

**A PRODUÇÃO DE FOSFATO  
NO BRASIL:  
UMA APRECIÇÃO HISTÓRICA DAS  
CONDICIONANTES ENVOLVIDAS**

*Gildo de A. Sá C. de Albuquerque*

MCT

CNPq

CETEM

SED 31

CE

Ex. 1

*PRESIDENTE DA REPÚBLICA:* Fernando Henrique Cardoso  
*VICE-PRESIDENTE DA REPÚBLICA:* Marco Antonio Maciel  
*MINISTRO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA:* José Israel Vargas

*PRESIDENTE DO CNPq:* José Galizia Tundisi  
*DIRETOR DE DESENV. CIENT. E TECNOLÓGICO:* Marisa B. Cassim  
*DIRETOR DE PROGRAMAS:* Eduardo Moreira da Costa  
*DIRETOR DE UNIDADES DE PESQUISA:* José Ubyrajara Alves  
*DIRETOR DE ADMINISTRAÇÃO:* Derblay Galvão

#### **CETEM - CENTRO DE TECNOLOGIA MINERAL**

##### **CONSELHO TÉCNICO-CIENTÍFICO (CTC)**

*Presidente:* Roberto C. Villas Bôas

*Vice-presidente:* Juliano Peres Barbosa

*Membros Internos:* Fernando Freitas Lins; Luiz Gonzaga S. Sobral; Vicente Paulo de Souza e João Alves Sampaio (suplente)

*Membros Externos:* Antonio Dias Leite Junior; Arthur Pinto Chaves; Antônio Eduardo Clark Peres; Celso Pinto Ferraz e Achilles Junqueira

*DIRETOR:* Roberto C. Villas Bôas

*DIRETOR ADJUNTO:* Juliano Peres Barbosa

*DEPTº DE TRATAMENTO DE MINÉRIOS (DTM):* Fernando Freitas Lins

*DEPTº DE METALURGIA EXTRATIVA (DME):* Ronaldo Luiz C. dos Santos

*DEPTº DE QUÍMICA INSTRUMENTAL (DQI):* Luiz Gonzaga S. Sobral

*DEPTº DE ESTUDOS E DESENVOLVIMENTO (DES):* Carlos César Peiter

*DEPTº DE ADMINISTRAÇÃO (DAD):* Antônio Gonçalves Dias



ISSN - 0103-6319

CT-00 0071 05-0

#### **Gildo de A. Sá C. de Albuquerque**

*Engenheiro de Minas pela UFPE, M.Sc. em Engenharia Mineral pela USP. Foi chefe da Divisão de Geologia e Diretor da Fertilizantes Fosfatados S/A - FOSFÉRTIL. Bolsista RHAÉ do CETEM, atua na área de Política, Economia e Legislação Mineral. Recentemente teve destacada atuação na criação da Câmara de Mineração do MERCOSUL.*

MCT - Ministério da Ciência e Tecnologia



CETEM - Centro de Tecnologia Mineral

1996

2003/01/11  
Tomb: 1006239

CETEM  
BIBLIOTECA

SÉRIE ESTUDOS E DOCUMENTOS

CONSELHO EDITORIAL

Editor

Ronaldo Luiz C. dos Santos

Conselheiros Internos

Maria Laura T. M. G. C. Barreto, Carlos César Peiter, Francisco E. de Vries Lápido

Loureiro, Francisco R. C. Fernandes.

Conselheiros Externos

Luís Henrique Sanchez (USP), J. R. Andrade Ramos (UFRJ), Eduardo C. Damasceno

(USP), Saul Barisnik Suslick (UNICAMP), Abraham Benzaquem Sicsu (Fundação

Joaquim Nabuco), Helena Maria Lastres (IBICT), Hildebrando Herrmann (UNICAMP).

Rupen Adamian (COPPE/UFRJ)

A Série Estudos e Documentos publica trabalhos que busquem divulgar estudos econômicos, sociais, jurídicos e de gestão e planejamento em C&T, envolvendo aspectos tecnológicos e/ou científicos relacionados à área minero-metalúrgica.

CETEM

17-B - 4381

COL. DE VOL VOL N°

DATA 25/9/96 Celso de O. Santos COORDENAÇÃO EDITORIAL

REG. N° Vera Lucia Ribeiro e Fatima da Silva C. Engel EDITORAÇÃO ELETRÔNICA

Jacinto Frangella ILUSTRAÇÃO

BMB

Albuquerque, Gildo de Araújo Sá Cavalcanti de

A produção de fosfato no Brasil: uma apreciação histórica das condicionantes envolvidas/Gildo de Araújo Sá Cavalcanti de Albuquerque. - Rio de Janeiro: CETEM/CNPq, 1996.

130p.: il. - (Série Estudos e Documentos, 31)

1. Fosfato - Produção - Brasil - I, Centro de Tecnologia Mineral. II. Título. III. Série

ISBN 85-7227-084-1

ISSN 0103-6319

CDD 338.2764

## APRESENTAÇÃO

**E**sta monografia do Engenheiro de Minas e M.Sc. em Engenharia Mineral, Gildo de Araújo Sá Cavalcanti de Albuquerque, resultado de projeto de pesquisa por ele coordenado no CETEM e aceito para a dissertação de mestrado na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, traz, de forma clara, concisa, veemente, à luz das discussões sobre política tecnológica e industrial, o sempre recorrente problema da geração autóctone de tecnologia.

*Ora, dizem uns, mercadorias, commodities e, mesmo tecnologia, são compradas!*

*Contra-argumentam outros: mercadorias e commodities, sim; tecnologia não!*

*A utilização da rocha fosfática no Brasil aí está para mostrar que tecnologia, se não desenvolvida, não se compra e inibe-se toda a criação de uma infra-estrutura industrial, além da própria indústria, daí resultante.*

*Não fosse a genialidade de um Paulo Abib Andery a, teimosamente, insistir em transformar em minério aquele mineral, abundante, mas economicamente inútil, a indústria brasileira de fosfatos não teria surgido como alavancadora de importantes segmentos da economia nacional, colocando o País em posição competitiva, presente e futura, sem receio de eventuais jogos comerciais internacionais, no esteio da sua, também vocação agrícola.*

Rio de Janeiro, junho de 1996.

Roberto C. Villas Bôas  
Diretor

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	3
2. BREVE HISTÓRICO SOBRE A UTILIZAÇÃO DE ROCHAS FOSFÁTICAS NA PRODUÇÃO DE FERTILIZANTES .....	9
3. A ROCHA FOSFÁTICA .....	14
3.1 No Mundo .....	14
3.2 No Brasil .....	18
4. A EVOLUÇÃO DA PRODUÇÃO NACIONAL E AS CONDICIONANTES ENVOLVIDAS .....	25
4.1 Considerações Gerais .....	25
4.2 Dos Primórdios até 1974 .....	27
4.3 De 1975 a 1988 .....	39
4.4 De 1989 aos Dias Atuais .....	66
5. ALTERNATIVAS PARA O CRESCIMENTO DA INDÚSTRIA BRASILEIRA DE FERTILIZANTES FOSFATADOS .....	76
6. CONCLUSÕES .....	111
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS. ....	119

## 1. INTRODUÇÃO

---

Entre as conquistas tecnológicas relacionadas com o setor mineral brasileiro, a produção de rocha fosfática constitui-se em um capítulo à parte. Além do mérito de dominarmos tecnologia própria de concentração, graças ao empenho do Prof. Paulo Abib Andery e seguidores, o país desenvolveu uma política de substituição de importação de rocha fosfática, a qual, embora discutível sob alguns aspectos, permitiu a obtenção de auto-suficiência nessa matéria-prima, em menos de uma década.

A implantação e o desenvolvimento contínuo de tecnologia autóctone para fosfato permitiu, por um lado, menor possibilidade de influência externa, unilateral, no tocante a aumento de preços, e por outro, possibilitou o surgimento de equipes técnicas especializadas em processos minerais e, que, posteriormente, atuaram em toda a engenharia mineral.

O objetivo central deste trabalho é mostrar que o Brasil pôde se tornar um grande produtor de fertilizantes fosfatados a partir de matérias-primas pouco convencionais e utilizando tecnologia doméstica.

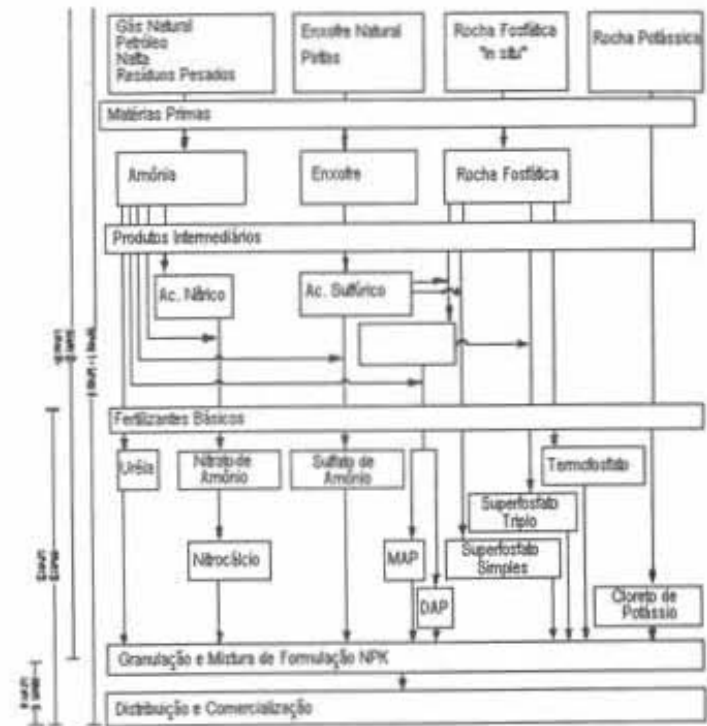
Como decorrência desse objetivo maior, serão explicitadas as condicionantes de diversas ordens que permitiram e/ou levaram à adoção de várias medidas legais, tributárias, creditícias e financeiras que suportaram o desenvolvimento do setor de fertilizantes fosfatados no Brasil.

Objetiva-se, ainda, definir os papéis dos diversos atores que, nas suas várias épocas, participaram ativamente nesse desenvolvimento, permitindo à presente dissertação ser uma futura fonte de consulta aos interessados nos problemas da implantação da indústria de fertilizantes fosfatados no Brasil.

Ao final será analisado o processo de privatização do setor, discutindo-se possíveis alternativas ao desenvolvimento do mesmo, em função de condicionantes adotadas, ou não, durante a passagem de comando, nos anos 92/93, da empresa estatal (PETROFÉRTIL) para o grupo privado (FERTIFÓS), hoje o maior produtor brasileiro de fertilizantes fosfatados.

Saliente-se que o fósforo (P), em conjunto com o nitrogênio (N) e o potássio (K), constituem os chamados macronutrientes; além desses, a prática agrícola utiliza cálcio, magnésio, enxofre e micronutrientes (ferro, manganês, boro, cobre, zinco e molibdênio).

A Figura 1, a seguir, explicita um fluxograma geral da produção de fertilizantes, segundo concepção da PETROFÉRTIL/COPPE-UFRJ, mostrando, ainda, como eram distribuídos, no Brasil, os perfis das diversas empresas produtoras, antes da privatização.



- Nível 1: Empresas integradas, presentes em todas as etapas;
- Nível 2: Empresas que só não atuam na fase de comercialização ao agricultor (Empresas do Grupo PETROFÉRTIL);
- Nível 3: Empresas semi-integradas, produtoras de fertilizantes básicos e formulações NPK;
- Nível 4: Empresas que atuam apenas na fabricação de misturas NPK.

Fonte: PETROFÉRTIL/COPPE-UFRJ (Ano 1992)

Figura 1 - Fluxograma da produção de fertilizantes no Brasil.

Atualmente, com a absorção das empresas do Grupo PETROFÉRTIL pela iniciativa privada, o Nível 2 deixou de existir na prática, com referência aos fosfatados, ampliando-se o Nível 1, através da participação no mercado consumidor final das diversas empresas que integram acionariamente o Grupo FERTIFÓS.

Segundo RAPPEL e LOIOLA (1993), citando dados da PETROFÉRTIL (1992), observa-se no setor de fertilizantes, ao nível mundial, uma forte presença do Estado. O complexo produtivo de fertilizantes compostos (NPK), entre 1965 e 1985, evoluiu da seguinte forma, em termos de crescimento da participação estatal: N (amônia) de 30% para 64%; P (ácido fosfórico) de 10% para 46% e K (cloreto de potássio) de 40% para 65%. Ainda segundo as mesmas fontes, 80% dos fertilizantes compostos, na Europa, são produzidos por empresas estatais; também provêm de empresas estatais cerca de 60% da produção mundial de rochas fosfáticas.

A grande participação estatal é explicada por vários motivos: necessidade de capital intensivo com baixas taxas de retorno, alto custo de atualização tecnológica, controle da indústria sujeito a estratégias de governo para a produção de alimentos e sazonalidade de consumo, interferindo na economia de escala. Consoantes dados da PETROFÉRTIL, em 1992, entre as 16 maiores empresas de fertilizantes do mundo, 12 eram estatais, 3 eram de capital misto, e apenas 1 era totalmente de capital privado.

Como corolário dessa marcante presença do Estado, há um quadro de oligopolização. Deve ser mencionado como exemplo marcante (PETROFÉRTIL, 1992) que, em 1990, mais de 80% da produção de fertilizantes na Europa Ocidental foram de responsabilidade de apenas sete empresas (BASF, DSM, ENICHEM, FESA, GRANDE PAROISSE, KEMIRA e NORSK HYDRO).

Especificamente na produção de rocha fosfática, produtos fosfatados intermediários e fertilizantes fosfatados básicos, também é de grande porte a participação do Estado. Exemplificando, pode-se afirmar (*Industrial Minerals* - março 1994) que o comércio internacional de rocha fosfática é suprido em mais de 80% por empresas de controle estatal, sendo proveniente, ainda, de empresas estatais, parcela superior a 82% do ácido fosfórico internacionalmente comercializado.

No Brasil, a produção de fertilizantes fosfatados, em geral, é hoje totalmente privada, apesar da participação estatal, na última década, ter sido por demais representativa.

Quais os prós e os contras da participação estatal nesse setor? Quais as maiores dificuldades a serem enfrentadas pelo setor privado para o desenvolvimento da produção? Que medidas políticas e econômicas auxiliaram o desenvolvimento de tecnologia doméstica e a implantação de nossa indústria de fertilizantes fosfatados? Quais as perspectivas futuras dessa mesma indústria, à luz de algumas hipóteses de crescimento econômico e demanda de insumos agrícolas?

Buscando respostas a tais questões, foi levantada a bibliografia especializada disponível, visando o estabelecimento de cronologias entre as principais decisões técnicas e de política econômica tomadas ao longo dos últimos 25 (vinte e cinco) anos e dizendo respeito à evolução da produção de rocha/fertilizantes fosfatados, no país.

Além disso, foram mantidas entrevistas pessoais com figuras-chaves em todo o processo gerador da atual indústria de fertilizantes fosfatados no Brasil, aí incluídos membros da área de governo e da iniciativa privada.

O confronto entre opiniões, às vezes até díspares, foi de grande importância ao trabalho, pois, ao lado de uma reflexão aprofundada dos fatos ocorridos, houve a indicação dos resultados que foram obtidos a partir dos mesmos, possibilitando ao

final um juízo de valor mais objetivo e permitindo, inclusive, ilações sobre o futuro do setor de fertilizantes fosfatados no Brasil.

## 2. BREVE HISTÓRICO SOBRE A UTILIZAÇÃO DE ROCHAS FOSFÁTICAS NA PRODUÇÃO DE FERTILIZANTES

O elemento fósforo, obtido a partir de rochas, participa, em peso, de cerca de 0,1% da crosta terrestre. Apesar desse pequeno percentual, é o fósforo absolutamente imprescindível à vida, quer animal quer vegetal.

Como elemento essencial, o fósforo, como bem lembra ALBUQUERQUE (1986), se caracteriza por dois fatores críticos: na sua falta não há crescimento e/ou reprodução, não se completando portanto o ciclo da planta ou do animal; não é possível sua substituição por nenhum outro elemento da tabela periódica.

O fósforo desempenha papel insubstituível, tanto no armazenamento de energia na célula (seja animal ou vegetal), quanto no fornecimento dessa mesma energia. No reino animal, através da respiração, **queimam-se** açúcares, com liberação de energia, parcialmente dissipada e parcialmente acumulada sob forma de compostos de fósforo (fosfatos de adenosina). No reino vegetal, é obtido o trifosfato de adenosina, através da fotossíntese. Em ambos os casos, o fósforo é indispensável aos processos vitais que requerem o uso de energia disponível nos seres vivos. (ALBUQUERQUE, 1986)

Além disso, a transmissão de caracteres individuais às gerações sucessivas, bem como as manipulações da engenharia genética, têm como base o ácido desoxirribonucléico (DNA), no qual está presente o fósforo. No organismo animal o fósforo, sob forma de apatita, compõe 80% em peso dos ossos e do esqueleto; nas células, sob forma de fosfatos de adenosina, responde por cerca de 20% do total.



É evidente, portanto, que, entre dois solos similares, aquele possuidor de maior teor em fósforo disponível tenha melhores respostas em termos de produção agrícola. A FAO, órgão da ONU (Organização das Nações Unidas) para a Agricultura e Alimentação, estima que é plenamente aceitável um índice de produção de quatro quilos de grãos para cada quilo de  $P_2O_5$  aplicado ao solo. (ISMA, 1982)

Com justa razão, ALBUQUERQUE (1986) conclui seu brilhante trabalho afirmando:

*"o limite de crescimento da humanidade não será ditado pelo esgotamento dos minerais estratégicos ou pelo das reservas de combustíveis fósseis, como pretende ou pretendia o Clube de Roma, pois para esses há alternativas técnicas e econômicas;*

*- a humanidade poderá crescer enquanto houver no solo fósforo para ser aproveitado, e enquanto o homem puder transferir esse elemento da litosfera para a biosfera e servindo como comida insubstituível para a planta e para os animais, pois o fósforo é vida e sem ele teríamos um planeta silencioso."*

Dessa forma, a utilização do fósforo como elemento indispensável à proliferação da vida na Terra tende a continuar cada vez mais valorizada, enfatizando-se, como não poderia deixar de ser, sua aplicação agrícola, base da alimentação animal e humana.

Existem registros históricos mostrando que o uso sistemático de ossos moídos (basicamente fosfato de cálcio) como adubo agrícola, começou no Século XVIII (1770) em Sheffield e Yorkshire, na Inglaterra. Posteriormente, na França (Thiers e Puy-de-Dôme) e na Alemanha (Solingen), foram usados ossos animais com a mesma finalidade, embora sem prévia moagem. (UNIDO, 1980)

No século XIX (1820), a Inglaterra, apesar dos veementes protestos do alemão Justus von Liebig, considerado o Pai da Química Agrícola, chegou a importar esqueletos humanos provenientes das guerras napoleônicas e, até mesmo, de velhos cemitérios e catacumbas. Na mesma época, os franceses descobriram que os ossos de animais calcinados (negro animal) eram excelente adubo para as hortaliças.

Por sua vez, os incas, antes da chegada dos espanhóis, já utilizavam o guano (de *huanu*, excremento em língua quíchua) como fertilizante; o mesmo é constituído de excrementos e restos de aves marinhas, bem como pelos peixes de que se alimentavam, transformados sob climas secos e em ilhas costeiras, como no Peru. Contêm os guanos 16 a 25% de uréia e amoníaco, 16 a 20% de fosfatos de cálcio e amônio, e 0 a 9% de sulfatos de sódio e potássio. A partir de 1860 os guanos começaram a ser tratados com ácido sulfúrico, objetivando tornar mais disponível às plantas o fósforo neles contido.

Assim sendo, pode-se afirmar que a indústria de adubos fosfatados teve início com os guanos e os ossos moídos, crescendo, particularmente na Europa, a partir de meados do século XIX, com a solubilização de tais matérias-primas pelo ácido sulfúrico. O Prof. Damasceno, da EPUSP (SIC), cita como curiosidade a existência de uma unidade artesanal, produzindo farinha de ossos, em Guaratinguetá, SP, até o final da década de 50.

O produto sólido resultante do ataque da rocha fosfática pelo ácido sulfúrico ficou conhecido como superfosfato, e, segundo CARMO (1994), a primeira produção de superfosfato bem sucedida em escala comercial foi feita por Lawes, em 1842, na Inglaterra. Em 1853 já existiam 14 fabricantes no Reino Unido e em outros países, número que passou para 80, em 1870, apenas no Reino Unido. Em 1862, apesar da primitividade da nova indústria, Lawes já usava um misturador contínuo, com capacidade de 100 toneladas por dia.

O superfosfato triplo, produto da reação do ácido fosfórico com a rocha fosfática, teve origem na Alemanha, em 1870, mas, somente após a Segunda Guerra Mundial tornou-se um fertilizante importante.

O grande desenvolvimento da produção de fertilizantes fosfatados, realmente, deu-se a partir do início do século XX, e foi lastreado pelos seguintes fatores:

- melhor conhecimento e exploração dos depósitos fosfáticos sedimentares da África do Norte e Estados Unidos;
- barateamento da produção de enxofre pela utilização do Processo Frasch;
- necessidade de ampliação das fronteiras agrícolas, em função do crescimento populacional, e
- utilização de rotas alternativas, tanto para a produção de rocha fosfática, quanto para a sua industrialização, sob diversas formas solúveis, mormente em rochas de origem ígnea ou fosfatos não-apatíticos.

As rochas fosfáticas contendo apatitas (fosfato tricálcico) são a principal fonte natural de fósforo existente na natureza. Porém, para que o fósforo contido nas mesmas se torne disponível aos vegetais, é necessário modificar a estrutura apatítica original. Tal modificação pode ser feita por via úmida ou por via seca, liberando o fósforo para aplicações posteriores.

No caso da via úmida, a rocha fosfática (nome tradicional do concentrado fosfático) é inicialmente atacada por ácidos inorgânicos - principalmente o ácido sulfúrico - dando assim origem ao ácido fosfórico e, a partir deste, produzindo os superfosfatos triplos e os fosfatos de amônio (MAP e DAP), estes últimos através de reação com a amônia. A via seca utiliza como rota de solubilização das rochas fosfáticas o tratamento térmico. A fusão de concentrados apatíticos em

escórias quentes resultantes da produção de ferro-ligas, por exemplo, seguida de um resfriamento rápido ("quenching"), dá origem a um termofosfato fundido que é excelente fertilizante fosfatado (SILVA, 1979 e Mendes et al., 1985); segundo vários pesquisadores, o termofosfato, por diversas razões, é até mais indicado que os superfosfatos, em algumas regiões do Brasil. (SILVA, 1986 e GOEDERT et al., 1986)

### 3. A ROCHA FOSFÁTICA

#### 3.1 No Mundo

Conquanto existam quatro origens básicas de depósitos fosfáticos: ígnea, sedimentar, acumulação de matéria orgânica (guanós) e lateritas fosfáticas, industrialmente apenas os dois primeiros são largamente utilizados.

Muitos especialistas (BORN E KAHN, 1990) advogam a nomenclatura de apatita para os fosfatos naturais de origem ígnea, e fosforita para aqueles direta ou indiretamente de origem sedimentar. Os principais depósitos de origem ígnea estão na Rússia (península de Kola), em Uganda, no Brasil e na África do Sul. Os depósitos sedimentares de maior volume estão no Norte da África e nos Estados Unidos. De uma maneira geral, a lavra e, principalmente, o beneficiamento nos depósitos de origem sedimentar, são mais simples do que nos depósitos de origem ígnea.

Numa apreciação sucinta, pode-se dizer que as fosforitas possuem alto teor de  $P_2O_5$ , *in natura* são mais uniformes e apresentam quartzo e argila como minerais de ganga. Através de peneiramento (no caso do *Pebble Phosphate*) ou de deslamagem simples (para eliminação de argilas) já é possível obter um aceitável concentrado comercial, da ordem de 30 a 33% de  $P_2O_5$ . No caso de necessidade de flotação (para aproveitamento de fosforitas finas), o processo também é de baixo custo, dada à facilidade de separar o quartzo da fosforita. (LIMA, 1976)

Quanto aos depósitos de origem ígnea, os problemas são bem mais complexos, conforme acentuam ESTEBAN e SINTONI (1979), SILVA Jr. (1980), BERALDO (1985), ALVARENGA et al. (1988), DAMASCENO et al. (1988), SILVA

(1988), BORN e KAHN (1990) e LEAL FILHO et al. (1993), podendo ser assim resumidos:

- menor teor de  $P_2O_5$  recuperável;
- lamas primárias abundantes, acarretando perdas de apatitas ultrafinas nas operações de deslamagem;
- necessidade de prévia moagem para adaptar a granulometria natural da apatita à operação de flotação, e
- múltiplos minerais de ganga, tornando mais complexa a flotação.

É bastante óbvio que, em condições normais, e para um dado volume, o custo industrial de um concentrado fosforítico seja menor do que o de um concentrado apatítico. Isto explica porque apenas três países, Marrocos, Estados Unidos e Jordânia (todos com fosfato sedimentar) respondem por 70% (setenta por cento) das exportações mundiais de rocha fosfática.

Saliente-se ainda que os Estados Unidos, através da Phosrock, e o Marrocos, através da OCP (*Office Chérifien des Phosphates*), detêm cerca de 73% (setenta e três por cento) das reservas mundiais de rochas fosfáticas. (BEISIEGEL e SOUZA, 1986)

Em face de tais números, países que não dispunham de depósitos sedimentares sempre procuraram desenvolver tecnologias próprias para seus depósitos de origem ígnea (principalmente flotação e solubilização química e, secundariamente, processos térmicos, para concentrados sem rígida especificação), evitando uma dependência excessiva do fosfato sedimentar, controlado por poucos produtores.

O desenvolvimento das técnicas de flotação com reagentes específicos - condicionadores, espumantes e coletores - permi-

tiram a exploração de depósitos de origem ígnea, em várias latitudes, possibilitando com isto o aumento da oferta de rocha fosfática, em níveis próximos a 30% (trinta por cento) da produção mundial total.

Deve ser ressaltado que entre os dez maiores produtores mundiais de rocha fosfática figuram a ex-URSS, o Brasil e a África do Sul, que produzem tal matéria-prima a partir de depósitos de origem ígnea.

Os últimos dados oficiais disponíveis, citados no Quadro I, referentes a 1993, fornecem os seguintes números, no que diz respeito aos 10 (dez) maiores produtores mundiais de rocha fosfática:

Quadro 1 - Maiores produtores mundiais de rocha fosfática

País	Produção em milhões de Toneladas
Estados Unidos da América	35,138
China	18,600
Marrocos	18,193
Comunidade dos Estados Independentes	16,003
Tunísia	5,500
Jordânia	4,129
Israel	3,680
Brasil	3,500
África do Sul	2,466
Togo	1,794

Fonte : GRIFFITHS, I (1994).

Segundo CARMO (1994), a indústria mundial de fertilizantes, aí incluídos principalmente os fosfatados, pode ter sua história, de forma esquemática, dividida em quatro grandes fases:

- até 1965 houve estabilidade de preços e quantidades;

- a segunda metade da década de 60, com substanciais avanços tecnológicos no setor e crescimento previsto para a demanda, atraiu grandes capitais, ávidos de retornos rápidos e elevado; porém, o excesso de oferta gerado, vigente até 1973 (primeiro choque do petróleo), produziu efeito adverso ao inicialmente esperado;
- após o choque do petróleo, houve uma reativação de preços dos fertilizantes, tanto pela restrição às exportações, em um mercado comprador aquecido, quanto pelo aumento direto das matérias-primas;
- a segunda metade da década de 70 conheceu a expansão da indústria de fertilizantes em diversos países, principalmente naqueles em desenvolvimento, objetivando, ora elevar capacidades produtivas internas, ora substituir importações onerosas dando origem ao quadro produtivo atual.

Essa mais recente expansão da indústria de fertilizantes nos países em desenvolvimento é certamente responsável pelo crescimento da participação estatal na mesma, conforme assinalado por RAPPEL e LOIOLA (1993), fato que será discutido mais adiante, em termos de Brasil.

No que diz respeito às principais reservas de fosfatos mundiais, merece destaque o trabalho feito por STOWASSER (1985) para o U.S. Bureau of Mines. O cálculo de tais reservas obedeceu a critérios econômicos, tais como: investimentos para implantação de projetos, taxa de retorno de 15% ao ano, despesas operacionais e custos diversos, incluindo taxas, impostos e royalties.

À luz dos parâmetros econômicos mencionados, foram classificadas as reservas em quatro faixas de custos FOB - Mina. A Tabela 1, a seguir, apresenta os resultados obtidos, mostrando, ainda, a extraordinária supremacia do Marrocos,

seguido pelos Estados Unidos da América, com referência à posse de jazidas de fosfato.

**Tabela 1 - Reservas Mundiais de Fosfato (em produto)**

País	Número de Depósitos	Milhões de toneladas de Rocha Fosfática por faixa de custo FOB - Mina US\$/t					%
		<25	25-35	35-60	>60	Total	
Marrocos	11	183	6.748	1.702	11.440	20.073	55,5
U.S.A.	130	340	1.234	2.818	1.987	6.379	17,6
África do Sul	1	-	2.638	-	-	2.638	7,3
U.R.S.S.	11	743	-	404	332	1.479	4,1
Austrália	6	93	459	-	-	552	1,5
Jordânia	3	96	36	393	-	525	1,5
Brasil	11	-	-	119	287	406	1,1
Outros	44	1.018	1.349	1.349	468	4.137	11,4
Total	217	2.473	12.417	6.785	14.514	36.189	100,0
Percentual		6,8	34,3	18,7	40,2	100,0	

Fonte : STOWASSER, W.F. (1985).

### 3.2 No Brasil

No Brasil, os depósitos sedimentares lavráveis são de pouca expressão (Olinda e Paulista, PE) ou de difícil concentração (Patos de Minas, MG), havendo, em contrapartida, chaminés apatíticas de origem ígnea viáveis de exploração, dada inclusive à sua proximidade de regiões consumidoras de fosfato.

Devido a isto, a produção brasileira de concentrados fosfáticos é proveniente de chaminés existentes em Araxá e Tapira (MG), Catalão e Ovidor (GO) e Jacupiranga (SP).

De uma maneira geral, os concentrados brasileiros têm as seguintes composições químicas:

Componentes	%
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	35 - 37
CaO	40 - 53
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,3 - 2,8
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,3 - 0,5
MgO	0,2 - 1,8
SiO <sub>2</sub>	0,8 - 2,5
F	1,5 - 2,5

Fonte: A Indústria de Fertilizantes Fosfatados no Brasil (IBRAFOS, 1991).

Uma comparação entre tais valores e aqueles ocorrentes em rochas fosfáticas estrangeiras pode ser feita a partir da leitura da Tabela 2, a seguir:

**Tabela 2 - Composição química (%) de fosfatos naturais**

Origem do Fosfato	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	CaO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	F
Aruba	24,9	23,5	12,9	7,9	17,3	0,9
Kola	38,2	51,4	0,1	0,8	1,8	3,3
México	31,3	34,8	1,8	---	20,0	0,2
Marrocos	32,8	51,9	0,2	0,4	2,3	4,2
Nauru	38,9	54,4	---	0,3	0,2	2,6
Togo	36,1	51,4	0,6	1,2	3,1	3,4
Tunísia	27,5	45,9	0,6	1,4	7,8	3,5
E.U.A.						
Tennessee	25,3	36,0	2,8	5,6	25,3	2,5
Carolina do Norte	30,7	49,1	0,7	0,5	3,4	3,7
Flórida	32,0	47,4	2,1	1,0	8,2	3,9
Califórnia	31,2	46,9	1,4	0,8	2,7	---

Fonte : IBRAFOS, 1991 (Opus cit. )

Normalmente, salvo a utilização de rochas fosfáticas em aplicação direta no solo ou sob a forma de termofosfato, os concentrados são solubilizados por via química, o que acarreta a necessidade de um rígido controle de R<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, sob pena de perda de economicidade do processo, aliada a dificuldades tecnológicas diversas. Isto é válido para o mundo e para o Brasil.

É também necessário esclarecer que os processos convencionais de solubilização da rocha fosfática (via úmida) exigem rígidos padrões de qualidade, devido aos seguintes fatores primordiais:

- um teor de  $R_2O_3$  superior a 3% acarreta perdas da reação com o ácido sulfúrico, usado como solubilizante;
- quanto maior for o teor de  $SiO_2$  (ganga principal da maioria das fosforitas), menor será o teor de  $P_2O_5$  e, conseqüentemente, menor será o rendimento industrial do concentrado fosfático;
- caso o teor de  $CaO/P_2O_5$  se afaste muito de 1,31, em números crescentes, isto indica a presença de fase carbonática e maior necessidade de consumo de ácido sulfúrico, para uma mesma produção final; números inferiores a 1,31, normalmente, indicam a presença de compostos fosfáticos secundários, não solubilizáveis em ácido sulfúrico, em condições econômicas;
- teores de  $MgO$  superiores a 2% acarretam problemas nos reatores de ácido sulfúrico e, principalmente, na produção de ácido fosfórico, e
- um teor de F maior, conquanto não seja um impeditivo do processamento, acarreta cuidados suplementares no que diz respeito à proteção ambiental.

Além das características químicas, a mineralogia dos concentrados e sua granulometria têm influências diversas nas taxas de filtração (ácido fosfórico), perdas de  $P_2O_5$  no gesso, altos teores de sólidos no ácido fosfórico, aumento das incrustações nas instalações industriais e redução na vida útil dos filtros.

Como a tecnologia implantada no Brasil para a produção de ácido fosfórico é baseada na utilização de rochas sedimentares

(fosforitas), tornaram-se necessárias adaptações visando encaixar os fosfatos nacionais nas especificações das fábricas de ácido fosfórico; uma próxima etapa, imprescindível, é desenvolver tecnologia própria para solubilizar as rochas nacionais em condições mais econômicas de aproveitamento.

Outras alternativas para melhor uso da rocha nacional compreendem a adoção de processamentos industriais que permitam tornar mais solúvel o fósforo da apatita, partindo de concentrados com especificações menos rígidas do que as necessárias para a solubilização via úmida convencional.

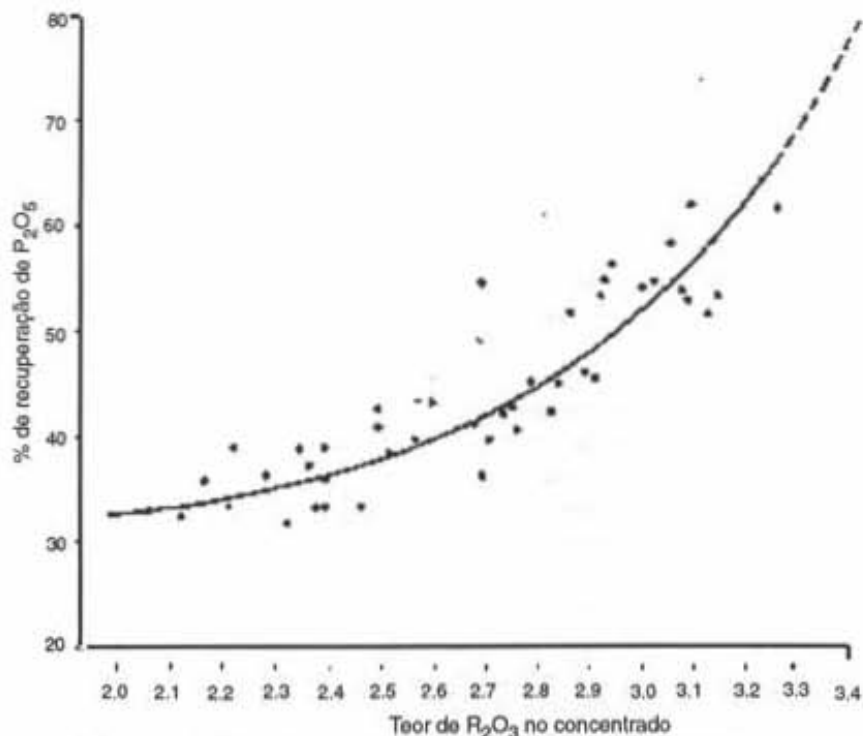
No caso dos concentrados nacionais, por exemplo, a necessidade de manutenção nos mesmos de um limite máximo de 3% para o  $R_2O_3$  ( $Al_2O_3 + Fe_2O_3$ ), acarreta, praticamente a perda de 40% do  $P_2O_5$ , contido no ROM, conforme explicita a Figura 2.

A necessidade de competitividade entre os concentrados apatíticos nacionais e os importados tem levado os produtores nacionais a um permanente e contínuo aprimoramento de processos, o que tem se tornado possível graças à competência técnica existente, iniciada, vale a pena repetir, com o pioneirismo do Prof. Paulo Abib Andery, cujo perfil de homem e de pesquisador foi muito bem retratado por Guimarães (1980) e LEAL FILHO et al. (1993).

Deve também ser lembrada a competência de profissionais brasileiros da geologia no estudo de depósitos fosfáticos nacionais, antecipando-se a futuros avanços tecnológicos que iriam permitir seu aproveitamento.

Sem desmerecer o trabalho dos demais geólogos e engenheiros de minas envolvidos nesses estudos, merecem especial destaque, na opinião deste autor, os pesquisadores Benedito Paulo Alves, Djalma Guimarães, Evaristo Penna Scorza e Geraldo Conrado Melcher, este último, inseparável companheiro do Prof. Paulo Abib Andery na tarefa de

desvendar os segredos mineralógicos do carbonatito de Jacupiranga, a fim de transformar em riqueza objetiva um recurso mineral existente.



Fonte: Comentários sobre a eficiência da indústria nacional de rocha fosfática (IBRAFOS, 1984).

Figura 2 - Curva de recuperação total de  $P_2O_5$ , em função do teor de  $R_2O_3$  dos concentrados apatíticos

Graças aos esforços pioneiros dos nossos primeiros exploradores geológicos, foram descobertos depósitos fosfáticos em Ipanema (SP), Comissão (BA), Fernando de Noronha (PE) e Trauíra (MA), ainda nas décadas de 30 e 40. Logo em seguida vieram Araxá (MG), Jacupiranga (SP), Serrote (SP) e, posteriormente Tapira (MG), Catalão (GO) e Anitapólis (SC). Mais recentemente, Patos de Minas (MG) e arredores.

Também merecem relevo os trabalhos realizados por MORAES (1937), MORAES REGO (1938) e, mais recentemente, por FELICÍSSIMO JR. (1976), SILVA NETO et al. (1978), OLIVEIRA E COSTA (1984), FUSARO et al. (1987), SILVA (1988), ALBUQUERQUE e GIANNERINI (1989), LENHARO (1994), KULAIF e DAMASCENO (1994), ora atualizando dados de reservas regionais e locais, ora discutindo alternativas para o seu aproveitamento.

Cumprе salientar que o Brasil, partindo de uma modesta produção de rocha fosfática, no início da década dos anos 70 (cerca de 300.000 toneladas/ano), atingiu, antes do final da mesma década, uma capacidade produtiva da ordem de 4.000.000 toneladas/ano (ALBUQUERQUE e GIANNERINI, 1980), sendo hoje o oitavo produtor mundial e, caso haja a recuperação econômica esperada para o país, facilmente alcançará melhor posição.

Quanto à disponibilidade de reservas lavráveis e recuperáveis de fosfatos no Brasil, alguns trabalhos abordam o assunto, salientando-se entre eles ABREU (1973), ESTEBAN e SINTONI (1979), ALBUQUERQUE e GIANNERINI (1981) e BEISIEGEL E SOUZA (1986). No entanto, a compilação mais atualizadas das reservas nacionais, efetuadas inclusive sob as conceituações de Mc Kelvey e as sugestões do AIMM (*Australasian Institute of Mining and Metallurgy*), foi elaborada por DAMASCENO et al. (1988) e constam do Quadro 2.

Quadro 2 - Síntese dos recursos e reservas de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> contidos em minérios no Brasil

Origem	Localidade	Recursos (milhões t P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )		Reservas (milhões t P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )				
		Indefinido, indicados em estudos	Medidos (1)	Carentes de Tecnologia	Lavráveis	Constrangidos à lavra	Disponíveis	Recuperáveis
I G N E A / L A T E R I T I C A D I- M E N T A R	Araxá	18,9	15,0	-	14,8 (3)	9,2	5,6 (3)	3,3 (3)
	Salitre	36,3	-	-	-	-	-	-
	Tapira	70,5	28,0 (2)	-	21,0 (2)	-	21,0 (2)	13,8
	Catalão	-	20,0	-	15,0	-	15,0	9,7
	Ouvidor	-	8,8	-	6,6 (e)	-	6,6	4,3 (e)
	Antápolis	-	27,2	-	20,4 (e)	-	20,4	13,3 (2)
	Faz. Ipanema	-	8,0	-	-	-	-	-
	Jacupiranga	-	10,5	-	8,0	-	8,0	5,9
	Registro	1,8	-	-	-	1,8	-	-
	Angico dos Dias	3,0	1,9 (3)	-	-	-	-	-
	Malcuru	30,0	-	-	-	-	-	-
	Itaíba	-	13,8	-	10,3 (e)	-	10,3	6,5 (e)
	Trauíra/Pirocaua	5,2	-	5,2	1,3 (e)	-	1,3	0,8 (e)
Patos de Minas	-	1,8	-	-	-	-	-	
Lagamar	-	46,8	-	46,8	-	-	-	
Olinda	-	2,7	-	-	-	2,7	-	
Paulista	-	3,6	-	-	-	3,6	-	
TOTALS		165,7	188,1	52,0	97,4	17,3	88,2	57,4
			353,8	405,8				

(1) dados do IBRAFOS, Fusaro et al., 1987  
 (2) refere-se ao Avo 1 de Tapira  
 Fonte: DAMASCENO et al. (1988)  
 (3) dados atualizados, 1988  
 (e) estimados, 75% lavráveis e 65% recuperáveis

#### 4. A EVOLUÇÃO DA PRODUÇÃO NACIONAL E AS CONDICIONANTES ENVOLVIDAS

##### 4.1 Considerações Gerais

As prospecções sobre o futuro sempre foram objeto dos pesquisadores. Normalmente as projeções feitas levam em conta séries históricas pretéritas que embasam as considerações que vêm a seguir, mas que devem ser cuidadosamente analisadas, já que qualquer mudança de paradigma afeta diretamente as avaliações realizadas, sejam qualitativas ou, principalmente, quantitativas. Mesmo em épocas mais recentes (MEADOWS, 1972), tais métodos foram empregados sem a devida crítica, o que levou a grandes disparidades entre o divulgado pelo Clube de Roma e a realidade que se seguiu.

Assim sendo, os erros prospectivos, na maioria das vezes, advêm do fato do pesquisador não observar que uma mudança de paradigma pode significar uma total ruptura com o passado, ou seja, as projeções simplesmente baseadas em dados históricos estarão erradas, por não levarem em conta tais mudanças, absolutamente fundamentais.

Tal equívoco ocorreu também com as projeções malthusianas sobre disponibilidade de alimentos no mundo, que não levaram em conta, pelo menos, três fatores, que mudaram totalmente as práticas agrícolas: sementes selecionadas, manejo do solo e uso adequado de fertilizantes e defensivos. É bem verdade que a fome persiste em diversas regiões, porém é inegável que hoje em dia a mesma decorre muito mais de problemas políticos mal resolvidos do que de dificuldades ligadas à capacidade produtiva mundial.



O próprio Norman Borlaug, geneticista norte-americano conhecido como o Pai da Revolução Verde e ganhador do Prêmio Nobel da Paz de 1970, disse: "A fome no mundo não vai ser resolvida somente pela ciência, pois será necessário que a política faça sua parte".

É fato conhecido nos dias de hoje que governos europeus e da América do Norte, principalmente, concedem incentivos financeiros a agricultores dispostos a não plantarem em suas terras, a fim de evitar quedas de preço em muitas das *commodities* agrícolas.

Note-se, por exemplo, conforme assinalado por ARAÚJO et al. (1990), que a área colhida com milho nos Estados Unidos, em 1979, foi 15 milhões de hectares menor que a de 1932, sendo que a produção alcançou 195 milhões de toneladas, ou seja, o triplo daquela registrada 47 anos antes.

O Brasil, como os demais países produtores de alimentos, também sofreu influência dos fatores modernizantes da agricultura. No entanto, embora cada um mereça estudo específico sobre sua influência direta, o presente trabalho procura analisar, exclusivamente, os diversos aspectos políticos, econômicos, sociais e tecnológicos que influíram na produção de rocha fosfática no país, desde seus primórdios, até os dias atuais.

Tal análise e discussão se justificam plenamente, principalmente à luz das mudanças recentemente havidas, com a transferência de comando das atividades relacionadas à indústria do fosfato para a iniciativa privada nacional.

Como no processo de privatização o vendedor e o comprador não se obrigaram com relação à definição de futuros investimentos, tarifas, modernização dos parques industriais, infra-estrutura necessária à produção, política agrícola etc., existem hoje muitas dúvidas sobre a forma a ser seguida na ampliação do atual parque produtivo.

A constatação de tais dúvidas levou TELLES (1991) a alertar de forma contundente que: "Sem a definição destes parâmetros a indústria retornará à mistura e granulação de produtos importados com produção de alguns fertilizantes básicos e matérias-primas intermediárias. Destarte, o esforço desenvolvido pelo país nos anos 70, de ampliação da sua base de produção, será perdido."

É possível evitar tal colapso, discutindo-se alternativas políticas, técnicas e econômicas que permitam o desenvolvimento interno e integrado da indústria de fertilizantes, com ênfase nos fosfatados, adotando, quando necessário, inovações nas áreas produtiva e comercial, o que será também objeto de apreciação nesta dissertação.

Para efeito de análise da evolução da produção nacional e suas condicionantes, o período total foi dividido em três fases: dos primórdios até 1974 (estabelecimento do Plano Nacional de Fertilizantes e Calcário Agrícola - PNFA); de 1975 até 1988 (abertura do setor ao mercado externo, através de significativa redução das tarifas alfandegárias) e de 1989 aos dias atuais, quando todo o setor de fosfatados se encontra privatizado.

#### 4.2 Dos Primórdios até 1974

Segundo LEAL FILHO, DAMASCENO e CHAVES (1993), a primeira iniciativa para a criação de uma indústria fosfateira no Brasil teve lugar na Fazenda Ipanema, situada no município de Iperó - SP. Ali, ao final dos anos 20, o Serviço de Aproveitamento das Jazidas de Apatita do Estado de São Paulo, vinculado à Secretaria de Agricultura, instalou uma usina de beneficiamento com capacidade de 200 toneladas/mês de concentrado apatítico e 400 toneladas/mês de superfosfato. A qualidade do produto final foi contestada pelo Instituto Agrônomo de Campinas.

A produção de concentrado e superfosfato foi retomada no final dos anos 30, já então sob âmbito federal porém, a nova operação de beneficiamento da rocha fosfática esbarrou em patente universal que protegia o processo de flotação, simulado na operação gravítica, por adotar agentes tensoativos na polpa, em etapa anterior à concentração, feita em mesas vibratórias. A utilização exclusiva da concentração gravítica foi então adotada, com grande perda de finos ricos em fósforo, acarretando inviabilidade econômica ao processo. Seguiu-se, ainda na Fazenda Ipanema, a instalação de circuito de separação magnética, numa tentativa de melhorar o rendimento.

A usina, sempre assintótica à inviabilidade econômica, foi arrendada, em 1941, à Serrana S.A. de Mineração que venceu concorrência pública. Já no ano seguinte, o contrato entre o governo federal e a Serrana foi rescindido e os equipamentos industriais foram transferidos posteriormente para a Fosforita Olinda S.A. - FASA, em Olinda - PE.

Por sua vez, a Serrana S.A. de Mineração, em 1944, arrendou os direitos de lavra que o governo do estado de São Paulo tinha obtido no Morro da Mina, em Jacupiranga-SP, dando início à lavra do minério residual, concentrando-o através de desagregação, classificação e separação magnética, tornando-se, logo adiante, o primeiro produtor verticalizado, a partir de rocha nacional.

Ao final da década foi implantada a ELEKEIROZ (1949) e, durante a década de 50, mais quatro empresas de superfosfato simples foram instaladas: Fosfanil (1952), Quimbrasil (1954), Companhia Riograndense de Adubos (1958) e Fertinil (1959). Segundo RAPPEL e LOIOLA (1993) a efetiva produção nacional de fertilizantes teve início em 1950, com 70 toneladas de nitrogênio e 5.000 toneladas de fósforo solúvel; nesse mesmo ano o consumo interno de fertilizantes atingiu 88.500 toneladas de nutrientes.

Durante a segunda metade dos anos 60, o setor brasileiro de fertilizantes incorporou novas unidades de superfosfato simples (Ferticap, Copebrás e IAP), além do complexo de fertilizantes da Ultrafertil, que englobava produção de amônia, ácidos nítrico, sulfúrico e fosfórico, nitrato de amônio e fosfato de amônio.

Ressalte-se que, à época, com exceção da Serrana S.A. de Mineração, todas as empresas que utilizavam rocha fosfática importavam tal matéria-prima, daí a preferência de localização próxima a portos importadores, onde os componentes básicos e/ou intermediários eram industrializados, dirigindo-se a seguir o fertilizante produzido para os diversos mercados internos compradores.

Em agosto de 1957 teve início a produção de rocha fosfática no nordeste do Brasil, com o projeto da Fosforita Olinda S.A. - FASA, em Olinda - PE, aproveitando depósito sedimentar de composição similar aos existentes na Flórida e no norte da África, embora em volumes bem mais modestos e com maiores capeamentos estéreis. (EVANS, 1959)

Apesar da competência da equipe técnica responsável pelo projeto, liderada pelos engenheiros de minas Francisco Moacyr de Vasconcellos e Sandoval Carneiro de Almeida, não foi possível superar dificuldades, principalmente externas, que garroteavam a colocação do concentrado fosfático no mercado nacional, levando a produção a ser encerrada em 1968, em caráter definitivo.

Os fatos que afetaram o projeto da FASA são bem explicitados por PEREIRA (1970) e VASCONCELLOS (1981), os quais salientam, além das dificuldades geológicas específicas, os altos custos do frete de cabotagem (o custo do frete Recife-Santos era mais que o dobro daquele cobrado entre Flórida-Santos), a cobrança de imposto (à época IVC - Imposto de Vendas e Consignações) não incidente sobre o produto importado e, principalmente, a exigência de órgãos

governamentais em dimensionar o projeto original em níveis de produção incompatíveis, tanto com a jazida quanto com a capacidade financeira dos empresários locais.

Como a sinalizar que a trajetória da produção de rocha fosfática nacional não seria tarefa simples, no início da década de 60 ficou comprovada a iminente exaustão do minério residual lavrado pela Serrana S.A. de Mineração, levantando-se, então, a hipótese de lavra e concentração da apatita disseminada no protominério subjacente:

Na época, a apatita associada à ganga carbonática, como ocorria no caso local, não era considerada como passível de flotação por espuma, aplicada com sucesso desde 1937, na Flórida, em minério apatítico-colofanítico de origem sedimentar, porém de ganga silico-aluminosa.

Conforme lembra Leal Filho (1991), a rocha fosfática com ganga carbonatada, na época, constituía tão somente uma reserva à margem da exploração econômica. No mesmo trabalho o autor cita algumas tentativas feitas para o aproveitamento de tais reservas, como:

- i) *na costa leste dos E.U.A. e em Kara-tau, na URSS, praticava-se lavra seletiva e predatória, com teores de corte superiores a 20% de  $P_2O_5$ , acompanhada de uma rota de processamento nos moldes da Flórida, com baixíssimos fatores de enriquecimento (< 1,6) e sofrível recuperação de  $P_2O_5$ : 60%;*
- ii) *em Djebel-Onk, Argélia, calcinavam-se seletivamente os carbonatos a nível industrial com posterior lavagem e eliminação da cal gerada no processo;*
- iii) *em Israel, chegou-se ao cúmulo de tentar a separação dos carbonatos em meio denso formado por tetrabromoetano: líquido tóxico, volátil e corrosivo."*

Cita ainda LEAL FILHO (opus cit.) que a primeira tentativa de sucesso na separação apatita/carbonatos, por flotação, ocorreu na década de 50, em escala de laboratório, na África do Sul, com minério contendo 25% de apatita e ganga ferro-silico-carbonatada, processo posteriormente não utilizado em nível industrial.

Considerando, portanto, que os maiores especialistas da época não dominavam a tecnologia de concentração desse tipo de minério, não foi sem razão que a consulta internacional feita pela Serrana S.A. de Mineração obteve resposta negativa.

Como os diversos institutos internacionais de pesquisa consultados não conheciam tecnologia aplicável às condições da jazida, a Serrana S.A. de Mineração teve como opções principais o desenvolvimento de tecnologia própria ou o abandono do projeto original, quando da exaustão do minério residual.

A Serrana optou pela primeira hipótese, confiando o desenvolvimento de tecnologia própria ao Prof. Paulo Abib Andery, da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Minas, àquela ocasião também funcionário da empresa.

O Prof. Paulo Abib Andery liderou equipe técnica que avançou a tecnologia mineral brasileira em vários campos e, na área específica do fosfato com a contribuição de idéias sobre flotação originadas pelo Prof. H.M. PINHEIRO (1956), da Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, e subsídios dos estudos geológicos e mineralógicos do Prof. Geraldo Conrado Melcher, seu colega da USP desenvolveu uma nova rota de concentração que veio a ser conhecida como Processo Serrana.

Basicamente, o processo consistia de britagem, moagem e classificação, deslamagem, condicionamento e flotação. Foram testados diversos depressores, tendo o amido se mostrado o

mais seletivo. Foram obtidas recuperações da ordem de 60% em concentrados *rougher* com 30% de  $P_2O_5$ . Após os ensaios de bancada e sua otimização, foi instalada uma usina piloto para obtenção dos parâmetros que iriam servir de base ao dimensionamento e implantação do processo em nível industrial.

Merece destaque, inclusive por não ser habitual no Brasil, o desafio aceito e custeado durante sete anos pela Direção da Serrana S.A. de Mineração, apesar de vozes contrárias, com grande renome internacional.

O grande mérito da direção da Serrana S.A. de Mineração, creditado principalmente ao Sr. Ernesto Bunge e à extraordinária sensibilidade humana e empresarial do Sr. Péricles Nestor Locchi, foi confiar no talento do Prof. Paulo Abib Andery; não fora essa conjugação de confiança e de competência, desenvolvida ao longo de alguns anos, possivelmente o Brasil não disporia dessa tecnologia e a história dos fertilizantes fosfatados no país seria totalmente diversa.

A tecnologia desenvolvida pelo Prof. Paulo Abib foi posteriormente utilizada em outros depósitos de chaminés alcalinas no Brasil, além de ter sido aplicada em estudos de minérios procedentes da Argentina, Peru, Zâmbia, Malawi e da Índia. (ESTEBAN e SINTONI, 1979)

Analisando-se, por sua vez, a evolução nacional do setor produtivo de rocha fosfática, à luz da legislação que a rege, verifica-se, segundo SILVA (1979), uma tentativa de ordenamento jurídico a partir de 1939.

Nesse ano, em 16 de novembro, o Decreto-Lei nº 1.774 proibiu a exportação de ossos de animais e de adubos fosfatados no país. No ano seguinte, em 14 de fevereiro, o Decreto-Lei nº 2.019 excetuou da referida proibição os ossos longos ou duros, destinados a fins industriais, os ossos de

juntas, para fabricação de cola ou gelatina, e os alimentos para animais em cuja composição a farinha de osso entre em proporção tal que a percentagem de ácido fosfórico, dosado sob a forma de fosfato tricálcico, não ultrapassasse a vinte e seis por cento.

Em 6 de novembro de 1941, através do Decreto-Lei nº 3.802, o Governo Federal aprovou o regulamento para a fiscalização do comércio de adubos e corretivos, consubstanciado no Decreto nº 8.169, da mesma data. Apesar de textos legais anteriores - Lei nº 3.508, de 10 de julho de 1916 e Decreto nº 14.177, de 19 de maio de 1920 - abordarem o tema fertilizantes, foi o Decreto nº 8.169 pioneiro em simultaneamente abordar a proibição de exportação e ditar normas de qualidade dos produtos comercializados.

Cronologicamente, e considerando apenas legislação mais específica, seguiu-se a Lei nº 1.858 de 15 de maio de 1953 isentando de taxas a remessa de valores do Brasil para o exterior, desde que destinados ao pagamento de adubos, inseticidas e fungicidas de uso agrícola, sendo, sem dúvida, um incentivo ao consumo de insumos modernos.

Ainda em 1953, em 22 de junho, foi editado o Decreto nº 33.100 que dispôs sobre a fiscalização do comércio de adubos, corretivos e outros fertilizantes. Foram ali estabelecidas normas rígidas de qualidade quanto à composição dos produtos oferecidos à agricultura, bem como estabelecidas especificações diversas (peso, teores de elementos úteis, grau de finura, endereço do fabricante, entre outras) que deveriam constar nas respectivas embalagens.

Em 1957, a Lei nº 3.244, de 14 de agosto, reformulou, sob o ponto de vista tributário, toda a sistemática de importação. No que dizia respeito aos fertilizantes, a mesma lhes deu um tratamento privilegiado, ou seja, além da isenção de impostos de importação para fertilizantes, previa custos com câmbio inferior às mercadorias da categoria geral para a importação de

fertilizantes, inseticidas e semelhantes, de exclusiva aplicação agropecuária, excetuados os adubos compostos e complexos granulados ou não.

Na mesma lei era concedido um subsídio à produção doméstica de fertilizantes, bem como foi prevista a possibilidade de alteração de alíquota relativa a produto cuja produção interna o governo interessasse estimular. No mesmo diploma legal foi criado o Conselho de Política Aduaneira - CPA, o qual, posteriormente, veio a ser um forte aliado da indústria fosfateira nacional, durante sua implantação, após 1974.

Apesar de entrar em vigor em 1961, o Decreto nº 50.146, de 27 de janeiro, que estendeu a fiscalização dos fertilizantes ao próprio processo de fabricação, as novidades mais interessantes do ano ficariam a cargo da antiga SUMOC (Superintendência da Moeda e do Crédito), do Banco do Brasil S.A., através das Instruções nºs 204 e 208.

A primeira, de 13 de março, permitiu que qualquer operação de câmbio fosse realizada pelo mercado de taxa livre; a segunda, de 27 de junho, complementou as medidas anteriores e regulamentou em maior detalhe o novo regime cambial. Como era de se esperar, em que pese a edição de dois decretos (nº 50.363, de 20 de março e nº 50.889, de 1º de julho de 1961) estabelecendo algumas garantias de condições comerciais aos fertilizantes já importados e em trânsito, ou simplesmente estocados, estabeleceu-se uma confusão quanto à real política do governo para com os fertilizantes.

Saliente-se que tais Instruções foram fundamentais, evidentemente aliadas a outros fatores já mencionados, para o agravamento da crise que atingiu a Fosforita Olinda S.A. - FASA, culminando com o seu posterior fechamento.

Talvez buscando minorar o impacto negativo sobre a agricultura, foi criado o Grupo Executivo de Coordenação do Crédito Rural (GECRE), subordinado diretamente ao Presidente

da República, através do Decreto nº 50.637, de 20 de maio de 1961. Embora tal instrumento fale em estabelecimento de prioridades e assistência técnica e econômica ao produtor rural, não faz qualquer menção explícita aos fertilizantes.

Posteriormente à criação do GECRE, foi isentada de impostos a importação de sulfato cúprico destinado à agricultura, bem como outros produtos, a critério do CPA, de interesse para a produção agropecuária. Apenas em 8 de maio de 1962, a Lei nº 4.060 estabeleceu em definitivo que estavam isentos do imposto de consumo os fertilizantes simples e compostos destinados à aplicação nas atividades agrícolas.

Em 1963, em 11 de junho, foi publicado o Decreto nº 52.106, criando um novo Grupo de Trabalho junto à Presidência da República, destinado a propor medidas concretas, objetivando:

- i) o aumento, a curto prazo, da produção nacional de fertilizantes e corretivos;
- ii) o apoio e estímulo às empresas públicas e privadas, a fim de ampliar sua capacidade de produção, sugerindo, ao mesmo tempo, providências capazes de melhorar os processos de comercialização e transporte dos fertilizantes e corretivos, facilitando o acesso dos mesmos aos agricultores;
- iii) promover em larga escala a instalação de moinhos de calcário, para uso dos agricultores que trabalham em terras ácidas."

No mesmo ano, em outubro, foi criado, junto ao Ministério da Indústria e Comércio, o Grupo Executivo da Indústria de Fertilizantes e Corretivos do Solo (GEIFERC), o qual, entre outras finalidades, deveria promover e coordenar estudos e medidas sobre suprimento de matérias-primas e aquisição de equipamentos, bem como sugerir providências legislativas de ordem tributária e creditícia sobre os diversos aspectos

envolvendo fertilizantes e corretivos do solo, sempre visando ao aumento da oferta e melhores condições de preços ao agricultor.

Apesar da ruptura institucional, ocorrida em 31 de março de 1964, houve uma certa continuidade na política agrícola, como, também, na política industrial de produção de fertilizantes e sua importação. Data de 23 de setembro de 1964 o Decreto nº 54.298, que fixou coeficiente de aceleração de depreciação para a indústria de fertilizantes; também foi mantida a isenção do imposto de consumo (atual IPI) sobre os fertilizantes (Lei nº 4.502, de 30 de novembro de 1994).

Apenas em 1966, com a edição da Lei nº 5.067, de 6 de julho, foram introduzidas substanciais alterações na sistemática de importação do produto. O subsídio até então vigente foi revogado, juntamente com a restrição da própria isenção do imposto. Praticamente, houve a instituição do regime de contingenciamento, garantindo-se a importação somente após a aquisição da produção nacional, cabendo à CACEX a execução da medida.

Ainda no ano de 1966, a 18 de novembro, foi promulgado o Decreto-Lei nº 46, estabelecendo isenção dos impostos de importação e de consumo, pelo período de 4 (quatro) anos, para os equipamentos, máquinas, aparelhos e instrumentos destinados à fabricação de fertilizantes e corretivos do solo, de inseticidas, herbicidas e rodenticidas.

Na área de estímulos creditícios convém salientar a criação, pelo Decreto nº 58.193, de 14 de abril de 1966, do Fundo de Estímulo Financeiro ao Uso de Fertilizantes e Suplementos Minerais (FUNFERTIL) que, ao nascedouro, já tinha um horizonte legal de extinção: 4 (quatro) anos. Posteriormente à sua edição, ocorreram diversas modificações, principalmente no que dizia respeito ao seu funcionamento e grau de competência, culminando com sua prorrogação até 31 de julho de 1970.

Merece especial destaque, pelo impulso dado a uma melhor utilização dos fertilizantes no Brasil, a criação da Associação Nacional para Difusão de Adubos - ANDA, em 1967. A partir de então, sua sigla tornou-se citação obrigatória em todos os estudos e estatísticas que envolviam a agricultura nacional.

O FUNFERTIL, a partir de 1970, foi absorvido pelo FUNDAG - Fundo Especial de Desenvolvimento Agrícola, regulado pelo Banco Central, porém não possuindo nos seus objetivos qualquer menção específica aos fertilizantes, provavelmente incluídos na expressão geral "aquisição de insumos que visem à obtenção de maiores índices da produtividade agrícola".

Por outro lado, já em 19 de junho de 1964, o Decreto nº 53.975 tinha estabelecido que o GEIFERC fosse absorvido pelo GEIQUIM - Grupo Executivo da Indústria Química, visando a centralizar decisões que permitissem "promover e orientar a expansão e integração das indústrias do respectivo setor assim como fomentar a exportação de seus produtos". Pela primeira vez havia o fomento oficial à exportação de fertilizantes, proibida no nascedouro da indústria.

Posteriormente, já após 1974, o GEIQUIM seria extinto, cedendo lugar ao Grupo Setorial nº 3, quando da reformulação do Conselho de Desenvolvimento Industrial (CDI), do então Ministério da Indústria e do Comércio.

O que fica claro na presente apreciação sobre o período até 1974 é que os fertilizantes, desde o início deste século, ocuparam posição de destaque nas preocupações governamentais referentes à política agropecuária.

Sem esquecer o anteriormente feito, deve ser ressaltado que o grande avanço foi dado pelo I Plano Nacional de Desenvolvimento (1972/1974) estabelecendo, no que concerne ao setor de fertilizantes, três objetivos principais:

- i) *Elevação substancial do consumo de nitrogenados, fosfatados e potássicos pelos agricultores, através de estímulos financeiros e creditícios e melhoria dos sistemas de transporte e comercialização;*
- ii) *Expansão e modernização da Indústria Nacional de Fertilizantes;*
- iii) *Maior assistência técnica aos agricultores, visando assegurar o uso de fertilizantes segundo os processos e técnicas mais modernas".*

É também importante salientar que toda a programação prevista para o final do I PND e o início do II PND foi atropelada pela primeira crise do petróleo, em 1973. O crescimento da demanda da agricultura nacional, sempre atendido em sua maior parte por importação de matérias-primas e alguns fertilizantes intermediários, foi negativamente surpreendido com a grande e brusca elevação dos preços reais dos fertilizantes, logo após o primeiro choque do petróleo.

Tal fato acelerou a elaboração do Plano Nacional de Fertilizantes e Calcário Agrícola - PNFA (1974), o qual subsidiaria doravante toda a política do setor, com vistas a ampliar a produção doméstica de matérias-primas e fertilizantes acabados. Os projetos industriais das empresas que aderissem ao PNFA gozariam de diversos estímulos creditícios e fiscais: redução do imposto de importação e dos impostos sobre produtos industrializados e circulação de mercadorias, além de estímulos creditícios especiais.

Segundo CARMO (1994), até 1974, em termos de produção de fertilizantes, o setor era dominado por empresas privadas que produziam fertilizantes fosfatados simples, em unidades de pequeno e médio porte, e por empresa estatal, no que toca aos nitrogenados. À época, todo o potássio era importado. SILVA (1979) chama atenção para o fato de que, em 1974, o país

produzia cerca de 250.000 toneladas de rocha fosfática, ou seja, apenas 15% das necessidades brasileiras em rocha.

Outros dados relevantes, citados por RAPPEL e LOIOLA (1993), dão conta de que no mesmo ano de 1974 o consumo brasileiro aparente de fertilizantes era de 1.683 mil toneladas de nutrientes, das quais 23% referiam-se ao nitrogênio, 46% ao fósforo e 31% ao potássio. A produção nacional de nutrientes, no referido ano, atendeu 29% do consumo aparente global, correspondendo a 38,5% do nitrogênio e 44% do fósforo, sendo o potássio, como já dito, totalmente importado.

Até 1974, apenas o complexo QUIMBRASIL/SERRANA produzia rocha fosfática, tendo sido, no mesmo ano, ali iniciada a operação de uma unidade para produção de ácido fosfórico (120.000 toneladas/ano de  $P_2O_5$ ) que veio a se somar à produção de ácido fosfórico da ULTRAFÉRTIL (75.000 toneladas/ano de  $P_2O_5$ ), existente desde 1970, segundo dados do IBRAFOS.

#### 4.3 De 1975 a 1988

O período considerado assistiu à ampliação e/ou implantação de diversos complexos industriais no setor de fertilizantes, englobando os macronutrientes, nitrogênio, fósforo e potássio. Como está sendo abordada neste trabalho a produção interna de fosfato, os dados relativos aos demais nutrientes apenas sofrerão referências quando for necessário explicitar situações que melhor aclarem o texto.

Para um melhor entendimento dos anos iniciais do período em apreço (1975-1988), é interessante recordar a síntese do preconizado para o I PND (1972-1974), no que diz respeito ao setor de fertilizantes: aumento do uso de nutrientes pelos agricultores, modernização da indústria e assistência técnica ao setor agrícola.

Saliente-se, ainda, que, desde 1970, o FUNDAG havia ampliado o conceito de preços mínimos e de financiamentos para produtos agrícolas, sendo dessa mesma época o estímulo dado aos institutos agronômicos para o desenvolvimento de pesquisas por melhores sementes, adaptadas aos solos brasileiros.

Também a introdução de modernas técnicas de plantio, aliada à cultura de novas variedades agrícolas (p. ex. soja), ampliou a demanda e a difusão do uso de fertilizantes, ao final da década de 60 e início dos anos 70, sempre tendo por base a criação de excedentes exportáveis.

Uma idéia mais precisa do crescimento do consumo de fertilizantes, iniciado ao final dos anos 60, é encontrada em dados do IPT, constantes do trabalho de RAPPEL e LOIOLA (1993), mostrando que a maior ênfase dada à agricultura nacional entre 1970 e 1980 elevou o consumo aparente de fertilizantes no Brasil em 320%, sendo que, em termos de fertilizantes fosfatados, esse aumento atingiu cerca de 380%. Somente entre 1970 e 1975 o consumo interno aparente de fertilizantes fosfatados subiu mais de 140%.

Como, no início da década de 70, a importação era a principal fonte de matérias-primas e/ou produtos intermediários mais significativos para a indústria dos fertilizantes fosfatados, é óbvio que o aumento externo de preços de tais insumos traria grande impacto interno, sendo exatamente o que aconteceu.

Provavelmente, uma das melhores sínteses sobre a alta de preços dos fertilizantes, logo após o primeiro choque do petróleo (1973), foi feita por CARVALHO (1976), ex-Presidente da CPRM, em depoimento realizado na Comissão de Agricultura da Câmara Federal, quando afirmou:

*"A bem sucedida experiência do cartel do petróleo, conduzida por países árabes, parece ter contribuído marcadamente para que uma nova política de preços de*

*rochas fosfáticas tenha sido estabelecida pelo Marrocos, num estilo similar ao da OPEP. A posição da OCP (Office Chérifien Des Phosphates) marroquina surpreendeu pela escala dos aumentos verificados, tendo triplicado o preço FAS da rocha fosfática que, em janeiro de 1974, era de US\$ 14.00 por tonelada passando a US\$ 42.00. Aumentos posteriores elevaram esse nível para US\$ 63.00/t, para rochas 75/77 BPL (35% de  $P_2O_5$ ), prática logo seguida por outros produtores africanos, como a Tunísia, a Argélia e o Togo. Por sua vez, a Associação Americana dos Exportadores de Rocha Fosfática (PHOSROCK), promoveu, em 1974, novos aumentos dos preços, que passaram a se aproximar daqueles estabelecidos pela OCP."*

Como a demanda internacional de fertilizantes, por conta dos baixos preços, tinha crescido em anos anteriores acima da capacidade de oferta, ocorreu, em nível mundial, uma sobrevida dos preços especulativos até meados de 1975. Nessa época os preços internos da rocha fosfática, na Baixada Santista, chegaram a US\$ 88.00 por tonelada (a 34% de  $P_2O_5$ ) e US\$ 101.00 por tonelada (a 36/37% de  $P_2O_5$ ), segundo Carvalho (1976).

Devido à dupla pressão - altos preços e escassez de matérias-primas para fertilizantes - o Brasil foi levado a gastar somas consideráveis e imprevistas, importando rocha fosfática e fertilizantes de acordo com o imposto pelos vendedores internacionais.

Tornou-se então prioritário para o Governo, não só com base nos estudos anteriormente realizados e que resultaram no II PND e no PNFCFA, mas, inclusive, por falta de outras opções realísticas mais imediatas, acelerar um programa interno que resultasse numa menor dependência externa de fertilizantes.

Assim, a procura de novas jazidas minerais contendo P e K, bem como a implantação de minas a partir de jazidas já conhecidas, foram priorizadas nos planos do governo federal,



juntamente com o incentivo a projetos industriais que objetivassem a produção de amônia e uréia.

Data desse período (1974) a entrada oficial da PETROBRÁS na produção e comércio de fertilizantes, através da aquisição, pela PETROQUISA, do controle acionário da ULTRAFÉRTIL, tendo em vista o manifesto interesse do anterior acionista estrangeiro (Phillips Petroleum) em alienar ativos não diretamente ligados à área petrolífera.

Também na mesma época, a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM, juntamente com a DOCEGEO (subsidiária da CVRD), enviadaram grandes esforços na qualificação e quantificação de novos depósitos minerais que pudessem fornecer matéria-prima à indústria de fertilizantes.

O detalhamento das reservas e a pesquisa tecnológica feitas pela CVRD nas chaminés de Salitre e Tapira, principalmente na segunda, foram responsáveis pela possibilidade de entrada da empresa na produção de rocha fosfática, atendendo à determinação do então Ministro das Minas e Energia, Shigeaki Ueki, com lastro no II PND e no PNFC.

Saliente-se, conforme informado por Germani (1981), que a idéia inicial da CVRD, com relação à rocha fosfática, era somente utilizar o Porto de Tubarão - ES como alternativa econômica para recepção da rocha importada em grandes graneleiros, e daí fazer a distribuição do produto, o que não veio a se concretizar.

Já em 1972 o grupo QUIMBRASIL/SERRANA liderava a implantação da ARAFÉRTIL - Araxá Fertilizantes S.A., em Araxá - MG, e outros projetos de produção de rocha fosfática foram viabilizados, ainda na primeira metade da década, dentro do processo de interiorização da produção de fertilizantes fosfatados: VALEP/VALEFÉRTIL e FOSFAGO, o primeiro estatal, e o segundo implantado por capitais privados.

Outro registro importante é o fato do grupo QUIMBRASIL/SERRANA ter cedido gratuitamente, não só à CVRD, como a outras empresas produtoras de rocha no Brasil, o uso da tecnologia desenvolvida, inicialmente, como já citado, pelo Prof. Paulo Abib Andery e sua equipe, possibilitando a ausência de ônus tecnológicos nos novos projetos que envolviam a utilização de rochas fosfáticas ocorrentes em outras chaminés nacionais.

Vale também salientar que, em 1974, com a criação da FIBASE - Financiadora de Insumos Básicos S.A., o BNDE (hoje BNDES - Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social) tornou-se o grande financiador da indústria de fertilizantes fosfatados do Brasil, tendo atuado como agente financeiro de todos os projetos implantados, a partir de então, no setor de fertilizantes e defensivos agrícolas.

Uma menção especial, dentro da apreciação histórica das condicionantes envolvidas na produção de fosfato no Brasil, merece a descoberta do fosfato de Patos de Minas - MG, feita pela CPRM - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, detectando uma grande jazida de fosforito, com uma reserva medida de 237,5 milhões de toneladas, com 12,91% de  $P_2O_5$ , para um teor de corte de 5,0% de  $P_2O_5$ , segundo o relatório de pesquisa entregue ao DNPM.

À época (1975), a CPRM era uma empresa de mineração atípica, ou seja, não tinha (como até hoje não tem) a faculdade de lavrar os depósitos por ela descobertos, sendo obrigada a cedê-los a terceiros, através de licitação pública.

Tendo em vista que tanto a direção da empresa, quanto seu corpo funcional, consideravam que tal prática impedia o desenvolvimento da Companhia, pondo em risco qualquer futura auto-sustentabilidade, a euforia governamental trazida pela descoberta da jazida de Patos de Minas foi vista como um possível aliado, numa mudança de rumos para a CPRM.

O próprio Ministro das Minas e Energia (Shigeaki Ueki), tomando conhecimento da possibilidade de uso de faixas da jazida, enriquecidas em  $P_2O_5$ , como fosfato natural para aplicação direta, cunhou a expressão de que "o fosfato de Patos de Minas é um maná", no que foi polidamente contestado pelos detentores da marca "Manah".

O então Presidente da CPRM, Dr. Yvan Barretto de Carvalho, levou a cabo a implantação, em tempo recorde (nove meses), de uma Unidade Protótipo para a produção de fosfato natural, batizada como Usina Engenheiro Adamir G. Chaves, em homenagem ao jovem técnico da CPRM, descobridor da jazida, que por caprichos do destino morreu antes de ver em produção a mina que ajudou a implantar.

Inaugurada em 31 de março de 1976, a Usina Eng<sup>o</sup> Adamir G. Chaves foi a última unidade produtora de concentrado fosfático que contou em seu projeto e operação com a participação do também saudoso Prof. Paulo Abib Andery. Na solenidade de inauguração da Usina, o Ministro Ueki comunicou oficialmente ao Presidente da CPRM que a exploração do fosfato de Patos de Minas seria privatizada, retirando da empresa qualquer possibilidade de vir a lavrar a jazida.

Pouco antes, em 23 de março de 1976, tinha sido criada a Petrobrás Fertilizantes S.A. - PETROFÉRTIL (futura *holding* da PETROBRÁS no setor de fertilizantes) com o objetivo precípua de enfiar numa única empresa a coordenação da produção de fertilizantes pelo Grupo PETROBRÁS.

Ainda em junho de 1976 (Lopes, 1988), começaram a circular rumores de que o governo havia mudado sua orientação inicial, com respeito a Patos de Minas, e a exploração da jazida seria feita por uma empresa mista, na qual a PETROBRÁS, a CVRD e a CAMIG - Companhia Agrícola de Minas Gerais, teriam participação majoritária.

Tal mudança de enfoque foi oficialmente confirmada em 23 de agosto de 1976; porém, os acionistas da nova empresa a ser criada seriam a PETROFÉRTIL (20%), FIBASE (20%) e CAMIG (20%), sendo os 40% restantes integralizados por empresas privadas.

A CPRM, formalmente afastada do empreendimento, continuou operando a usina até que a nova empresa, a qual tornou o nome de Fertilizantes Fosfatados S.A. - FOSFÉRTIL, constituída em 14 de fevereiro de 1977, assumisse a operação da Unidade Protótipo, em 1<sup>o</sup> de agosto de 1977.

Quando de sua criação, teve a FOSFÉRTIL como acionistas aqueles anteriormente previstos (PETROFÉRTIL, CAMIG, FIBASE), sendo que à FIBASE ficou reservado 60% do capital, para posterior repasse à iniciativa privada. Esta criou em São Paulo a SEFÉRTIL - Sociedade para Estudos de Fertilizantes, uma empresa formada por produtores nacionais privados para estudar a participação dos mesmos no projeto industrial da FOSFÉRTIL.

Conquanto o melhor conhecimento do fosfato de Patos de Minas tenha revelado grandes dificuldades para o seu aproveitamento industrial, em larga escala, sob forma convencional, a implantação da Unidade Protótipo teve alguns méritos indiretos de mais alta importância:

- a) alavancou a velocidade de implantação de alguns outros projetos similares, como, por exemplo, a ampliação do Complexo de Jacupiranga, a ARAFÉRTIL e a VALEP/VALEFÉRTIL;
- b) forneceu externamente uma imagem imediata de auto-suficiência em rocha, o que ajudou a controlar outras possíveis especulações unilaterais de preço, por parte de fornecedores tradicionais, e

- c) auxiliou a remover resistências à interiorização da indústria de fertilizantes fosfatados, por permitir, próximo à área mais promissora para expansão da fronteira agrícola, uma disponibilidade em fosfato para aplicação direta e uma nova possibilidade de industrialização do concentrado.

Enquanto se procurava contornar, por métodos tradicionais, a dificuldade técnico-econômica de obtenção de concentrados fosfáticos de alto teor em  $P_2O_5$ , a partir do minério de Patos de Minas, os outros projetos em andamento foram acelerados, e começado, em 1978, um novo projeto de produção de rocha fosfática, em Catalão-GO, iniciado pela Metais de Goiás S.A. - METAGO, empresa do governo de Goiás.

Por sua vez, em face da inexistência de uma rota definida para o aproveitamento industrial do fosfato de Patos de Minas, a SEFÉRTIL comunicou sua desistência do projeto FOSFÉRTIL, ao tempo em que o Governo Federal tornou-se adepto do controle pela PETROBRÁS de todos os investimentos estatais no setor de fertilizantes.

A Fertilizantes Vale do Rio Grande S.A. - VALEFÉRTIL, criada com o objetivo de solubilizar a rocha fosfática, já concentrada pela Mineração Vale do Paranaíba S.A. - VALEP, teve o seu controle acionário transferido para a PETROFÉRTIL, em janeiro de 1979, cabendo sua administração à FOSFÉRTIL, que ficou encarregada de concluir o projeto, então em fase final de implantação.

Com a decisão da CVRD, ainda em 1979, de conceder Prioridade Um ao Projeto Carajás, foram iniciadas gestões para a transferência à PETROFÉRTIL também do projeto VALEP, o que efetivamente veio a ser concluído em 31 de dezembro de 1980, porém com incorporação através da FOSFÉRTIL.

O episódio também merece um registro especial. Durante as negociações CVRD/PETROFÉRTIL, o Vice-Presidente da

PETROFÉRTIL, Porthos Augusto de Lima, o executivo de maior nível da empresa e que se reportava diretamente à Diretoria da PETROBRÁS e ao seu Conselho de Administração, comunicou ao Presidente da FOSFÉRTIL, Maurício Augusto Alves Corrêa, a intenção da PETROBRÁS de incorporar o complexo VALEP/VALEFÉRTIL em uma terceira empresa, fazendo retornar a FOSFÉRTIL exclusivamente a Patos de Minas.

Maurício Corrêa ponderou que tal retorno representaria, na prática, a morte da FOSFÉRTIL, e aconselhou que fosse tentada outra solução, qual seja, incorporação pela FOSFÉRTIL do referido complexo, posição compatível com as possibilidades de crescimento da empresa. Sua obstinada defesa dessa idéia, junto à PETROBRÁS/PETROFÉRTIL, permitiu que em 1º de janeiro de 1981 viesse a funcionar a nova FOSFÉRTIL, constituindo-se numa empresa verticalizada e compondo o maior complexo de fertilizantes fosfatados da América Latina.

A respeito da implantação do projeto inicial VALEP/VALEFÉRTIL, alguns pontos são merecedores de especial atenção. Conquanto o projeto VALEP não tenha sofrido qualquer contestação, em face da óbvia rigidez locacional de uma mineração, a unidade de solubilização foi objeto de grandes debates acerca de sua localização.

Houve uma fortíssima pressão para instalar a VALEFÉRTIL em São Paulo e, segundo LOPES(1988), somente a firme atuação do então Presidente da CVRD, Fernando Roquete Reis, fez com que a decisão final pendesse para o Triângulo Mineiro, disputando a localização definitiva os municípios de Tapira, Araxá, Conquista (mais próximos da VALEP) e Uberaba.

A escolha recaiu em Uberaba, após detalhado estudo de viabilidade econômica realizado pela Rio Doce Engenharia e Planejamento - RDEP, o qual levou em conta uma série de condicionamentos, dentre os quais LOPES (opus cit.) cita os seguintes:

- "- proximidade do mercado consumidor, representado pelas indústrias misturadoras e pelas grandes lavouras da região central do país;
- excepcionais condições de transporte, tanto para o recebimento das matérias-primas, quanto para escoamento da produção, porque Uberaba é um importante entroncamento dos sistemas ferroviário e rodoviário nacionais;
- oferta quase inesgotável de água pelo Rio Grande;
- facilidade de ligação com o complexo de Mineração de Tapira, através de mineroduto, o que lhe assegurava suprimento ininterrupto de rocha fosfática;
- ligação direta com as redes nacional e internacional de telecomunicações;
- oferta suficiente de energia elétrica pela proximidade de doze centrais geradoras nos rios Grande e Paranaíba;
- porte da cidade de Uberaba que oferecia infraestrutura urbana e social adequada, e
- infraestrutura oferecida pelo DI-3 - Distrito Industrial nº 3 - Delta, para instalação de um grande complexo químico e de novas indústrias que resultariam dele".

Outro fato curioso a ser citado no mesmo projeto foi a pressão dos transportadores rodoviários contra a construção do mineroduto de 120 km de extensão, ligando Tapira a Uberaba. O mineroduto foi dimensionado para transportar até 2.000.000 de toneladas secas por ano, a uma taxa de 63% de sólidos e 37% de líquido na polpa.

Caso a CVRD não tivesse adotado a alternativa de transporte por mineroduto, somente em 1988, quando a

produção de concentrado esteve na casa de 1.400.000 toneladas métricas, haveria um tráfego de 26 caminhões por hora (com capacidade de 13 toneladas) no trajeto Tapira-Uberaba-Tapira, o que dá uma média de 1 caminhão a cada 2 minutos e 18 segundos, sem qualquer interrupção durante todos os dias do ano, trafegando em uma estrada altamente congestionada e detentora de grande número de acidentes rodoviários.

Independentemente da FOSFÉRTIL, a PETROFÉRTIL veio a participar de outros projetos, sempre tendo a FIBASE como parceira: em abril de 1978 associou-se à METAGO no Projeto GOIASFÉRTIL, em Catalão - GO, e ainda, adquiriu as ações da União no Projeto ICC - Indústria Carboquímica Catarinense, situado em Ibituba - SC; em novembro de 1979 foi a vez do ingresso na ARAFÉRTIL, por substituição de um sócio privado que saiu do empreendimento.

O fato real é que, no período estudado, pouco a pouco, foi sendo ampliada a atuação estatal no setor. A participação majoritária do governo federal, na demarcação dos novos projetos, através de empresas estatais, foi motivado não só pelo fato da CVRD e PETROBRÁS serem grandes fontes geradoras de recursos, mas, principalmente, pela sua experiência em implantação de unidades industriais e na captação de recursos externos, junto a agências internacionais de financiamentos.

Dessa forma, além da agilização dos fluxos financeiros destinados aos projetos, houve rapidez na decisão de alternativas empresariais e sua implantação, inclusive no que diz respeito às tecnologias utilizadas.

Somando-se a tais fatos a seleção do Sistema PETROBRÁS, pelo governo federal, para o comando das ações estatais no campo dos fertilizantes, verifica-se que a contribuição da PETROFÉRTIL no período analisado foi por demais expressiva, o que é demonstrado pelo seu Relatório de

Atividades - 1989, indicando sua participação acionária direta em diversas empresas do setor, com relação ao capital total da sociedade:

EMPRESA	Participação da PETROFÉRTIL (%)
ARAFÉRTIL - Araxá Fertilizantes S.A.	33,33
FOSFÉRTIL - Fertilizantes Fosfatados S.A.	77,42
GOIASFÉRTIL - Goiás Fertilizantes S.A.	82,64
INDAG S.A.	35,00
ICC - Indústria Carboquímica Catarinense S.A.	98,35
NITROFÉRTIL - Fertilizantes Nitrogenados do Nordeste S.A.	92,16

Fonte : PETROFÉRTIL - Relatório Anual de Atividades - 1989

É oportuno salientar que a presença da PETROFÉRTIL não foi inibidora da busca de melhores condições para o setor fosfateiro; muito pelo contrário, várias vezes, a empresa foi uma forte aliada do setor privado na defesa da produção nacional de rocha fosfática e fertilizantes fosfatados.

A esse respeito merece especial registro a criação do Instituto Brasileiro do Fosfato - IBRAFOS, em 1978, permitindo que as empresas privadas e estatais, atuando no setor de fertilizantes fosfatados, especificamente na área de concentrados fosfáticos, tivessem uma convivência harmônica e diretrizes técnicas e econômicas compatíveis, já que a todas interessava o mesmo objetivo, ou seja, o fortalecimento interno do setor.

O IBRAFOS, na sua origem presidido por Maurício Corrêa, da FOSFÉRTIL, foi responsável pela organização dos Encontros Nacionais de Rocha Fosfática, nos quais eram debatidos os mais diversos temas com relação à pesquisa, produção, transporte e utilização do fosfato nacional.

Pode-se mesmo afirmar que o IBRAFOS, no período 1978-1988, não só foi o grande foro de discussão dos vários problemas que afligiam a produção nacional de rocha fosfática, como, também, interferiu junto ao Governo Federal nas decisões que poderiam afetar direta ou indiretamente a indústria fosfateira em seu nascedouro.

Outro fato marcante da década de 70, ao final de sua segunda metade, foi a criação do Centro de Estudos de Fertilizantes - CEFER, dentro do IPT, buscando congregiar recursos públicos e privados na pesquisa de alternativas tecnológicas mais condizentes com a realidade brasileira, principalmente em face de estudos agrônômicos realizados pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA.

O CEFER foi responsável por excelentes estudos no campo da produção de fertilizantes não tradicionais, com ênfase nos termofosfatos, tendo sua posterior extinção, ao final da década de 80, ocasionado profunda lacuna tecnológica que perdura até os dias de hoje.

Em termos de legislação pertinente ao setor, o período 1975-1988 também foi bastante prolífero em modificações. Convém lembrar que desde 1974, com o brutal crescimento do déficit comercial brasileiro, já tinham sido elevadas em 100% as alíquotas do imposto de importação relativas a bens de consumo de uso restrito ou supérfluo e canceladas todas as isenções tarifárias concedidas pelo Conselho de Política Aduaneira - CPA, inclusive as relativas a matérias-primas e insumos industriais. (Resolução CPA nº 2.203, de 25 de junho de 1974)

Além disso, foram estabelecidas restrições às importações financiadas, limitadas as Guias de Importação para prazos variando de 90 a 180 dias, conforme o caso, e estabelecidas restrições à importação ou aquisição interna de bens de consumo estrangeiro por órgãos da administração pública. (Decreto nº 74.908, de 19 de novembro de 1974)

Ao final de 1974, o Conselho de Desenvolvimento Industrial - CDI, vinculado ao Ministério da Indústria e do Comércio - MIC, divulgou sua Resolução nº 85, de 12 de dezembro, subordinando a aprovação de projetos em sua área de atuação a critérios seletivos, tais como: substituição de importações, intensificação do consumo de insumos nacionais, aumento na exportação nacional etc.

Em 16 de julho de 1975, o Banco Central do Brasil publicou a Resolução nº 331, instituindo o "depósito prévio" do valor da mercadoria a ser importada, que ficaria "congelado" pelo prazo de 180 dias. Segundo SILVA (1979) as violentas restrições às importações decorreram da duplicação do valor importado em 1974 (FOB = US\$ 12.530 milhões) com relação a 1973 (FOB = US\$ 6.192 milhões), o que resultou num déficit de US\$ 4,6 bilhões no balanço comercial interno.

Foi nesse cenário de altos preços internacionais e de dificuldades internas de importação que teve início o grande crescimento da indústria nacional de rocha fosfática, possibilitado, vale a pena repetir, por dispor o país de tecnologia adequada aos depósitos de apatita existentes em chaminés.

É interessante também salientar que o sistema de isenções contingenciadas (importação sem ônus tarifário, desde que complementar à produção nacional), embora vigente desde 1966 (Lei nº 5.067), teve seu ápice durante a segunda metade da década de 70. O Conselho de Política Aduaneira - CPA e a Carteira de Comércio Exterior do Banco do Brasil - CACEX, foram os órgãos do governo responsáveis pelo controle do sistema. Coube ao Conselho Interministerial de Preços - CIP o controle sobre o preço da rocha fosfática produzida no país.

Durante cerca de uma década, até 1988, a indústria de fertilizantes fosfatados, como de resto boa parcela do parque produtivo nacional, contaram com um tratamento diferenciado e

níveis de proteção tarifária que permitiram suportar custos industriais internos mais elevados que no exterior.

Isto não impediu, no entanto, que no primeiro quinquênio dos anos 80 a indústria de fertilizantes fosfatados encolhesse dramaticamente a produção e operasse com resultados financeiros bastante desfavoráveis, fato que se repetiu na segunda metade da década, apesar de ligeira melhora, a qual não permitiu a eliminação de uma capacidade ociosa elevada.

Frise-se, porém, que os preços internacionais de fertilizantes fosfatados, mesmo após o segundo choque do petróleo (1979) se mantiveram, para o Brasil, em níveis reais inferiores ao período 72/74, quando foi tomada a decisão de se buscar a auto-suficiência em rochas fosfáticas. (IBRAFOS, 1991)

Além dos preços internacionais mais baixos, a indústria brasileira de fertilizantes fosfatados também foi atingida pelo que se convencionou chamar "a década perdida", ou seja, dos primórdios dos anos 80 ao início dos anos 90. Segundo dados da ANDA, o consumo aparente de fertilizantes fosfatados, em 1990, foi de 1.173 mil toneladas (em  $P_2O_5$ ), contra 1.985 mil toneladas, em 1980, equivalendo a uma redução de cerca de 40%, na década. (RAPPEL e LOIOLA, 1993)

Durante o período em análise (1975-1988) entraram em produção no país diversos projetos de rocha fosfática e de ácido fosfórico, constantes nas Tabelas 3 e 4, a seguir.

**Tabela 3 - Projetos de produção de rocha fosfática**

Empresa	Localização	Início de Operação	Capacidade em $10^3$ /ano de $P_2O_5$
Arafertil	Araxá - MG	1977	374(*)
Fosfertil	Tapira - MG	1979	455
	Patos de Minas - MG	1976	46
Copebrás	Catalão - GO	1979	233
Goiasfertil	Catalão - GO	1982	288
Trevo	Lagamar- MG	1984	50
<b>TOTAL</b>			<b>1.446</b>

(\*) Inclui produção de fosfato para aplicação direta e parcialmente acidulado.

Fonte : A Indústria de Fertilizantes Fosfatados no Brasil (IBRAFOS, 1991).

**Tabela 4 - Projetos de produção de ácido fosfórico**

Empresa	Localização	Início de Operação	Capacidade em $10^3$ /ano de $P_2O_5$
Copebrás	Cubatão - SP	1976	145
Fosfertil	Uberaba - MG	1980	375
ICC	Imbituba - SC	1980	110
<b>TOTAL</b>			<b>630</b>

Fonte : SILVA, G.A., Lopes, A.S. (1991).

Ao longo do período 1975-1988, segundo dados do IPT, mencionados por RAPPEL e LOIOLA (1993), a relação produção/consumo aparente de fósforo no Brasil passou de 51,40% para 93,01%, enquanto que, em termos exclusivos de rocha fosfática, salvo algumas importações motivadas exclusivamente por logística de transporte, desde 1982 o país tornara-se auto-suficiente. (ARMELIN, 1988)

A evolução da tecnologia de produção de concentrados fosfáticos no Brasil, no mesmo período, foi comentada por

ALVARENGA et al. (1988), salientando como principais inovações havidas:

- caracterização tecnológica sofisticada, voltada para o processo;
- desenvolvimento de reagentes de flotação e célula pneumática;
- utilização de ciclones de fundo plano na classificação;
- flotação de ultrafinos;
- flotação de barita;
- reflotação de rejeitos;
- ciclonagem de produtos da flotação;
- separação granulométrica de concentrados, com diferentes qualidades e usos;
- implantação de circuitos de pré-classificação e separação de finos naturais, e
- instalação de circuitos de separação magnética de baixo e alto campo."

No que diz respeito especialmente à flotação do fosfato, ARAÚJO (1994) fornece os seguintes dados referentes ao conjunto de companhias produtoras de concentrados, a saber: ARAFÉRTIL, COPEBRÁS, FOSFÉRTIL, GOIASFÉRTIL e SERRANA.

Dados Gerais	
Reserva total explotável	890 milhões de toneladas
Teor médio	8,2% de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
Teor do "Cut off"	5,1 de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
Vida útil da mineração	30 anos
Tonelagem anual alimentada	27 milhões de toneladas
Teor de alimentação da usina	10,2% de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
Teor do concentrado	36% de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
Capacidade de produção anual de concentrados	4,5 milhões de toneladas
Teores de Recuperação	
Remoção da magnetita	97,3%
Deslamagem	85,1%
Flotação	82,1%
Recuperação total	68%

São também indicadas no mesmo trabalho informações específicas sobre o circuito de flotação projetado e adotado em cada uma das companhias, que podem ser assim sumarizadas:

#### a) ARAFÉRTIL

1. Tipo de célula: WEMCO 8,4m<sup>3</sup> (300 pés<sup>3</sup>)

Em 1992 foi instalada a primeira coluna de flotação. No ano de 1994 o circuito convencional foi substituído por um novo circuito composto de quatro colunas de flotação retangulares.

2. Teor de alimentação da flotação: 5% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

#### 3. Composição mineralógica do minério:

Mineral	%
apatita	30,2
magnetita	9,8
micas	8,0
barita	3,0
gorceixita	11,2
quartzo	8,4
goethita	20,4
outros	9,0

4. Recuperação total: 65%

5. Dados gerais do circuito:

Flotação da barita, separação magnética de alta intensidade para remover óxido de ferro e hidróxidos do concentrado apatítico, colunas de flotação instaladas e em teste, esforços contínuos para processar minérios refratários.

#### b) COPEBRÁS

1. Tipo de célula: WEMCO 8,4m<sup>3</sup> (300 pés<sup>3</sup>)

2. Teor de alimentação da flotação: 21,5% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

3. Recuperação da flotação: 88%

4. Recuperação total: 70%

#### c) FOSFÉRTIL

1. Tipo de célula: WEMCO 8,4m<sup>3</sup> (300 pés<sup>3</sup>)

Atualmente estão em teste colunas de flotação retangulares

2. Teor de alimentação da flotação:  
finos: 10% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>



grossos: 12,6% de  $P_2O_5$

### 3. Composição mineralógica do minério

Mineral	%
apatita	19
calcita	3
anatásio	2
magnetita	18
micas/argilas	20
perovskita	2
piroxênio	14
serpentina	1
silex	5
outros	7

4. Recuperação da flotação: 80,2%

5. Recuperação total: 65,5%

#### d) GOIASFÉRTIL

1. Tipo de célula: WEMCO 8,4/14m<sup>3</sup> (300/500 pés<sup>3</sup>)

2. Teor de alimentação da flotação: 11% de  $P_2O_5$

3. Recuperação da flotação: 80%

4. Recuperação total: 65%

#### e) SERRANA

1. Tipo de célula: WEMCO FAGERGREN 1,7m<sup>3</sup> (60 pés<sup>3</sup>)

Pneumática (Serrana) 39m<sup>3</sup> (1.320 pés<sup>3</sup>)

2. Teor de alimentação da flotação: 5% de  $P_2O_5$

### 3. Composição mineralógica do minério:

Mineral	%
apatita	12
calcita	57
dolomita	21
magnetita	7
flogopita	2
outro	1

4. Recuperação da flotação: 86%

5. Recuperação total: 74%

Observação: O rejeito da flotação (calcário) alimenta uma fábrica de cimento

Como melhorias e otimização na operação dos processos, cita ainda o autor o uso de alguns reagentes nos circuitos de flotação de fosfatos, salientando como coletores o sarcosinato de sódio e o óleo de arroz, e como modificador o amido de milho.

Ainda em termos de melhorias tecnológicas nas pesquisas brasileiras sobre concentração de fosfato, LEAL FILHO et al. (1993) mencionam com destaque a atuação do Prof. Noé Chaves, da UFMG, no desenvolvimento do **Processo Arafertil**, juntamente com o Prof. Paulo Abib. Lembram, ainda, como avanço nas pesquisas sobre concentração de fosfato no Brasil, o processo de dupla flotação do Prof. José Luiz Beraldo, idealizado para o fosfato de Ipanema (SP); são mencionados também os estudos sobre a flotação reversa da calcita, para o minério fosfático-uranífero de Itaitaia (CE). Enfatizam em conclusão a participação da Paulo Abib Engenharia S.A. na concepção e implantação dos projetos Fosfertil e Goiásfertil, bem como ressaltam a base que os projetos de fosfato deram à formação de equipes técnicas que atuaram e atuam com sucesso nos mais diversos campos da engenharia mineral e do aperfeiçoamento profissional universitário.

Deve ser salientado que, ao longo do período estudado, todas as empresas produtoras de rocha fosfática, após consolidação dos investimentos realizados, dedicaram esforços prioritariamente na otimização dos custos de lavra e beneficiamento.

Ainda durante essa mesma fase, alguns acréscimos no investimento inicial responderam com excelentes resultados na produtividade. Segundo ALVARENGA et al. (1988), um novo dispêndio de 11% do investimento inicial resultou em aumento de produção da ordem de 1.300.000 toneladas por ano de concentrado, ou seja, 40% da produção inicial.

Em face aos acréscimos de produção, quer por alguns novos investimentos, quer por otimização de processos, a capacidade produtiva do parque industrial brasileiro de rocha fosfática, em 1988, atingiu, ainda segundo ALVARENGA et al. (1988), o expressivo número de 4.580.000 toneladas por ano, colocando o Brasil, na época, na qualidade de 6º maior produtor mundial de rocha, em função da capacidade instalada.

Em que pese a auto-suficiência obtida, muitas críticas foram e são feitas em função do maior custo da rocha fosfática nacional. Alguns, ingenuamente ou não, chegam a creditar à mesma dificuldades conjunturais vividas pela agricultura, no mesmo período, e com as quais nada tem a ver a rocha fosfática nacional.

Quanto ao maior custo do concentrado nacional, o assunto foi bem esclarecido na publicação "Comentários sobre a eficiência da indústria nacional de rocha fosfática" (IBRAFOS, 1984), comparando o minério brasileiro com diversos outros no exterior (Flórida, Marrocos e África do Sul). Concluiu-se, como não poderia deixar de ser, que a rocha nacional, sofrendo pesados investimentos recentes, tendo uma composição mineralógica complexa, subprodutos de pouco valor e menor teor de  $P_2O_5$  *in situ*, teria um custo FOB superior às demais, principalmente no período inicial de produção, quando ainda

não estão incorporadas otimizações de processo que só poderiam advir da operação continuada. Os dados da Tabela 5 são bem elucidativos:

**Tabela 5 - Comparação de custos de produção de alguns concentrados fosfáticos**

Origem/Itens	Brasil	Flórida	Marrocos	África do Sul
Custos Operacionais	27.79	21.64	10.94	18.96
Depreciação	11.82	9.70	6.02	7.97
Custos Industriais	39.61	31.34	16.96	26.93
Remuneração	22.64	16.14	7.42	15.12
Preço de Venda				
Calculado	62.25	47.48	24.38	42.05

Observações: 1. Preços em US\$/tonelada de concentrado.  
2. US\$ 1.00 = Cr\$ 250,00 - janeiro 1983.

Fonte: IBRAFOS, 1984 (opus cit.).

Porém, como a rocha nacional pode ser solubilizada no interior do país, inclusive por contar com a proximidade do mercado consumidor, seu preço final, mesmo sem os descontos trazidos pela otimização, é compatível com as rochas importadas, nas mesmas condições geográficas de solubilização. Tal fato já tinha sido realçado por ALBUQUERQUE (1979), lembrando, inclusive, que em 1977 o Brasil tinha sido o 5º maior produtor e consumidor mundial de fertilizantes fosfatados, muito embora ocupasse então a décima-sexta posição como produtor mundial de rocha.

O preço final da rocha, no entanto, não se constituiu em um empecilho à agricultura. Ao contrário, o controle do CIP, como mencionam ALVARENGA et al. (1988), fez com que os preços FOB despencassem para valores abaixo de US\$ 40.00 por tonelada, a partir de 1983, chegando a níveis inferiores aos próprios custos industriais de produção.

O mesmo fato é salientado por TELLES (1991) quando explicita a evolução anual dos índices de preços reais para matérias-primas, com base nos preços CIP - Vendas

Industriais, da qual está destacada, na Tabela 6, a evolução do índice para rocha fosfática, tomando-se como 100 o índice referente a 1980.

**Tabela 6 - Evolução anual dos índices de preços reais para rochas fosfáticas, preços CIP - Vendas Industriais**

ANO	ÍNDICE	ANO	ÍNDICE
1980	100,00	1985	65,32
1981	78,95	1986	60,19
1982	86,28	1987	49,66
1983	71,17	1988	49,26
1984	68,82	1989	34,93

Observação: Data-base = dezembro 1980

Fonte : TELLES, A.F.N. (1991)

Comparando-se tal série de índices com evolução idêntica para os preços reais de fertilizantes, verifica-se que, embora os últimos também tenham sido reprimidos ao longo do período, tal repressão foi inferior à sofrida pela rocha fosfática, conforme pode ser visto na Tabela 7, ou seja, de todos os macronutrientes foi o fósforo o mais atingido pelo controle de preços.

**Tabela 7 - Evolução anual dos índices de preços reais de fertilizantes**

ANO	ÍNDICE	ANO	ÍNDICE
1980	100,00	1985	90,59
1981	93,81	1986	67,30
1982	92,35	1987	52,10
1983	86,09	1988	50,46
1984	90,94	1989	45,41

Observação: Data-base = dezembro 1980

Fonte : TELLES, A.F.N. (1991)

Fica assim demonstrado que, se ocorreram problemas outros, principalmente no que diz respeito ao crédito rural total

para financiamento da atividade agrícola, tais dificuldades não podem ter a rocha fosfática nacional como vilão mais fácil de ser apontado.

O excessivo e rígido controle governamental sobre os preços dos fertilizantes fosfatados, iniciando-se pela rocha, ocasionou, segundo o IBRAFOS (1991), uma freqüente defasagem em relação aos custos de produção, trazendo uma conseqüente inibição da iniciativa privada, em participar mais efetivamente no crescimento do setor, bem como em ampliar o aprimoramento tecnológico e buscar novas tecnologias para tornar o setor melhor estruturado e competitivo.

A par da retração da iniciativa privada houve o crescimento da participação estatal no setor e, a partir de 1984, o então constituído Grupo PETROFÉRTIL passou a exercer o controle de forma integrada das operações de suas filiais FOSFÉRTIL, GOIASFÉRTIL, ICC, NITROFÉRTIL e ULTRAFÉRTIL, além de continuar participando nas empresas coligadas ARAFÉRTIL e INDAG.

Essa falta de motivação do setor privado em novos investimentos, e a constante manutenção de déficit operacional na empresa estatal, não deve ter sido a única causa, porém, certamente, muito contribuiu para o desinteresse pela pesquisa tecnológica, levando, inclusive, ao fechamento do CEFER, ao final da década.

Em 1986, com a implementação do Plano Cruzado, todo o setor produtivo foi afetado, numa tentativa sem sucesso de ajustamento interno e combate à inflação, tendo sido a produção nacional de rocha fosfática ainda mais atingida, como pode ser visualizado na Tabela 6 já mencionada.

Apesar das dificuldades enfrentadas pelos produtores, dias mais difíceis ainda viriam a seguir, quando, em 1988, o então Ministro da Economia, Mailson da Nóbrega, promoveu uma

grande abertura do setor ao mercado externo, reduzindo significativamente as tarifas alfandegárias então vigentes.

Naquela ocasião, as tarifas para importação de rocha fosfática e de ácido fosfórico passaram, respectivamente, de 30% para 15%, e de 45% para 15%, havendo, em contrapartida, uma maior flexibilização sobre o controle de preços de matérias-primas e fertilizantes no mercado interno (IBRAFOS, 1991), apesar de não ter havido reaquecimento no setor em face do panorama recessivo vigente.

Ao final de 1988, em termos nacionais, existia a distribuição mostrada na Tabela 8, com relação à produção de rocha fosfática, ácido fosfórico e fertilizantes fosfatados, em função do capital privado e da participação estatal.

**Tabela 8 - Capacidade instalada por origem do capital (em %) ano 1988**

PRODUTO	INICIATIVA PRIVADA	CAPITAL ESTATAL	CAPACIDADE EM 10 <sup>3</sup> /ano
Rocha Fosfática	27,0	73,0	4.822
Ácido Sulfúrico	40,9	59,1	3.232
Ácido Fosfórico	34,8	65,2	854
Fertilizantes Fosfatados	77,6	22,4	3.021

Fonte : Elaborada a partir de dados fornecidos em TELLES, A.F.N. - 1991

Portanto, ao encerramento do ciclo em apreço, a participação estatal era majoritária na produção de rocha fosfática (em quase três quartos), e na produção de ácidos sulfúrico e fosfórico; a iniciativa privada dominava (neste caso em mais de três quartos) a produção de fertilizantes fosfatados, para uso simples ou em misturas.

As inversões globais na produção de rocha fosfática, tanto de origem privada quanto estatal, somaram US\$ 780 milhões (DE FELIPPE JR., 1990), o que equivale, para uma capacidade de produção de 4.822 x 10<sup>3</sup> toneladas por ano, a um

investimento de aproximadamente US\$ 162.00, por tonelada de concentrado produzido, por ano.

Segundo MIGLIAVADA (1981), o investimento por tonelada de concentrado produzido, por ano, se situava em cerca de US\$ 154.00 porém, na época da referência, as inversões globais estavam em US\$ 527 milhões, para uma capacidade nominal de 3.400.000 toneladas por ano.

De qualquer forma, o próprio MIGLIAVADA (opus cit.) informa que nas pesquisas de custos efetuadas nos Estados Unidos foram detectados três custos básicos para o investimento por tonelada de concentrado produzido por ano:

US\$ 50.00	na ampliação da produção, em áreas já sob exploração, na Flórida;
US\$ 70.00	idem, na Carolina do Norte;
US\$ 100.00	em áreas novas, na Flórida.

Vale aqui repetir que, para a obtenção de determinada tonelagem de concentrado, o minério nacional requer maior volume de material extraído e processado do que o minério da Flórida; o fluxograma da concentração no Brasil é mais complexo, os custos de obras civis e equipamentos são aqui mais altos, além dos projetos nacionais arcarem, na maioria das vezes, com custos de infra-estrutura não computados no exterior.

Além disso, mesmo em áreas novas na Flórida, os mineradores podem contar com um apoio logístico, absolutamente inexistente no caso dos projetos pioneiros implantados no Brasil.

Merece realce também o fato da produção nacional de rocha fosfática, ainda no dizer de MIGLIAVADA (1981), proporcionar somente naquele ano uma "desimportação" de US\$ 283

milhões, ou seja, o valor que seria remetido ao exterior caso fosse importado o volume de rocha produzido no país.

#### 4.4 De 1989 aos Dias Atuais

Em 1989 continuou a política de maior abertura da economia nacional para o exterior, e o setor de fertilizantes, com ênfase especial na produção de rochas fosfáticas e fosfatados intermediários, exigiu ajustes especiais a fim de manter competitividade dentro de um segmento superofertado. Já tinha sido iniciada, a partir de 1987 (TELLES, 1991), uma queda no consumo aparente de fertilizantes, além de que, com o Plano Cruzado (1986), os preços dos fertilizantes foram congelados em níveis reais 30% inferiores aos de 1980.

Saliente-se também que no período da safra 1987/88 tinha entrado em vigor o chamado **preço de intervenção**, o qual representava o valor máximo do produto no mercado interno; quando atingido, seriam acionados os estoques governamentais ou, na sua ausência, autorizadas importações dentro daquele limite de preços, para o produto internado (Resolução nº 155 do Conselho Nacional de Comércio Exterior - CONCEX). Havia portanto um balizamento de preços para o setor agrícola, não acontecendo o mesmo para os fertilizantes.

No entanto, situações mais drásticas ainda estavam por vir. Com o advento das medidas econômicas do Governo Collor, as tarifas de importação de fertilizantes, já reduzidas em 1988, sofreram novas reduções em 1990 (duas no mesmo ano). A Tabela 9, a seguir, explicita tais reduções.

**Tabela 9 - Evolução da política tarifária sobre matérias-primas para fertilizantes e fertilizantes básicos importados, em percentual do preço de venda CIF - portos brasileiros**

PRODUTOS	Até 1988	Após 1988	Agosto 1990	Setembro 1990
Ácido Fosfórico	45	15	10	5
Ácido Sulfúrico	30	5	0	0
Amônia Anidra	45	10	0	0
Fosfato Diamônio	50	25	20	10
Fosfato Monoamônio	50	25	20	10
Rocha Fosfática	30	15	10	0
Superfosfato Simples	5	5	0	0
Superfosfato Triplo	40	25	20	10
Uréia Fertilizante	50	25	20	10

Fonte : A Indústria de Fertilizantes Fosfatados no Brasil (IBRAFOS, 1991).

Conquanto em janeiro de 1991 (IBRAFOS, opus cit.), com exceção do ácido sulfúrico, da amônia anidra e da uréia fertilizante, os demais produtos tenham tido um acréscimo tarifário de cinco pontos percentuais, as decisões adotadas pelo governo levaram o setor praticamente a um estado de insolvência, com redução dos níveis de produção, descontinuidade operacional, e até desativação de empresas.

A Tabela 10, elaborada pelo IBRAFOS, mostra os efeitos de tais medidas ao longo do período 1989/1991, salientando-se ainda que nesse mesmo intervalo o quadro de pessoal do setor foi reduzido em 27%, principalmente em mão-de-obra especializada, tendo sido mais atingidos os centros ou núcleos de pesquisas tecnológicas ainda existentes nas empresas.

**Tabela 10 - Redução nas atividades do setor produtivo nacional de matérias-primas para fertilizantes e fertilizantes básicos**

Empresa	Localização da Unidade	Produtos	Capacid. 10 <sup>3</sup> t/ano	Situação Vigente	
FOSFÉRTIL	Patos de Minas	FOSNAT/ FONAP	190	Descontinuada	1990
ARAFÉRTIL	Araxá	Rocha Fosfática	880	Redução 40%	1990
	Araxá	FAPS	100	Descontinuada	1989
QUIMBRASIL	Santo André	SSP/TSP	120	Desativada	1989
	Jacupiranga	Rocha Fosfática	680	Redução 60%	1990
	Jacupiranga	Ácido Fosfórico	120	Redução 50%	1990
COPEBRÁS	Jacupiranga	MAP	120	Descontinuada	1990
	Cubatão	Ácido Fosfórico	145	Redução 30%	1990
	Cubatão	TSP/MAP	300	Redução 30%	1990
CRA	Catalão	Rocha Fosfática	630	Redução 20%	1990
	Rio Grande	Granulação	220	Desativada	1990
	Porto Alegre	SSP/TSP	260	Desativada	1990
FERTISUL	Porto Alegre	MAP	100	Desativada	1990
	São Paulo	Granulação	180	Desativada	1989
ICC (*)	Imbituba	Ácido Fosfórico	110	Redução 40%	1991
FOSFANIL	Mauá	SSP/ Granulação	120	Desativada	1991
TREVO	Lagamar	Rocha Fosfática	150	Descontinuada	1991

(\*) Atualmente Desativada

Fonte : IBRAFOS, 1991 (opus cit. )

Em termos de rocha fosfática e ácido fosfórico, o Grupo PETROFÉRTIL foi o mais atingido, de vez que era responsável por cerca de 45% do P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> produzido no Brasil, sob a forma de rocha fosfática, e respondia pela produção de quase 70% do ácido fosfórico nacional. Saliente-se, ainda, que o período inicial dos anos 90 coincidiu com grandes mudanças na Europa Oriental, acarretando uma queda de consumo de fertilizantes na região (PETROFÉRTIL, 1993) da ordem de 53%, entre 1990 e 1992, determinando, portanto, um grande superavit de

matérias-primas e intermediárias procurando mercados alternativos.

Em 1990, muito embora a capacidade brasileira de produção de fertilizantes fosse 45% superior àquela existente em 1977, os níveis de consumo aparente foram os mesmos: 3.029 mil toneladas de nutrientes, em 1977, e 3.178 mil toneladas, em 1990. (RAPPEL e LOIOLA, 1993)

A par de tal retração, dados divulgados pelo IBRAFOS mostram que no período 90/91 o custo de produção de uma tonelada de rocha fosfática nacional, FOB - Fábrica, ficava em US\$ 35.63, enquanto o ácido fosfórico estava no patamar de US\$ 333.00 por tonelada, FOB - Fábrica. Para efeito de comparação, o produto americano, respectivamente, custava US\$ 18.02 e US\$ 221.00 por tonelada, FOB - Fábrica, já que os Estados Unidos dispõem de melhores depósitos de fosfato e produção interna de enxofre.

O mesmo estudo divulgado pelo IBRAFOS (1991) mostra a gravidade do que ocorreu em 1990, lembrando que a redução de alquotas, em 1988, foi menos traumática, de vez que os preços internacionais estavam ajustados. Já em 1990, o mercado internacional, completamente desestruturado, apresentava preços até abaixo do custo, o que colocou a indústria nacional em sérias dificuldades.

Principalmente o grupo PETROFÉRTIL, como maior produtor, foi duramente atingido. Vale salientar que o mesmo grupo já tinha sofrido anteriormente dois importantes impactos negativos: a absorção determinada pelo governo federal do discutível projeto da ICC (1978) e a saída da ULTRAFÉRTIL (1982) do mercado de venda ao consumidor final, onde conseguia bons resultados financeiros.

Assim sendo, o lançamento do Programa Nacional de Desestatização - PND (Lei 8.031/90), que determinou a saída do governo federal de atividades produtivas diversas, tendo

sido incluídas no mesmo as atividades do grupo PETROFÉRTIL, foi bem recebido pela PETROBRÁS, já que a conjuntura só iria trazer à empresa-mãe necessidade de novos aportes de capital para contornar o agravamento da crise existente.

Aliás, a respeito de investimentos da PETROBRÁS no setor de fertilizantes, RAPPEL e LOIOLA (1993) lembram que, entre 1977 e 1982, foram por ela investidos US\$ 964 milhões na construção de novos complexos de nitrogenados e complementação dos fosfatados, anteriormente iniciados. A partir de então, os investimentos da PETROBRÁS, no grupo PETROFÉRTIL, foram limitados a necessidades urgentes de reposições e reformas, melhorias operacionais e proteção ambiental. Entre 1983 e 1988 foram investidos US\$ 306 milhões em modernização, consolidação e manutenção dos onze complexos industriais e terminais marítimos gerenciados pelo grupo. Já entre 1989 e 1991 a aplicação foi de US\$ 58 milhões.

É interessante notar que, enquanto a direção da PETROBRÁS aceitava e até estimulava o andamento do processo de privatização do grupo PETROFÉRTIL, com exceção dos nitrogenados, o corpo funcional da empresa se posicionava contra a determinação. A Associação dos Engenheiros da PETROBRÁS - AEPET chegou a divulgar um manifesto intitulado: "Privatização da PETROFÉRTIL: um retrocesso para a agricultura nacional", o qual explicitava diversos argumentos contrários ao processo de privatização então deflagrado.

Entre outros argumentos, a AEPET chamava a atenção para o montante dos investimentos que deveriam ser aportados para manter o crescimento da indústria, a possibilidade de práticas oligopolísticas, prejudicando os pequenos e micro misturadores que atendiam grande parte dos pequenos agricultores voltados para o abastecimento interno, notadamente os centros urbanos, bem como o perigo da transação ter caráter meramente especulativo, ou seja, os futuros compradores serem atraídos

pelos valores mínimos atribuídos às empresas (segundo a AEPET aviltados), não tendo no futuro condições de manter a produção de fertilizantes básicos, o que acarretaria o desmantelamento do atual parque industrial implantado.

Apesar dessa e de algumas outras manifestações contrárias, o PND, no que diz respeito ao setor de fertilizantes, teve prosseguimento ao longo do período 90/94, ocorrendo o seguinte cronograma de alienação das empresas do grupo PETROFÉRTIL: INDAG (janeiro/92); FOSFÉRTIL (agosto/92); GOIASFÉRTIL (outubro/92); ULTRAFÉRTIL (junho/93) e ARAFÉRTIL (abril/94), estando a ICC em processo de liquidação.

Com exceção das participações da PETROFÉRTIL na INDAG e na ARAFÉRTIL, compradas pelos outros acionistas de cada empresa, as demais unidades industriais foram adquiridas, com maioria acionária, pelo grupo FERTIFÓS do qual faziam parte a Manah, IAP, Solorríco, Takenaka, Fertibrás, Fertipar, Fertiza e CAC (posteriormente substituída), além de acionistas menores do ramo de fertilizantes totalizando 2,2% do capital.

Em 24.06.93, através do Decreto nº 844, a PETROFÉRTIL e sua controlada NITROFÉRTIL foram excluídas do PND, sendo incorporadas diretamente à PETROBRÁS todas as suas atividades industriais e comerciais ligadas ao abastecimento de nitrogenados, perdendo assim a PETROFÉRTIL qualquer característica de *holding* do setor de fertilizantes, no sistema PETROBRÁS.

A FOSFÉRTIL foi privatizada, através de leilão, em 12 de agosto de 1992, pelo valor de US\$ 235 milhões, ficando assim a sua composição acionária: FERTIFÓS - Administração e Participações S.A. (55,71%), grupo Sul América (12,66%), Companhia Vale do Rio Doce (11,51%), empregados da antiga FOSFÉRTIL (10,00%), Banco Bamerindus (6,01%), Banco América do Sul (1,37%), e diversos (2,74%).

A privatização da GOIASFÉRTIL, ocorrida em outubro de 1992, teve a FOSFÉRTIL como adquirente (89,99% do capital), pelo preço mínimo estipulado pelo governo federal, ou seja, US\$ 12,7 milhões. Os empregados da antiga GOIASFÉRTIL ficaram com 8,52% do capital e a própria FOSFÉRTIL, posteriormente, adquiriu o restante (1,49%).

Em junho de 1993, mais uma vez, a FOSFÉRTIL foi vencedora na privatização da ULTRAFÉRTIL, vendida por US\$ 226 milhões, sem ágio. Coube 90% do capital à FOSFÉRTIL, enquanto que os empregados da antiga ULTRAFÉRTIL adquiriram os restantes 10%.

Atualmente todo o setor de fertilizantes fosfatados está privatizado, constituindo-se a FOSFÉRTIL na maior empresa de fertilizantes fosfatados da América Latina. Os nitrogenados continuam sob o comando da PETROBRÁS, e os potássicos, cuja única expressão nacional é a mineração em Rosário do Catete, SE, têm sua produção feita pela CVRD, através de contrato firmado entre essa empresa e a PETROBRÁS, detentora dos direitos de lavra.

Quanto às tarifas de importação para as matérias-primas e fertilizantes básicos fosfatados, as mesmas estão assim estabelecidas: ácido fosfórico (4%), ácido sulfúrico (4%), amônia anidra (4%), fosfato diamônio (6%), fosfato monoamônio (6%), rocha fosfática (zero), superfosfato simples (6%), superfosfato triplo (6%) e termofosfato (zero).

Segundo entrevista do atual Diretor Superintendente da FOSFÉRTIL, Mário A. Barbosa Neto, publicada no jornal *Gazeta Mercantil*, em 15 de março do corrente ano, a privatização foi amplamente salutar à empresa. Os custos fixos foram diminuídos de US\$ 68 milhões (1992) para US\$ 37 milhões (1993). Além disso, foram renegociados inúmeros contratos de fornecimento e transporte de matérias-primas e produtos, melhorada a informatização, concedidos descontos para retirada de fertilizantes fora da época de pico, bem como a

operação do complexo mina/usina (Tapira/Uberaba) foi feita à máxima capacidade. Foram também reduzidos os níveis hierárquicos do pessoal empregado e efetuada diminuição no quadro efetivo (2.000 para 1.200 pessoas), apesar da incorporação de duas novas unidades: uma misturadora e uma fábrica para granulação com capacidade de 200 mil toneladas por ano.

Com relação à GOIASFÉRTIL e à ULTRAFÉRTIL, de acordo com a mesma reportagem, também ocorreram melhorias. A primeira, em 1993, apresentou o lucro de US\$ 3,5 milhões, o primeiro em sua história, passando em 1994 para US\$ 6 milhões. A ULTRAFÉRTIL, por sua vez, teve custos fixos reduzidos de US\$ 115,4 milhões, em 1993, para US\$ 92,7 milhões, em 1994; a renegociação de contratos de serviço economizou mais de US\$ 8,5 milhões e o quadro de pessoal baixou de 1.800 pessoas, em 1993, para 1.350, em 1994.

Assim, o balanço consolidado das três empresas apresentou, em 1993, um lucro de US\$ 12 milhões, para um faturamento de US\$ 332 milhões. Em 1994, o lucro líquido foi de US\$ 113 milhões, com o faturamento atingindo os US\$ 628 milhões.

Muito embora os atuais acionistas da FOSFÉRTIL, operando na área de fertilizantes, não gozem de favores diferentes dos demais clientes, no que toca a preços e condições de pagamento, são os mesmos responsáveis por cerca de cinquenta por cento das vendas globais da empresa, o que garante à mesma um nível mínimo de absorção da produção, fato que não ocorria antes da privatização.

Tal observação não é uma crítica ao processo de privatização; ao contrário, vem em seu favor. A continuação da produção estatal dentro de um mercado absolutamente incerto, com preços deprimidos, sem proteção alfandegária e sem quaisquer compromissos com possíveis compradores, certamente redundaria em novos prejuízos, independentemente



da administração que fosse dada à empresa. Uma administração ineficiente apenas aumentaria prejuízos, na proporção direta de sua má gestão.

Certamente não escapará a qualquer observador da produção nacional de fertilizantes fosfatados o fato de que grandes e médios grupos produtores, para não citar a grande maioria numérica de pequenos produtores, não são acionistas da FOSFÉRTIL.

Empresas como, por exemplo, TREVO, COPAS, FERTISUL, ELEKEIROZ, GALVANI, FOSPAR, DEFER e PROFÉRTIL certamente usarão seu poder de pressão para manter baixos os níveis tarifários de matérias-primas e fertilizantes básicos, obrigando as empresas privatizadas a uma permanente busca de maior eficiência, o que não deixa de ser positivo.

Ao governo federal deverá caber, fundamentalmente, a monitoração dos preços dos fosfatados importados, evitando a ocorrência de prática de *dumping* que possa por em risco a sobrevivência da empresa nacional, porém, sem se imiscuir em outras ações que interfiram na sadia concorrência de mercado.

As intervenções governamentais, de ora em frente, e mais do que antes, têm que ser muito bem planejadas e executadas para que não se corra o risco, por um lado, de priorizar a indústria estrangeira em detrimento da indústria doméstica, e, por outro, a título de proteção da indústria nacional, propiciar, até inconscientemente, a adoção de práticas oligopolísticas.

Pela estimativas do DNPM (Brasil Mineral, julho de 1995) a produção de rocha fosfática no país, em 1994, para uso industrial, foi de cerca de 3,533 milhões de toneladas, ou seja, 3,35% superior àquela registrada em 1993, quando foram produzidas 3,419 milhões de toneladas. Em termos de produção de rocha para diversos fins (solubilização, aplicação direta, parcialmente acidulado) a liderança foi da FOSFÉRTIL (1,525 milhão de toneladas), seguindo-se a ARAFÉRTIL (722,2

mil toneladas), a GOIASFÉRTIL (697,5 mil toneladas), a COPEBRÁS (503,2 mil toneladas) e a SERRANA (356 mil toneladas).

Prevê-se que os atuais níveis de produção fiquem mais ou menos constantes a curto e médio prazos, seja pela estabilização do mercado, seja pela ausência de projetos de ampliação das capacidades existentes. Os novos investimentos em fertilizantes, além de bastante reduzidos, são destinados, segundo pesquisa de campo de RAPPEL e LOIOLA (1993), à modernização produtiva (85,7%), destinando-se muito pouco (14,3%) a ampliações.

Os dados se referem ao setor como um todo; quanto à rocha fosfática, o único empreendimento previsto atualmente é o da BAFÉRTIL - Bahia Fertilizantes Ltda, que venceu uma licitação da CBPM - Companhia Baiana de Pesquisa Mineral para implantar e operar um complexo de mineração/industrialização a partir da jazida de Irecê-BA. As reservas lavráveis locais são de 4,3 milhões de toneladas de minério, e o empreendimento previsto, para a produção de concentrado e obtenção de 100 mil toneladas por ano de superfosfato simples, é estimado em US\$ 10 milhões.

## 5. ALTERNATIVAS PARA O CRESCIMENTO DA INDÚSTRIA BRASILEIRA DE FERTILIZANTES FOSFATADOS

A discussão de alternativas para o crescimento da indústria brasileira de fertilizantes fosfatados passa pela análise de alguns fatos concretos, muitos absolutamente imutáveis, que interagem nos equacionamentos pretendidos:

- a rocha fosfática nacional tem um beneficiamento mais complexo que as rochas de origem sedimentar, as quais dominam o mercado internacional, e para as mesmas foram desenvolvidas as tecnologias disponíveis para solubilização;
- em geral, o uso de fertilizantes, é sazonal, concentrando-se, no Brasil, no segundo semestre;
- a sazonalidade para o uso de fertilizantes no Brasil é inversa à do Hemisfério Norte;
- o custo da rocha nacional, embora bastante diminuído ao longo da década de 80, ainda tem boas possibilidades de queda, principalmente via automação de processos;
- o mercado internacional, a curto e médio prazos, ainda estará bastante ofertado, provocando contenção de preços em baixos patamares;
- a privatização da indústria de fertilizantes fosfatados no Brasil é irreversível;
- o aumento da produção de grãos no Brasil deverá ser fruto do aumento da produtividade agrícola, na qual os fertilizantes desempenham um papel ímpar;

- não existem políticas industrial e/ou agrícola definidas que permitam balizamentos para o setor de fertilizantes, absolutamente dependente das mesmas, e
- o denominado "custo Brasil", com a racionalização dos serviços e da tributação, tende a diminuir ao longo do tempo.

Inicialmente, com relação à indústria mundial de fertilizantes em geral, tecnologicamente madura, na apreciação de RAPPEL e LOIOLA (1993), não há perspectivas de mudanças radicais, e os melhoramentos esperados deverão ocorrer nas seguintes áreas:

- *formas e níveis de interação dos fertilizantes com o meio ambiente, para se atender às novas regulamentações ambientais;*
- *produtos alternativos (fertilizantes de liberação lenta, fertilizantes líquidos, nitrofosfatos);*
- *fertilizantes adequados às necessidades tropicais e subtropicais;*
- *catalisadores mais ativos e resistentes;*
- *maior produtividade industrial, via automação, e*
- *melhoria da qualidade dos produtos finais, com especificações mais rígidas."*

Ainda em termos mundiais, especialmente com relação aos fertilizantes fosfatados, os quais utilizam mais de 90% da rocha fosfática produzida, alguns aspectos merecem consideração:

- a desorganização da antiga União Soviética fez cair os níveis de consumo interno de fosfatados, criando

excedentes exportáveis, que foram vendidos a preços rebaixados;

- caso as Comunidades Independentes, aí incluída a Rússia, não aumentem sua utilização de fosfatados, aliada à de outros nutrientes, serão obrigadas a importar alimentos, transferindo o acréscimo de uso de fertilizantes para outras regiões;
- deve ser lembrado que a Ucrânia, antes da implantação do comunismo, era um dos grandes celeiros da Europa; é provável um retorno à antiga condição, com ampliação local do uso de fertilizantes, e
- a maior concentração de cádmio em rochas fosfáticas de origem sedimentar, acarretando altos níveis desse metal pesado em fertilizantes fosfatados, absorvidos pelos vegetais, ou em fosfatados usados na alimentação animal, facilita o *marketing* da rocha ígnea que possui pouco ou nenhum cádmio.

É portanto bastante aceitável que a compressão internacional de preços, para os fertilizantes fosfatados e para a rocha fosfática, receba um certo alívio a partir de 1996, não só pela possível reorganização do mercado na antiga União Soviética, como, ainda, pela rígida monitoração dos teores de cádmio, inclusive no gesso fosfórico, o que obrigará os produtores que utilizam rochas sedimentares a custos adicionais de controle.

Sob esses aspectos, a rocha nacional e os fertilizantes fosfatados dela obtidos serão duplamente beneficiados, seja pelo menor impacto de preços em forma de *dumping*, seja pela ausência de cádmio nos fosfatados nacionais.

No entanto, em que pesem possibilidades futuras mais otimistas, à maneira atual, não se pode abandonar a busca de produtos alternativos e mais adequados às necessidades brasi-

leiras. Tal problemática foi bem abordada por MALAVOLTA (1980) e GOEDERT EL AL. (1986), os quais defendem uma interação entre os processos minero-químicos e as pesquisas agrônômicas, à procura de novas e mais viáveis alternativas de fertilizantes fosfatados.

A Tabela 11, a seguir, contendo dados de MALAVOLTA é, ao mesmo tempo, um brado de alerta a favor da conservação do fosfato, para o qual não há substituto, e um chamamento tecnológico à otimização da indústria de fertilizantes fosfatados, em todas as suas etapas, especialmente no Brasil.

Tabela 11 - Aproveitamento do fósforo ( $P_2O_5$ )

Etapa	Rendimento (%)	Rendimento Acumulado (%)
Prospecção	100	100
Lavra	85	85
Beneficiamento	60	51
Manuseio e transporte de concentrado	95 - 98	48 - 49
Industrialização	90 - 97	43 - 50
Manuseio e transporte do fertilizante	95 - 98	41 - 48
Assimilação pelas culturas	5 - 30	2 - 14

Fonte : MALAVOLTA, E. - Nutrição Mineral e Adubação de Plantas Cultivadas. In: Seminário Nacional sobre Política de Fertilizantes - 1980.

É bem verdade que se pode argumentar que na referida Tabela 11 o índice 100 partiu de reservas geológicas, quando seria mais correto partir da lavra, ou seja, o índice 100 deveria se referir às reservas realmente lavráveis. No entanto, se for feito o cálculo nessa última base, os rendimentos acumulados, referentes à assimilação pelas culturas, continuarão baixos, variando entre 2,5% e 16,5%.

Uma análise mais detalhada da mesma Tabela 11 mostra que, embora existam perdas na industrialização, no manuseio e transporte dos concentrados e fertilizantes fosfatados, as

grandes deficiências estão na assimilação pelas culturas, em primeiro lugar, e no beneficiamento.

Quanto à assimilação pelas culturas, é óbvio que existe a absoluta necessidade de um programa interativo entre a pesquisa sobre a produção de fertilizantes e a pesquisa agrônômica decorrente da utilização dos mesmos. No momento atual, quer do ponto de vista privado, quer do ponto de vista de governo, tais pesquisas estão bem aquém das necessidades, quando não totalmente abandonadas, perdendo-se a continuidade de excelentes trabalhos realizados por pesquisadores como PONCHIO (1978), LIMA NETO (1978 e 1985), GUARDANI (1978 e 1980), COELHO ET AL. (1982), RAIJ (1983), CABALA-ROSAND E GOEDERT (1985) e SILVA et al. (1985).

Na iniciativa privada, principalmente por conta dos preços deprimidos, houve redução de atividades e de pessoal, sendo que na área de pesquisa o corte foi extremamente maior, se comparado com a área de produção. No setor governamental, fundamentalmente, o fechamento do CEFER e a queda de recursos da EMBRAPA também alimentam a manutenção do impasse que persiste com relação aos fertilizantes fosfatados: buscar possíveis alternativas que viabilizem, em nossos tipos de solos, uma maior assimilação pelas culturas do fósforo contido em nossos tipos de rochas.

Tal constatação é mais grave ao se verificar que uma correta política de P&D, deveria ser: dominada a fase de concentração da rocha nacional, dentro dos padrões existentes de solubilização convencional, torna-se absolutamente necessária a continuação de pesquisas que viabilizem rotas tecnológicas minerárias/agronômicas mais indicadas aos minérios fosfáticos e aos solos brasileiros.

É compreensível que a ação governamental dedique maior atenção a questões de premente cunho social no entanto, será ingênuo pressupor que tais estudos venham a ser feitos

exclusivamente pela iniciativa privada, com todas as suas atenções voltadas a problemas de curto prazo, que refletem na sua própria sobrevivência.

Em recente palestra, cujo resumo foi publicado no *Jornal do Brasil*, em 09.07.95, o economista americano Lester Thurow, Diretor da Escola de Administração do Massachusetts Institute of Technology (MIT), afirma que nos Estados Unidos as empresas privadas só investem no que der retorno em no máximo seis anos. Lembra, ainda, que o governo americano investiu 30 anos em biotecnologia, antes que o produto chegasse ao mercado. Além disso, no caso da infra-estrutura, menciona que o setor privado só construiu ferrovias no leste dos Estados Unidos; todas as estradas de ferro a oeste do rio Mississippi foram obras pioneiras do governo, na consolidação da "marcha para o oeste".

Tais citações são explicitadas, não para servir a discussões estereis sobre o limite do liberalismo, definições da ação do governo ou soberania completa do mercado; elas mostram tão somente que um governo democrático, de uma nação desenvolvida, é, também, um grande indutor e propulsor de atividades que venham ao encontro do desenvolvimento econômico-social do país.

Assim sendo, a possibilidade de desenvolver fertilizantes fosfatados de maior assimilação pelas culturas, além do concurso da iniciativa privada, deverá estar respaldada por uma firme atuação do governo fomentando pesquisas indispensáveis, seja diretamente, seja pela adoção de incentivos que motivem possíveis investidores nas referidas pesquisas.

Saliente-se que a Lei nº 8.661, de 02 de junho de 1993, já dispõe sobre incentivos fiscais para a capacitação tecnológica da indústria e da agropecuária; porém, sua aplicação, segundo o que ressalta da pesquisa de campo feita por RAPPEL e LOIOLA (1993), quando do estudo da competitividade da

indústria brasileira de fertilizantes, não indica uma sensível ocorrência de qualquer pesquisa e desenvolvimento sobre novos modelos/especificações. Provavelmente, caso tenha ocorrido alguma pesquisa, os recursos utilizados ao abrigo da lei foram destinados a melhorias no modelo atual, sem vínculos com a pesquisa de inovações.

Já o rendimento das operações de concentração da rocha fosfática tendem a merecer atenção imediata da iniciativa privada. Desde 1982, consolidada a implantação do parque produtivo de rocha fosfática nacional, foram intensificadas as pesquisas e os procedimentos para otimização de processos, conforme atestam inúmeros trabalhos sobre o tema. São de grande importância, entre outros, as contribuições de COELHO, et al. (1982), SACHS e COSTA (1986), Comitê de Mineração do IBRAFOS (1987), SILVA, R.M. (1988), ALVARENGA, L.C. (1988), BARROS, L.A.F. et al. (1990), DAMASCENO e LIMA (1992), LEAL FILHO et al. (1993) e ARAÚJO, A.C. (1994).

As informações contidas em tais trabalhos mostram a evolução de tecnologias já aplicadas, como flotação convencional, com diminuição do consumo de reagentes; melhorias na deslamagem, com minimização de perdas de fosfato fino; otimização da ciclonagem, com uso de ciclones de fundo plano na classificação - aliás, a esse respeito, merece referência uma comunicação verbal do Prof. José Luiz Beraldo, da Escola Politécnica da USP, confirmando que, na Serrana S.A. de Mineração, a passagem de ciclones de 20" para ciclones de 26", fundo chato, elevou de 80 para 100 toneladas/hora a produção do moinho, através do controle do apex - e novos circuitos de separação magnética, de baixo e alto campo.

Além disso, em função de detalhamento das pesquisas geológicas objetivando ampliar os horizontes de vida útil dos projetos, houve no mesmo período um acréscimo considerável nas reservas lavráveis, apesar da diminuição do teor médio das mesmas, em  $P_2O_5$ , fruto do abaixamento do teor de corte. Segundo ALVARENGA et al. (1988), citando dados do

IBRAFOS, as evoluções ocorridas nas minas e nas usinas de beneficiamento, desde as implantações dos respectivos projetos, até 1988, são expressadas segundo constam das Tabelas 12 e 13.

Tabela 12 - Evolução nas minas

	INICIAL	ATUAL	VARIAÇÃO (%)
Reserva Lavrável ( $10^6$ t)	550	890	62
Teor Médio (% $P_2O_5$ )	10,3	8,2	(20)
Teor de Corte (% $P_2O_5$ )	6,1	5,1	(16)
Vida Útil (anos)	30	30	23
Produção Anual			
- Minério ( $10^6$ t)	18,1	23,9	32
- Estéril ( $10^6$ t)	12,0	17,4	45
- Total ( $10^6$ t)	30,1	41,3	37
- Relação Estéril/Minério	0,66	0,73	11

Fonte : ALVARENGA, L.C. et al (1988)

Tabela 13 - Evolução nas usinas de beneficiamento

	INICIAL	ATUAL	VARIAÇÃO (%)
Teor da Alimentação (% $P_2O_5$ )	9,8	10,2	4
Recuperação metalúrgica (%)			
- Desmagnetização	100/93	97,3	4,6
- Deslamagem	83,6	85,1	1,8
- Flotação	74,5	82,1	10,2
- Total	61,0	68	11,5
Teor do Concentrado	36,5	36	(1,4)
Produção Anual ( $10^3$ t)	2.960	4.580	55

Fonte : ALVARENGA, L.C. et al (1988).

Continuando a evolução da otimização, que tinha baixado os custos de produção da rocha fosfática nacional (IBRAFOS,

1991) para US\$ 35.63 por tonelada de concentrado, a abertura comercial e as privatizações, segundo BARBOSA NETO (1994), permitiram que os custos atuais estejam na segunda faixa de STOWASSER (1985), ou seja, entre US\$25.00 e US\$ 35.00 por tonelada de concentrado.

É possível que a computação, agilizando o planejamento da lavra, bem como a automação de processos de concentração, aliadas a um mais efetivo desenvolvimento da flotação por coluna, permitam melhorias em circuitos existentes, inclusive já utilizando tais metodologias. Entretanto, a própria gênese dos depósitos nacionais não permitirá que os custos internos de processamento da rocha fosfática doméstica sejam inferiores aos de suas congêneres sedimentares no exterior.

Portanto, para que o concentrado fosfático nacional atinja altos níveis de  $P_2O_5$  e baixos níveis de contaminantes, dentro da faixa de aplicação dos processos tradicionais e utilizados no Brasil para solubilização de rocha fosfática, sempre haverá um custo superior, FOB-Mina, com relação a custos similares das rochas mais comercializadas internacionalmente.

Como a verticalização próxima à produção e ao consumo pode conviver com custos locais mais altos de rochas fosfáticas, é compreensível que uma das vertentes para o crescimento da indústria brasileira de fertilizantes fosfatados seja a interiorização dessa mesma indústria, cujo esboço foi delineado por ALBUQUERQUE (1979) e cuja proposta de modelização de consumo foi objeto de estudo de TOLEDO E SUSLICK (1994).

Mesmo considerando essa hipótese, as conclusões de RAPPEL e LOIOLA (1993) são bastante pessimistas quanto à competitividade do setor, tendo em vista vários fatores: o padrão familiar de gestão das empresas, a estrutura pulverizada ou falta de escala empresarial, baixo nível de integração, altos custos financeiros e de transportes, carga

fiscal superior à vigente em concorrentes externos e políticas agrícola e tarifária sem precisas definições.

O estudo em apreço, principalmente com relação aos fosfatados, deixa antever que, embora não competitiva, a indústria deva ser protegida (mesmo não sendo estatal) por sua característica estratégica, aconselhando, ainda, a adoção de algumas políticas: reestruturação setorial, modernização produtiva e análise de fatores sistêmicos (tributação, produção rural e sazonalidade).

Ainda que muitas das afirmações citadas, com relação à competitividade, sejam verdadeiras, dentro de uma análise global do setor, também merecem destaque as comparações feitas por REIS (1990) objetivando saber até que ponto uma proteção à indústria de fertilizantes (mais aplicável aos fosfatados) afetaria a competitividade da agricultura nacional.

Tais comparações estão sumarizadas na Tabela 14, utilizando-se dois cenários para suprimento à agricultura doméstica: Cenário A = Abastecimento a partir da indústria nacional, em condições vigentes; Cenário B = Abastecimento a partir do mercado internacional, com alíquotas zero.

Tabela 14 - Comparação entre os cenários A e B

Discriminação dos Produtos/Itens	Em US\$ milhões		Valor (B-A)	% (B/A)
	Cenário A	Cenário B		
N	246	269	23	9,3
P	585	533	-52	-8,9
K	331	331	0	0,0
Sacaria	152	152	0	0,0
Frete de internamento	162	162	0	0,0
TOTAL	1.476	1.447	-29	-2,0

Fonte : REIS, N.P. (1990)

A interpretação dos dados da Tabela 14 foi muito bem expressa pelo próprio autor, quando afirma:

*"Pode-se observar que uma economia máxima de cerca de 9% no fósforo redundaria, pela diluição dos outros custos, num benefício global de 2% no custo de produção dos fertilizantes. Aqui não estamos levando em conta outros fatores decorrentes de uma exposição do país ao mercado internacional. É muito pouco benefício para que se sacrifique uma indústria tão importante."*

Vê-se, portanto, em que pese a necessidade de alguma proteção aos fosfatados nacionais, que os percentuais envolvidos nas possíveis alíquotas são bem inferiores àqueles reclamados por outras indústrias, a título de competitividade no mercado interno.

Também sobre o mesmo assunto, o IBRAFOS (1991) deixa claro alguns pontos importantes:

- a rocha importada (base Flórida - U.S.A.) é mais barata que a nacional no porto de Paranaguá - PR e Rio Grande - RS, em 18,5% e 24,5%, respectivamente, para um preço doméstico FOB-Mina, de US\$ 50.00 por tonelada, com 5% de imposto de importação;
- nas mesmas condições de venda, a rocha nacional fica mais barata que a importada, em 5,2%, caso o recebimento seja feito em Cubatão - SP;
- como vantagem adicional da rocha fosfática e demais fosfatados importados, é citado o fato de que os mesmos, para pagamento no período de 180 dias, estão sujeitos a juros de 1% ao mês, sobre o preço FOB; os fosfatados nacionais pagam juros superiores a 1,5% ao mês, em face das taxas vigentes no sistema bancário brasileiro;

- quanto ao ácido fosfórico importado ou produzido a partir de rocha nacional, as comparações feitas indicam preços similares para os dois em Cubatão, e uma margem de cerca de 6%, em favor do importado, por tonelada de  $P_2O_5$  entrada em Paranaguá, aplicando-se 10% como imposto de importação;
- no que toca ao superfosfato triplo, apesar de estar admitida no estudo uma alíquota de 15% como imposto de importação, as comparações demonstram vantagens de 17,5% e 31%, respectivamente, para a tonelada de produto importado via Santos (Cubatão) e Paranaguá;
- o mesmo estudo mostra ainda que nos três pólos produtores (Cubatão - Paranaguá - Rio Grande) o preço do superfosfato triplo, ainda que elaborado a partir de matérias-primas importadas, sempre será superior ao mesmo produto importado, fabricado na origem, independente da aplicação, ou não, de tarifas para importação;
- tal fato, além de problemas próprios da produção brasileira, advém não só da disponibilidade de rocha mais barata e enxofre local (U.S.A.), como, principalmente, pela possibilidade de utilizar ácido fosfórico com maior nível de impurezas, o qual, de outra forma, seria descartado como rejeito do processo.

Outro fato importante a tornar mais complexa a competitividade da indústria nacional é a diferença de sazonalidade no uso de fertilizantes. Quando o consumo nacional atinge o seu pico (meados do segundo semestre), o Hemisfério Norte não está usando fertilizantes, podendo praticar preços até de *dumping*.

Saliente-se, por exemplo, que nos países europeus, segundo MAENE (1994), entre abril e junho, com concentrações variando de seis a oito semanas, são aplicados

cerca de 80% do consumo anual de fertilizantes do continente. No Brasil, durante todo o primeiro semestre, o uso de fertilizantes não ultrapassa a 30% do consumo anual. (ALBUQUERQUE e GIANNERINI, 1979)

Seguramente, outra vertente para o crescimento da indústria nacional de fertilizantes fosfatados seria melhorar os efeitos negativos da sazonalidade. Não existe fórmula pronta para isto; algumas alternativas são possíveis. A mais simples, embora incorpore apenas melhorias na rentabilidade financeira e tenha sido adotada inclusive por várias empresas européias, é vincular a maior produção ao maior consumo, o que é feito, também, por algumas empresas brasileiras.

Outra alternativa, já tentada sem grande sucesso pela FOSFÉRTIL, antes da privatização, é o incentivo aos consumidores, mediante descontos especiais, para retiradas durante o primeiro semestre, evitando-se, ainda, o congestionamento do transporte de rocha e fertilizantes fosfatados no segundo semestre. É provável que a reestruturação de parte do setor, com expressiva parcela de compradores sendo acionistas da FOSFÉRTIL, permita um equacionamento da questão em condições mais efetivas que anteriormente.

Uma outra possibilidade, vivida na Europa ao final dos anos 80 e início dos anos 90, é a diversificação da produção. As grandes empresas de fertilizantes, segundo RAPPEL e LOIOLA (1993) e CARMO, A.J.B. (1994), passaram também a fabricar insumos para a indústria química/petroquímica, através de novas usinas, incorporações de linhas de produção e *joint-ventures*. A alternativa, no entanto, é muito mais viável quando a usina original trabalha com fertilizantes nitrogenados ou quando há disponibilidade local de gás natural.

No Brasil, a busca de novos mercados, principalmente externos, procurando contornar os efeitos negativos da sazonalidade, ainda é incipiente. Em 1993, para um

faturamento global da indústria de fertilizantes estimado em US\$ 2 bilhões, os dados da ANDA indicam uma exportação de valor FOB próxima a US\$ 50 milhões, ou seja, menos de 2,5%, notando-se que cerca de 50% do total é referente a exportações de uréia.

Nota-se, de 1992 para 1993, segundo as mesmas estatísticas divulgadas pela ANDA, um crescimento pouco significativo em valores FOB absolutos, porém, percentualmente representativos nas exportações de cloreto de potássico (+ 187,4%) e formulações NPK (+ 89,4%).

Especificamente sobre o cloreto de potássio, embora não haja uma divulgação explícita dessa estratégia, tudo indica que a Companhia Vale do Rio Doce - CVRD, arrendatária da jazida de potássio da PETROBRÁS, situada em Rosário do Catete -SE, está investindo na diversificação de mercados no primeiro semestre, inclusive com vendas para o Hemisfério Norte.

Já os fosfatados têm uma problemática bem mais complexa. Das seis minerações de rocha fosfática existentes no país (ARMELIN, 1988), uma está localizada próxima ao litoral (SERRANA/Jacupiranga) e a outras cinco a uma distância média de 570 km da costa (ARAFÉRTIL/Araxá - FOSFÉRTIL/Tapira - FOSFÉRTIL/Patos de Minas - COPEBRÁS/Catalão - GOIASFÉRTIL/Catalão).

Em termos gerais, e em condições normais de mercado, do total de concentrados industrializados, cerca de 50% são processados diretamente pelos produtores, na mina ou em localidades próximas, e 50%, são transportados para os pólos de São Paulo - SP, Cubatão - SP, Paranaguá-PR e Rio Grande - RS. O pólo de Imbituba - SC (ICC) foi desativado no início da década de 90.

Os pólos de São Paulo e da Baixada Santista contam com uma armazenagem intermediária, em Paulínia, na região de Campinas, implantada a 100 km de São Paulo e a 180 km da



Baixada Santista. O transporte rodoviário entre Paulínia e a Baixada Santista ainda é o predominante. Já o pólo produtor de São Paulo tem o transporte ferroviário como o de maior volume para o recebimento da rocha fosfática. Paranaguá e Rio Grande são normalmente abastecidos, quando não utilizam importações, por ambos os modais, ferroviário e rodoviário. O sistema ferrovia/cabotagem foi usado, principalmente, para o abastecimento do pólo de Imbituba. A média de transporte da rocha fosfática (ARMELIN, 1988), considerando os diversos pólos, atinge distância superior a 800 km, ocasionando acréscimos aos preços CIF da mesma ordem de grandeza dos preços FOB.

Caso o crescimento da indústria brasileira de fertilizantes fosfatados fosse inteiramente calcado na rocha nacional, o assunto transporte deveria permanecer em nível de preocupações igual, ou até superior, ao aprimoramento tecnológico na produção.

No entanto, existem especialistas que advogam o crescimento dessa indústria obedecendo, em primeiro lugar, a parâmetros de conservação de nossas jazidas, o que diminui o impacto do problema interno de transporte. Bem representativo dessa idéia é o pronunciamento de ALBUQUERQUE (1988) na Mesa Redonda da Sessão de Encerramento do IV Encontro Nacional de Rocha Fosfática:

*"Eu entendo que para o futuro, porque o futuro nos espera, o futuro espera a oitava potência que pretende transformar-se numa primeira potência. O fósforo é um elemento limitante, como já se verificou inclusive da habitação no Planeta, porque sem fósforo não há vida e sem fósforo a Terra seria um Planeta morto. Então, todo o programa que versar sobre a questão da expansão da indústria fosfática brasileira para o futuro deveria, a meu ver, passar obrigatoriamente pelo exame de importação de matérias-primas fosfáticas, do Continente Africano, Oriente Médio, América do Norte ou Europa.*

*É preciso que se avance na tecnologia, é preciso que inclusive elementos que compõem esse minério, composto de apatitas e outros elementos, possibilitem explorações desses outros elementos, que muitas vezes têm alta valia e que se perdem hoje nos rejeitos. E enquanto isso se processa nós vamos pesquisando novos jazimentos, vamos preservando esses jazimentos para o futuro que está muito próximo, trazendo para este país de extensão continental, agora sim, nesta imensa área que se tem por conquistar para a agropecuária nacional, transformando-a numa verdadeira cademeta de poupança de fósforo. Porque, pelo que sei, o movimento do fósforo no solo, na sua parte lábil, na sua parte de fixação, na sua integração na solução do solo, na sua reserva ainda não está perfeitamente definida. Só sabemos que ele no solo não se movimenta. O seu movimento é muito lento, razão pela qual ele não se perde."*

Idêntico posicionamento parece ter ARMELIN (1988), quando afirma:

*"A natureza privilegiou poucos países com reservas de fósforo de exploração economicamente atraente, entre os quais não está incluído o Brasil. Além desse fator, as dimensões de nosso território são inexoráveis em suas decorrências.*

*Portanto, para racionalizar a produção de fertilizantes a partir da rocha fosfática nacional, é de suma importância que sejam analisadas criteriosamente as localizações dos projetos, mediante estudos detalhados de logística de transporte, a fim de atender o maior interesse do consumidor final - o lavrador - que é ter o produto adequado em suas mãos, pelo menor preço, na hora certa.*

*As reservas de fósforo - especialmente quando limitadas, como é o nosso caso - são esgotáveis e não comportam reposição. É portanto essencial que tais reservas sejam utilizadas de forma racional e econômica, mediante a adoção de tecnologia específica, a partir da*

*mineração e subsequente processamento, até a adubação das culturas, evitando-se desperdícios quer da matéria-prima, quer do produto final."*

Tais pontos de vista merecem ampla reflexão, principalmente no momento atual, quando os prognósticos de crescimento futuro do setor de fertilizantes fosfatados, analisados a seguir na presente dissertação, indicam um panorama tranquilo, isento de pressão externas, altistas, em horizonte de curto e médio prazos e um esquema produtivo suficientemente maduro para buscar soluções que aliem o desenvolvimento econômico à satisfação social.

A problemática de conservação de recursos naturais, em seus múltiplos aspectos, é bastante controversa por trazer em seu bojo uma variável sobre a qual pairam todas as incertezas: o tempo. Uma ampla discussão sobre o assunto é feita por MACHADO (1989), centrando a mesma, ao final, em torno das linhas Utilitarista e Rawlsiana. A primeira propõe uma taxa de exaustão de modo a maximizar a soma de benefícios decorrentes do uso de recursos, advindo a todas gerações, presente e futuras. A segunda, também rotulada como princípio "minimax" da justiça, permite escolher uma taxa ótima de exaustão de tal modo que sejam maximizados os benefícios do uso de recursos para uma geração que tenha os menores benefícios.

A discussão do mesmo assunto, agora entre a óptica de ecologistas e desenvolvimentistas, leva STREETEN (APUD MACHADO, 1989) a afirmar:

*"se, por ventura, a taxa do avanço tecnológico compensar exatamente a taxa de exaustão, de poluição e de geração de risco, as responsabilidades entre as gerações serão atendidas, de acordo com as expectativas de ambos, desenvolvimentistas e ecologistas."*

É uma afirmação explícita da possibilidade de superação de problemas conflitantes através da tecnologia. No caso específico da rocha fosfática e dos fertilizantes fosfatados, sem entrar em maiores considerações filosóficas, merecem destaque na tomada de decisões futuras, entre outros possíveis, os seguintes pontos:

- o investimento de US\$ 573 milhões (ALVARENGA, et al., 1988) feito na implantação da produção nacional de rocha fosfática;
- a necessidade de ser ampliada a interiorização da indústria, até pela proximidade de novos mercados;
- o atendimento de mercados absolutamente fora do eixo produtor de rocha;
- a possibilidade de incluir nos novos projetos (e até nos atuais) a recuperação de outros componentes, que não a apatita, existentes no minério, e
- o estudos de fosfatados não convencionais, que melhor utilizem o fósforo dos minérios brasileiros, com uma resposta agrônômica mais adequada aos nossos tipos de solo e clima.

Na apreciação de alternativas para o crescimento da indústria nacional de fertilizantes fosfatados, foram tomadas como base e analisadas as projeções contidas em três documentos, a saber:

- A oferta de alimentos e a demanda de fertilizantes na definição de uma política de desenvolvimento sustentável: relatório executivo (PETROFÉRTIL/COPPE-UFRJ);
- O fósforo: situação atual, problemas e perspectivas (BARBOSA NETO, 1994), e

- Plano Plurianual para o desenvolvimento do Setor Mineral (MME/DNPM, 1994).

O trabalho elaborado pelo Departamento Nacional da Produção Mineral - DNPM aborda prioritariamente a produção de matérias-primas minerais e prevê, mediante critérios de séries históricas e projeções de consumo, adotadas por seus especialistas, os níveis de uso de determinado mineral, no ano 2010 considerando tanto o crescimento do mercado externo (no caso do Brasil ser exportador) quanto o do mercado interno. Para o mercado externo foi adotada uma taxa de crescimento de 3% ao ano sendo de 5% ao ano, o crescimento admitido para o mercado interno.

As conclusões do referido trabalho, com relação à rocha fosfática, sintetizadas à página 30 do mesmo, são as seguintes:

*"O consumo aparente de fosfato para o ano de 2010 foi projetado em 10,7 milhões de toneladas, que, cotejado com aquele verificado em 1992, de 4 milhões de toneladas, indica a necessidade de suprimento adicional de 6,7 milhões de toneladas para o atendimento ao aumento esperado do consumo.*

*O investimento médio na mineração por tonelada adicional produzida no período histórico foi de US\$ 181. O investimento necessário para atender ao consumo interno ficou, assim, estimado em US\$ 1,2 bilhão.*

*O nível de reservas não justifica a priorização de investimentos em pesquisa mineral"*

Quanto ao trabalho da PETROFÉRTIL/COPPE-UFRJ, a primeira parte contém uma análise da evolução da indústria mundial de fertilizantes e traça uma relação do consumo de nutrientes (N,P,K) no Brasil e no mundo; salienta a importância da produção interna de fosfatados, mostra o crescimento da agricultura brasileira nas décadas de 80 e 90 e realça a

participação do Complexo Agroindustrial - CAI, na participação do PIB nacional. Numa segunda parte, aborda o modelo de desenvolvimento brasileiro, faz uma análise crítica e uma proposta de redirecionamento do mesmo, bem como estabelece projeções sobre a produção agrícola nacional, adotando para o seu cálculo um modelo multissetorial.

As projeções foram feitas tendo como horizonte o início do século XXI e considerando três cenários distintos: um cenário de referência, um pessimista e um otimista. O cenário de referência repete o crescimento da década de 70, devidamente ajustado às condições atuais, enquanto que o cenário pessimista implica em restrições às exportações brasileiras, taxas mais reduzidas de crescimento e aumento do grau de concentração da renda. O cenário otimista prevê crescimento favorecido e redução do grau de desigualdade da renda.

Diversas hipóteses foram estabelecidas sobre produção doméstica, preço do petróleo, previsão de taxa de juros, crescimento do comércio mundial, dívida externa e alguns outros parâmetros secundários, admitindo-se, porém, com exceção da produção de trigo, que o Brasil seria auto-suficiente na produção de alimentos, em todos os cenários.

As Tabelas 15 a 19, a seguir, mostram hipóteses, indicadores e índices da renda média por percentual da população, utilizados nos respectivos cenários. As Tabelas 15 e 16 mostram, para cada cenário, a produção agrícola esperada, bem como a taxa de crescimento de cada uma das culturas.

**Tabela 15 - Hipóteses projetadas para o início do século XXI**

Produção interna de petróleo	1,4 milhão de barris/dia
Crescimento do comércio mundial	4% a/a
Taxa de juros externa	5% a/a
Preço de petróleo	US\$ 21,00 (preços de 1991)
Dívida externa	US\$ 110 bilhões (preços de 1991)

Fonte : PETROFÉRTIL/COPPE-UFRJ

**Tabela 16 - Indicadores considerados nos três cenários**

Parâmetros	Pessimista	Referência	Otimista
Crescimento do PIB (% a/a)	3,5	5,4	7,0
Índice de Gini	0,62	0,53	0,48
Crescimento das Exportações Agrícolas (% a/a)	2,2	2,7	3,2
Coefficiente de Importação de Trigo	0,40	0,36	0,32

Fonte : PETROFÉRTIL/COPPE-UFRJ

A Tabela 17 estabelece possíveis índices de renda da população, enquanto que as Tabelas 18 e 19, respectivamente, projetam a produção agrícola esperada e o percentual de crescimento da mesma, com relação a 12 (doze) culturas significativas.

**Tabela 17 - Índice da renda média por percentual da população**

Índices da Renda	1992	Pessimista	Referência	Otimista
Per capita	1,00	1,18	1,42	1,63
10% mais pobres	1,00	1,05	2,28	3,50
10% mais ricos	1,00	1,23	1,20	1,23

Fonte : PETROFÉRTIL/COPPE-UFRJ

**Tabela 18 - Projeção da produção agrícola no início do século XXI (1.000 toneladas/ano)**

	Média 88-90	Pessimista	Referência	Otimista
Arroz	10.091	13.513	16.451	18.549
Trigo	4.795	7.015	9.095	10.998
Soja	20.658	28.421	31.864	36.022
Algodão	2.009	2.891	3.515	4.083
Milho	24.221	36.956	44.052	50.270
Feijão	2.451	3.108	3.729	4.087
<b>Total de Grãos</b>	<b>64.224</b>	<b>91.904</b>	<b>108.705</b>	<b>124.009</b>
Café	2.908	3.789	4.152	4.645
Cana-de-açúcar	258.000	295.000	354.000	408.000
Laranja <sup>(1)</sup>	84.000	109.000	258.000	155.000
Batata	2.216	2.861	3.492	3.947
Fumo	441	566	685	778
Mandioca	23.236	29.353	34.022	36.281

(1) em milhões de frutos

Fonte : PETROFÉRTIL/COPPE-UFRJ

**Tabela 19 - Taxa de crescimento da produção agrícola (% a/a)**

	Pessimista	Referência	Otimista
Arroz	2,5	4,2	5,2
Trigo	3,2	5,5	7,2
Soja	2,7	3,7	4,7
Algodão	2,7	4,8	4,7
Milho	3,6	5,1	6,3
Feijão	2,0	3,6	4,4
Café	2,2	3,0	4,0
Cana-de-açúcar	1,1	2,7	3,9
Laranja	2,2	4,0	5,3
Batata	2,2	3,9	4,9
Fumo	2,1	3,7	4,8
Mandioca	2,0	3,2	3,8

Fonte : PETROFÉRTIL/COPPE-UFRJ

Considerando que estas 12 (doze) culturas foram responsáveis por cerca de 88% da área plantada, excluindo pastagens, e 92% do consumo de fertilizantes ao nível de produto, durante o período 88-90, correspondente às correções efetuadas sobre o cenário de referência, foram estabelecidas as produtividades possíveis de serem atingidas no século XXI, à luz da tecnologia atualmente disponível, utilizando-se a evolução histórica da produtividade das diversas culturas selecionadas, conforme mostra a Tabela 20.

**Tabela 20 - Produtividade da agricultura brasileira (kg/ha)**

Cultura	Média <sup>(*)</sup>	Média <sup>(*)</sup>	Início do século XXI
	1979-1981	1988-1990	
Algodão	1.074	1.278	1.600
Arroz	1.436	1.997	3.000
Feijão	470	470	700
Milho	1.684	1.937	3.000
Soja	1.578	1.811	2.100
Trigo	883	1.530	2.500
Café (coco)	1.178	972	1.500
Cana-de açúcar	55.644	62.173	75.000
Laranja <sup>(1)</sup>	94.526	97.010	120.000
Batata	10.816	13.628	16.000
Fumo	1.267	1.578	1.700
Mandioca	11.775	12.516	15.000

(1) em milhões de frutos

(\*) Fonte: FAO - 1990 Yearbook (Production); Laranja e Algodão Herbáceo - IBGE - Anuário Estatístico; PETROFÉRTIL/COPPE-UFRJ

Em etapa posterior, foi calculada demanda esperada de nutrientes, projetada para a mesma época, levando-se em conta a distribuição percentual atual das culturas e a produtividade calculada para cada uma, chegando-se a valores da ordem de 81 milhões de hectares plantados (incluindo pastagem), o que equivale a um crescimento de 1,4% ao ano

na área plantada, e a uma demanda de fertilizantes da ordem de 6,5 milhões de toneladas de nutrientes por ano, no início do século XXI, conforme Tabela 21. Ainda assim, o consumo específico brasileiro seria de 80 kg de nutrientes/ano, inferior à média mundial atual que é de cerca de 100 kg de nutrientes/ano.

**Tabela 21- Projeção da demanda de fertilizantes no início do século XXI**

Cultura	Cenário de Referência (1000 t/ano)			
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	NPK
Algodão	77	116	79	272
Arroz	148	170	148	466
Feijão	96	138	75	309
Milho	617	514	396	1.527
Soja	46	834	379	1.259
Trigo	160	160	80	400
Café	138	39	130	307
Cana-de açúcar	354	241	377	972
Laranja	68	38	73	179
Batata	31	49	20	100
Fumo	50	36	52	138
Mandioca	11	18	11	40
OUTRAS	156	204	158	518
<b>TOTAL</b>	<b>1.952</b>	<b>2.559</b>	<b>1.979</b>	<b>6.490</b>

(\*) Inclui adubação de plantio e cobertura

Fonte : PETROFÉRTIL/COPPE-UFRJ

Caso mantidas as condições atuais de produtividade, para a mesma colheita de 110 milhões de toneladas de grãos/ano, haverá necessidade de uma área de 112 milhões de hectares plantados, o que equivale a um aumento de 43 milhões de novos hectares, com relação à atual área produtiva, estimada

em 69 milhões de hectares, ou seja, uma incorporação de terras com superfície superior à soma das áreas dos estados de São Paulo e Rio de Janeiro.

As Tabelas 22 e 23, respectivamente, mostram os dados de consumo específico de fertilizantes no Brasil e perspectivas de sua demanda no início do século XXI.

**Tabela 22 - Consumo específico de fertilizantes no Brasil**

Ano	Área Plantada (1000 ha)	Consumo de NPK (1000 t)	Consumo Específico (kg/ha)
1988	71.525	3.728	52
1989	67.988	3.383	50
1990	66.344	3.148	48
Média 1988-1990	68.619	3.420	50

Fonte : PETROFÉRTIL/COPPE-UFRJ

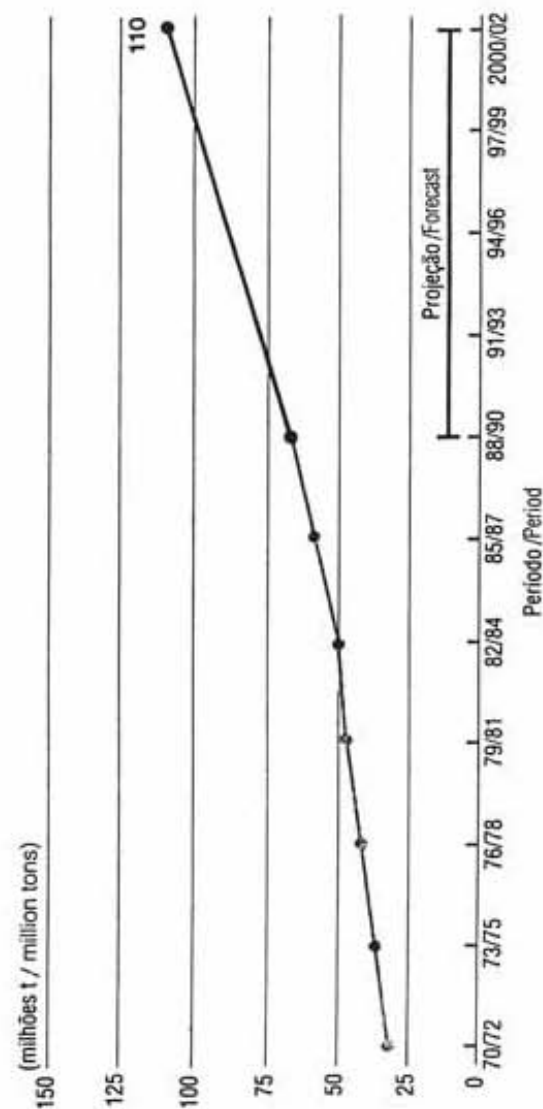
**Tabela 23 - Produção e demanda de fertilizantes no Brasil (1.000 t de nutrientes/ano)**

Parâmetros	Nitrogênio N	Fósforo P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Potássio K	Total NPK
Capacidade atual de produção	1.000 <sup>(*)</sup>	1.700	300	3.000
Consumo atual (média 1988/1990)	806	1.330	1.284	3.420
Demanda no início do século XXI	1.952	2.559	1.979	6.490
Taxa de crescimento da demanda (%aa)	7,6	5,6	3,7	5,5

(\*) 10-15% destinados à indústria química

Fonte : PETROFÉRTIL/COPPE-UFRJ

A Figura 3, baseada em médias trienais, a seguir, mostra, como resultado dos estudos feitos para PETROFÉRTIL/COPPE-UFRJ, as projeções de produção de grãos no Brasil, no início do século XXI.



**Figura 3 - Produção de grãos no Brasil (médias trienais)**

Sintetizando-se o estudo feito pela PETROFÉRTIL/COPPE-UFRRJ, pode-se concluir o seguinte:

- o início do próximo século, dentro de um cenário compatível com o desenvolvimento da economia brasileira, deverá contar com uma produção doméstica anual de grãos equivalente a 110 milhões de toneladas;
- para atender a produção projetada, deverão ser incorporados à atual fronteira agrícola 43 milhões de hectares (mantida a produtividade atual) ou 12 milhões de hectares (melhorando-se a produtividade, inclusive com maior uso de fertilizantes);
- além da preservação de 31 milhões de hectares, equivalentes a quase a metade da atual área cultivada, a segunda hipótese também reduz investimentos em infraestrutura, tais como eletrificação rural, estradas, armazéns e comunicações, devendo, com quase absoluta certeza, ser adotada.
- com a adoção da hipótese mais provável, o consumo de fertilizantes estará em torno de 6,5 milhões de toneladas de nutrientes (NPK) por ano, sendo o consumo em  $P_2O_5$  da ordem de 2,5 milhões de toneladas por ano.

Com relação à demanda de fertilizantes, cabe uma observação importante. Em termos mundiais, a relação entre os nutrientes (Anuário Estatístico do Setor de Fertilizantes, ANDA, 1993) N:P:K é, respectivamente, 1:0,43:0,28; no Brasil, a mesma relação é de 1:1,56:1,59, o que demonstra uma carência interna em fósforo e potássio bem mais acentuada que níveis internacionais.

Dessa forma, mesmo em horizonte de médio prazo, a agricultura brasileira continuará a depender substancialmente do fósforo para que seja ampliada sua produção unitária por área plantada. Segundo alguns especialistas (MALAVOLTA,

1980), (RAIJ et al. 1983), (GOEDERT E LOBATO, 1984) e (CABALA-ROSAND E GOEDERT, 1985), a relação N:P:K no Brasil sempre sofrerá uma forte influência do fósforo, em função de nossas peculiaridades de solo e clima.

Considerando que na Europa e nos Estados Unidos (Dias, 1990) houve, ao longo da década de 80, uma estabilização no consumo de fertilizantes, apesar de um crescimento agrícola de 30 a 40% durante a mesma década, é de se supor que os responsáveis diretos por tal crescimento foram as inovações biotecnológicas, o crescimento da horticultura e olericultura, a ampliação da produção de frutas, todas com maior valor agregado e, secundariamente, alguma melhoria na mecanização.

Sendo o consumo de fertilizantes, no Brasil, praticamente a metade do nível mundial, deve-se esperar que a intensificação de uso dos mesmos, aliada aos outros fatores que impulsionaram a agricultura na Europa e nos Estados Unidos, na década passada, tornarão bastante factíveis, ou mesmo superáveis, as previsões de produção contidas no estudo PETROFÉRTIL/COPPE-UFRRJ.

Quanto ao trabalho de BARBOSA NETO (1994), sua principal característica é atualizar projeções de consumo de fosfatos para o ano 2000, adotando uma taxa de crescimento de 3,8% ao ano. Como ARAÚJO et al. (1990) mostraram que entre 1950 e 1980 o crescimento médio do consumo de fertilizantes, no Brasil, foi de 13% ao ano e o da produção agrícola 4,5% ao ano, a taxa adotada por BARBOSA NETO é plenamente aceitável e, talvez, até conservadora, caso comparada com aquelas adotadas nos estudos do DNPM e PETROFÉRTIL/COPPE-UFRRJ.

O trabalho de BARBOSA NETO (opus cit.) tem a particularidade de projetar consumos globais e regionais, considerando ou não a manutenção do atual nível de oferta de fosfatos. No caso de não haver alterações na produção

doméstica, projeta-se, para o ano 2000, a necessidade de importação de 551.000 toneladas de  $P_2O_5$  solúvel, das quais, 107.033 importadas pelas Regiões Norte/Nordeste, 419.639 pela região Centro e 24.453 pela região Sul.

A comparação entre a capacidade instalada atual de fosfatados (SSP, parcialmente acidulado, termofosfato, TSP, MAP e DAP) e a demanda projetada apresenta um déficit de 537.776 toneladas de  $P_2O_5$ . No que diz respeito à rocha fosfática, é prevista uma carência de 23.788 toneladas de  $P_2O_5$  e, para o ácido fosfórico, está projetada uma necessidade a maior de 291.838 toneladas de  $P_2O_5$ .

O autor (opus cit.) caracteriza como déficit primário em rocha fosfática e ácido fosfórico aquele decorrente das posições de demanda de ambos, para o ano 2000, versus a atual capacidade instalada. O déficit derivado, dos mesmos produtos, provém da hipótese de serem instaladas no Brasil novas indústrias para cobrir a futura carência de fosfatados solúveis e de ácido fosfórico, conforme as projeções efetuadas para a demanda de fosfatados.

Os dados mais importantes do trabalho assinalam os déficits globais considerando que, no caso de substituição total das importações, a soma do déficit primário (315.626 toneladas de  $P_2O_5$ ) com o déficit derivado (1.283.688 toneladas de  $P_2O_5$ ) corresponderá a um acréscimo de 662.319 toneladas na produção interna de  $P_2O_5$ , sob a forma de ácido fosfórico, e de 936.995 toneladas de  $P_2O_5$ , sob a forma de rocha fosfática.

É óbvio que o investimento em novas indústrias terá que levar em conta o comportamento do mercado internacional, hoje sensivelmente afeito a práticas de *dumping*, principalmente com respeito ao MAP e TSP.

De qualquer forma, seja qual for a opção adotada como paradigma para as projeções de ampliação do uso doméstico de fertilizantes fosfatados, todas as análises discutidas

concluem pelo crescimento da demanda interna, o que recomenda sobremaneira uma apreciação mais detalhada da questão.

Inicialmente, deve ficar bem claro que a saída do governo da área produtiva não deve ser impedimento à participação conjunta de empresas privadas, institutos/empresas de pesquisa, centros de tecnologia e universidades em estudos que procurem melhor viabilizar o futuro da indústria brasileira de fertilizantes fosfatados.

A esse respeito, inclusive, pode-se afirmar que existe um senso comum de preocupação com a falta de um foro específico (como foi anteriormente o CEFER) onde especialistas e empresários possam dialogar livremente a busca de novas alternativas e soluções.

A implantação de um organismo, não diretamente executivo, porém, com capacidade de rastrear possibilidades tecnológicas e de mercado, compatíveis com a realidade brasileira, e servindo de elo de ligação entre a produção atual e as necessidades futuras, poderia ser uma solução aceitável.

Iniciativa privada e órgãos de governo poderiam ser participantes de um Sistema (ou Serviço) de Informações sobre Fertilizantes - SINFÉRTIL, dotado de memória técnica de alto nível, capaz de mobilizar terceiros em estudos de interesse para o setor e ser um agente moderno de divulgação de informações diversas, tanto na área química/mineralúrgica quanto em questões agrônômicas, sempre tendo como pano de fundo a economia de mercado e a abertura econômica.

Pelos dados levantados no mercado internacional, o comércio de fertilizantes fosfatados, pelo menos no médio prazo, não indica pressões por bruscas altas de preços. Isso é bastante favorável ao Brasil, por permitir tempo para diversos estudos e melhores análises de alternativas.



Partindo-se da produção de rocha fosfática, algumas possibilidades podem ser lembradas: otimização de circuitos existentes, inclusive com melhor aproveitamento de subprodutos; pesquisa dirigida à melhoria da recuperação de  $P_2O_5$ , em bancada e planta-piloto, nos depósitos de fosfato ainda não lavrados em escala industrial; automação de procedimentos em minas e em usinas de beneficiamento, com redução de custos da rocha nacional. No tocante à produção atual de ácido fosfórico, procurar viabilizar maior aproveitamento e/ou reciclagem do gesso fosfórico.

Quanto à solubilização, além da pesquisa de tecnologias mais adaptáveis às características dos fosfatos brasileiros, deve ser implementado um estudo conjunto com organismos de investigação agropecuária (EMBRAPA, Institutos e Escolas de Agronomia) objetivando definir alternativas de fertilizantes fosfatados que possam simultaneamente reunir custos mais baixos e melhores eficiências agronômicas.

Sobre o problema de concentração da rocha fosfática brasileira, merece registro especial uma comunicação verbal feita pelo Prof. Laurindo Salles Leal Filho, da Escola Politécnica da USP, que abordou a escassez de conhecimentos de cunho prático dos verdadeiros mecanismos que regem o processo de flotação.

Essa deficiência, no dizer do mesmo professor, torna a flotação quase uma "arte" na visão de muitos engenheiros de processo. Assim sendo, a falha industrial na obtenção de bons resultados, em qualquer circuito de concentração, é imediatamente atribuída à má qualidade do minério ou à sua brusca variação. Tal tendência leva à multiplicidade de diversos circuitos paralelos de beneficiamento, dentro de uma mesma usina.

Contra o empirismo de algumas soluções, Leal Filho defende o uso de técnicas avançadas de automação, com medições *on line* de parâmetros de fundamental importância,

tais como tensão superficial, pressão interfacial e composição iônica da polpa (reagentes, pH, pCa etc.), cujo conhecimento e eventual correção seriam valiosas ferramentas para minimizar perdas de qualidade (teor) e de quantidade (recuperação), nas atuais usinas de beneficiamento de fosfatos por flotação existentes no Brasil.

Uma possibilidade que se soma às idéias do Prof. Leal Filho é o aproveitamento de outros componentes do minério fosfático, que não a apatita. Segundo LOUREIRO (1994) alguns depósitos fosfáticos brasileiros apresentam teor de terras-raras que podem vir a ser objeto de recuperação econômica, além de outros subprodutos.

O autor (opus cit.) lembra que o concentrado da ARAFÉRTIL apresenta de 1 a 2% de terras-raras, e em Catalão (COPEBRÁS e GOIASFÉRTIL) o mesmo teor no concentrado está em torno de 1,3%. No depósito de Angico dos Dias, na Bahia, o teor de terras-raras no carbonatito está entre 0,3 e 0,4%. Normalmente a ocorrência é de elementos leves, como cério, lantânio e neodímio, podendo existir, associados às ultrabásicas presentes, até mesmo elementos da família dos platinóides. Tal paragênese não é incomum, por exemplo, nas chaminés russas.

Recentemente, a revista *Elements*, abril/maio 1995, informou que o grupo Norsk Hydro, através da Hydro Megon, iniciará em Glomfjord, Noruega, em 1996, a produção de concentrados de terras-raras. Tal produção será viabilizada por um novo processo mais eficiente e mais barato de obtenção de fertilizantes fosfatados, a partir de minério apatítico contendo terras-raras, via solubilização nítrica.

Sobre o assunto pode ser mencionado que CALMANOVICI et al. (1990) apresentaram testes de aptidão tecnológica (AP-index) de concentrados fosfáticos nacionais, na decomposição por ácido sulfúrico e por ácido nítrico, conforme consta da Tabela 24, com resultados bastante interessantes.

**Tabela 24 - AP - Index de concentrados fosfáticos nacionais e do Marrocos (expressos em %)**

Procedência do Concentrado Fosfático	AP - Index (%)	
	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> a 50%	HNO <sub>3</sub> a 65%
Catalão	70,6	74,1
Araxá	71,5	72,5
Tapira	77,2	78,9
Anitápolis	79,5	80,7
Patos de Minas	81,3	86,6
Jacupiranga	84,7	83,6
Marrocos	86,1	88,9

Fonte: CALMANOVICI et al.. (1990)

Muito embora seja reconhecido que a opção sulfúrica, no caso brasileiro, constitui a rota normal de solubilização de rocha fosfática, é recomendável não só a análise de outras rotas, já prevista inclusive na publicação "Tecnologia Moderna para a Agricultura" (IPEA, 1975), possibilitando uma melhor recuperação de terras-raras, caso isto seja economicamente viável, ou, ainda, aprofundar a pesquisa da rota sulfúrica, hoje sabidamente de difícil desempenho para a finalidade de recuperação de terras-raras.

O estudo mais detalhado dessa problemática de aproveitamento de subprodutos parece ter o endereço imediato dos depósitos de Catalão, nos quais a verticalização ainda não chegou; porém, com o crescimento previsto para a demanda interiorizada de fertilizantes fosfatados, tende a ocorrer ainda na segunda metade da década atual.

Quanto aos depósitos fosfáticos de Patos de Minas, além da continuação de estudos de aplicação aos mesmos do processo da coluna de flotação (BARROS et al., 1990) para a obtenção de concentrados comerciais, é recomendável que tenham prosseguimento as pesquisas sobre rotas não-convencionais, tendo em vista a magnitude das reservas e a ausência, no presente

momento, de pressões para o seu aproveitamento industrial em grande escala.

Sob ângulo mais especificamente comercial, outras alternativas podem ser estudadas dentro da indústria brasileira de fertilizantes fosfatados. A sazonalidade da demanda poderia ser amortecida, caso fossem equacionados suprimentos ao exterior durante o primeiro semestre, de forma a manter o setor sempre com receita positiva, ainda que pouco acima, em casos mais críticos, do ponto de nivelamento da indústria.

Muito embora RAPPEL e LOIOLA (1993) tenham considerado o setor brasileiro de fertilizantes não-competitivo, em termos internacionais, principalmente após a abertura comercial e a redução das alíquotas, merece atenção o denominado "custo Brasil", que tende a diminuir, afetando positivamente o setor, caso as reformas tributária e fiscal, bem como os problemas do sistema de transportes, sejam corretamente equacionados.

A exportação de fertilizantes no primeiro semestre, já iniciada pela PETROBRÁS (nitrogenados) e pela CVRD (potássicos) poderá também ser viável em termos de fosfatados. É provável até que o equacionamento doméstico dessa possibilidade, desde que dependente exclusivamente de fatores internos, seja mais simples do que o estabelecimento de alíquotas móveis para a importação de fertilizantes, com maiores valores no segundo semestre, o que envolveria delicadas e desgastantes negociações com alguns parceiros comerciais. A comercialização dos fosfatados nacionais poderia acrescentar, como vantagem comparativa, em mercados mais exigentes, o baixo teor de cádmio das rochas brasileiras.

Aliás, em tudo o que envolve o *agribusiness*, incluindo a produção e o comércio de fertilizantes, o país tem que estar bastante maduro para poder fazer frente e superar as dificuldades naturais e artificiais (principalmente) que se apresentem. Nem sempre, ou muito dificilmente, a prática adotada nos bastidores corresponde à teoria exposta em cena.

Apesar do discurso liberalizante de países ricos, a máxima do "faça o que eu digo, mas não faça o que eu faço" nunca foi tão aplicada. De acordo com PINAZZA e ARAÚJO (1993), em 1990, os 24 países mais ricos do mundo, que integram a OCDE, gastaram US\$ 320 bilhões subsidiando suas agriculturas.

Os referidos autores, citando alguns exemplos, mostram que o custo do açúcar de beterraba e de milho (sustentado pelos governos dos países ricos) é quase o triplo do açúcar de cana; o álcool de milho, utilizado cada vez mais no *gasohol* americano, custa 2,2 vezes mais que o etanol brasileiro; a título de proteger os produtores da Flórida, os Estados Unidos taxam em quase US\$ 500.00 a tonelada de suco de laranja brasileiro. A França subsidia metade do custo do frango lá produzido, para concorrer com o frango brasileiro no Oriente Médio. Na Suíça, o agricultor recebe 80 centavos de dólar, em subsídios, para cada dólar de renda auferido.

A informação mais curiosa, porém, é a de que uma vaca recebe mais de 2 mil dólares de subsídio por ano na Europa, e 1.400 dólares nos Estados Unidos.

Não se advoga aqui a adoção de subsídios, mas não se pode deixar de lamentar a dúbia posição de países ricos, em detrimento dos países em desenvolvimento. Além disso, um mercado de *commodities* agrícolas, manipulado externamente em favor de alguns, também tem reflexos absolutamente negativos na produção interna de fertilizantes, já que o desempenho da mesma está intimamente vinculado a uma economia estável e a uma agricultura forte e desenvolvida.

## 6. CONCLUSÕES

Segundo PINAZZA e ARAÚJO (1993), o mercado mundial de fertilizantes é de 40 bilhões de dólares por ano, tendo o Brasil uma participação de cerca de 5%, ou seja, algo em torno de 2 bilhões de dólares por ano, ao nível do consumidor.

Os mesmos autores, citando dados do United States Department of Agriculture - USDA, mostram que de 1970 aos dias atuais a área plantada, em escala mundial, evoluiu de 0,66 bilhão de hectares para 0,70 bilhão de hectares, correspondendo a um acréscimo de 6%, em área.

Já a produção de grãos, no mesmo período, partiu de um valor próximo a 1,08 bilhão de toneladas até a estimativa atual de 1,70 bilhão de toneladas, o que corresponde a um aumento de produção da ordem de 57,4%. Comparando-se a produção por hectare, em ambos os casos, verifica-se um ganho real de produtividade de 48,4%, em cerca de duas décadas e meia.

É interessante registrar que este acréscimo de produtividade foi resultante do emprego de sementes melhoradas e do uso de insumos modernos (fertilizantes e defensivos agrícolas), aliados ao aprimoramento no manejo da terra e à mecanização agrícola.

Atualmente, é impossível se pensar em desenvolvimento da agricultura divorciado de fontes de nutrientes (nitrogênio, fósforo e potássio). Foram os fertilizantes grandes responsáveis pelo abrandamento do tom apocalíptico que revestiu as profecias malthusianas, muito em voga no século passado.

No Brasil, o uso de fertilizantes tem o fósforo como principal componente, pois cerca de 80% da área cultivada no país apresentam deficiências de fósforo, o que leva especialistas a afirmarem que, mesmo em horizonte de médio e longo prazos,

as formulações nacionais continuarão privilegiando esse nutriente.

A indústria brasileira de fertilizantes teve início a partir dos estágios finais de produção (mistura, granulação, armazenagem e distribuição), fazendo uso de matéria-prima e insumos intermediários importados. A localização preferencial das primeiras unidades industriais, como não poderia deixar de ser, levou em consideração o binômio: facilidades portuárias e proximidade do mercado consumidor.

Pode-se afirmar que o desenvolvimento do setor de fertilizantes no Brasil obedeceu a um processo contra-corrente, ou seja, partiu de produtos acabados, chegando posteriormente à produção de matérias-primas.

Em que pese a implantação de algumas empresas, ainda hoje existentes, na década de 40 e começo dos anos 50, e o crescimento da fabricação de matérias-primas, na segunda metade dos anos 60, o grande marco da indústria continua sendo o Plano Nacional de Fertilizantes e Calcário Agrícola - PNFCA, lançado em 1974.

Quando do primeiro choque do petróleo, em 1973, dispararam os preços das matérias-primas para fertilizantes, principalmente a rocha fosfática, forçando o governo, inclusive por ser à época impossível prever a extensão e a duração da crise, a priorizar a produção interna de nutrientes para a agricultura.

O domínio da tecnologia de produção de rocha fosfática, tendo os carbonatitos como fonte primária, desenvolvida pelo Prof. Paulo Abib e equipe, permitiu a implantação de novas minas e usinas de beneficiamento, interiorizando a produção de rocha nacional.

Paralelamente, não só com relação aos fosfatados, porém, também na produção de potássicos e nitrogenados, houve o

crescimento da participação estatal no setor de fertilizantes, a partir do PNFCA.

Com o programa de substituição de importações, a indústria brasileira de fertilizantes se amoldou ao seguinte perfil de produtores: matérias-primas básicas (principalmente rocha fosfática e amônia); intermediários (ácidos sulfúrico, fosfórico e nítrico); fertilizantes simples (nitrogenados, fosfatados e potássicos) e formulações NPK.

Com exceção da produção de cloreto de potássio, os dois primeiros grupos, onde mais foi concentrado o investimento estatal, exigem maior intensidade de capital que os dois últimos. As empresas maiores, portanto, geralmente com integração vertical, estão incluídas como produtoras de matérias-primas básicas e intermediárias. A produção de fertilizantes simples e das misturas, geralmente, é compatível com a atuação de médias e pequenas empresas abastecidas por produtores de maior porte.

Em 1990 foi iniciado o processo de privatização do setor, o qual se encontra concluído com relação aos fosfatados. A produção de nitrogenados continua com a PETROBRÁS, enquanto que a CVRD arrendou a mineração de cloreto de potássio, em Rosário do Catete - SE, único depósito desse nutriente agrícola explorado no Brasil.

Apesar das controvérsias geradas durante o processo de privatização da indústria de fertilizantes, a passagem de comando da produção de fosfatados para a iniciativa privada não foi traumática, como inicialmente poderia parecer.

As preocupações maiores, nos dias de hoje, são com o futuro do setor, independentemente da origem do capital, em face da difícil sobrevivência em um mercado internacional absolutamente vendedor.

Assim como proteger a indústria nacional de rocha fosfática, em demasia, poderá contribuir para a formação de indesejáveis oligopólios, deixá-la entregue à própria sorte poderá dar origem a processos que culminem com o seu sucateamento.

Nunca é demais lembrar (DE FELIPE JUNIOR, 1990) que o consumo brasileiro representa 13% do mercado internacional de rocha fosfática. É um expressivo volume, acessível a poucos fornecedores e, conseqüentemente, factível de ser manipulado no futuro, com patamares mais elevados de preços, caso não exista produção interna atuando como mecanismo regulador.

Como variável também complexa, está o fato do consumo nacional de fertilizantes não ser estabilizado, nele incluído os fosfatados. Ao contrário, estudos recentes diversos (DNPM, PETROFÉRTIL/COPPE-UFRJ, BARBOSA NETO) apontam para um crescimento de consumo que, dependendo dos parâmetros adotados, pode variar de 3,8 a 5,6%, ao ano, para um horizonte referente ao início do século XXI.

Outro fator limitante é a ausência de um foro específico, antes suprida pelo CEFER, no qual possam ser abordados de forma sinérgica problemas relacionados com a mineração, com a química dos fertilizantes e com as aplicações e rendimentos agrônômicos, bem como analisadas questões industriais e comerciais inerentes aos mesmos.

Por outro lado, como alternativa benéfica, é esperada uma redução do "custo Brasil" em face de reformas em andamento. Ocorrendo efetivamente tal redução, algumas soluções ainda não equacionadas em termos de fertilizantes fosfatados (como ampliação de exportações no primeiro semestre) poderiam melhorar o desempenho de vários produtores, com reflexos internos positivos.

De qualquer forma, uma realidade patente é que o setor brasileiro de fertilizantes não está, no momento, submetido a premências e urgências incontornáveis e incontornáveis. Este

aspecto positivo deve ser utilizado como período de amadurecimento de soluções, através de análises estruturais, levadas a cabo sem qualquer necessidade de açosamentos.

A fixação de tarifas de importação é um caso típico. Ainda recentemente, em entrevista ao Jornal do Brasil (27 de julho de 1995), o ex-Ministro Ciro Gomes afirmava: "*Um dia a gente diz que a importação é boa; dias depois, a importação é um mal tremendo para o país. Isso deixa as pessoas sem referências.*" O problema, portanto, não é simplesmente fixar ou não fixar tarifas, é estabelecer procedimentos transparentes e inteligíveis.

Não se deve deixar de levar em conta, ainda, que em termos de comércio internacional muitos pregam idéias de Adam Smith, porém, na realidade, seguem normas mais rígidas que as preconizadas por Alexander Hamilton ou Friedrich List, quando se trata de defender a produção nacional própria.

É necessário analisar e direcionar os novos investimentos na elaboração de fosfatados, tanto em melhorias tecnológicas na produção industrial quanto, principalmente, na ampliação dos atuais níveis de produção, sob a óptica de condições que, embora diferentes na presente conjuntura, reünam altas probabilidades de ocorrer no futuro.

À luz de alternativas já apresentadas e discutidas, algumas linhas de ação podem ser definidas, atendendo princípios prospectivos, compatíveis com o crescimento da indústria brasileira de fertilizantes fosfatados:

- estabelecimento de um foro multidisciplinar onde sejam discutidos e equacionados problemas relativos à tecnologia de fertilizantes, da mineração à aplicação agrícola, com enfoques nas áreas químicas, industriais, comerciais e ambientais; tal foro poderia ser um Sistema ou Serviço de Informações sobre Fertilizantes - SINFÉRTIL, diretamente vinculado à USP, atendendo inclusive a negocia-

ções já iniciadas entre a Escola Politécnica e a Escola de Química, da mesma Universidade, conforme comunicação verbal dos Professores Eduardo C. Damasceno e Gil Andery;

- estudo da possibilidade de comercializar com o exterior, no primeiro semestre, volume de fertilizantes fosfatados, pelo menos suficiente à ultrapassagem do ponto de nivelamento econômico de alguns produtores, com melhores condições de minimizar o chamado "custo Brasil"; tal esforço terá melhor respaldo político, principalmente junto a habituais parceiros em outros negócios, do que a tentativa de adoção de tarifas de importação diferenciadas para o primeiro e segundo semestre, a qual pode dar margem a retaliações comerciais usando a ocorrência como pretexto;
- utilização, em termos de *marketing*, tanto no mercado interno quanto nas vendas ao exterior, do fato de nosso concentrado fosfático e fertilizantes dele derivados não possuírem cádmio, nos níveis registrados em muitas rochas sedimentares;
- ampliação de controles automatizados na lavra e no beneficiamento da rocha fosfática, minimizando custos operacionais; nesse aspecto, conforme lembra o Prof. Laurindo S. Leal Filho, as técnicas de medição *on line* de alguns parâmetros fundamentais na flotação, permitiriam circuitos de beneficiamento mais simples e mais eficientes, aumentando, inclusive, a recuperação de possíveis subprodutos;
- pesquisa de métodos e processos que levem a um maior emprego do gesso fosfórico na agricultura ou permitam a recuperação do enxofre nele contido; a inexistência de tecnologia disponível de imediato não deve se constituir em empecilho ou comprovação de total inviabilidade da

pesquisa, já que o enxofre é abundante em outras latitudes;

- acompanhamento permanente da verticalização agrícola no interior, promotora de agregação de valores que permita a absorção de pequenos diferenciais de preços de fertilizantes, pelo produtor rural, desde que os mesmos estejam disponíveis localmente quando isso for necessário;
- análise detalhada de rotas de solubilização que permitam, principalmente nos depósitos de Catalão - GO, a recuperação de terras-raras e outros subprodutos viáveis; como ainda não existem definições precisas sobre a verticalização da produção local de rocha fosfática, o tempo está a favor de um melhor equacionamento da questão;
- continuação das pesquisas tecnológicas interessando as importantes reservas fosfáticas existentes em Patos de Minas - MG; além de ser tentada a obtenção de concentrados tradicionais, atenção especial deve ser dada à produção de fosfatados não-convencionais e que possam contribuir à redução de custos e à melhoria de absorção de fósforo, em termos agronômicos, ajustando a característica de solubilidade aos problemas de solo que existam, e
- discussão aberta entre todos os produtores, integrados, semi-integrados e misturadores, buscando um consenso na utilização de rocha fosfática e ácido fosfórico nacionais, com o objetivo de viabilizar seu escoamento em forma primária ou de fertilizantes fosfatados, sempre de modo a melhor atender à agricultura sob influência do eixo produtivo de nutrientes; o equacionamento do abastecimento e os parâmetros para importação não devem obedecer exclusivamente a fatores conjunturais de curto prazo, e sim ao estabelecimento de condições de susten-

tabilidade à agricultura doméstica, compatibilizando-a com uma eficiente produção interna de fertilizantes.

O balizamento do crescimento da indústria de fertilizantes fosfatados no Brasil passa por dois principais marcos: a capitalização da agricultura e a expansão do Complexo Agroindustrial. Como os cereais (PINAZZA e ARAÚJO, 1993) representam cerca de 60% do consumo de alimentos, e para os mesmos estima-se um crescimento mínimo anual de 1,6% na presente década, é viável admitir a superação interna de problemas acumulados pela agricultura, principalmente nos últimos três anos, com reflexos positivos na demanda por fertilizantes.

Quanto ao Complexo Agroindustrial, sabe-se que, em termos médios, ele responde por cerca de 32% do PIB brasileiro, gera 45% das receitas de exportação e 60% do saldo da balança comercial do país (ARAÚJO et al., 1990). A magnitude de tais números torna imprescindível a manutenção de um forte setor produtivo doméstico de nutrientes, não só pelo investimento já realizado no Parque Nacional de Fertilizantes cerca de US\$ 2,0 bilhões de dólares segundo dados do IBRAFOS (1991), como, principalmente, pela vulnerabilidade do Brasil perante seus concorrentes agrícolas internacionais, em caso de retorno forçado a uma maior dependência de importação de fertilizantes.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- INDÚSTRIA DE FERTILIZANTES FOSFATADOS NO BRASIL. São Paulo: IBRAFOS. 1991. 44p.
- ABREU, S.F. *Recursos minerais do Brasil*, 2ª ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1973. 2v.
- ALBUQUERQUE, C. O fósforo e a vida. In: ENCONTRO NACIONAL DE ROCHA FOSFÁTICA, 3, 1986, Brasília. *Anais...* Brasília:IBRAFOS, 1986. p. 25-45.
- ALBUQUERQUE, C. Mesa Redonda: Sessão de Encerramento. In: ENCONTRO NACIONAL DE ROCHA FOSFÁTICA, 4, 1988, Brasília, *Anais...* Brasília: IBRAFOS, 1988. p. 302-329.
- ALBUQUERQUE, G.A.S.C. Interiorização da indústria de fertilizantes. In: ENCONTRO NACIONAL DE ROCHA FOSFÁTICA, 1, 1979, Brasília. *Anais ...* Brasília: IBRAFOS, 1979. p. 53 - 67.
- ALBUQUERQUE, G.A.S.C., GIANNERINI, J.F. Aspectos da indústria de rocha fosfática no Brasil. *Mineração e Metalurgia*, Rio de Janeiro, v.43, n.416, p.10-5, dez. 1979.
- ALBUQUERQUE, G.A.S.C., GIANNERINI, J.F. *Outlook of the phosphate rock industry in Brazil*. 2 ed. São Paulo: IBRAFOS, 1980.
- ALBUQUERQUE, G.A.S.C., GIANNERINI, J.F. Novas áreas de pesquisa de fosfato no Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL DE ROCHA FOSFÁTICA, 2, 1981, Brasília. *Anais ...* Brasília: IBRAFOS, 1981. p. 109-121.
- ALBUQUERQUE, G.A.S.C., GIANNERINI, J.F. The Paulista phosphate deposit in Pernambuco State, Brazil. In: *Phosphate deposits of the world*. London: Notholt, A.J.G., Sheldon, R.P., Davidson, D.F., (ed). Cambridge University Press, 1989. vol. 2.

- ALVARENGA, L.C. et al. *Aspectos técnicos e econômicos na produção nacional de rocha fosfática*. In: ENCONTRO NACIONAL DE ROCHA FOSFÁTICA, 4, 1988, Brasília. *Anais...* Brasília: IBRAFOS, 1988. p. 191-213.
- ALVES, B.P. *Distrito Nióbio-Titanífero de Tapira*. Rio de Janeiro: DNPM, 1960. 48p. (Boletim, 108).
- ANDERY, P.A. *Concentração de apatita do carbonatito de Jacupiranga, Estado de São Paulo*. Cátedra 33: Lavra de Minas e Tratamento de Minerais. São Paulo: [s.n.], 1967.
- ANDERY, P.A. *Flotation of phosphate containing materials*. Int. Cl. 209-167. U.S. 3, 403, 783. October 1, 1968.
- ANUÁRIO ESTATÍSTICO SETOR DE FERTILIZANTES. São Paulo: ANDA. 1979-93.
- ARAÚJO, A.C. *Froth flotation relevant facts and the Brazilian scenario*. Minas Gerais: MBR, 1994. 23p.
- ARAÚJO, N.B., WEDEKIN, I., PINAZZA, L.A. *Complexo agroindustrial: o "agribusiness" brasileiro*, São Paulo: AGROCERES, 1990.
- ARMELIN, W. *Logística de distribuição e estocagem de rocha fosfática no Brasil*. In: ENCONTRO NACIONAL DE ROCHA FOSFÁTICA, 4, 1988, Brasília. *Anais...* Brasília: IBRAFOS, 1988. p. 218-237.
- ASSOCIAÇÃO DOS ENGENHEIROS DA PETROBRÁS *Privatização da Petrofertil: um retrocesso para a agricultura nacional*. Rio de Janeiro: AEPET, [s.d.]. 4p.
- BARBOSA NETO, M.A. *O fósforo: situação atual, problemas e perspectivas*. In: SIMPÓSIO NACIONAL DO SETOR DE FERTILIZANTES, 1, ENCONTRO NACIONAL DE ROCHA FOSFÁTICA, 6, 1994, São Paulo. *Anais...* São Paulo: ANDA, 1994. (no prelo).
- BARROS, L.A.F.; LIPORACI, R.R., MIAW, L.M. *Desenvolvimento de processo e aplicação da coluna de flotação no beneficiamento do minério de Patos de Minas*.

- In: ENCONTRO NACIONAL DE ROCHA FOSFÁTICA, 5, 1990, São Paulo. *Anais...* São Paulo: IBRAFOS, 1990. p. 287-308.
- BEISIEGEL, W.R., SOUZA, W.O. *Reservas de fosfato: Panorama nacional e mundial*. In: ENCONTRO NACIONAL DE ROCHA FOSFÁTICA, 3, 1986, Brasília. *Anais...* Brasília: IBRAFOS, 1986. p. 51-67.
- BERALDO, J.L., TELLES, A.F.N. *Technical, logistical and economic considerations in the development of Brazilian phosphate resources*. In: INTERNATIONAL CONFERENCE - BSC, 8, 1985, 22p.
- BORN, H., KAHN, H. *Caracterização geológica e mineralógica voltada ao aproveitamento de jazimentos fosfáticos*. In: ENCONTRO NACIONAL DE ROCHA FOSFÁTICA, 5, 1990, São Paulo. *Anais...* São Paulo: IBRAFOS, 1990. p. 213-233.
- BRASIL MINERAL. São Paulo: Signus, v. 130, jul. 1995.
- BRASIL. DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL. *Anuário mineral brasileiro*. Brasília, 1979-1991.
- BRASIL. DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL. *Plano plurianual para o desenvolvimento do setor mineral*. Brasília, 1994. 82p.
- CABALA-ROSAND, P., GOEDERT, W.J. *Fontes de fertilizantes alternativos no Brasil*. In: RECICLAGEM de Nutrientes e Agricultura de Baixos Insumos nos Trópicos. XVI Rev. Bras. Fertilidade do Solo, Cabala-Rosand, editor. Ilhéus, CEPLAC, 1985. p. 301-331.
- CALMANOVICI, C.E., GIULIETTI, M., TOSATO, P.M. *Aptidão tecnológica de alguns fosfatos brasileiros*. In: ENCONTRO NACIONAL DE ROCHA FOSFÁTICA, 5, 1990, São Paulo. *Anais...* São Paulo: IBRAFOS, 1990. p. 329-339.



- CARMO, A.J.B. *Tecnologia e competitividade na indústria brasileira de fertilizantes fosfatados*. São Paulo: 1994. 223p. Tese (Doutorado em Economia). FEA/USP.
- CARVALHO, Y.B. Fosfato: Reflexões em torno de um bem condicionante do nosso desenvolvimento agrícola (Trabalho apresentado na Comissão de Agricultura da Câmara Federal em 19.05.76). Brasília: Câmara dos Deputados, 1976.
- COELHO, W.C., ABDEL-REHIM, H.A.A., SOARES, G.M.G. *Processo não convencional para a solubilização de concentrados fosfáticos com alto nível de impurezas* Rio de Janeiro: CENPES, 1982. (Relatório Cenpes, 293).
- COMENTÁRIOS SOBRE A EFICIÊNCIA DA INDÚSTRIA NACIONAL DE ROCHA FOSFÁTICA. São Paulo: IBRAFOS, 1984. 8p.
- COMPANHIA VALE DO RIO DOCE - CVRD. *Atas da Diretoria* 14/07/75; 02/05/79; 14/05/80. Rio de Janeiro: CVRD.
- COMPANHIA VALE DO RIO DOCE - CVRD. *Atas do Conselho* 29/12/76; 06/04/77; 15/09/78; 15/01/79; 12/06/80; 18/09/80; 30/12/80. Rio de Janeiro: CVRD.
- DAMASCENO, E.C., et al. Recursos minerais de fosfato no Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL DE ROCHA FOSFÁTICA, 4, 1988, Brasília. *Anais...* Brasília: IBRAFOS, 1988. p. 76-93.
- DAMASCENO, E.C., LIMA, J.R.B. *Estudos de processo de dupla flotação visando o beneficiamento do minério carbonático de fosfato de Jacupiranga*. São Paulo, 1992. 13p. (Boletim Técnico da EPUSP, BT/PMI/003).
- DE FELIPPE JUNIOR, G. Panorama da rocha fosfática e ácido fosfórico. In: ENCONTRO NACIONAL DE ROCHA FOSFÁTICA, 5, 1990, Brasília. *Anais...* São Paulo: IBRAFOS, 1990. p. 5-9.

- DIAS, G.L.S. Perspectivas da agricultura brasileira. In: ENCONTRO NACIONAL DE ROCHA FOSFÁTICA, 5, 1990, São Paulo. *Anais...* São Paulo: IBRAFOS, 1990. p. 63-76.
- ESTEBAN, F. S., SINTONI, A. Beneficiamento de rochas fosfáticas. In: ENCONTRO NACIONAL DE ROCHAS FOSFÁTICAS, 1, 1979, Brasília. *Anais...* Brasília: IBRAFOS, 1979. p.180-194.
- ESTUDO DE CUSTOS COMPARADOS DE ROCHA FOSFÁTICA. São Paulo: IBRAFOS, 1983. 116 p.
- EVANS, W.H. "How Fosforita Olinda S.A. process brazilian phosphate". *Engineering and Mining Journal*, (New York); Mac Graw-Hill, v. 160, n. 5, p. 86-93. maio 1959.
- FELICÍSSIMO Jr. J. Histórico de Ipanema. In: III SIMPÓSIO DE MINERAÇÃO GEOLOGIA E METALURGIA, 3. São Paulo: Centro Moraes Rego. n, 38, p. 49-66. 1976
- FUSARO, R. Panorama do fosfato em Minas Gerais. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DE MINAS GERAIS, 4, 1987. *Anais...* Belo Horizonte, (Mimeogr.).
- GERMANI, D.J. A atuação da Companhia Vale do Rio Doce S.A. - CVRD. In: ENCONTRO NACIONAL DE ROCHA FOSFÁTICA, 2, 1981, Brasília. *Anais...* Brasília: IBRAFOS, 1981. p. 199-210.
- GOEDERT, W.J. *Solos dos cerrados*. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1986.
- GOEDERT, W.J., E. LOBATO. Avaliação agrônômica de fosfatos em solo de cerrado. *Revista Brasil. Ciênc. Solo*, p.897-902, 1984.
- GOEDERT, W.J., REIN, T.A., SOUSA, D.M.G. Eficiência agrônômica de fertilizantes fosfatados não-tradicionais. In: ENCONTRO NACIONAL DE ROCHA FOSFÁTICA, 3, 1986, Brasília. *Anais...* Brasília: IBRAFOS, 1986. p. 415-429.

- GRIFFITHS, I. Phosphate Rock: Prevailing Climate Uncertain. *Industrial Minerals*, n. 318, p. 47-69, mar. 1994.
- GUARDANI, R. *Alguns aspectos da evolução da pesquisa em produção de termofertilizantes*. São Paulo: IPT, 1979 (Publ. IPT; 1136, Série: P & D n, 4), 1979.
- GUARDANI, R. *Termofosfatos*. In: Curso de Tecnologia de Fertilizantes Fosfatados. São Paulo: CEFER/IPT, 1980.
- GUIMARÃES, D. *Ocorrência de fosforita no Município de Abaeté, Minas Gerais*. Rio de Janeiro: DNPM, 1967. 18p. (Notas Preliminares; 144).
- GUIMARÃES, J.E.P. O vulto humano de Paulo Abib Andery. In: Tratamento de Minérios e Hidrometalurgia; In Memoriam Professor Paulo Abib Andery, Recife: ITEP, 1980. p. 5-12.
- HANDBOOK ON PHOSPHATE FERTILIZATION. Paris: ISMA, 1982. 210 p.
- KUAE, L.K.N., BONESIO, M.C.M., VILLELA, M.C.O. *Diretrizes para apresentação de dissertações e teses*. São Paulo: EPUSP/Serviço de Bibliotecas, 1991.
- KULAI, Y., DAMASCENO, E.C. Rochas fosfáticas no Estado de São Paulo. In: WORKSHOP RECURSOS MINERAIS NÃO-METÁLICOS PARA O ESTADO DE SÃO PAULO, 1994, São Paulo. *Resumos expandidos...* São Paulo: SBG-Núcleo SP, 1994. p. 57-61.
- LEAL FILHO, L.S. *Aspectos relevantes na separação apatita/minerais de ganga via processo Serrana*. São Paulo: EPUSP, 1991. Tese (Doutorado em Engenharia Mineral), Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.
- LEAL FILHO, L.S., CHAVES, A.P., HENNIES, W.F. *Paulo Abib Andery (1922-1976), a distinguished Brazilian Mining engineer*. *CIM Bulletin*, v. 86, n. 973, p. 68, Sept. 1993.
- LEAL FILHO, L.S., DAMASCENO, E.C., CHAVES, A.P. *A evolução do beneficiamento de rocha fosfática no Brasil*. *Cadernos IG/UNICAMP*, v. 3, n. 2, p. 96-108, 1993.

- LENHARO, S.L.R. *Caracterização mineralógica/tecnológica das apatitas de alguns depósitos brasileiros de fosfato*. São Paulo: EPUSP, 1994. 196p. Tese (Mestrado em Engenharia Mineral), Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.
- LIMA NETO, N. *Aproveitamento do fosfato de Patos de Minas (MG-Brasil) na obtenção de termofosfatos calcinados*. São Paulo: 1985. 230 p. Tese (Doutorado em Engenharia Mineral), Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.
- LIMA NETO, N. *Contribuição ao estudo do tratamento hidrotérmico por calcinação do concentrado fosfático de Catalão: avaliação da influência do teor de SiO<sub>2</sub> e do tempo de reação*. São Paulo: EPUSP, 1978. 75p. Tese (Mestrado em Engenharia Mineral), Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.
- LIMA, J.M.G. *Perfil analítico dos fertilizantes fosfatados*. Brasília: DNPM, 1976. 55p.
- LOPES, M.A.B. *Fosfertil 10 anos*. [s.l.: s.n.], 1988. 155p.
- LOUREIRO, F.E.V.L. *Terras-Raras no Brasil: depósitos, recursos identificados, reservas*. Rio de Janeiro: CETEM, 1994. 189p.
- MACHADO, I.F. *Recursos minerais-política e sociedade*. São Paulo: Edgar Blücher, 1989. 410p.
- MAENE, L.M. The world fertilizer demand and supply situation. In: SIMPÓSIO NACIONAL DO SETOR DE FERTILIZANTES, 1; ENCONTRO NACIONAL DE ROCHA FOSFÁTICA, 6, 1994, São Paulo. *Anais...* São Paulo: ANDA, 1994. (no prelo).
- MALAVOLTA, E. *Fertilizers and agriculture*. [s.l.]: IFA, 1984.
- MALAVOLTA, E. Nutrição mineral e adubação de plantas cultivadas. In: SEMINÁRIO NACIONAL SOBRE POLÍTICA DE FERTILIZANTES. [s.n.t.]. 1980.

- MALAVOLTA, E. O fósforo na agricultura brasileira. In: *Tecnologia de fertilizantes fosfatados*. São Paulo: IPT, 1980. p. 187-206. (Publ. Especial; 9).
- MEADOWS, D.H. et al. *The limits to growth*. New York: Universe Books, 1972. 207p.
- MELCHER, G.C. *Nota sobre o distrito alcalino de Jacupiranga, Estado de São Paulo*. Rio de Janeiro: DNPM, 1954. 20p. (Notas Preliminares e Estudos; 84).
- MELCHER, G.C. *O carbonatito de Jacupiranga*. São Paulo: FFCLUSP, 1965. 73p. (Boletim; 282).
- MENDES, C.M., OLIVEIRA, L.T., SILVEIRA, I.L. *Termofosfato magnésiano: uma alternativa adequada à agricultura brasileira*. Mensagem Econômica, Belo Horizonte, n. 301, pag. 32-34. 1985.
- MIGLIAVADA, M. Rocha fosfática nacional e fertilizantes fosfatados: contribuição das empresas privadas. O Papel da Região Centro. In: ENCONTRO NACIONAL DE ROCHA FOSFÁTICA, 2, 1981, Brasília. *Anais...* Brasília: IBRAFOS, 1981, p. 39-51.
- MORAES REGO, L.F. Recursos brasileiros em matérias-primas dos adubos fosfatados: 1ª parte. *Mineração e Metalurgia*, Rio de Janeiro, n. 12, p. 377-381, 1938.
- MORAES REGO, L.F. Recursos brasileiros em matérias-primas dos adubos fosfatados: 2ª parte. *Mineração e Metalurgia*, Rio de Janeiro, n. 13, p. 25-29, 1938.
- MORAES, L.J. *Jazidas de apatita de Ipanema*. Rio de Janeiro: DNPM, 1937. (Boletim; 27).
- OLIVEIRA, N.P., COSTA, M.L. *Os fosfatos aluminosos do Pará e do Maranhão: estágio atual de conhecimento e estratégia para aproveitamento econômico*. *Ciências da Terra*, Salvador, n. 10, p. 16-19, 1984.

- PEREIRA, N.M. *Fosforito no Nordeste: Curso de Pós-graduação da Cadeira Recursos Minerais do Brasil II*. São Paulo: EPUSP, 1970.
- PETROFÉRTIL/COPPE-UFRJ. *A oferta de alimentos e a demanda de fertilizantes na definição de uma política de desenvolvimento sustentável*: relatório executivo. Rio de Janeiro: [s.n., s.d.]. 32p.
- PETROFÉRTIL. *Relatório Anual de Atividades*. Rio de Janeiro, 1984/1991.
- PINAZZA, L.A., ARAÚJO, N.B. *Agricultura na virada do Século XX: visão de agribusiness*. São Paulo: Globo, 1993.
- PINHEIRO, H.M. *Sulfato ferroso e amido como reagentes topoquímicos, inativadores de ganga calcárea, na concentração da fluorita, pela flutuação-com-espuma*. São Carlos, 1956. 164p. Tese (Livre Docência). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- PLANO Nacional de Fertilizantes e Calcário Agrícola (PNFCA): CDE, 1974.
- PONCHIO, C.O. *Solubilidade das rochas fosfatadas nacionais em diferentes extratores químicos*. Piracicaba, 1978, Tese (Mestrado), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, SP.
- RAIJ, B.V. *Avaliação da fertilidade do solo*. [s.l.]: Instituto da Potassa & Fosfato, 1983.
- RAIJ, B. V., FEITOSA, C.T., CARMELLO, Q.A.C.. *Adubação fosfatada no Estado de São Paulo*. In: *Adubação fosfatada no Brasil*, A.J. Oliveira, S. Lourenço & W.J. GOEDERT, (Ed.) EMBRAPA, Brasília, 1982.
- RAPPEL, E., LOIOLA, E. *Estudo da competitividade da indústria brasileira: competitividade da indústria de fertilizantes*. Campinas; MCT/FINEP, 1993. 75p.
- REIS, N.P. Impacto da importação no mercado nacional de fertilizantes. In: ENCONTRO NACIONAL DE ROCHA

- FOSFÁTICA, 5, 1990, São Paulo. *Anais...Brasília: IBRAFOS, 1990. p. 97-104.*
- SCORZA, E.P. *Rocha fosfática da Fazenda do Vão - Município de Sacramento, Minas Gerais.* Rio de Janeiro: DNPM, 1956. 11p. (Notas Preliminares e Estudos, 94).
- SILVA JÚNIOR, A.F. Rochas fosfáticas brasileiras. In: *TECNOLOGIA de fertilizantes fosfatados.* São Paulo: IPT, 1980. p. 31-52. (IPT Publicação n. 1167/ Série Publicações Especiais, 9).
- SILVA NETO, C.S., WOLF, F., DAMASCENO, E.C. *Fosfato: um breve retrospecto e suas possibilidades na Amazônia.* In: CURSO DE GEOLOGIA ECONÔMICA DO BRASIL. Ouro Preto: PLANFAP, 1978.
- SILVA, A.B., et al. *Depósito de fosfato em carbonatito do Pré-Cambriano, Angico dos Dias, BA.* [s.n.t.] (Publicação Interna da CBMM).
- SILVA, A.C.C., et al. *Desenvolvimento do processo de obtenção de fertilizantes parcialmente acidulados com o concentrado de Patos de Minas - Rio de Janeiro: Petrobrás-Cenpes. junho 85.* (Relatório CENPES; 602).
- SILVA, G.A. Termofosfatos. In: ENCONTRO NACIONAL DE ROCHA FOSFÁTICA, 1, 1979, Brasília, *Anais...Brasília: IBRAFOS, 1979. p. 36-44*
- SILVA, G.A. Perspectivas no uso de rochas fosfáticas brasileiras na produção de termofosfatos. In: SEMINÁRIO SOBRE DESENVOLVIMENTOS EM PIROMETALURGIA, 1986, Rio de Janeiro, *Anais...São Paulo: ABM, 1986. p. 111-126.*
- SILVA, G.A., LOPES, A.S. *Phosphate fertilizers in Brazil: production and use.* [s.l.:s.n.], 1991.
- SILVA, R.M. Experiência industrial de utilização de rochas fosfáticas nacionais na produção de fertilizantes. In: ENCONTRO NACIONAL DE ROCHA FOSFÁTICA, 4,

- 1988, Brasília. *Anais...Brasília: IBRAFOS, 1988. p. 251-272.*
- SILVA, R.M.A. Fertilizantes: Rocha fosfática - considerações gerais. In: ENCONTRO NACIONAL DE ROCHA FOSFÁTICA, 1, 1979, Brasília. *Anais... Brasília: IBRAFOS, 1979. p.135-169.*
- STOWASSER, W.F. Phosphate rock. In: *Mineral Facts and Problems* Washington: U.S. Bureau of Mines, 1985.
- TECNOLOGIA MODERNA PARA A AGRICULTURA. Brasília: IPEA, 1975. v. 2.
- TELLES, A.F.N. *A indústria de fertilizantes químicos no Brasil.* São Paulo: FGV, 1991. 208p. Tese (Mestrado em Administração), Escola de Administração de Empresas de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas, 1991.
- TOLEDO, J.A., SUSLICK, S.B. Uma proposta de modelização do consumo de fosfato no Brasil. In: WORKSHOP RECURSOS MINERAIS NÃO-METÁLICOS PARA O ESTADO DE SÃO PAULO. São Paulo: SBG-Núcleo SP, 1994. p. 83-86.
- UNITED NATIONS INDUSTRIAL DEVELOPMENT ORGANIZATION. *Process technologies for phosphate fertilizers.* New York, 1978. (Development and transfer of technology series; 8).
- UNITED NATIONS INDUSTRIAL DEVELOPMENT ORGANIZATION. *Fertilizer Manual.* Viena: Unido, 1980. (Development and Transfer of Technology Series; 13).
- VASCONCELLOS, F.M. O papel da região Norte-Nordeste. In: PAINEL ROCHA FOSFÁTICA NACIONAL E FERTILIZANTES FOSFATADOS: CONTRIBUIÇÃO DAS EMPRESAS PRIVADAS. ENCONTRO NACIONAL DE ROCHA FOSFÁTICA, 2, 1981, Brasília. *Anais...Brasília: IBRAFOS, 1981. p. 57-60.*

**UMA REVISÃO DA  
SÍNTESE DE PÓS  
CERÂMICOS VIA  
ALCÓXIDOS - ESTUDO  
DE CASO:**

ALCÓXIDOS DE TERRAS-RARAS

71

Pinto Eduardo Pires  
Maurício Moutinho de Sá

MCT CNPq CETEM

1. Flotação de Carvão: Estudos em Escala de Bancada - Antonio R. de Campos, Salvador L. M. de Almeida e Amílcar T. dos Santos, 1979. (esgotado)
2. Beneficiamento de Talco: Estudos em Escala de Bancada - Nelson T. Shimabukuro, Carlos Adolpho M. Baltar e Francisco W. Holanda Vidal, 1979. (esgotado)
3. Beneficiamento de Talco: Estudos em Usina Piloto - Nelson T. Shimabukuro, Carlos Adolpho M. Baltar e Francisco W. Holanda Vidal, 1979. (esgotado)
4. Flotação de Cianita da Localidade de Boa Esperança (MG) - Ivan O. de Carvalho Masson e Tulio Herman A. Luco, 1979. (esgotado)
5. Beneficiamento de Diatomita do Ceará - José A. C. Sobrinho e Adão B. da Luz, 1979. (esgotado)
6. Eletrorecuperação de Zinco: uma Revisão das Variáveis Influentes - Roberto C. Villas Bôas, 1979. (esgotado)
7. Redução da Gipsita com Carvão Vegetal - Ivan O. de Carvalho Masson, 1980. (esgotado)
8. Beneficiamento do Diatomito de Canaveira do Estado do Ceará - Franz Xavier H. Filho e Marcello M. da Veiga, 1980. (esgotado)
9. Moagem Autógena de Itabirito em Escala Piloto - Hedda Vargas Figueira e João Alves Sampaio, 1980. (esgotado)
10. Flotação de Minério Oxidado de Zinco de Baixo Teor - Carlos Adolpho M. Baltar e Roberto C. Villas Bôas, 1980. (esgotado)
11. Estudo dos Efeitos de Corrente de Pulso Sobre o Eletrorefino de Prata - Luiz Gonzaga dos S. Sobral, Ronaldo Luiz C. dos Santos e Delfin da Costa Laureano, 1980. (esgotado)
12. Lixiviação Bacteriana do Sulfeto de Cobre de Baixo Teor Caraíba - Vicente Paulo de Souza, 1980. (esgotado)
13. Flotação de Minérios Oxidados de Zinco: uma Revisão de Literatura - Carlos Adolpho M. Baltar, 1980. (esgotado)
14. Efeito de Alguns Parâmetros Operacionais no Eletrorefino do Ouro - Marcus Granato e Roberto C. Villas Bôas, 1980. (esgotado)
15. Flotação de Carvão de Santa Catarina em Escala de Bancada e Piloto - Antonio R. de Campos e Salvador L. M. de Almeida, 1981. (esgotado)
16. Aglomeração Seletiva de Finos de Carvão de Santa Catarina: Estudos Preliminares - Lauro Santos N. da Costa, 1981.
17. Briquetagem e a sua Importância para a Indústria - Walter Shinzel e Regina Célia M. da Silva, 1981. (esgotado)
18. Aplicação de Petrografia no Beneficiamento de Carvão por Flotação - Ney Hamilton Porphirio, 1981.
19. Recuperação do Cobre do Minério Oxidado de Caraíba por Extração por Solventes em Escala Semipiloto - Ivan O. C. Masson e Paulo Sérgio M. Soares, 1981. (esgotado)
20. Dynawhirpool (DWP) e sua Aplicação na Indústria Mineral - Hedda Vargas Figueira e José Aury de Aquino, 1981. (esgotado)

21. Flotação de Rejeitos Finos de Scheelita em Planta Piloto - José Farias de Oliveira, Ronaldo Moreira Horta e João Alves Sampaio, 1981. (esgotado)
22. Coque de Turfa e suas Aplicações - Regina Célia M. da Silva e Walter Schinzel, 1982.
23. Refino Eletrolítico de Ouro, Processo Wohlwill - Juliano Peres Barbosa e Roberto C. Villas Bôas, 1982. (esgotado)
24. Flotação de Oxidados de Zinco: Estudos em Escala Piloto - Adão Benvindo da Luz e Carlos Adolpho M. Baltar, 1982.
25. Dosagem de Ouro - Luiz Gonzaga S. Sobral e Marcus Granato, 1983.
26. Beneficiamento e Extração de Ouro e Prata de Minério Sulfetado - Márcio Torres M. Penna e Marcus Granato, 1983.
27. Extrações por Solventes de Cobre do Minério Oxidado de Caraiba - Paulo Sérgio M. Soares e Ivan O. de Carvalho Masson, 1983.
28. Preparo Eletrolítico de Solução de Ouro - Marcus Granato, Luiz Gonzaga S. Sobral, Ronaldo Luiz C. Santos e Delfin da Costa Laureano, 1983. (esgotado)
29. Recuperação de Prata de Fixadores Fotográficos - Luiz Gonzaga dos Santos Sobral e Marcus Granato, 1984. (esgotado)
30. Amostragem para Processamento Mineral - Mário V. Possa e Adão B. da Luz, 1984. (esgotado)
31. Indicador de Bibliotecas e Centros de Documentação em Tecnologia Mineral e Geociências do Rio de Janeiro - Subcomissão Brasileira de Documentação em Geociências - SBDG, 1984.
32. Alternativa para o Beneficiamento do Minério de Manganês de Urucum, Corumbá-MS - Lúcia Maria Cabral de Góes e Silva e Lélío Fellows Filho, 1984.
33. Lixiviação Bacteriana de Cobre de Baixo Teor em Escala de Bancada - Teresinha R. de Andrade e Francisca Pessoa de França, 1984.
34. Beneficiamento do Calcário da Região de Cantagalo-RJ - Vanilda Rocha Barros, Hedda Vargas Figueira e Rupen Adamian, 1984.
35. Aplicação da Simulação de Hidrociclones em Circuitos de Moagem - José Ignácio de Andrade Gomes e Regina C. C. Carriso, 1985.
36. Estudo de um Método Simplificado para Determinação do "Índice de Trabalho" e sua Aplicação à Remoagem - Hedda Vargas Figueira, Luiz Antonio Pretti e Luiz Roberto Moura Valle, 1985.
37. Metalurgia Extrativa do Ouro - Marcus Granato, 1986. (esgotado)
38. Estudos de Flotação do Minério Oxidado de Zinco de Minas Gerais - Francisco W. Hollanda Vidal, Carlos Adolpho M. Baltar, José Ignácio de A. Gomes, Leonardo A. da Silva, Hedda Vargas Figueira, Adão B. da Luz e Roberto C. Villas Bôas, 1987.
39. Lista de Termos para Indexação em Tecnologia Mineral - Vera Lúcia Vianna de Carvalho, 1987.
40. Distribuição de Germânio em Frações Densimétricas de Carvões - Luiz Fernando de Carvalho e Valéria Conde Alves Moraes, 1986.
41. Aspectos do Beneficiamento de Ouro Aluvionar - Fernando A. Freitas Lins e Leonardo A. da Silva, 1987.
42. Estudos Tecnológicos para Aproveitamento da Atapulgita de Guadalupe-PI - Adão B. da Luz, Salvador L. M. de Almeida e Luciano Tadeu Silva Ramos, 1988.
43. Tratamento de Efluentes de Carvão Através de Espessador de Lamelas - Francisco W. Hollanda Vidal e Franz Xaver Horn Filho, 1988.
44. Recuperação do Ouro por Amalgamação e Cianetação: Problemas Ambientais e Possíveis Alternativas - Vicente Paulo de Souza e Fernando A. Freitas Lins, 1989. (esgotado)

45. Geopolítica dos Novos Materiais - Roberto C. Villas Bôas, 1989. (esgotado)
46. Beneficiamento de Calcário para as Indústrias de Tintas e Plásticos - Vanilda da Rocha Barros e Antonio R. de Campos, 1990.
47. Influência de Algumas Variáveis Físicas na Flotação de Partículas de Ouro - Fernando A. Freitas Lins e Rupen Adamian, 1991.
48. Caracterização Tecnológica de Caulim para a Indústria de Papel - Rosa Malena Fernandes Lima e Adão B. da Luz, 1991.
49. Amostragem de Minérios - Maria Alice C. de Goes, Mário V. Possa e Adão B. da Luz, 1991.
50. Design of Experiments in Planning Metallurgical Tests - Roberto C. Villas Bôas, 1991. (esgotado)
51. Eletrorecuperação de Ouro a partir de Soluções Diluídas de seu Cianeto - Roberto C. Villas Bôas, 1991.
52. Talco do Paraná - Flotação em Usina Piloto - Salvador Luiz M. de Almeida, Adão B. da Luz e Ivan F. Pontes, 1991.
53. Os Novos Materiais e a Corrosão - Roberto C. Villas Bôas, 1991.
54. Aspectos Diversos da Garimpagem de Ouro - Fernando Freitas Lins (coord.), José Cunha Cotta, Adão B. da Luz, Marcello M. da Veiga, Fernando Freitas Lins, Luiz Henrique Farid, Márcia Machado Gonçalves, Ronaldo Luiz C. dos Santos, Maria Laura Barreto e Irene C. M. H. Medeiros Portela, 1992. (esgotado)
55. Concentrador Centrifugo - Revisão e Aplicações Potenciais - Fernando Freitas Lins, Lauro S. Norbert Costa, Oscar Cuéllar Delgado, Jorge M. Alvares Gutierrez, 1992.
56. Minerais Estratégicos: Perspectivas - Roberto C. Villas Bôas, 1992.
57. O Problema do Germânio no Brasil - Roberto C. Villas Bôas, Maria Dionísia C. dos Santos e Vicente Paulo de Souza, 1992.
58. Caracterização Tecnológica do Minério Aurífero da Mineração Casa de Pedra-Mato Grosso - Ney Hamilton Porphírio e Fernando Freitas Lins, 1992.
59. Geopolitics of the New Materials: The Case of the Small Scale Mining and New Materials Developments - Roberto C. Villas Bôas, 1992.
60. Degradação de Cianetos por Hipoclorito de Sódio - Antonio Carlos Augusto da Costa, 1992.
61. Paládio: Extração e Refino, uma Experiência Industrial - Luiz Gonzaga S. Sobral, Marcus Granato e Roberto B. Ogando, 1992.
62. Desempenho de Ciclones e Hidrociclones - Giulio Massarani, 1992.
63. Simulação de Moagem de Talco Utilizando Seixos - Regina Coeli C. Carriso e Mário Valente Possa, 1993.
64. Atapulgita do Piauí para a Indústria Farmacêutica - José Pereira Neto, Salvador L. M. de Almeida e Ronaldo de Miranda Carvalho, 1993.
65. Caulim: um mineral industrial importante - Adão B. da Luz e Eduardo C. Damasceno, 1993.
66. Química e Tecnologia das Terras-Raras - Alcídio Abrão, 1994.
67. Tiouréia e Bromo como Lixivantes Alternativos à Cianetação do Ouro. Roberto de Barros E. Trindade, 1994.
68. Zeólitas: Propriedades e Usos Industriais - Adão Benvindo da Luz, 1994.
69. Caracterização Tecnológica de Lascas de Quartzo - Marília Inês Mendes Barbosa e Ney Hamilton Porphírio, 1994.
70. Froth Flotation: Relevant Facts and the Brazilian Case - Armando Corrêa de Araújo e Antônio Eduardo Clark Peres, 1995.

**BATCH AND  
CONTINUOUS HEAVY  
METALS BIOSORPTION BY  
A BROWN SEAWEED**

12

Antonio Carlos A. de Costa  
Luciana Maria S. de Mesquita  
João Tarnovsky

MCT CNPq CITEM

**NÚMEROS PUBLICADOS NA SÉRIE  
TECNOLOGIA AMBIENTAL**

1. Poconé: Um Campo de Estudos do Impacto Ambiental do Garimpo - Marcelo M. da Veiga, Francisco R. C. Fernandes, Luiz Henrique Farid, José Eduardo B. Machado, Antônio Odilon da Silva, Luis Drude de Lacerda, Alexandre Pessoa da Silva, Edinaldo de Castro e Silva, Evaldo F. de Oliveira, Gercino D. da Silva, Hélcias B. de Pádua, Luiz Roberto M. Pedroso, Néilson Luiz S. Ferreira, Saete Kiyoka Ozaki, Rosane V. Marins, João A. Imbassaty, Wolfgang C. Pfeiffer, Wanderley R. Bastos e Vicente Paulo de Souza (2ª edição), 1991. (esgotado)

2. Diagnóstico Preliminar dos Impactos Ambientais Gerados por Garimpos de Ouro em Alta Floresta/MT: Estudo de Caso (versão Português/Inglês) - Luiz Henrique Farid, José Eduardo B. Machado, Marcos P. Gonzaga, Saulo R. Pereira Filho, André Eugênio F. Campos, Néilson S. Ferreira, Gersino D. Silva, Carlos R. Tobar, Volney Câmara, Sandra S. Hacon, Diana de Lima, Vangil Silva, Luiz Roberto M. Pedroso, Edinaldo de Castro e Silva, Laís A. Menezes, 1992.

3. Mercúrio na Amazônia: Uma Bomba Relógio Química? - Luis Drude Lacerda e Win Salomons, 1992.
4. Estudo dos Impactos Ambientais Decorrentes do Extrativismo Mineral e Poluição Mercurial no Tapajós - Pré-Diagnóstico - Rita Maria Rodrigues et al., 1994.
5. Utilização do Aguapé no Tratamento de Efluentes com Cianetos - Marcus Granato, 1995.
6. Are Tropical Estuaries Environmental Sinks or Sources? - Egbert K. Duursma, 1995.
7. Assessment of the Heavy Metal Pollution in a Gold "Garimpo" - Saulo Rodrigues Filho e John Edmund L. Maddock, 1995.
8. Instrumental Multielement Analysis in Plant Materials - A Modern Method in Environmental Chemistry and Tropical Systems Research - Bernd Market, 1995.
9. Heavy Metals in Estuarine Sediments: Mangrove Swamps of the Subaé and Paraguaçu Tributary Rivers of Todos os Santos Bay, Bahia, Brazil - J. F. Paredes, A. F. S. Queiroz, I. G. Carvalho, M. A. S. B. Ramos, A. L. F. Santos e C. Mosser, 1995.
10. Metais Pesados nas Sub-bacias Hidrográficas de Poconé e Alta Floresta - Saulo Rodrigues Pereira Filho, 1995.
11. Diagnóstico Ambiental das Áreas Submetidas à Garimpagem de Ouro em Rio Preto - MG - Antonio José L. de A. Ramos e Saulo Rodrigues Pereira Filho, 1996.

**ARRANJOS  
ORTOGONAIS DE  
TAGUCHI: os Ln(2<sup>n</sup>)**

9

Roberto C. Villas Boas

MCT CNPq CITEM

**NÚMEROS PUBLICADOS NA SÉRIE  
QUALIDADE E PRODUTIVIDADE**

1. Qualidade na Formulação de Misturas - Roberto C. Villas Boas, 1992.
2. La Importância del Método em la Investigación Tecnológica - Roberto C. Villas Boas, 1992.
3. Normalización Minerometalúrgica e Integración Latinoamericana - Rômulo Genuino de Oliveira, 1993.
4. A Competitividade da Indústria Brasileira de Alumínio: Avaliação e Perspectivas - James M. G. Weiss, 1993.
5. O Gerenciamento Ambiental: Estudo de Caso de Cinco Empresas de Mineração no Brasil - José Antônio Parizotto, 1995.
6. Situação Atual e Perspectivas da Indústria Mineral no Brasil - Ulysses Rodrigues de Freitas, 1995.
7. The Profile of the Brazilian Mining Professionals - Arthur Pinto Chaves, 1995.
8. Certification and Use of Reference Materials - Maria Alice C. de Goes, 1995.

**A PRODUÇÃO DE FOSFATO  
NO BRASIL:**UMA APECIAÇÃO HISTÓRICA DAS  
CONDICIONANTES ENVOLVIDAS

Gildo de A. Sá C. de Albuquerque

MCT CNPq CETEM

NÚMEROS PUBLICADOS NA SÉRIE  
ESTUDOS E DOCUMENTOS

1. Quem é Quem no Subsolo Brasileiro - Francisco R. C. Fernandes, Ana Maria B. M. da Cunha, Maria de Fátima Faria dos Santos, José Raimundo Coutinho de Carvalho e Maurício Lins Arcoverde, (2ª edição) 1987.

2. A Política Mineral na Constituição de 1967 - Ariadne da Silva Rocha Nodari, Alberto da Silva Rocha, Marcos Fábio Freire Montysuma e Luis Paulo Schance Heler Giannini, (2ª edição) 1987.

3. Mineração no Nordeste - Depoimentos e Experiências - Manuel Correia de Andrade, 1987. (esgotado)

4. Política Mineral do Brasil - Dois Ensaios Críticos - Osny Duarte Pereira, Paulo César Ramos de Oliveira Sá e Maria Isabel Marques, 1987. (esgotado)

5. A Questão Mineral da Amazônia - Seis Ensaios Críticos - Francisco R. C. Fernandes, Roberto Gama e Silva, Wanderlino Teixeira de Carvalho, Manuela Carneiro da Cunha, Breno

Augusto dos Santos, Armando Álvares de Campos Cordeiro, Arthur Luiz Bernardelli, Paulo César de Sá e Maria Isabel Marques, 1987. (esgotado)

6. Setor Mineral e Dívida Externa - Maria Clara Couto Soares, 1987.

7. Constituinte: A Nova Política Mineral - Gabriel Guerreiro, Octávio Elísio Alves de Brito, Luciano Galvão Coutinho, Roberto Gama e Silva, Alfredo Ruy Barbosa, Hildebrando Herrmann e Osny Duarte Pereira, 1988. (esgotado)

8. A Questão Mineral na Constituição de 1988 - Fábio S. Sá Earp, Carlos Alberto K. de Sá Earp e Ana Lúcia Villas-Bôas, 1988. (esgotado)

9. Estratégia dos Grandes Grupos no Domínio dos Novos Materiais - Paulo Sá, 1989. (esgotado)

10. Política Científica e Tecnológica no Japão, Coreia do Sul e Israel. - Abraham Benzaquen Siessú, 1989. (esgotado)

11. Legislação Mineral em Debate - Maria Laura Barreto e Gildo Sá Albuquerque (organizadores), 1990.

12. Ensaio Sobre a Pequena e Média Empresa de Mineração - Ana Maria B. M. da Cunha (organizadora) 1991.

13. Fontes e Usos de Mercúrio no Brasil - Rui C. Hasse Ferreira e Luiz Edmundo Appel, (2ª edição) 1991.

14. Recursos Minerais da Amazônia - Alguns Dados Sobre Situação e Perspectivas - Francisco R. C. Fernandes e Irene C. de M. H. de Medeiros Portela, 1991. (esgotado)

15. Repercussões Ambientais em Garimpo Estável de Ouro - Um Estudo de Caso - Irene C. de M. H. de Medeiros Portela, (2ª edição) 1991.

16. Panorama do Setor de Materiais e suas Relações com a Mineração: Uma Contribuição para Implementação de Linhas de P & D - Marcello M. Veiga e José Octávio Armani Pascoal, 1991.

17. Potencial de Pesquisa Química nas Universidades Brasileiras - Peter Rudolf Seidl, 1991.

18. Política de Aproveitamento de Areia no Estado de São Paulo: Dos Conflitos Existentes às Compatibilizações Possíveis - Hildebrando Herrmann, 1991.

19. Uma Abordagem Crítica da Legislação Garimpeira: 1967-1989 - Maria Laura Barreto, 1993.

20. Some Reflections on Science in the Low-Income Economies - Roald Hoffmann, 1993. (esgotado)

21. Terras-raras no Brasil: depósitos, recursos identificados e reservas - Francisco Eduardo de V. Lapido Loureiro, 1994.

22. Aspectos Tecnológicos e Econômicos da Indústria de Alumínio, Marisa B. de Mello Monte e Rupen Adamian, 1994

23. Indústria Carbonífera Brasileira: conveniência e viabilidade - Gildo de A. Sá C. de Albuquerque, 1995.

24. Carvão Mineral: Aspectos Gerais e Econômicos - Regina Coeli C. Carriso e Mário Valente Possa, 1995.

25. "Sustainable Development: materials technology and industrial development in Brazil" - Roberto C. Villas Bôas, 1995.

26. Minerais e Materiais Avançados - Heloisa Vasconcellos de Medina e Luis Alberto Almeida Reis, 1995.

27. Poluição Mercurial: parâmetros técnico-jurídicos - Maria Laura Barreto e Anna Christiana Marinho, 1995.

28. Aspectos Técnicos e Econômicos do Setor de Rochas Ornamentais - Cid Chiodi Filho, 1995.

29. Mineração e Desenvolvimento Econômico: a questão nacional nas estratégias de desenvolvimento do setor mineral (1930-1964), Vol. I - Ana Lucia Villas-Bôas, 1995.

29. Mineração e Desenvolvimento Econômico: o projeto nacional no contexto da globalização (1964-1994), Vol. II - Ana Lúcia Villas-Bôas, 1995.

30. Elementos Estratégicos e Geopolíticos da Evolução Recente dos Materiais - Sarita Albugli, 1996.





3

*Anais da  
III Jornada Interna do  
CETEM*

MCT CNPq CETEM

NÚMEROS PUBLICADOS NA SÉRIE  
INICIAÇÃO CIENTÍFICA

1. Anais da I Jornada Interna do CETEM, 1994.
2. Anais da II Jornada Interna do CETEM, 1995

PUBLICAÇÕES AVULSAS EDITADAS PELO CETEM OU EM CO-EDIÇÃO

1. Programação Trienal: 1989/1991. Centro de Tecnologia Mineral (CETEM/CNPq), 1989.
2. Manual de Usinas e Beneficiamento. Centro de Tecnologia Mineral (CETEM/CNPq), 1989.
3. Garimpo, Meio Ambiente e Sociedades Indígenas. CETEM/CNPq/EDUFF, 1992.
4. Programação Trienal: 1992/1994. Centro de Tecnologia Mineral (CETEM/CNPq).
5. Impactos Ambientais. SPRU/USP/CNPq, 1993.
6. Relatório de Atividades de 1993. Centro de Tecnologia Mineral (CETEM/CNPq), 1994.
7. Programação Trienal: 1995/1997. Centro de Tecnologia Mineral (CETEM/CNPq), 1995.
8. Relatório Anual de Atividades 1994. Centro de Tecnologia Mineral (CETEM/CNPq), 1995.
9. 2<sup>nd</sup> Swedish-Brazilian Workshop on Mineral Technology (CETEM/CNPq/LULEÅ/EPUSP), 1995.
10. Tratamento de Minérios (CETEM/CNPq), 1995.
11. Sustainable Development and the Advanced Materials: The Brazilian Case (IDRC/CRDI - CETEM/CNPq), 1995.