.146	-445.1	248.175	-1.794
31	1177.9	1515.7	77.416	-337.8	250.356	-1.349

ANEXO 8

Model: MODEL1
Dependent Variable: XF1

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob>F
Model	4	212.42423	53.10356	256.565	0.0001
Error	24	4.96750	0.20698		
C Total	28	217.38173			

Root MSE	0.45495	R-square	0.9771
Dep Mean C.V.	0.30915	Adj R-sq	0.9733
	147.16272		

Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	T for H0: Parameter = 0	Prob> |T|
INTERCEP	1	-11.591217	0.64612019	-17.940	0.0001
LXF11	1	0.316437	0.11928578	2.653	0.0139
LXF12	1	-0.078030	0.12211720	-0.639	0.5289
PIB1	1	0.051385	0.01610651	3.190	0.0039
PIB2	1	0.021678	0.01540154	1.407	0.1721

OBS	ANOS	XF1	XF2	PIB	LXF11	LXF12
1	1960	-4.95151	-1.63172	100.0	.	.
2	1961	-4.61438	-1.47807	107.6	-4.95151	.
3	1962	-4.27241	-1.41355	113.1	-4.61438	-4.95151
4	1963	-3.92066	-1.03621	114.1	-4.27241	-4.61438
5	1964	-3.69017	-1.02142	115.4	-3.92066	-4.27241
6	1965	-3.02032	-0.87255	129.2	-3.69017	-3.92066
7	1966	-3.14203	-0.89769	126.0	-3.02032	-3.69017
8	1967	-2.77459	-0.93998	131.7	-3.14203	-3.02032
9	1968	-2.62205	-1.24234	133.1	-2.77459	-3.14203
10	1969	-2.30813	-1.51498	139.1	-2.62205	-2.77459
11	1970	-2.05619	-1.68295	140.6	-2.30813	-2.62205
12	1971	-1.47598	-1.64962	150.8	-2.05619	-2.30813
13	1972	-1.19375	-1.72001	154.8	-1.47598	-2.05619
14	1973	-1.08334	-1.61400	154.9	-1.19375	-1.47598
15	1974	-0.43614	-0.06162	156.2	-1.08334	-1.19375
16	1975	0.91113	3.18409	162.8	-0.43614	-1.08334
17	1976	0.99134	1.95644	165.2	0.91113	-0.43614
18	1977	1.31664	0.90668	177.3	0.99134	0.91113
19	1978	0.95394	0.78415	174.6	1.31664	0.99134
20	1979	1.78138	0.95883	179.3	0.95394	1.31664
21	1980	2.29653	1.21874	188.8	1.78138	0.95394
22	1981	2.58204	1.53744	196.8	2.29653	1.78138
23	1982	2.28834	1.20770	196.6	2.58204	2.29653
24	1983	2.24797	0.66800	196.1	2.28834	2.58204
25	1984	2.93104	0.76169	198.7	2.24797	2.28834
26	1985	3.53414	1.21029	208.3	2.93104	2.24797
27	1986	3.64497	1.26457	200.1	3.53414	2.93104
28	1987	3.36821	0.45954	215.3	3.64497	3.53414
29	1988	4.45821	0.70385	215.0	3.36821	3.64497
30	1989	4.01630	0.98096	209.6	4.45821	3.36821
31	1990	3.63885	0.97089	201.6	4.01630	4.45821

OBS	LXF13	LXF14	PIB1	PIB2	PIB3	PIB4
1	.	.	.	.	.	.
2	.	.	100.0	.	.	.
3	.	.	107.6	100.0	.	.
4	-4.95151	.	113.1	107.6	100.0	.
5	-4.61438	-4.95151	114.1	113.1	107.6	100.0
6	-4.27241	-4.61438	115.4	114.1	113.1	107.6
7	-3.92066	-4.27241	129.2	115.4	114.1	113.1
8	-3.69017	-3.92066	126.0	129.2	115.4	114.1
9	-3.02032	-3.69017	131.7	126.0	129.2	115.4
10	-3.14203	-3.02032	133.1	131.7	126.0	129.2
11	-2.77459	-3.14203	139.1	133.1	131.7	126.0
12	-2.62205	-2.77459	140.6	139.1	133.1	131.7
13	-2.30813	-2.62205	150.8	140.6	139.1	133.1
14	-2.05619	-2.30813	154.8	150.8	140.6	139.1
15	-1.47598	-2.05619	154.9	154.8	150.8	140.6
16	-1.19375	-1.47598	156.2	154.9	154.8	150.8
17	-1.08334	-1.19375	162.8	156.2	154.9	154.8
18	-0.43614	-1.08334	165.2	162.8	156.2	154.9
19	0.91113	-0.43614	177.3	165.2	162.8	156.2
20	0.99134	0.91113	174.6	177.3	165.2	162.8
21	1.31664	0.99134	179.3	174.6	177.3	165.2
22	0.95394	1.31664	188.8	179.3	174.6	177.3
23	1.78138	0.95394	196.8	188.8	179.3	174.6
24	2.29653	1.78138	196.6	196.8	188.8	179.3
25	2.58204	2.29653	196.1	196.6	196.8	188.8
26	2.28834	2.58204	198.7	196.1	196.6	196.8
27	2.24797	2.28834	208.3	198.7	196.1	196.6
28	2.93104	2.24797	200.1	208.3	198.7	196.1
29	3.53414	2.93104	215.3	200.1	208.3	198.7
30	3.64497	3.53414	215.0	215.3	200.1	208.3
31	3.36821	3.64497	209.6	215.0	215.3	200.1

Model: MODEL1
 Dependent Variable: XF1

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob > F
Model	8	172.67465	21.58433	131.720	0.0001
Error	18	2.94958	0.16387		
C Total	26	175.62423			

Root MSE	0.40480	R-square	0.9832
Dep Mean	0.63549	Adj R-sq	0.9757
C.V.	63.69893		

Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	T for HO: Parameter = 0	Prob > |T|
INTERCEP	1	0.716973	4.86394940	0.147	0.8845
LXF11	1	0.473781	0.26234800	1.806	0.0877
LXF12	1	0.171458	0.28066131	0.611	0.5489
LXF13	1	0.206839	0.32873660	0.629	0.5371
LXF14	1	0.073981	0.31490535	0.235	0.8169
PIB1	1	-0.019018	0.02237249	-0.850	0.4065
PIB2	1	-0.042576	0.02266879	-1.878	0.0767
PIB3	1	0.018207	0.01991844	0.914	0.3728
PIB4	1	0.045589	0.02731215	1.669	0.1124

Variable	DF	Type I SS
INTERCEP	1	10.904023
LXF11	1	170.729162
LXF12	1	0.114529
LXF13	1	0.396978
LXF14	1	0.409434
PIB1	1	0.002605
PIB2	1	0.187786
PIB3	1	0.377611
PIB4	1	0.456548

Model: MODEL1
 Dependent Variable: XF2

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F. Value	Prob > F
Model	4	37.15468	9.28867	18.022	0.0001
Error	24	12.36955	0.51540		
C Total	28	49.52423			

Root MSE	0.71791	R-square	0.7502
Dep Mean	0.10714	Adj R-sq	0.7086
C.V.	670.09509		

Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	T for HO: Parameter = 0	Prob > |T|
INTERCEP	1	-1.972592	1.01958032	-1.935	0.0649
LXF21	1	0.925080	0.18823344	4.915	0.0001
LXF22	1	-0.397912	0.19270144	-2.065	0.0499
PIB1	1	0.009164	0.02541614	0.361	0.7216
PIB2	1	0.003315	0.02430369	0.136	0.8926

OBS	ANOS	XF1	XF2	PIB	LXF21	LXF22
1	1960	-4.95151	-1.63172	100.0	.	.
2	1961	-4.61438	-1.47807	107.6	-1.63172	.
3	1962	-4.27241	-1.41355	113.1	-1.47807	-1.63172
4	1963	-3.92066	-1.03621	114.1	-1.41355	-1.47807
5	1964	-3.69017	-1.02142	115.4	-1.03621	-1.41355
6	1965	-3.02032	-0.87255	129.2	-1.02142	-1.03621
7	1966	-3.14203	-0.89769	126.0	-0.87255	-1.02142
8	1967	-2.77459	-0.93998	131.7	-0.89769	-0.87255
9	1968	-2.62205	-1.24234	133.1	-0.93998	-0.89769
10	1969	-2.30813	-1.51498	139.1	-1.24234	-0.93998
11	1970	-2.05619	-1.68295	140.6	-1.51498	-1.24234
12	1971	-1.47598	-1.64962	150.8	-1.68295	-1.51498
13	1972	-1.19375	-1.72001	154.8	-1.64962	-1.68295
14	1973	-1.08334	-1.61400	154.9	-1.72001	-1.64962
15	1974	-0.43614	-0.06162	156.2	-1.61400	-1.72001
16	1975	0.91113	3.18409	162.8	-0.06162	-1.61400
17	1976	0.99134	1.95644	165.2	3.18409	-0.06162
18	1977	1.31664	0.90668	177.3	1.95644	3.18409
19	1978	0.95394	0.78415	174.6	0.90668	1.95644
20	1979	1.78138	0.95883	179.3	0.78415	0.90668
21	1980	2.29653	1.21874	188.8	0.95883	0.78415
22	1981	2.58204	1.53744	196.8	1.21874	0.95883
23	1982	2.28834	1.20770	196.6	1.53744	1.21874
24	1983	2.24797	0.66800	196.1	1.20770	1.53744
25	1984	2.93104	0.76169	198.7	0.66800	1.20770
26	1985	3.53414	1.21029	208.3	0.76169	0.66800
27	1986	3.64497	1.26457	200.1	1.21029	0.76169
28	1987	3.36821	0.45954	215.3	1.26457	1.21029
29	1988	4.45821	0.70385	215.0	0.45954	1.26457
30	1989	4.01630	0.98096	209.6	0.70385	0.45954
31	1990	3.63885	0.97089	201.6	0.98096	0.70385

OBS	LXF23	LXF24	PIB1	PIB2	PIB3	PIB4
1	.	.	.	.	.	.
2	.	.	100.0	.	.	.
3	.	.	107.6	100.0	.	.
4	-1.63172	.	113.1	107.6	100.0	.
5	-1.47807	-1.63172	114.1	113.1	107.6	100.0
6	-1.41355	-1.47807	115.4	114.1	113.1	107.6
7	-1.03621	-1.41355	129.2	115.4	114.1	113.1
8	-1.02142	-1.03621	126.0	129.2	115.4	114.1
9	-0.87255	-1.02142	131.7	126.0	129.2	115.4
10	-0.89769	-0.87255	133.1	131.7	126.0	129.2
11	-0.93998	-0.89769	139.1	133.1	131.7	126.0
12	-1.24234	-0.93998	140.6	139.1	133.1	131.7
13	-1.51498	-1.24234	150.8	140.6	139.1	133.1
14	-1.68295	-1.51498	154.8	150.8	140.6	139.1
15	-1.64962	-1.68295	154.9	154.8	150.8	140.6
16	-1.72001	-1.64962	156.2	154.9	154.8	150.8
17	-1.61400	-1.72001	162.8	156.2	154.9	154.8
18	-0.06162	-1.61400	165.2	162.8	156.2	154.9
19	3.18409	-0.06162	177.3	165.2	162.8	156.2
20	1.95644	3.18409	174.6	177.3	165.2	162.8
21	0.90668	1.95644	179.3	174.6	177.3	165.2
22	0.78415	0.90668	188.8	179.3	174.6	177.3
23	0.95883	0.78415	196.8	188.8	179.3	174.6
24	1.21874	0.95883	196.6	196.8	188.8	179.3
25	1.53744	1.21874	196.1	196.6	196.8	188.8
26	1.20770	1.53744	198.7	196.1	196.6	196.8
27	0.66800	1.20770	208.3	198.7	196.1	196.6
28	0.76169	0.66800	200.1	208.3	198.7	196.1
29	1.21029	0.76169	215.3	200.1	208.3	198.7
30	1.26457	1.21029	215.0	215.3	200.1	208.3
31	0.45954	1.26457	209.6	215.0	215.3	200.1

Model: MODEL1
 Dependent Variable: XF2

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob > F
Model	8	34.63275	4.32909	7.078	0.0003
Error	18	11.00889	0.61161		
C Total	26	45.64165			

Root MSE	0.78205	R-square	0.7588
Dep Mean	0.20580	Adj R-sq	0.6516
C.V.	379.99891		

Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	T for HO: Parameter = 0	Prob > |T|
INTERCEP	1	-1.450449	1.57182376	-0.923	0.3683
LXF11	1	0.090727	0.23359306	4.237	0.0005
LXF12	1	-0.599753	0.32157876	-1.865	0.0786
LXF13	1	0.347379	0.33729191	1.030	0.3167
LXF14	1	-0.175406	0.24858903	-0.706	0.4895
PIB1	1	-0.024282	0.03759566	-0.646	0.5265
PIB2	1	-0.012209	0.03613261	-0.338	0.7393
PIB3	1	0.031851	0.03379869	0.942	0.3585
PIB4	1	0.016159	0.03902570	0.414	0.6837

Variable	DF	Type I SS
INTERCEP	1	1.143589
LXF11	1	30.144492
LXF12	1	1.079245
LXF13	1	1.306758
LXF14	1	0.022273
PIB1	1	1.167792
PIB2	1	0.095264
PIB3	1	0.732073
PIB4	1	0.104859

ANEXO 9

ESTADO FINAL DO MODELO DE PREVISAO DO CONSUMO
CONCENTRADO DE FOSFATO NO BRASIL (em t)

XF1	XF2	PIBag. (> 2%)	CSF PREV.1
4.2760	1.1913	205.632	1629.649
4.5749	1.2421	209.745	1678.539
4.4898	1.2938	213.940	1728.504
5.1907	1.3466	218.219	1779.414
5.5079	1.4004	222.583	1831.345
5.8314	1.4553	227.035	1884.309
6.1614	1.5113	231.576	1938.338
6.4980	1.5685	236.208	1993.454
6.8413	1.6267	240.932	2049.656
7.1915	1.6862	245.751	2106.998

XF1	XF2	PIBag (> 1%)	CSF PREV.3
4.0910	1.1871	203.616	1601.676
4.2385	1.2122	205.652	1625.852
4.3876	1.2377	207.709	1650.270
4.5382	1.2634	209.786	1674.932
4.6902	1.2893	211.884	1699.840
4.8438	1.3155	214.002	1724.997
4.9989	1.3420	216.142	1750.406
5.1556	1.3687	218.304	1776.069
5.3138	1.3957	220.487	1801.989
5.4737	1.4230	222.692	1828.168