J.Mendo CONSULTORIA

CONTRATO Nº 48000.003155/2007-17: DESENVOLVIMENTO DE ESTUDOS PARA ELABORAÇÃO DO PLANO DUODECENAL (2010 - 2030) DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA - MME

SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL-SGM

BANCO MUNDIAL

BANCO INTERNACIONAL PARA A RECONSTRUÇÃO E DESENVOLVIMENTO - BIRD

PRODUTO 29

AGROMINERAIS

Relatório Técnico 53

Perfil do Fosfato

CONSULTOR

Yara Kulaif

Geóloga pela USP, mestre e doutora em Engenharia Mineral pela EPUSP, atualmente professora do Instituto de Geociências da UNICAMP

PROJETO ESTAL

PROJETO DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA AO SETOR DE ENERGIA

Agosto de 2009

J.Mendo CONSULTORIA

SUMÁRIO

ÍNDICE DE TABELAS **3**

1. SUMÁRIO EXECUTIVO **6**

2. CARACTERIZAÇÃO DO SEGMENTO PRODUTIVO **7**

2.1. Produção dos últimos três anos 7
2.1. Preço de mercado por tipo de produto e análise de tendência 8
2.3. Valor da produção de rocha fosfática no Brasil 11
2.4. Qualificação empresarial 11
2.5. Recursos humanos 12
2.6. Parque produtivo: minas e usinas de tratamento do minério 14
2.7. Consumo energético 17
2.8. Utilização de água 18
2.9. Geração de resíduos sólidos 18

3. USOS DA ROCHA FOSFÁTICA **19**

4. CONSUMO **20**

4.1. Panorama mundial 20
4.2. Evolução do consumo interno 21
4.3. Projeção de consumo até 2030 (total e *per capita*). 23

5. PRODUÇÃO MINERAL **26**

5.1. Panorama mundial 26
5.2. Produção brasileira 28
5.3. Projeção da produção de rocha fosfática até 2030 28

6. NOVOS PROJETOS DE INVESTIMENTO EM ROCHA FOSFÁTICA **29**

7. RESERVAS MINERAIS **32**

7.1. Panorama mundial 32
7.2. Situação atual e sua localização no Brasil 34
7.3. Relação produção/reserva 35
7.4. Potencialidades e identificação de áreas vocacionadas 36
7.5. Quantificação da necessidade de adição de reservas para a produção até 2030 36

8. TECNOLOGIA **37**

9. RECURSOS HUMANOS **37**

9. CONCLUSÕES **38**

10. RECOMENDAÇÕES **39**

11. AGRADECIMENTOS **42**

12. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS **43**

13. ANEXOS **47**

ANEXO I – Tabelas de referência para os gráficos 47
ANEXO II – Plano Duo-Decenal e metodologia das Projeções 2010-2030 52

ÍNDICE DE TABELAS

ÍNDICE DE MAPAS 4

TABELA 1 – PRODUÇÃO DE ROCHA FOSFÁTICA NO BRASIL (2006-2008). 8

TABELA 2 – DISTRIBUIÇÃO PERCENTUAL DO VALOR DA PRODUÇÃO DE ROCHA FOSFÁTICA COMERCIALIZADA NO BRASIL, POR EMPRESA (2006). 11

TABELA 5 – GRANDES MINAS DE ROCHA FOSFÁTICA ENTRE AS 200 MAIORES MINAS DO BRASIL E OUTRAS MINAS (ANO-BASE 2007). 15

TABELA 6 - CONSUMO APARENTE DE ROCHA FOSFÁTICA (10^3 P_2O_5), MUNDIAL E PARA AS PRINCIPAIS REGIÕES DO MUNDO. 21

TABELA 7 - PROJEÇÕES DO CONSUMO APARENTE DE ROCHA FOSFÁTICA - 2010-2030 – EM T PRODUTO CONCENTRADO. 24

TABELA 8 – PRODUÇÃO MUNDIAL DE ROCHA FOSFÁTICA (10^3 T DE PRODUTO). 27

TABELA 9 - RELAÇÃO DE PROJETOS DE INVESTIMENTO EM ROCHA FOSFÁTICA. 29

TABELA 12 - RESERVAS MUNDIAIS DE ROCHA FOSFÁTICA (10^3 T DE P_2O_5). 33

TABELA 13 – RESERVAS DE ROCHA FOSFÁTICA (MEDIDAS MAIS INDICADAS) NO BRASIL. 34

TABELA 14 - EVOLUÇÃO DAS RESERVAS DE ROCHA FOSFÁTICA (MEDIDAS MAIS INDICADAS), ENTRE 1980 E 2007 (10^3 DE P_2O_5). 35

TABELA 15 - MÃO-DE-OBRA NAS MINAS E USINAS DE ROCHA FOSFÁTICA 38

ANEXO 5 – MÃO-DE-OBRA UTILIZADA EM ROCHA FOSFÁTICA, POR CATEGORIA PROFISSIONAL, NAS MINAS. 50

ANEXO 6 – MÃO-DE-OBRA UTILIZADA EM ROCHA FOSFÁTICA, POR CATEGORIA PROFISSIONAL, NAS USINAS E O TOTAL GERAL (MINAS MAIS USINAS). 51

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 – PREÇOS DE ROCHA FOSFÁTICA (US$/T). 9
GRÁFICO 2 – PREÇO DA ROCHA FOSFÁTICA EM MARROCOS, EM 2008 E 2009. 9
GRÁFICO 3 – PREÇOS MEDIDOS E ESTIMADOS DE ROCHA FOSFÁTICA PARA O PERÍODO 2006 – 2020. 10
GRÁFICO 5 – VALOR DA PRODUÇÃO TOTAL COMERCIALIZADA DE ROCHA FOSFÁTICA. 11
GRÁFICO 6 – MÃO-DE-OBRA UTILIZADA NA ROCHA FOSFÁTICA, POR TIPO DE CONTRATO DE TRABALHO (2005). 12
GRÁFICO 8 – MÃO-DE-OBRA UTILIZADA NA ROCHA FOSFÁTICA, POR CATEGORIA PROFISSIONAL (NAS USINAS). 13
GRÁFICO 9 - EVOLUÇÃO DA MÃO-DE-OBRA EM ROCHA FOSFÁTICA (1975 – 2005) 14
GRÁFICO 10 – NÚMERO E PORTE DAS MINAS DE ROCHA FOSFÁTICA. 14
GRÁFICO 11 – NÚMERO E PORTE DAS USINAS DE ROCHA FOSFÁTICA. 15
GRÁFICO 12 – CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA NAS UNIDADES INDUSTRIAIS E DE MINERAÇÃO. 17
GRÁFICO 13 – CONSUMO DE ÁGUA NAS UNIDADES INDUSTRIAIS E DE MINERAÇÃO 18
GRÁFICO 14 – DISTRIBUIÇÃO DO CONSUMO DE ROCHA FOSFÁTICA PELOS DIFERENTES SETORES INDUSTRIAIS NO BRASIL, EM 2005. 19
GRÁFICO 15 – CONSUMO APARENTE, PRODUÇÃO, IMPORTAÇÃO E EXPORTAÇÃO DE ROCHA FOSFÁTICA (EM T DE CONCENTRADO DE ROCHA). 22
GRÁFICO 16 – DEPENDÊNCIA EM CONCENTRADO DE ROCHA FOSFÁTICA (% DAS IMPORTAÇÕES EM RELAÇÃO AO CONSUMO APARENTE). 23
GRÁFICO 17 – CONSUMO APARENTE DE ROCHA FOSFÁTICA, PROJEÇÕES 2010-2030. 24
GRÁFICO 18 – CONSUMO *PER CAPITA* DE ROCHA FOSFÁTICA NO BRASIL, EUA E MUNDIAL (KG/HAB/ANO). 25
GRÁFICO 19 – CONSUMO *PER CAPITA* DE ROCHA FOSFÁTICA, PROJEÇÕES 2010-2030. 26
GRÁFICO 20 - PRODUÇÃO MUNDIAL DE ROCHA FOSFÁTICA ENTRE 1900 E 2008. 27
GRÁFICO 21 - PRODUÇÃO DE CONCENTRADO DE ROCHA FOSFÁTICA NO BRASIL. 28
GRÁFICO 23 – RESERVAS DE ROCHA FOSFÁTICA (MEDIDAS MAIS INDICADAS) NO BRASIL 35

ÍNDICE DE MAPAS

MAPA 1- LOCALIZAÇÃO DAS MINAS ATIVAS NO BRASIL 34
MAPA 2 – PESQUISAS DE ROCHA FOSFÁTICA EM EXECUÇÃO NO BRASIL. 36

SIGLAS E ABREVIATURAS

AFRMM – Adicional ao Frete para Renovação da Marinha Mercante
AMB - Anuário Mineral Brasileiro
ANDA – Associação Nacional para a Difusão de Adubos
BPL - *Bone Phosphate of Lime [conversão para P_2O_5 divido por 1,184]*
CETEM - Centro de Tecnologia Mineral
CIP – Complexo Industrial de Paulínia
CIU – Complexo Industrial de Uberaba
CMC - Complexo Mineroquímico de Catalão
CPRM - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
CVM/IAN – Comissão de Valores Imobiliários/Informações Anuais da empresa
CVM/ITR – Comissão de Valores Imobiliários/Informações Trimestrais (da empresa)
DAP – Fosfato Diamônio
DNPM - Departamento Nacional da Produção Mineral
DNPM/DIPEM - Departamento Nacional da Produção Mineral/Declaração de Investimento em Pesquisa Mineral
EUA - Estados Unidos da América do Norte
FOB - Mercadoria livre a bordo (*Free on Board*)
IBGE - Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMS - Imposto de Circulação de Mercadorias e Serviços
IFA – *International Fertilizer Industry Association*
INB – Indústrias Nucleares Brasileiras
IPC – Índice de Preços ao Consumidor
Ln – Função Logarítmica
MAP – Fosfato Monoamônico
MAPA – Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MCT - Ministério da Ciência e Tecnologia
MDIC – Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior
MF – Ministério da Fazenda
MME - Ministério das Minas e Energia
PIB - Produto Interno Bruto
PPA's – Plano Plurianual do Orçamento Público
ROM - *Run of Mine*
SA - Sociedade Anônima
SGB/CPRM – Serviço Geológico do Brasil/Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
SGM - Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral
SMB – Sumário Mineral Brasileiro
SSP – Superfosfato Simples
STPP – Tripolifosfato de Sódio
TSP – Superfosfato Triplo
USGS - *United States Geological Survey*

1. SUMÁRIO EXECUTIVO

O Fosfato, juntamente com o Enxofre e o Potássio, compõe o grupo designado por Agrominerais, sendo todos eles minerais insuficientes, dependendo fortemente de importações para sua utilização no Brasil. São matérias-primas de grande importância, pois estão no elo-base na cadeia dos fertilizantes químicos NPK, insumos fundamentais da agricultura.

A produção brasileira de rocha fosfática está localizada nas regiões Sudeste e Centro-Oeste, próxima aos principais mercados consumidores. Novas minas e projetos estão em estudo ou início de produção nas regiões Nordeste e Sul, porém não se prevê a descentralização da oferta, pois estas jazidas não são de grande envergadura. O parque produtivo compõe-se de 11 minas e 9 usinas, com capacidades de produção predominantemente de portes grande e médio.

Não se trata de um mercado concorrencial, pois existe forte concentração da oferta, um oligopólio composto por três empresas internacionais (Bunge Co., Yara/Trevo e Mosaic/Cargill). A produção brasileira é bastante concentrada, com a maior empresa detendo 53% do mercado, as duas maiores, 79% e as três mais importantes, com 95% – em um típico caso de mercado oligopolizado. Além disso, estas empresas são verticalizadas, atuando com produtos das diversas etapas da cadeia produtiva de fertilizantes até os fosfatados finais.

A formação de preços desta *commodity* tende a refletir movimentos da oferta e demanda internacionais, a que se somam no Brasil atividades de formação artificial do preço com estoques elevados, constituídos a partir das compras por importações. Também o frete marítimo, seus preços e oscilações influenciam os preços da rocha fosfática, uma vez que é componente ponderável de sua composição. Os preços da rocha fosfática sofreram forte oscilação entre 2007 e 2008 por conta de pressões altistas da demanda, mas têm gradativamente voltado a valores mais próximos da média histórica dos últimos anos e que, segundo estimativas do Banco Mundial, aí permanecerão até 2020.

A produção de rocha fosfática não é intensiva em mão-de-obra, empregando pouco mais de duas mil pessoas, sendo quase a metade dessas em regime terceirizado.

O uso principal (68%) da rocha fosfática no Brasil é na indústria de fertilizantes, mas apresenta também um conjunto grande de outras aplicações, como na alimentação animal e nas indústrias químicas.

O Brasil é o 4º maior consumidor mundial, sendo que, em termos regionais, a Ásia do Leste consome cerca de 40% de toda rocha fosfática produzida, tendo este bloco apresentado uma taxa média de crescimento de 8% ao ano, nos últimos cinco anos. O consumo de fertilizantes no Brasil tem crescido muito mais do que a produção agrícola nas últimas décadas como resultado tanto da intensificação do processo produtivo no campo, quanto, mais recentemente, do aumento da produção de biocombustíveis. Foram importadas pelo Brasil 1,7 milhão de toneladas de rocha fosfática em 2007, sendo neste ano as principais origens dessas importações o Marrocos, com 53%, e Togo, com 20%. As exportações brasileiras, de dimensões inexpressivas, foram de produtos intermediários fertilizantes (principalmente compostos químicos), para o Paraguai e Argentina. Entre 1990 a 2007, o consumo *per capita* brasileiro passou de 21,5 para 42 kg/hab/ano, quase três vezes menor do que o dos Estados Unidos, mas duas vezes maior do que o consumo médio mundial.

A produção mundial de concentrado de rocha fosfática é de cerca de 167 milhões de toneladas, com a China produzindo 30% do total, Estados Unidos, 19% e Marrocos, 17%. O Brasil foi responsável por apenas 3,7% da produção mundial. Foram anunciados mundialmente projetos que, se implementados, acrescentarão, no médio prazo, 57,4 milhões de toneladas à capacidade mundial de rocha fosfática, significando um aumento de 35%. Muitos desses projetos porém podem não ser concretizados pois, utilizados como chamarizes para captação de recursos antes da crise, muitos deles ainda não saíram do papel ou ficaram na primeira pedra inaugural, porque não existe mais atratividade para recursos financeiros desse porte afluírem.

A produção nacional de concentrado fosfático encontra-se na marca de 6,3 milhões de toneladas. Projetos em implantação ou anunciados, se concretizados, poderão adicionar até 4,5 milhões de toneladas/ano, um acréscimo de 70% à produção de 2008, podendo ainda gerar a auto-suficiência em 2013, ou seja, 100% das necessidades de consumo brasileiro sendo atendidas pela produção interna.

As reservas mundiais de rocha fosfática atingem a cifra de 47 bilhões de toneladas, correspondendo a 281 anos do consumo atual. Estas são muito concentradas, com apenas três países, Marrocos, China e Estados Unidos detendo quase 75% das mesmas, sendo inexpressivas as reservas brasileiras. Segundo números oficiais, o Brasil detém, em 2007, 319 milhões de toneladas de contido em P_2O_5 em reservas medidas mais indicadas, localizadas em Minas Gerais (67%), Goiás (14%) e São Paulo (6%). A principal jazida se encontra em Tapira (MG), seguida das reservas de Patos de Minas (MG), Araxá (MG), Catalão (GO) e Cajati (SP). As pesquisas em curso poderão ampliá-las para 350 milhões de toneladas. De toda a forma as reservas brasileiras são mais que suficientes para abastecer a crescente produção anunciada.

2. CARACTERIZAÇÃO DO SEGMENTO PRODUTIVO

O Fosfato faz parte de um grupo de minerais denominado Agrominerais, integrado ainda por Enxofre e Potássio.

O fósforo é um elemento encontrado na natureza com relativa abundância, sendo suas concentrações de importância econômica relacionadas tanto a rochas de origem ígnea quanto sedimentar. Nos dois tipos de ambientes, o fósforo encontra-se na forma de fosfatos, normalmente associados ao cálcio. O fosfato natural ou rocha fosfática é comercialmente expresso sob a forma de pentóxido de fósforo (P_2O_5), o denominador comum para exprimir o teor/conteúdo de fósforo de todos os produtos da cadeia de fertilizantes fosfatados.

A rocha fosfática, depois de extraída, é tratada para atingir um contido em P_2O_5 adequado, sendo comercializada na forma de concentrados fosfáticos, que contêm entre 30% e 38% de P_2O_5, sendo estes as fontes primárias e únicas de fósforo dos fertilizantes[1].

2.1. Produção dos últimos três anos

Em 2008, segundo a publicação do MME/DNPM, *Prévia da Indústria Mineral 2009-2008* (MME/DNPM, 2009), foram produzidas no Brasil 6,34 milhões de toneladas de concentrado de rocha fosfática, com apenas 0,2% de aumento em relação ao ano anterior. Já a produção de 2007, de 6,29 milhões de toneladas, foi 6,1% maior do que a de 2006.

Vale à pena notar que os produtos finais da cadeia dos fertilizantes NPK, os fertilizantes entregues ao consumidor final, entre 2007 e 2008 apresentaram uma queda acentuada, de 8,9% (ANDA, 2009b), após anos ininterruptos de crescimento. As razões para isto estão ligadas aos efeitos da crise financeira internacional que impactaram fortemente o segundo semestre de 2008, justamente o período de maior demanda dos fertilizantes, devido à sua sazonalidade. O Brasil depende da importação de rocha fosfática que, embora seja a matéria-prima da cadeia de NPK de menor insuficiência, teve 21% de seu consumo aparente suprido por importações, em 2008.

[1] Neste RT, seguindo padrão das publicações dos setores mineral e de fertilizantes, usar-se-á de maneira indiscriminada os termos rocha fosfática, concentrado de rocha fosfática e concentrado fosfático para referir-se aos diversos produtos comercializados pelas empresas do setor mineral que trabalham com extração e tratamento dos minérios fosfáticos.

Tabela 1 – Produção de rocha fosfática no Brasil (2006-2008).

	em milhões de t de concentrado		
	2006 (r)	**2007 (r)**	**2008 (e)**
Produção total (10^3 t)	5,93	6,19	6,34
% anual de variação	5,3	6,1	0,2

Notas: r – produção revista e e - produção estimada.
Fonte: SMB (2008) e MME/DNPM (2009).

A produção brasileira localiza-se nos estados de Minas Gerais, Goiás e São Paulo, com produção residual na Bahia e Tocantins. As principais empresas produtoras de rocha fosfática são a Fosfertil, a Bunge Fertilizantes e a Copebrás, seguidas, em importância, por outras empresas de menor porte, como a Galvani e a Itafós (recém comprada pelo grupo canadense MBAC Fertilizers Corporation) que agora começam a se projetar no mercado produtor (AS MAIORES, 2009; AMB, 2006).

2.1. Preço de mercado por tipo de produto e análise de tendência

Assim como ocorre com as outras matérias-primas da indústria de fertilizantes no Brasil, os preços da rocha fosfática seguem os preços internacionais, apenas acrescentando-se a estes os custos de internalização do produto e mais o transporte. Esta condição se dá justamente pela situação de dependência do mercado externo para o abastecimento da indústria nacional.

O primeiro gráfico, a seguir, apresenta as três séries de preços disponíveis na publicação Sumário Mineral Brasileiro (SMB), a saber, a série de preços praticados nos Estados Unidos, FOB mina (USGSd), e duas séries de preços vigentes no Brasil, respectivamente, os preços médios anuais de importação e o das vendas internas das empresas produtoras nacionais.

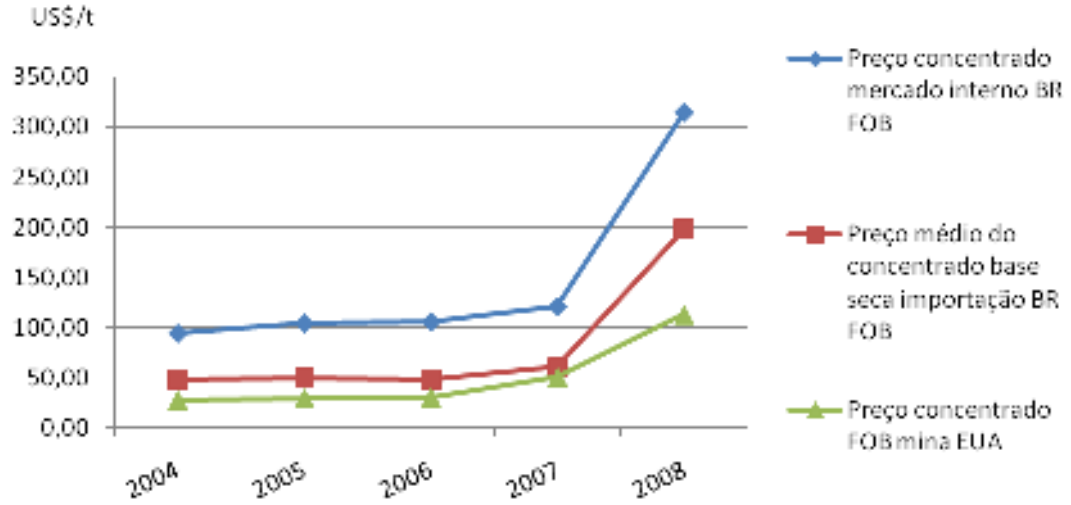
A curva de evolução 2004 a 2008 desses preços mostram, a partir de 2007, uma elevação desproporcional com relação aos patamares históricos, com o preço norte-americano e o preço médio das importações brasileiras tendo, respectivamente, duplicado e triplicado, em apenas um ano.

Ressalta-se que, neste mesmo período, os preços das outras matérias-primas da cadeia do NPK também aumentaram substancialmente, como os do potássio, do enxofre e do nitrogênio. Segundo Rodrigues (2009), de 2003 a 2007, os preços do petróleo e dos metais aumentaram de 150% a 250%, enquanto os preços do enxofre e da rocha fosfática subiram 2.250% e 550%, respectivamente.

As razões para este comportamento podem ser encontradas a partir de uma análise global dos movimentos da economia mundial.

No período de 2003 ao primeiro semestre de 2008, as taxas de crescimento das principais economias mundiais excederam de maneira sustentada a média dos períodos anteriores, sem alterarem, de maneira significativa, as taxas de inflação dos países. Esta situação propiciou um ciclo ascendente nos preços das *commodities* agrícolas e seus insumos, tendo alcançado, no caso das matérias-primas para fertilizantes, condição inédita de aumento generalizado.

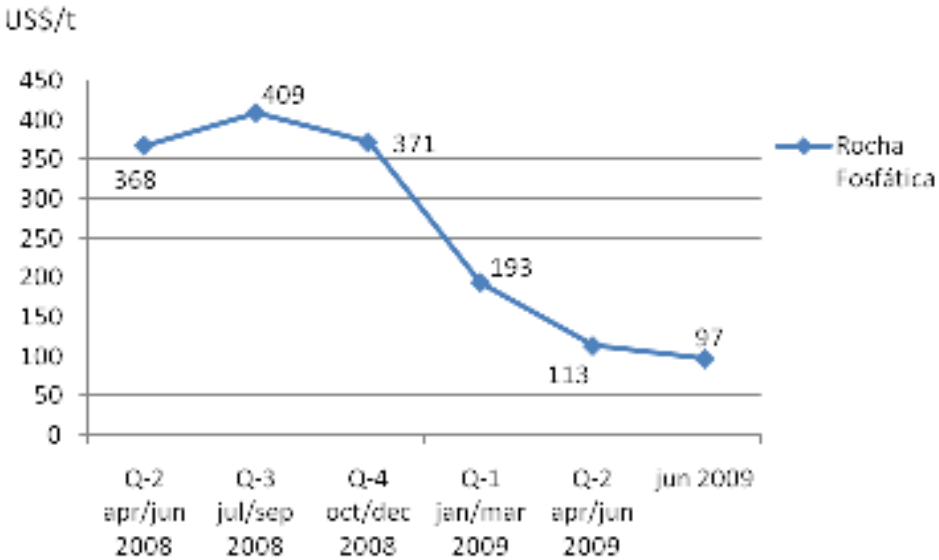
Gráfico 1 – Preços de rocha fosfática (US$/t).



Fonte: SMB (2008 a 2005 – dados 2007 a 2004); MME/DNPM, Prévia da Indústria da Mineração (2009 – com dados de 2008 para a série preço médio das importações BR); USGS (2009d), dados dos preços do concentrado FOB/mina nos EUA.

A partir da segunda metade de 2008, porém, este movimento altista se inverteu, em função da crise financeira que se alastrou a partir dos Estados Unidos, promovendo uma queda violenta nos preços. Este movimento, apesar de ainda não ser captado nas estatísticas brasileiras disponíveis, pode ser observado em dados do Banco Mundial (BM, 2009), retratados no gráfico a seguir, em que aparece a configuração da curva descendente.

Gráfico 2 – Preço da rocha fosfática em Marrocos, em 2008 e 2009.

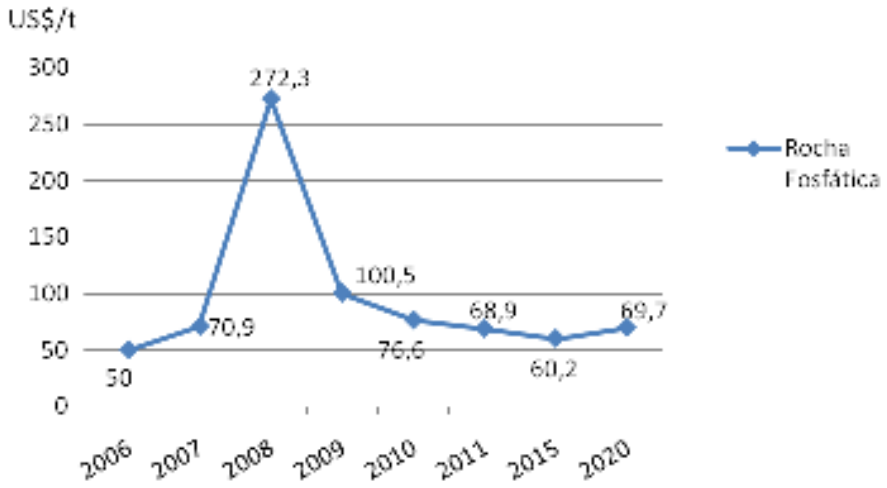


Nota: Rocha fosfática (Marrocos): 70% BPL, contrato, f.a.s. Casablanca, sendo que o teor da rocha fosfática em BPL (Bone Phosphate of Lime) corresponde a 2,18 vezes o seu teor em P_2O_5.
Fonte: BM (2009)/ Banco Mundial – BM, Commodity price data, Development Prospects Group.

A tendência futura dos preços internacionais, segundo analistas do setor, ligados às empresas produtoras de fertilizantes, como é o caso da IFA, é ainda de baixa de preços, mas passageira, para mais adiante a rocha fosfática retomar preços mais altos. Entretanto, não corroborando esta perspectiva, o British Shulphur Consultants (BSC, 2009) afirma que as novas capacidades de produção já em implantação, em nível mundial, não podendo ser interrompidas, excederão, já a partir de 2010, a demanda, e que há forte probabilidade de capacidade excedente, principalmente na África do Norte, gerando pressões para baixas maiores nos preços. Segundo esta mesma fonte, a

única incerteza estaria em se saber se esta queda se concretizará de maneira gradual ou abrupta.
Com uma outra perspectiva, o Banco Mundial (BM, 2009) apresenta estimativas para os preços de rocha fosfática em uma série longa, de 2009 a 2020. Como se pode observar no Gráfico 3, os valores projetados indicam um patamar de estabilidade, a partir de 2011, até 2020, com os preços variando entre US$ 60 e US$ 70 a tonelada, sensivelmente os mesmos praticados até 2007, segundo a série de preços de importação brasileira, mas ainda bastante acima do preço FOB mina dos Estados Unidos. Por esta projeção, entende-se que o Banco Mundial não acredita em excesso de produção (BSH) nem em subidas especulativas dos preços como logo antes da crise (a aposta da IFA), aposta apenas na retomada das séries históricas anteriores ao *boom*.

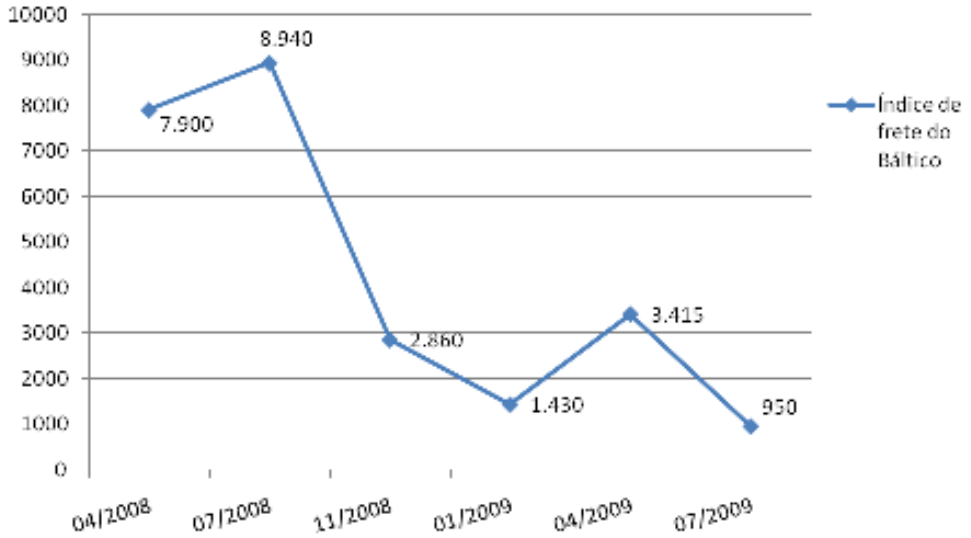
Gráfico 3 – Preços medidos e estimados de rocha fosfática para o período 2006 – 2020.



Nota: Rocha fosfática (Marrocos): 70% BPL, contrato, f.a.s. Casablanca, sendo que o teor da rocha fosfática em BPL (Bone Phosphate of Lime) corresponde a 2,18 vezes o seu teor em P_2O_5.
Fonte: BM (2009)/ Banco Mundial – BM, Commodity Price Data, Development Prospects Group.

Com relação à estrutura dos preços da rocha fosfática, vale ressaltar que uma componente importante do preço final é o frete marítimo, que é tanto mais oneroso quanto a distância a ser percorrida. O índice de frete do Báltico mostra a evolução dos preços dos fretes marítimos, que, no período de abril de 2008 a julho de 2009, acompanhou o movimento de queda dos preços das commodities.

Gráfico 4 – Índice do Báltico (preço do frete marítimo).

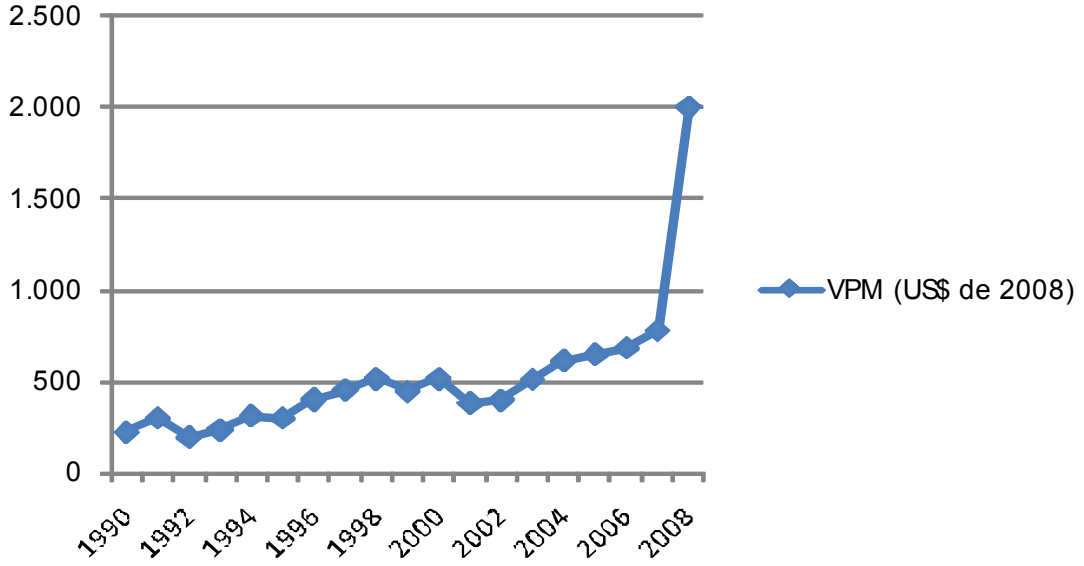


Fonte: Baltic Index (2009).

2.3. Valor da produção de rocha fosfática no Brasil

A seguir apresenta-se uma estimativa, construída a partir de uma série histórica oficial das quantidades produzidas, do que seria o valor da produção mineral de rocha fosfática (em milhares de dólares) multiplicando-se a quantidade anual produzida no Brasil pelo preço de venda oficial praticado pela Ultrafertil CIF em Catalão – GO em Uberaba, segundo a ANDA[2]. O valor da produção da rocha fosfática, entre 1972 e 2009 (em dólares constantes de 2008), mostra um crescimento padrão ascendente entre 1990 e 2004 e depois um crescimento em U muito acentuado, que quadruplica o valor da produção em 2009.

Gráfico 5 – Valor da produção total comercializada de rocha fosfática.



Fonte: SMB; MINERALDATA (2009); BALANÇO (2003).

2.4. Qualificação empresarial

Não existem atividades informais de extração de rocha fosfática, nem de garimpagem.

Tabela 2 – Distribuição percentual do valor da produção de rocha fosfática comercializada no Brasil, por empresa (2006).

Grupo/Empresa	Localização	Produção BR (%)	Concentra-ção (%)
Fosfertil S.A.	Tapira/MG; Patos de Minas/MG; Catalão/GO.	53	53
Bunge Fertilizantes S.A.	Araxá/MG; Cajati/SP	26	79
Copebrás Ltda.	Catalão/GO	16	95
Galvani	Lagamar/MG; Irecê/BA; Angico/BA	5	100
SOCAL S.A.	Registro/SP	...	...
Itafós Mineração Ltda	Arraias/TO	...	...

Nota: Por não existirem dados oficiais de produção por empresa, os valores utilizados para a confecção da tabela foram aproximados, com base nas fontes indicadas.
Fonte: As Maiores (2009), AMB (2006), Geologo.com.br (2009); Universo (2007); Socal (2009); Mosaic (2009).

[2] A memória de cálculo é publicada em anexo. Na realidade este valor é muito acima do declarado pelas empresas ao DNPM nos RAL´s anuais, o que tem influência direta nos impostos, na CFEM e nas estatísticas.

Uma primeira avaliação da concentração do mercado produtor nacional da rocha fosfática mostra que este é bastante concentrado, com uma única empresa detendo 53%, as duas maiores, 79%, e as três mais importantes, 95% do valor comercializado, configurando-se um típico caso de mercado oligopolizado.

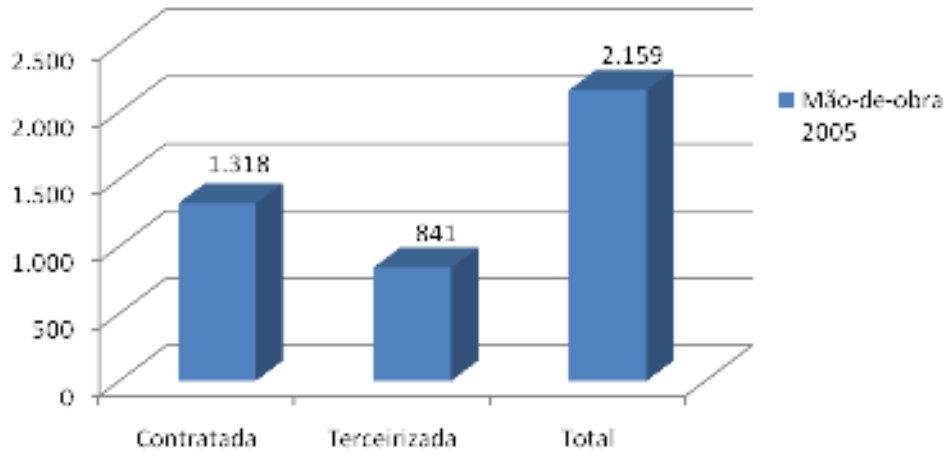
O índice de concentração CR_4 é igual a 100%, uma vez que o total da produção divide-se entre as quatro empresas principais, e o HHI_4 é igual a 3.766, indicando que se trata de um mercado de alta concentração (ver em anexo maiores explicações dos índices).

Paralelamente, dado importante relacionado à caracterização do mercado produtor de rocha fosfática no Brasil refere-se ao grau de verticalização destas quatro primeiras empresas. De fato, estas atuam nas várias etapas da cadeia produtiva de fertilizantes até os fertilizantes intermediários, sendo que a Bunge, que também detém a maior parte das ações da Fosfertil, vai até os fertilizantes finais. Esta configuração representa componente estratégico de grande importância no mercado produtor, uma vez que, segundo Saab e Paula (2008), as principais variáveis explicativas do preço final dos fertilizantes são os custos das matérias-primas, o custo dos transportes marítimos, os custos portuários, os tributos externos e internos e o custo dos transportes até os centros consumidores. Sendo assim, a produção da rocha propicia um diferencial que, se houver aporte de capital, é fundamental para a empresa se estabelecer competitivamente no mercado dos produtos de maior valor agregado.

2.5. Recursos humanos

A indústria de rocha fosfática não é intensiva em mão-de-obra, empregando pouco mais de duas mil pessoas, sendo quase a metade destas em regime terceirizado, conforme gráfico a seguir.

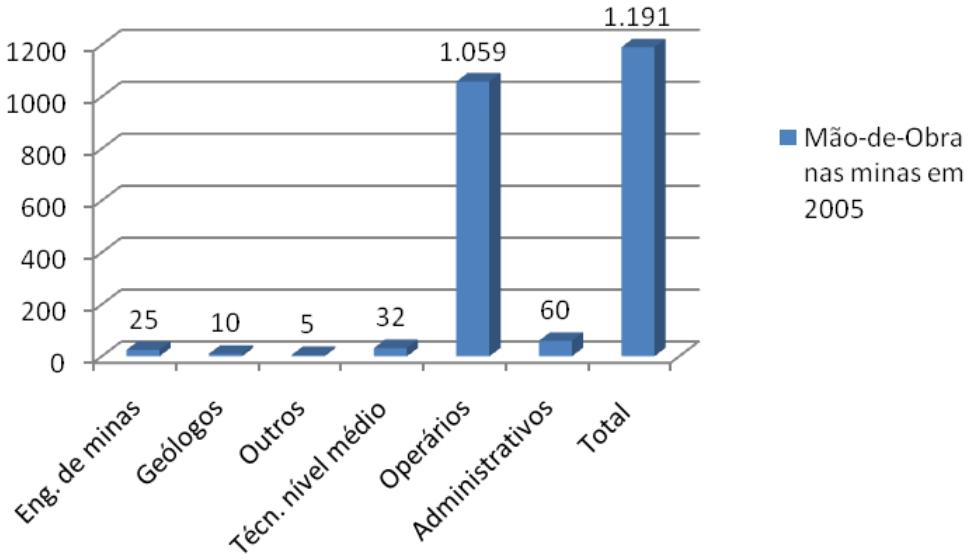
Gráfico 6 – Mão-de-obra utilizada na rocha fosfática, por tipo de contrato de trabalho (2005).



Fonte: AMB (2006); MINERALDATA (2009).

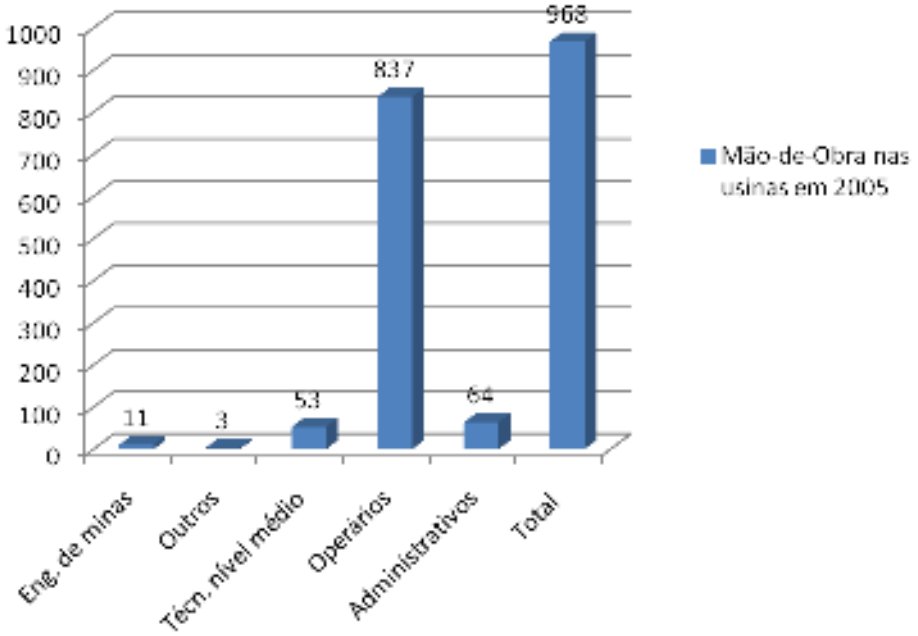
A mão-de-obra empregada na produção de rocha fosfática, nas minas e usinas, segundo as categorias profissionais, é apresentada, a seguir, na forma de gráficos.

Gráfico 7 – Mão-de-obra utilizada na rocha fosfática, por categoria profissional (nas minas).



Fonte: AMB (2006); MINERALDATA (2009).

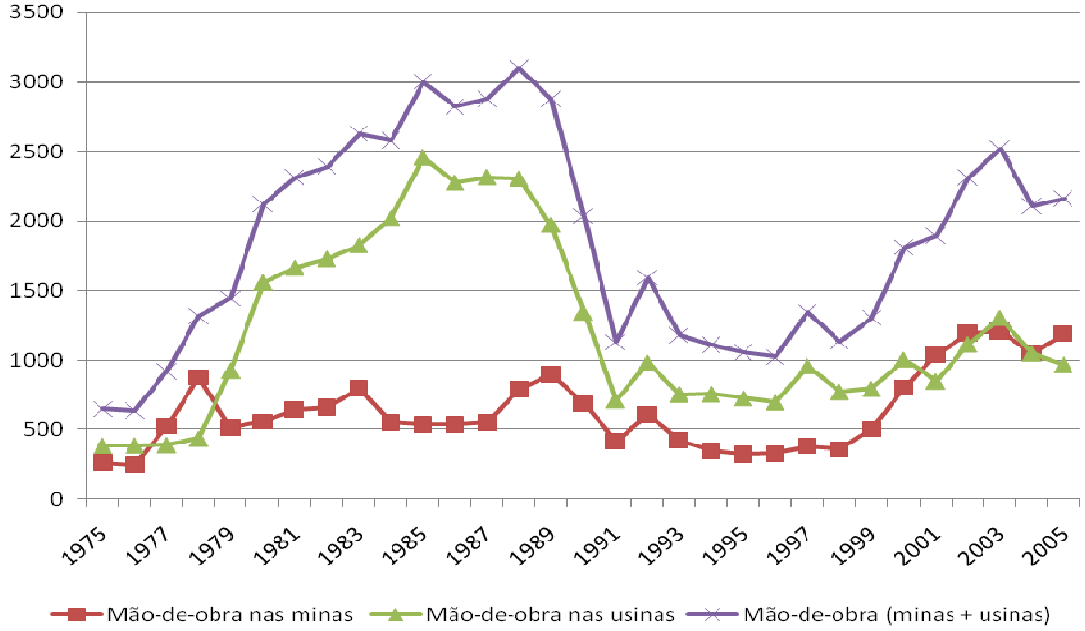
Gráfico 8 – Mão-de-obra utilizada na rocha fosfática, por categoria profissional (nas usinas).



Fonte: AMB (2006); MINERALDATA (2009).

O gráfico abaixo apresenta a evolução, de 1975 a 2005, da mão-de-obra empregada na indústria de rocha fosfática no Brasil. Nele constata-se o investimento que foi realizado no Brasil buscando a auto-suficiência em rocha fosfática, entre o fim da década de 70 e a de 80, com uma fase de reaquecimento e contratações da indústria a partir do ano 2000.

Gráfico 9 - Evolução da mão-de-obra em rocha fosfática (1975 – 2005)



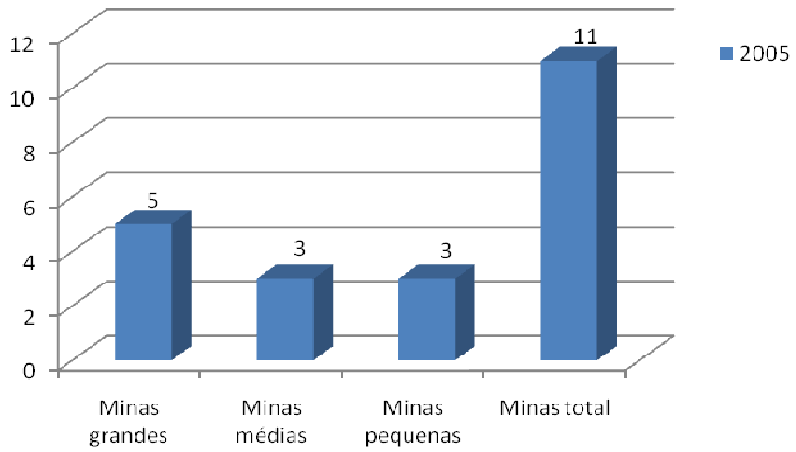
Fonte: AMB (2006); MINERALDATA (2009).

Em anexo apresenta-se a evolução dos últimos 30 anos, de 1975 a 2005, subdivididas, por minas e usinas, e ainda por categoria profissional. Constata-se que o número de empregados variou de maneira significativa no total do período.

2.6. Parque produtivo: minas e usinas de tratamento do minério

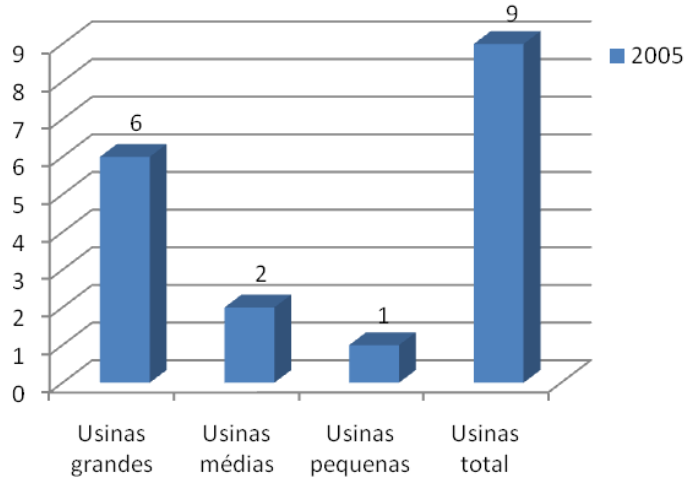
Neste tópico apresenta-se uma caracterização das minas e usinas de rocha fosfática em atividade no Brasil, classificadas pelo seu porte. Constata-se um pequeno número de unidades, 11 minas e 9 usinas, com o predomínio de escalas grandes e médias.

Gráfico 10 – Número e porte das minas de rocha fosfática.



Notas: Minas com produção ROM acima de 10.000 t/ano. Grande: produção bruta (ROM) anual maior que 1.000.000 t; Média: entre 100.000 t e 1.000.000 t; Pequena: entre 10.000 t e 100.000 t.
Fonte: AMB (2006).

Gráfico 11 – Número e porte das usinas de rocha fosfática.



Nota: As usinas são classificadas segundo a quantidade anual processada de minério: Grande - maior que 1.000.000 t, Média entre 100.000t a 1.000.000 t; Pequenas entre 10.000 t a 100.000 t.
Fonte: AMB (2006); MINERALDATA (2009).

A revista Minérios & Minerales (200 MAIORES, 2008) lista quatro minas produtoras de rocha fosfática como integrantes das 200 maiores minas do Brasil, classificadas pela capacidade produtiva, em ROM, sendo todas localizadas nos estados de Minas Gerais e Goiás.

Tabela 5 – Grandes minas de rocha fosfática entre as 200 maiores minas do Brasil e outras minas (ano-base 2007).

Posi-ção	Nome da mina	Localização	Mineradora	ROM (t/ano)	Classe de mina
11	Tapira	Tapira/MG	Fosfertil	16.485.368	G2
29	Catalão	Catalão/GO	Fosfertil	5.992.814	G2
	Chapadão	Catalão/GO	Copebrás	4.400.000	G2
40	Barreiro	Araxá/MG	Bunge Fertilizantes	4.006.124	G2
	Cajati	Cajati/SP	Bunge Fertilizantes	4.000.000	G2
153	Rocinha	Patos de Minas/MG	Fosfertil	261.321	M2
-	Lagamar Corpo C	Lagamar/MG	Galvani	250.000	M1
-	Mina de Irecê	Irecê/BA	Galvani	100.000	M3
-	Mina de Angico dos Dias	Campo Alegre de Lourdes/BA	Galvani	200.000	P1
-	Morro do Serrote	Registro/SP	Socal S A	...	P2
-	São Bento	Arraias/TO	MBAC Fertilizers Co/ Itafós Mineração	...	P3

Nota: Classes de mina, G – grandes: G2 - maior que 3.000.000 ROM t/ano, M - médias: M2 - de 150.000 a 300.000 ROM t/ano.
Fonte: 200 Maiores (2008); Universo (2007), para as outras minas.

A Fosfertil, hoje tendo incorporado integralmente os ativos das antigas Ultrafertil e Goiasfertil, é a maior empresa brasileira produtora de rocha fosfática. A maior parte do seu capital está distribuído entre os três grandes grupos do setor produtivo nacional de fertilizantes, Bunge[3], Mosaic[4] e Yara[5]. Seu parque produtivo está composto por três minas de rocha fosfática em

[3] A Bunge Fertilizantes engloba as antigas empresas Serrana, Manah, Fertisul, Arafértil, Ipiranga Serrana, IAP, a divisão de fertilizantes da Eleikeiroz e parte do capital da Takenaka.
[4] A Mosaic surgiu em 2004 da união entre a IMC Global e a Cargill Fertilizantes, duas das maiores produtoras de rocha fosfática dos Estados Unidos. No Brasil, onde a IMC não tinha ativos, a Mosaic assumiu a estrutura da Cargill Fertilizantes, isto é, uma fábrica de fertilizantes líquidos em Monte Alto (SP), uma unidade industrial em Candeias (BA) e as empresas Solorrico e Fertiza que haviam sido recentemente adquiridas.

produção, sendo duas de porte grande, Tapira (MG) e Catalão (GO), e uma terceira mina, de porte médio, Patos de Minas (MG)[6]. Destaca-se que todas estão localizadas nas regiões do triângulo mineiro e sudeste goiano, próximas às áreas do cerrado, que concentram 44% da produção de grãos e 39% do consumo de fertilizantes.

O complexo de mineração de Tapira, em Minas Gerais, da Fosfertil, é o maior produtor de rocha fosfática do Brasil, com sua mina apresentando uma capacidade de produção de 16,5 milhões de toneladas anuais, o que a posiciona em 11º lugar entre as 200 maiores minas brasileiras. Segundo CVM/IAN Fosfertil (2008), a vida útil da reserva desta mina está estimada em 65 anos. A usina que integra este complexo apresenta capacidade anual de produção de 2 milhões de toneladas de concentrados e compõe-se de operações de moagem e deslamagem, seguidas de flotação. Os produtos da usina se dividem entre o concentrado fosfático convencional, com teor de 35,8% de P_2O_5, constituindo 95% do total, e o concentrado ultrafino, com teor de 35,2% de P_2O_5. Estes produtos são enviados ao Complexo Industrial de Uberaba, a 120 km, o primeiro transportado por mineroduto e o segundo por rodovia, para serem utilizados na produção de ácido fosfórico e fertilizantes.

O complexo mineroquímico de Catalão da Fosfertil, em Goiás, é onde se localiza a 29ª maior mina do Brasil, com uma capacidade de produção anual de cerca de 6 milhões de ROM e reserva estimada para 25 anos. Compõe-se de mina, usina de tratamento, mineroduto (14,4 km), terminal rodoferroviário, com instalações de manuseio e expedição, e ainda unidades de acidulação e granulação de fertilizantes. Os concentrados ali produzidos, o convencional e o ultrafino, abastecem as fábricas de Uberaba (MG), Piaçaguera (SP) e Catalão (GO). A capacidade instalada de produção de concentrados é de cerca de 1,2 milhão de toneladas anuais.

A terceira mina da Fosfertil é uma mina de porte médio, a 153ª maior mina do Brasil, localizada em Patos de Minas (MG). A capacidade anual de produção da mina é de 300 mil toneladas de ROM e a da usina é de 150 mil toneladas de concentrado. A vida útil da reserva é estimada em 100 anos.

O projeto em desenvolvimento de Patrocínio (MG), de raiz (*greenfield)*, tem capacidade de produção de 2 milhões de toneladas de concentrado de rocha e ainda será integrado com produção de ácido fosfórico, MAP e DAP. A vida útil da reserva também é estimada em 100 anos.

A Fosfertil detém ainda unidades produtivas em Piaçaguera, Cubatão e Araucária, todas de produtos intermediários para fertilizantes, sendo a primeira de fosfatados e nitrogenados e as outras duas somente de nitrogenados (FOSFERTIL, 2009a).

A Bunge Fertilizantes, a única empresa brasileira totalmente verticalizada, tem operações que começam pela mineração de rocha fosfática e vão até o fornecimento direto para o produtor agrícola. Possui jazidas próprias de rocha fosfática em Cajati (SP) e Araxá (MG). Na jazida de Araxá encontra-se a terceira maior mina de rocha fosfática do Brasil, a do Barreiro, posicionada em 40º lugar entre as 200 maiores. A capacidade desta mina é de 4 milhões de ROM, o que significa aproximadamente 500 mil toneladas/ano de concentrado de rocha.O minério extraído das duas minas, após a primeira fase de processamento, resulta em 1,4 milhão de toneladas anuais de concentrado fosfático, o que coloca a Bunge como a segunda maior produtora brasileira dessa matéria-prima. Como principal subproduto do minério, fica o calcário, usado na fabricação de cimento; na agricultura - para correção do solo -; e na pecuária, como fonte de cálcio para a produção dos fosfatos bicálcicos (BUNGE, 2009a).

---

[5] A Yara International ASA é, desde 2004, a denominação da Norsk Hydro, empresa de capital norueguês, líder mundial no fornecimento de fertilizantes minerais, com vendas superiores a 20 milhões de toneladas/ano de fertilizantes, em mais de 120 países.

[6] Há uma quarta mina, em projeto, a de Serra do Salitre/Patrocínio/MG, de grande porte.

A mina Chapadão de Ouvidor, em Goiás, é explorada pela Copebrás, uma subsidiária integral do grupo sul-africano Anglo American e produz cerca de 1,3 milhão de toneladas/ano de concentrado de rocha fosfática (COPEBRÁS, 2009a).

Além destas minas, existem ainda três minas da Galvani - Lagamar (MG), Irecê (BA) e Campo Alegre de Lurdes (BA)- ; uma da Socal, em Registro (SP); além da mina da Itafós, em Arraias (TO) (GALVANI, 2009; ITAFÓS, 2009).

2.7. Consumo energético

Por uma descontinuidade na publicação das estatísticas do setor mineral dos últimos anos, por enquanto não estão disponíveis os dados de consumo energético das empresas de mineração, apesar destes valores serem coletados pelo DNPM através dos Relatórios Anuais de Lavra.

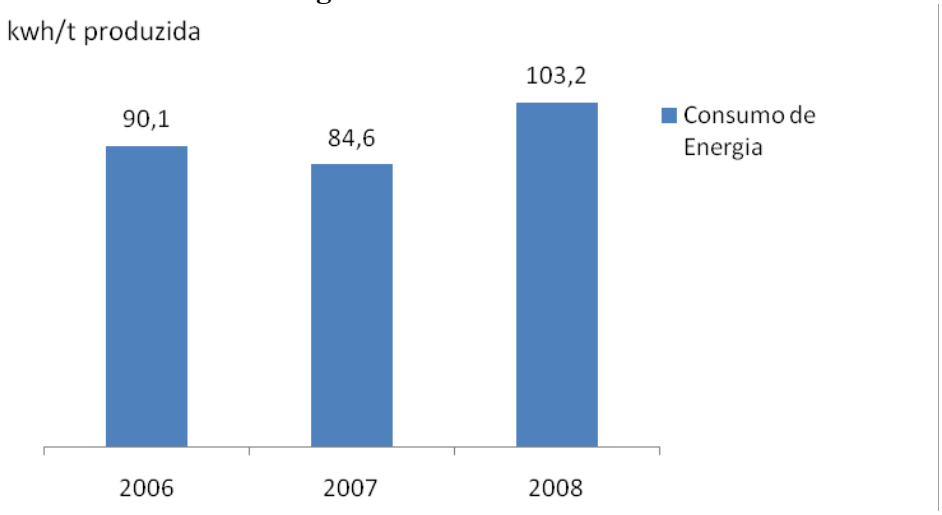
Encontra-se na literatura que a cadeia de NPK como um todo é responsável por 1,2% do consumo de energia e de equivalente emissão antrópica global de gases do efeito estufa, distribuindo-se em 92,5% para N, 3% para P_2O_5 e 4,5% para K_2O. Quanto aos gases de efeito estufa, calcula-se as emissões globais do setor em 283 milhões de toneladas de CO_2 eq., das quais 134 milhões como gases de chaminé, 75 milhões como CO_2 puro, e 74 milhões como óxido nitroso resultante principalmente da produção de ácido nítrico (DIAS; LAJOLO, 2009).

Comparados com os processos produtivos de nitrogênio, os de rocha fosfática são muito menos impactantes, mas apresentam possibilidades expressivas de redução do consumo energético e da emissão por tonelada de produto.

O minério bruto, como a rocha fosfática, requer por razões de economicidade que as plantas de beneficiamento se localizem sempre o mais próximo possível das jazidas minerais, em locais onde raramente há disponibilidade de energia. Trata-se de beneficiar minério que tem cerca de 10% de teor de P_2O_5 e reconvertê-lo em concentrado fosfático, com cerca de 35%, transportando-o só então para o complexo químico, a etapa posterior, diminuindo sensivelmente os custos de transporte. Por esta razão, quase todos os empreendimentos de mineração de rocha fosfática requerem a instalação de linhas de transmissão de energia elétrica, às quais estão associados numerosos impactos ambientais (DIAS E LAJOLO, 2009; LAPIDO-LOUREIRO; MONTE; NASCIMENTO, 2008).

A título de exemplo, dados divulgados pela Fosfertil através de seu IAN/CVM informam que, em 2008, a empresa consumiu 103,2 kwh/t de energia elétrica, apresentando-se no gráfico a seguir a evolução de seu consumo nos últimos três anos.

Gráfico 12 – Consumo de energia elétrica nas unidades industriais e de mineração.



Fonte: CVM/IAN Fosfertil (2009a).

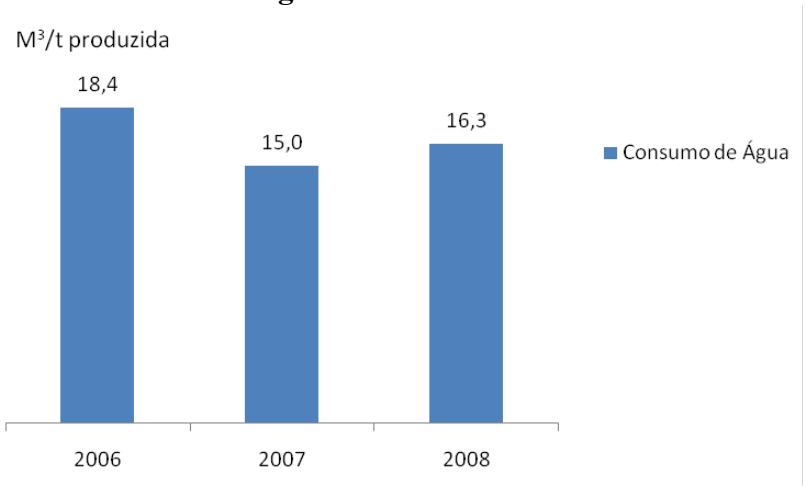
2.8. Utilização de água

Assim como os dados de consumo energético, os de utilização de água, pelas empresas de mineração no Brasil, são coletados anualmente pelo DNPM e, em breve, estarão disponíveis para análises consolidadas por setor.

De maneira geral, quanto ao uso da água e sua reutilização, cabe destacar que no processo produtivo da rocha fosfática, é na fase de beneficiamento que existe a sua maior utilização, uma vez que se realiza a úmido. Pode-se exemplificar esta questão com um novo projeto em implantação, o de Anitápolis, que deverá ser responsável pelo consumo de 777 m^3/h de água limpa captada diretamente do rio Pinheiros, equivalente a 30% da sua vazão total. A reutilização é problemática, pois seria para uso agrícola e de consumo humano e animal e o projeto descaracteriza a primitiva bacia hidrográfica ao manter apenas cerca de 20% da vazão média da bacia, modificando a fauna aquática. Há ainda a presença das impurezas da rocha de origem, como ainda das que serão adicionadas pelo processo de beneficiamento, como os reagentes e os resíduos, que gerarão como principal alteração na qualidade da água, a elevada presença de fósforo, causando eutrofização (excesso de nutrientes), que acarreta a proliferação excessiva de algas e a consequente escassez de oxigênio (Dias e Lajolo, 2009).

Segundo o IAN da Fosfertil, em 2008 esta empresa consumiu 16,3 m^3/t de água, apresentando a seguinte evolução nos últimos três anos.

Gráfico 13 – Consumo de água nas unidades industriais e de mineração



Fonte: CVM/IAN Fosfertil, 2008 (2009).

2.9. Geração de resíduos sólidos

A geração de resíduos sólidos na produção de rocha fosfática deve ser analisada separadamente pelas etapas de mineração e de beneficiamento dos minérios.

Na etapa de mineração, destacam-se os impactos gerados pela alta relação entre estéreis e minérios na maior parte das minas brasileiras, notadamente aquelas de minérios de origem ígnea.

Quanto à etapa de beneficiamento da rocha fosfática, segundo estudo recente de Dias e Lajolo (2009), sabe-se que, em média, 1,6 milhões de m^3/ano de produção de concentrados, geram 9 milhões de m^3 de rejeitos, minérios marginais e estéreis de sensível deposição, que, estocados em pilhas, ocupam, em volume, grande parte das áreas das minas. Estes estéreis, contendo substâncias tóxicas e/ou radiativas, geram afluentes atmosféricos e líquidos.

Segundo esses autores, associados ao beneficiamento mineral, o grande volume de rejeitos está na raiz dos principais impactos ambientais, que se desdobram em questões relacionadas ao uso da terra e ao uso da água, já que as barragens de rejeitos e seus reservatórios ocupam terras agricultáveis ou áreas

de conservação, além da apropriação de trechos do próprio corpo d'água, convertidos em componente do empreendimento. A decantação requer superfícies extensas para a finalidade.

Encontra-se em Lapido-Loureiro et al. (2008) que, em Tapira, 85% da massa alimentada na usina de beneficiamento são descartados na forma de lamas, rejeitos magnéticos e rejeitos de flotação.

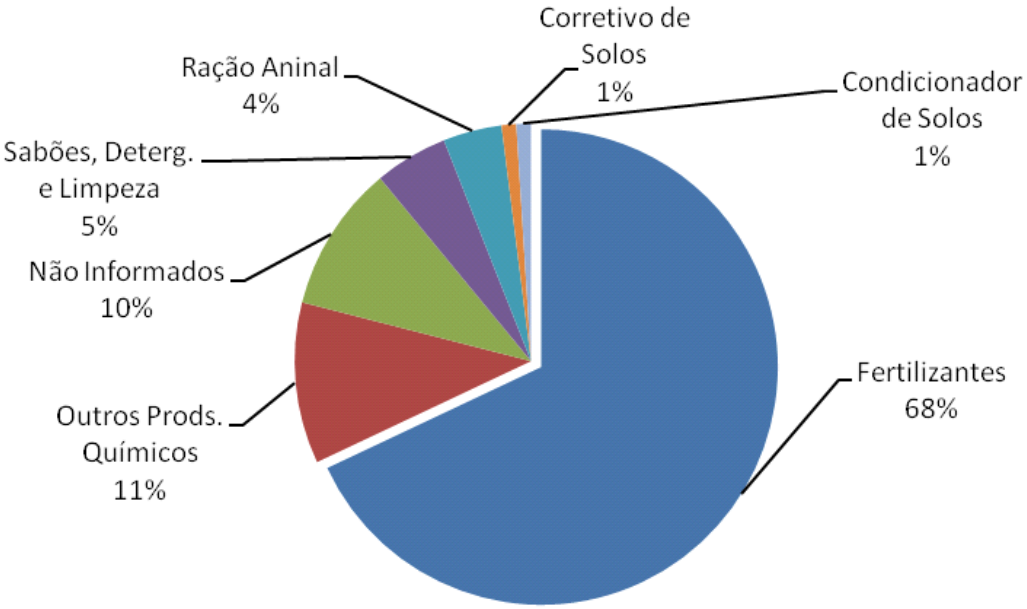
Para os impactos causados pela disposição de resíduos sólidos nas fases subseqüentes, onde há a utilização da rocha fosfática para a manufatura de fertilizantes fosfatados solúveis, como o fosfogesso, principalmente, ver Perfil dos Fertilizantes NPK.

3. USOS DA ROCHA FOSFÁTICA

Do montante de rocha fosfática internacionalmente comercializada, estima-se que aproximadamente 90% sejam consumidos na indústria de fertilizantes. Deste total, 65% destinam-se à produção de ácido fosfórico e os restantes 35% são consumidos diretamente na produção de fertilizantes simples fosfatados (principalmente SSP e TSP). Os 10% restantes, que não são consumidos pela indústria de fertilizantes, são utilizados na fabricação de uma ampla gama de produtos, como suplementos minerais para ração animal, o tripolifosfato (STPP) usado como aditivo para sabões e detergentes, os fósforos, os retardantes de fogo, os inseticidas, os diversos produtos das indústrias alimentícias e de higiene pessoal e ainda na indústria metalúrgica para utilização na laminação e polimento de metais (KULAIF, 1999a).

O gráfico, a seguir, apresenta a distribuição do consumo de rocha fosfática pelos diferentes usos industriais no Brasil, no ano de 2005 (AMB, 2006). Com 10% do destino caracterizado como não informado, do restante, tem-se que o uso preponderante foi para fertilizantes, com 68% do total, seguido por outros produtos químicos, com 11%.

Gráfico 14 – Distribuição do consumo de rocha fosfática pelos diferentes setores industriais no Brasil, em 2005.



Fonte: AMB (2006)

O uso da rocha fosfática na produção de fertilizantes fosfatados se dá por meio de processos via úmida, onde o concentrado é colocado em contato com o ácido sulfúrico para produzir o ácido fosfórico, produto intermediário básico na produção dos fertilizantes fosfatados de alta concentração. Estes são o fosfato diamônio (DAP) e o monoamônio (MAP), que são obtidos pela

reação entre o ácido fosfórico e a amônia anidra, e o superfosfato triplo (TSP), produzido através do tratamento da rocha fosfática com o ácido fosfórico. Fertilizante fosfatado de menor concentração, porém muito utilizado no Brasil é o superfosfato simples (SSP), que é produzido através do ataque químico do ácido sulfúrico sobre a rocha fosfática, havendo também a utilização da rocha fosfática parcialmente acidulada, esta obtida pela reação da fração fina do concentrado fosfático com o ácido sulfúrico, adicionado em uma proporção menor do que a utilizada para a produção do superfosfato simples (KULAIF, 1999 a; b).

Não há, por enquanto, substitutos viáveis da rocha fosfática como produto primário fornecedor de fósforo em larga escala para a agricultura (USGS, 2009a).

4. CONSUMO

4.1. Panorama mundial

O consumo mundial de rocha fosfática é bastante concentrado, destacando-se como países consumidores aqueles com grandes investimentos em capacidade instalada de produção de fertilizantes fosfatados solúveis, encabeçada pela indústria de ácido fosfórico. Não por acaso, estes países são principalmente aqueles detentores de extensas reservas de rocha fosfática, seguidos, em segundo plano, por aqueles que, por suas densidades populacionais, vêem como estratégica a produção de alimentos e, portanto, a garantia de seu abastecimento de insumos agrícolas (KULAIF, 1999a). Em uma tendência mais recente, despontam como grandes consumidores os países produtores de *commodities* agrícolas para exportação.

Sendo assim, 29% do consumo mundial de rocha fosfática, medido em toneladas de P_2O_5, em 2008, esteve concentrado na China, seguida pela Índia, com 16%, Estados Unidos, com 11%, e Brasil, com 9% do total.

São apresentados a seguir os dados de consumo de rocha fosfática, desagregados pelas principais regiões do mundo. Constata-se que nos últimos cinco anos houve um crescimento mundial médio anual de 2,3%, sendo este crescimento capitaneado pela Ásia de Leste (principalmente China), que responde por 38% de todo o consumo mundial, e uma taxa média de crescimento de 8%. Nos Países Desenvolvidos, localizados nas regiões da América do Norte e Europa Ocidental, houve desaceleração do consumo de fertilizantes. A América do Norte, com 19% do consumo mundial, em 2007, apresentou uma queda média anual nos últimos cinco anos de 2%, e a UE, a 27 países, que tem apenas 5,7% do consumo mundial, apresentou uma queda média de 2,5% ao ano, para os últimos cinco anos. Já a América Latina teve crescimento positivo, média de 2,1% ao ano, no mesmo período.

Tabela 6 - Consumo aparente de rocha fosfática (10^3 P_2O_5), mundial e para as principais regiões do mundo.

Regiões	2005	2006	2007	% cresc.	% partic.
Europa Ocidental	2.405,2	2.173,4	2.267,8	-4,6	3,9%
Europa Central	915,3	890,5	900,0	2,5	1,7%
Europa de Leste e Ásia Central	4.307,0	4.239,3	4.350,5	2,9	6,9%
América do Norte	11.535,6	9.842,2	9.871,6	-3,1	19,1%
América Latina	2.970,6	3.090,7	3.422,9	2,1	5,7%
África	8.407,9	7.730,4	7.718,6	1,5	14,1%
Ásia Central e Oriente Médio	2.331,0	2.313,9	2.377,7	3,9	3,9%
Sul da Ásia	2.200,4	2.351,2	2.116,2	4,6	4,1%
Ásia de Leste	17.206,8	18.716,6	20.311,0	8,2	38,5%
Oceania	1.125,6	926,4	1.057,0	11,9	2,1%
TOTAL	53.409,5	52.280,7	54.425,0	2,3	100,0%
UE-27	*3.397,2*	*3.125,9*	*3.273,4*	*-2,5%*	*5,7%*

Notas: O consumo aparente é calculado pela produção mais as importações e menos as exportações; % de crescimento - percentagem média de crescimento nos últimos cinco anos; % participação – percentagem de participação no total mundial do último ano. *UE-27* é o agregado com dados dos 27 países que atualmente compõem a União Européia.
Fonte: IFA (2009b).

Projeções futuras pessimistas sobre o comportamento do consumo de rocha fosfática para os próximos cinco anos, realizadas pelas empresas produtoras de fertilizantes durante a 77ª conferência anual da IFA, em Xangai, em maio de 2009, no bojo da crise financeira, indicariam uma desaceleração no ritmo de crescimento do consumo de alimentos e a conseqüente queda na demanda por fertilizantes. A falta de crédito foi apontada como um grande obstáculo (IFA, 2009a).

4.2. Evolução do consumo interno

O consumo de fertilizantes no Brasil cresce muito mais do que a produção agrícola. Entre 1987 e 2007, um período de 20 anos, a produção agrícola cresceu 59%, enquanto o consumo de adubos cresceu 143%, para um aumento da área colhida de apenas 13% (LAPIDO-LOUREIRO, 2008).

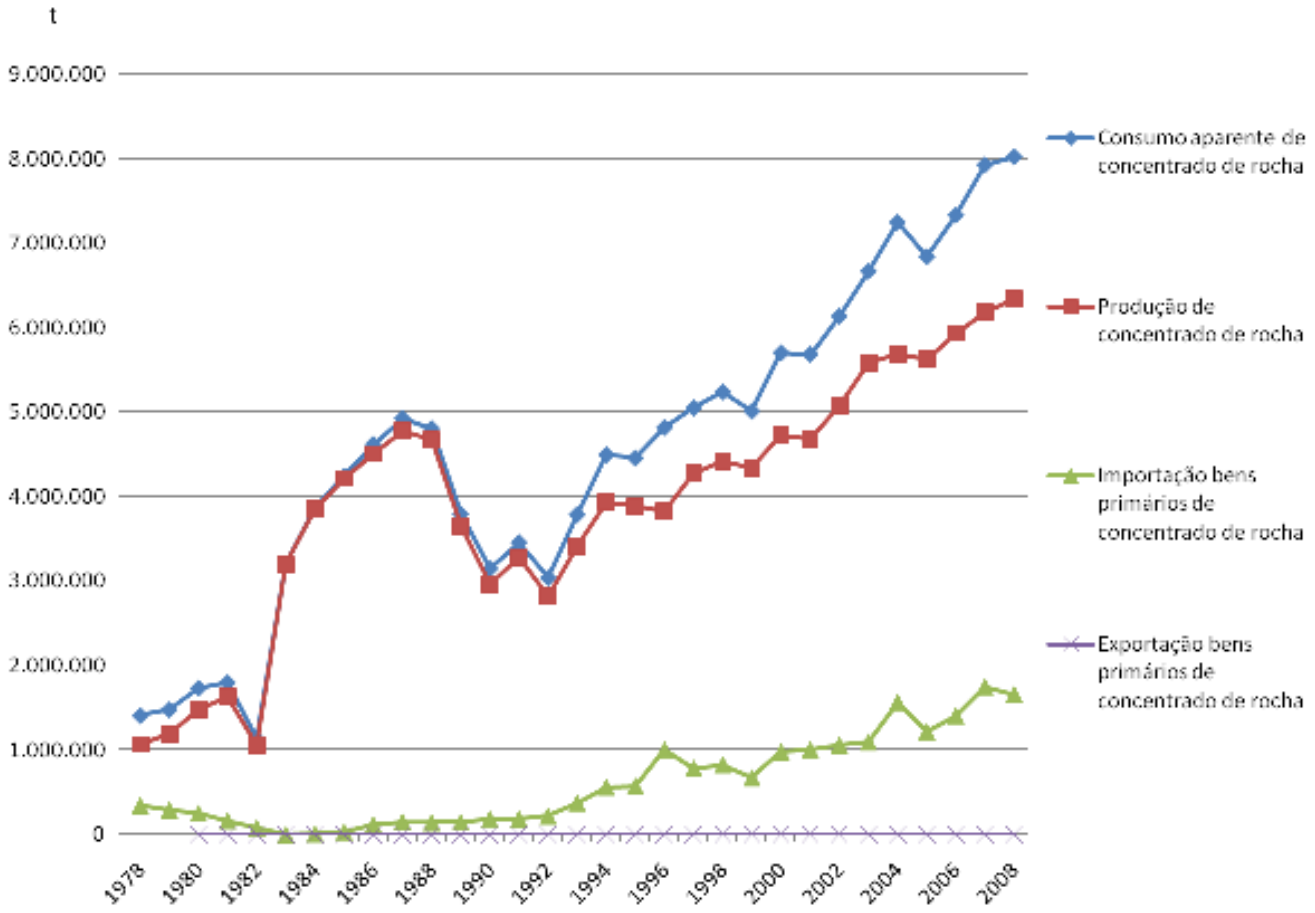
Porém, a rocha fosfática, assim como outros agrominerais, como o enxofre e o potássio, são exemplos de minérios insuficientes brasileiros, apresentando elevada dependência do subsolo estrangeiro. Segundo Rodrigues (2009), minérios insuficientes são aqueles que têm uma disponibilidade primária de recursos minerais que atende a um horizonte de menos de 25 anos e cujo consumo interno é extremamente dependente das importações.

Conforme também salientado em outros perfis (enxofre, potássio e cadeia do NPK) sobre os fertilizantes, no Brasil há elevados gastos com as importações dos mesmos. Por exemplo, em 2008, a produção de rocha fosfática representou 78% do consumo aparente, dependência de 21% (se computado em termos de P_2O_5 atinge 46%), do potássio apenas 10% do consumo aparente, dependência de 91%, e o enxofre, com dependência de 82%.

Em valores monetários, as importações de matérias-primas e produtos intermediários NPK (fosfato, potássio e enxofre) atingiram, em 2008, US$ 11,3 bilhões, quando em 2007 eram de US$ 5,1 bilhão (ANDA, 2009), ambas cifras de grande expressão. Há uma vulnerabilidade com todos os riscos concomitantes, pois, sendo a demanda atendida por produtos importados, o mercado brasileiro será sempre um típico tomador de preço, ou seja, as cotações praticadas internamente seguem o mercado mundial.

Uma série longa para a rocha fosfática – de 1978 a 2008 – envolvendo consumo aparente, produção e importação, encontra-se no gráfico seguinte.

Gráfico 15 – Consumo aparente, produção, importação e exportação de rocha fosfática (em t de concentrado de rocha).



Fonte: SMB; MME/DNPM (2009).

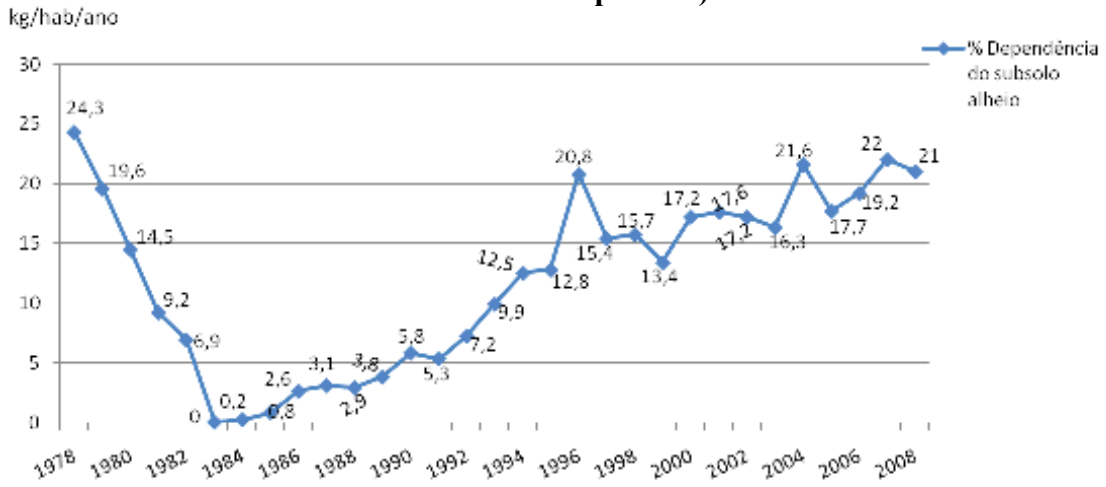
O consumo aparente de rocha fosfática no Brasil, em 2008, ano da crise mundial, foi em torno de 8 milhões de toneladas, com apenas 1% de aumento em relação a 2007, enquanto houve uma queda de 8,9% na entrega de produtos finais fertilizantes, segundo dados da ANDA (2009b).

Desagregando as importações totais por países, encontram-se, como principais origens das importações brasileiras, em 2007, Marrocos, com 53%, e Togo, com 20%. As exportações brasileiras, de dimensões inexpressivas, foram relativas a produtos intermediários fertilizantes, principalmente para o Paraguai e Argentina (SMB, 2008).

Se analisarmos os últimos 30 anos, de 1978 a 2008, o consumo aparente de rocha fosfática aumentou cerca de seis vezes, sendo que, a partir de 2000, verifica-se um maior peso na dependência externa, que hoje ultrapassa os 20%, conforme o gráfico a seguir.

O Brasil tornou-se um dos maiores importadores mundiais de fertilizantes, o que implica atentar que o setor agrícola brasileiro depende em grande medida do mercado externo para o seu desempenho (SMB, 2008). É preocupante também a situação do elo seguinte da cadeia do NPK, o ácido fosfórico, uma importante matéria-prima de aplicação intermediária indispensável na fabricação de praticamente todos os principais fertilizantes fosfatados, excetuando-se o superfosfato simples e a rocha fosfática parcialmente acidulada, que são obtidos pela reação da rocha com o ácido sulfúrico (RT 75 - *Perfil da cadeia do NPK)*.

Gráfico 16 – Dependência em concentrado de rocha fosfática (% das importações em relação ao consumo aparente).



Fonte: SMB; MME/DNPM (2009).

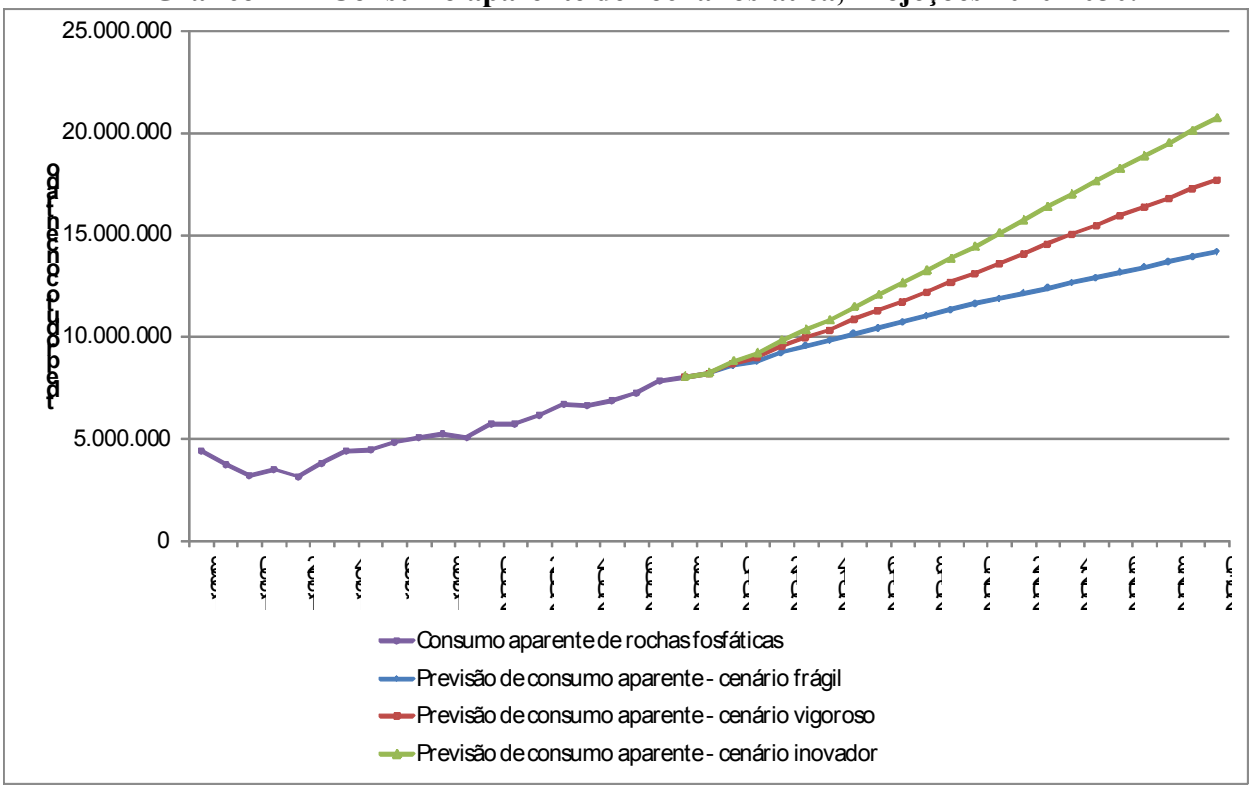
4.3. Projeção de consumo até 2030 (total e *per capita*).

O consumo aparente de rocha fosfática, projetado para 2030, é apresentado a seguir, segundo três cenários da economia, medido por toneladas de concentrado de rocha fosfática. Esta projeção de consumo (tanto a total quanto a *per capita*) considera três macro-cenários de evolução da economia (Cenário Frágil – 1, com crescimento do PIB de 2,3% a.a.; Cenário Vigoroso - 2, com crescimento de 4,6% a.a. e Cenário Inovador – 3, com crescimento de 9,9% a.a.), além do padrão de consumo per capita médio de nações já industrializadas (no caso os Estados Unidos), como uma *proxy* do ponto de saturação do consumo *per capita* brasileiro. Destaca ainda, esta projeção, os períodos quadrienais coincidentes com os PPA's do governo federal (para maior detalhe sobre a metodologia utilizada para todos os RT´s do Plano, consultar o ANEXO I (J. MENDO/RT 01, 2009 e MME/PDGMT, 2010/2030, 2009).

Os resultados obtidos mostram que o consumo chega a mais do que duplicar no Cenário 3 - Vigoroso, duplica no Cenário Inovador 2 - e cresce 70% no Cenário Frágil - 1. Os dados da sua evolução encontram-se a seguir, tanto em gráfico como em uma tabela sintética.

O gráfico e as estatísticas na tabela seguinte mostram quantidades a serem produzidas em 2030 muito substanciais de rocha fosfática, entre 14 e 20 milhões de toneladas de concentrado. Um acréscimo de 8 a 14 milhões de toneladas para se atingir a autosuficiência (a produção brasileira em 2008 foi de 6 milhões de t) que seria requerido em novos projetos e ampliações. Como se verá no item seguinte, das expectativas de novos investimentos, os empreendimentos anunciados, mesmo se todos cumpridos dentro dos prazos (recorde-se que estes vêm sendo anunciados desde 2008, antes da crise), ainda não conseguirão suprir as necessidades do consumo esperado.

Gráfico 17 – Consumo aparente de rocha fosfática, Projeções 2010-2030.



Fonte: SMB.

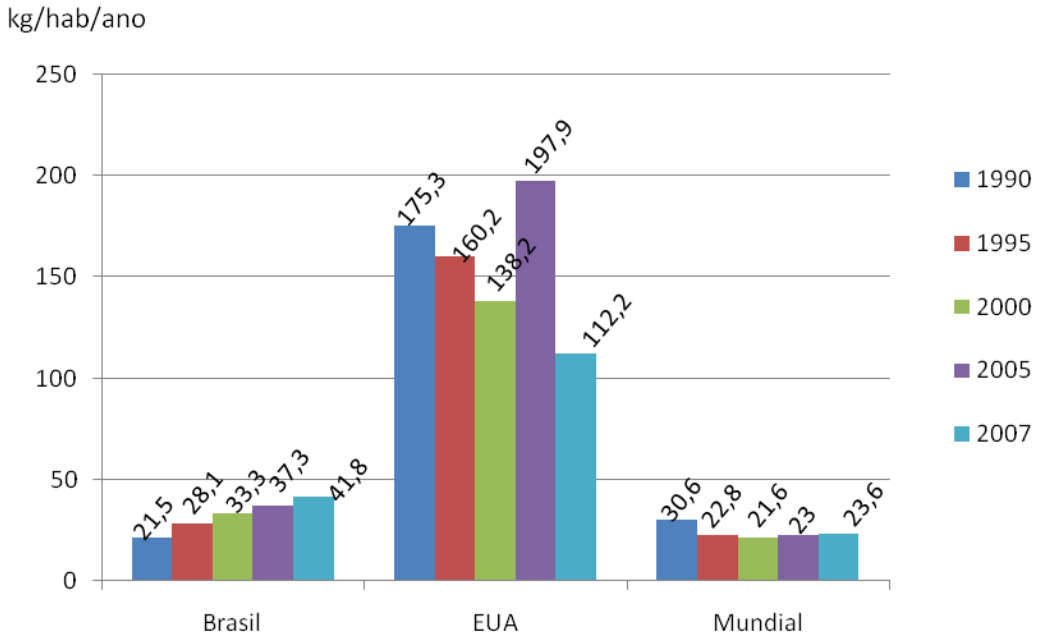
Tabela 7 - Projeções do consumo aparente de rocha fosfática - 2010-2030 – em t produto concentrado.

Consumo aparente (t)	**2008**		**8.025.317 t**
Cenários	**Frágil**	**Vigoroso**	**Inovador**
Crescimento do PIB	2,3 % a.a.	4,6% a.a.	6,9% a.a.
Consumo aparente (projetado) 2010	8.568.863	8.674.674	8.761.757
Consumo aparente (projetado) 2030	14.139.665	17.675.261	20.677.814
Períodos quadrienais dos PPA's ano final			
2008-2011 2011	8.787.432	8.998.242	9.171.219
2012-2015 2015	10.149.480	10.845.927	11.428.649
2016-2019 2019	11.307.253	12.646.251	13.788.637
2020-2023 2023	11.980.502	13.821.473	15.354.206
2024-2027 2027	12.363.081	14.532.212	16.325.239
2028-2031 2030	14.139.665	17.675.261	20.677.814

Fonte: SMB; MME/DNPM (2009).

A evolução do consumo *per capita* de rocha fosfática no Brasil, de 1990 a 2007, é apresentada no gráfico a seguir.

Gráfico 18 – Consumo *per capita* de rocha fosfática no Brasil, EUA e mundial (kg/hab/ano).

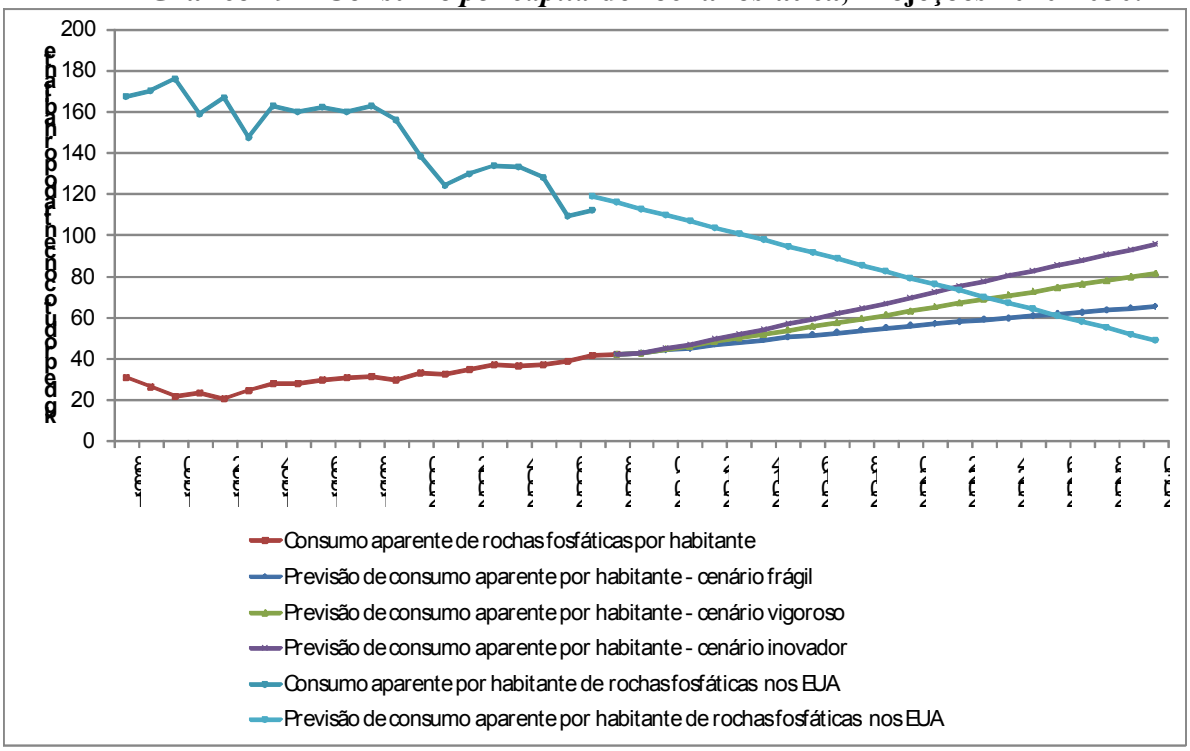


Fonte: Brasil: consumo aparente (SMB, 2008) e população (IBGE, 2009); EUA: consumo aparente (USGS, 2008b) e população (US Census Bureau, 2009).

Entre 1990 a 2007, o consumo *per capita* brasileiro passou de 21,5 para 42 kg/hab/ano, tendo, assim, em cerca de 20 anos, crescido 88%. A título de comparação, nos Estados Unidos, o consumo aparente de rocha fosfática no mesmo ano, o de 2007, foi de 112 kg/hab/ano, cerca de três vezes maior do que o do Brasil. Por outro lado, a cifra do consumo brasileiro *per capita* é duas vezes maior do que a do consumo médio mundial, de 23 kg/hab/ano, bem como duas vezes maior que o consumo por habitante da UE-27, que é de 20 kg/hab/ano (UE, 2009).

As projeções, para 2030, do consumo aparente por habitante, apresentadas a seguir, indicam que o mesmo ultrapassará a projeção de consumo aparente norte-americano, qualquer que seja o cenário, com a data variando entre 2022, para o cenário vigoroso, e 2027, para o cenário frágil. Porém, esta constatação deve ser analisada com cuidado, dado que a dinâmica do mercado consumidor brasileiro de rocha fosfática está vinculada à cadeia do NPK, que por sua vez está atrelada ao mercado de *commodities* agrícolas, voltado para as exportações, além da garantia de suprimento das necessidades alimentares da população do país, ainda em crescimento.

Gráfico 19 – Consumo *per capita* de rocha fosfática, Projeções 2010-2030.



Fonte: SMB; MME/DNPM (2009); IBGE (2008); U.S. Census Bureau (2008).

5. PRODUÇÃO MINERAL

5.1. Panorama mundial

Cerca de 167 milhões de toneladas de rocha fosfática são produzidas anualmente no mundo. Em 2008, a produção mundial cresceu 7%, tendo este aumento sido devido principalmente ao acréscimo de produção da China (10%). Segundo o *Minerals Yearbook* (2008), em 2007, a China foi o maior produtor (30%), seguida pelos Estados Unidos (19%) e Marrocos e Saara Ocidental (17%), totalizando, os três principais produtores, 66% da produção mundial. O Brasil vem em sexto lugar, com 6.185 mil toneladas do produto, correspondendo a 3,7% da produção mundial.

Veicula na mídia o British Sulphur Consultants (BSC, 2009) que, se todos os novos projetos anunciados mundialmente fossem executados, o que em nosso entendimento é altamente improvável, seriam acrescentados, no médio prazo, 57,4 milhões de toneladas à capacidade já existente, ou seja, um aumento de 35%, levantando a hipótese de passar a existir capacidade excedente de produção em relação ao consumo, puxando os preços para níveis abaixo dos patamares históricos.

A seguir, apresenta-se tabela com a produção mundial de rocha fosfática (mil toneladas do produto), destacando-se os principais países produtores.

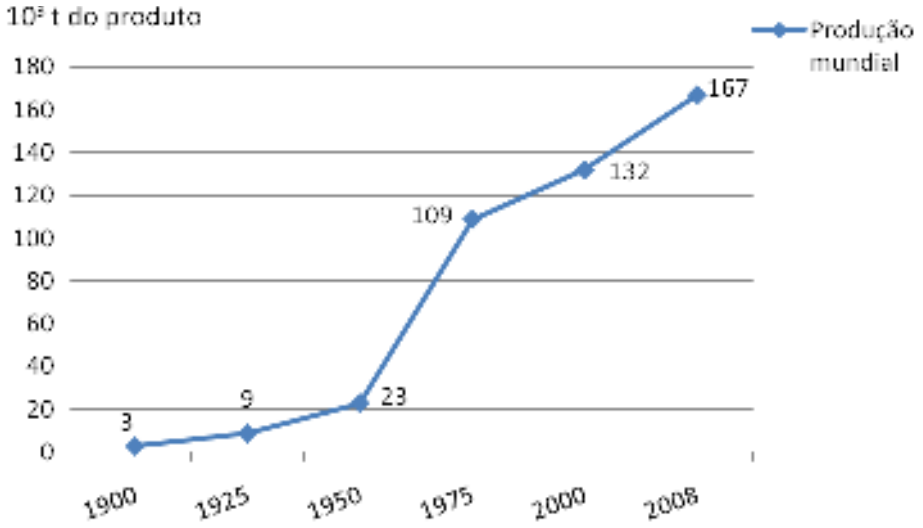
Tabela 8 – Produção mundial de rocha fosfática (10^3 t de produto).

Países	2007r	2008e	% do total
Brasil	6.185	6.340	3,8
China	45.400	50.000	29,9
Estados Unidos	29.700	30.900	18,5
Marrocos e Saara Ocidental	27.000	28.000	16,8
Rússia	11.000	11.000	6,6
Tunísia	7.800	7.800	4,7
Jordânia	5.540	5.500	3,3
Síria	3.700	3.700	2,2
Israel	3.100	3.100	1,9
Egito	2.200	3.000	1,8
África do Sul	2.560	2.400	1,4
Austrália	2.200	2.300	1,4
Canadá	700	800	0,5
Outros Países	8.915	12.160	7,4
TOTAL MUNDIAL	156.000	167.000	100,0

Notas: r – produção revista; e - produção estimada.
Fonte: USGS (2009c); SMB (2008) e MME/DNPM (2009), para os dados do Brasil.

Enfocando ainda a produção mundial de rocha fosfática, segundo uma série longa, publicada pelo USGS (2009c), constata-se o notável crescimento dos últimos 108 anos (período de 1900 a 2008) de 53 vezes, sendo a velocidade do seu crescimento bem maior nos últimos 50 anos.

Gráfico 20 - Produção mundial de rocha fosfática entre 1900 e 2008.

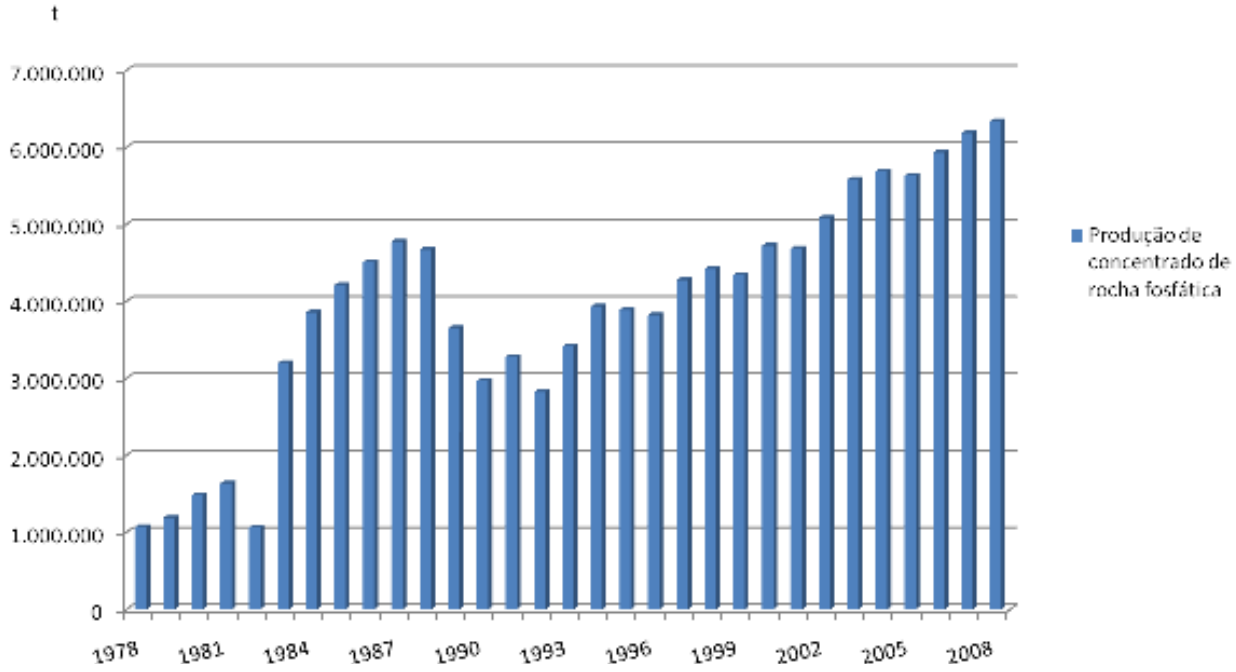


Fonte: USGS (2009c).

5.2. Produção brasileira

A produção brasileira de rocha fosfática foi de 6,34 milhões de toneladas, em 2008 (MME/DNPM, 2009), apenas 0,1% superior à de 2007, como já apontado em item anterior. O concentrado de rocha fosfática produzido no Brasil possui um teor médio de 33,5% (Tapira) e 38% (Catalão), teores maiores do que os de outras localizações, como o da Flórida/EUA (31,3%), Khouribga/Marrocos (32,9%) e Abu Tartur/Egito (30%) (LAPIDO-LOUREIRO, 2008). A série longa da produção de rocha fosfática (1978-2008) é apresentada a seguir.

Gráfico 21 - Producão de concentrado de rocha fosfática no Brasil.



Fonte: SMB.

A série de dados de quantidades produzidas de rocha fosfática no Brasil mostra que, após um período de crescimento quase contínuo que se estabelece de 1978 até 1987, quando atinge a marca de 4,8 milhões de toneladas/ano, inicia-se um período de decrescimento, em que se passa a produzir um terço a menos do que os valores históricos. O nível de produção próximo de 4 milhões de toneladas/ano só volta a ser atingido em 1996, sendo que, a partir de então, continua a crescer de maneira sustentada. Vale lembrar que a retomada do crescimento coincide com o período posterior à privatização das empresas produtoras.

Em 2008, produz-se um pouco mais de 6 milhões de toneladas de concentrado fosfórico. Com relação aos níveis de produção alcançados, seria interessante pesquisar o porquê de o Brasil, embora tendo ainda reservas a serem exploradas, não tem investido o quanto poderia, tendo em vista o ritmo de crescimento da demanda, e se as razões não estariam relacionadas ao fato de existirem poucas empresas produtoras mercado cujos interesses não apontaram para a expansão, preferindo as importações.

5.3. Projeção da produção de rocha fosfática até 2030

A projeção das necessidades de produção de rocha fosfática, considerando-se como meta a auto-suficiência em cinco anos, ou seja, em 2015, se daria com a adição de mais 4 a 5 milhões de toneladas à produção atual de 6 milhões/ano, que, como se verá a seguir, seria exatamente o montante dos novos projetos anunciados. Para a manutenção dessa auto-suficiência no período de 2015 a 2030, seria necessário ainda, um novo aporte de entre 5, 7 e 10 milhões de toneladas anuais de concentrado de rocha fosfática, respectivamente para os cenários de crescimento do PIB frágil, vigoroso e inovador.

6. NOVOS PROJETOS DE INVESTIMENTO EM ROCHA FOSFÁTICA

Entende-se que um item sobre novos projetos de investimento, apesar de não ter sido proposto com destaque nos roteiros dos RTs, reveste-se de grande importância[7].

No Brasil, tem sido noticiado que há intensa pressão governamental junto às empresas do setor de fertilizantes, sejam elas privadas nacionais, privadas estrangeiras ou estatais, para uma retomada vigorosa dos investimentos, uma ampliação significativa e rápida da capacidade produtiva ao longo de toda a cadeia de NPK e, ainda que em relação aos direitos minerários (concessões de lavra e alvarás de pesquisa), deveria haver uma fiscalização com mais rigor, adequando a concessão (principalmente quanto ao tamanho das reservas) ao porte do empreendimento.

Há atualmente anúncio de novos projetos e/ou ampliação dos já existentes, ao longo de toda a cadeia de NPK (vide Perfil), para começarem a operar entre 2010 e 2015, especificamente os da rocha fosfática da Fosfertil, Anglo American[8], Bunge e Galvani, que, se concretizados, trarão conseqüentes e expressivos aumentos da produção nacional e diminuirão sensivelmente a atual dependência.

Para os fertilizantes fosfatados, há cinco novos projetos (*greenfield*): dois distintos projetos na Serra do Salitre/Patrocínio (MG); e, ainda, em Anitápolis (SC), Arraias (TO) e Santa Quitéria (CE). Além das ampliações de empreendimentos já existentes (*brownfield*) em Tapira, Barreiro em Araxá (MG) e Lagamar (MG); Angico Dias (BA) e em Catalão (GO).

Com relação a um horizonte de futuro, apresenta-se a tabela a seguir, que consolida as informações sobre os investimentos previstos para rocha fosfática no Brasil, para os próximos cinco anos.

Tabela 9 - Relação de projetos de investimento em rocha fosfática.

Empresa	Capacidade produção (em t/ano)			Localização	Prev	Sit (1)
	Atual	Futura	Aumento			
Fosfertil	0	2.000.000	2.000.000	Serra do Salitre/Patrocínio- MG	2013	B
Fosfertil	2.030.000	2.230.000	200.000	Tapira - MG	2010	A
Fosfertil	1.109.000	1.209.000	100.000	Catalão- GO	2010	A
Bunge	1.000.000	1.350.000	350.000	Barreiro em Araxá- MG	2010	
Galvani	0	400.000	400.000	Serra do Salitre/Patrocínio - MG	2011	A
Galvani			100.000	Serra do Salitre/Patrocínio - MG	2013	A
Galvani	380.000	900.000	520.000	Lagamar-MG/ Angico Dias-BA	2011	A
Galvani	0	240.000	240.000	Santa Quitéria-CE	2015	A
IFC	0	300.000	300.000	Anitápolis-SC	2011	B
TOTAL	**4.519.000**	**8.729.000**	**4.310.000**			

Nota: * A definir; (1) Estágio do projeto: A = Aprovado/em andamento, B = Planejado/ em estudo.
Fonte: Elaboração da autora/ABIQUIM (2009a), AS MAIORES (2009); Brasil Mineral (2009).

Os dados mostram que os planos de investimento para rocha fosfática, em implantação ou apenas anunciados, se concretizados, adicionarão 4 milhões de toneladas anuais até 2013, significando que o País atingiria auto-suficiência. Mas não existe certeza de que todos eles se concretizarão.

[7] Inclusive seria de todo desejável se criar um organismo público multinstitucional, compreendendo o MME, DNPM, CPRM, MAPA e CADE, entre outros, o OBSERFER - Observatório Permanente da Indústria Brasileira de Fertilizantes, perfeitamente atualizado e sintonizado com as flutuações e as nuances empresariais, acompanhando desde os meros anúncios de intenções na mídia, até as realidades pé no chão, com empreendimentos levados a produzir a pleno vapor, até antes da data anunciada, participando ativamente para acabar com a insuficiência brasileira nos agrominerais.

[8] O projeto de ampliação da mina de Catalão, em Goiás, em mais de 1 milhão de toneladas, pelo grupo Anglo American, está suspenso, uma vez que este anunciou que irá se retirar dessa atividade no Brasil e em breve estará vendendo a terceiros os seus ativos.

Dois importantes investimentos foram anunciados pela Fosfertil[9], que, se efetivados[10], aumentarão substancialmente a produção atual da mesma e no País: um novo investimento de grande dimensão no município da Serra do Salitre (contíguo ao município de Patrocínio) (MG), com mina e Complexo Químico e a ampliação da produção das minas em Tapira (MG) e Catalão (GO), para aumentar a produção de fertilizantes fosfatados intermediários no Complexo Químico de Uberaba (BRITISH SULPHUR, 2009; CVM/IAN, 2008).

O novo empreendimento, localizado no município da Serra do Salitre, a ser executado pela Fosfertil, é o de maior porte já anunciado neste contexto de pressão governamental para a indústria de fertilizantes, orçado em R$ 2 bilhões e está previsto para início de operação em 2012[11]. Compreende a mineração e usina de concentração de rocha fosfática, com capacidade de produção de 2 milhões de t/ano de concentrado de rocha fosfática, com reserva estimada para 100 anos![12], verticalizado com uma unidade química de produção de fosfatados, localizada próxima à mina, onde ocorrerá a produção de 1.400.000 t/ano de ácido sulfúrico e 560.000 t/ano de ácido fosfórico, além de DAP, MAP e TSP, que, segundo a Minérios (2009), a previsão é de 1.020.000 t/ano de MAP granulado, 350.000 t/ano de TSP-ROP e 610.000 t/ano de TSP granulado, com um total de 1.980.000 t/ano.

Segundo a Fosfertil, o projeto ampliará a produção nacional de concentrado de rocha fosfática em 34% e do ácido fosfórico em 60% (BRASILmineral, 2009). Apesar de prevista para 2009 a aprovação final do projeto pela administração da empresa, esta ainda não se concretizou e, segundo a empresa, isto ainda depende das avaliações econômicas em curso (outubro de 2009) (Minérios, 2009). Aos estudos básicos de engenharia, que se seguem a essa aprovação, com duração de 12 meses e custo de R$ 120 milhões, se segue a implantação propriamente dita do empreendimento com duração de três anos. Entretanto, a mina da Serra do Salitre já tem aprovado o processo de licenciamento e aguarda a licença de instalação, solicitada em março (BRASILmineral, 2009). Segundo as últimas informações da empresa, deverá ainda, no 1º semestre de 2010, se iniciar a execução da engenharia básica, com duração de um ano e esta implantação está a cargo do consórcio Promon/Camargo Corrêa/Norberto Odebrecht.

A Fosfertil (2009) anunciou ainda, em junho de 2009, um investimento em um segundo projeto, em um total de R$ 462 milhões, para aumentar a capacidade de produção do Complexo Químico de Uberaba (MG), previsto para operar em 2010, sendo 50% destinados a equipamentos e sistemas, 40% à construção, e 10% a serviços de engenharia. Denominada Expansão Fase III do Complexo, tem como objetivo, segundo a empresa, eliminar os gargalos das suas duas minas e maximizar as plantas já instaladas (de MAP; DAP e TSP), ampliar a produção de ácido sulfúrico e de ácido fosfórico, através de novas plantas (BRASILmineral, 2009. A ampliação do Complexo de Uberaba vai adicionar 475 mil t/ano de ácido sulfúrico, 200 mil t/ano de ácido fosfórico e, ainda, mais 690 mil t/ano de MAP e 250 mil t/ano de TSP (BRASILmineral, 2009; Minérios, 2009).

Ampliará a produção de suas minas em Tapira (MG), estimada para durar mais 65 anos, e Catalão (GO), demandando 10% a mais de produção para cada uma, para abastecer o Complexo de Uberaba com concentrado de rocha fosfática (BRASILmineral, 2009).

---

[9] Importante notar que a Fosfertil é a principal fornecedora de matérias-primas e produtos intermediários de NPK para as misturadoras.

[10] Existe sinalização contraditória recente, em duas declarações públicas, sobre a efetiva realização destes investimentos pela Fosfertil. Enquanto na revista mensal Brasil Mineral, de agosto de 2009, o título da matéria é: "Fosfertil decide manter programa de investimentos" (BRASILmineral, 2009), recentes declarações, de 23 de outubro, do sócio majoritário e principal controlador da Bunge, vinda de Nova Iorque, o presidente e executivo-chefe (CEO mundial) da norte-americana de agribusiness Bunge Co., Alberto Weisser, são no sentido de que a companhia está reduzindo custos no Brasil por causa da valorização do real e que unidades poderão ser fechadas no País" (Agenda Estado, 23/10/2009).

[11] Informação recente precisa a data, entre o segundo semestre de 2012 e o primeiro de 2013 (Minérios, 2009).

[12] Chama a atenção o valor de 100 anos de vida útil para as reservas concedidas para uma única empresa na Serra do Salitre! Estas reservas, por serem uma concessão da União, comportariam mais outros dois empreendimentos de porte, financiados pelo BNDES, com 33 anos de duração para as reservas de cada um, ou seja, viáveis e adequados em um contexto de resolução do grave problema de dependência do País em insumos fertilizantes.

Em Patos de Minas (MG), a mina que está em operação desde 1977, mantém-se no mesmo patamar, embora as reservas provadas durem mais 100 anos (BRASILmineral, 2009).

Em Anitápolis-SC, a IFC - Indústria de Fertilizantes Catarinenses (uma associação do grupo Bunge com a Yara, 50% cada) está planejando um novo projeto, previsto para entrar em operação em 2011, com um investimento de US$ 290 milhões para a produção de 300.000 t/a de concentrado de rocha fosfática, além de 200.000 t/a de ácido sulfúrico e 540.000 t/a de SSP (BRASILmineral, 2009 e Brasil Mineral OnLine, n°346). Entretanto, a sua implantação paralisou em 28 de setembro de 2009 por exigência judicial (IFC, 2009).

O grupo Bunge anunciou ainda a intenção de ampliar a sua produção de Araxá, para 1,35 milhão t/ano, um aumento de 350 mil toneladas de concentrado fosfático, além da abertura de uma nova mina de rocha fosfática com 820.000 t/ano, a um custo de US$ 320 milhões, e prazo previsto para 2010 (Brasil Mineral OnLine n°354, em 28/05/2008).

A Galvani, única empresa de capital privado nacional na produção integrada de fertilizantes, anunciou em abril de 2009:

- ✓ Investimento de R$ 350 milhões no Projeto Santa Quitéria, no Ceará (jazida de Itataia), para a produção de rocha fosfática e urânio, em consórcio com a Indústrias Nucleares Brasileiras – INB, sendo que o investimento total (incluindo o urânio) deverá ser de R$ 750 milhões. Na primeira fase, serão 180 mil t/ano de concentrado fosfático, subindo, posteriormente, para 240 mil t/ano, destinado tanto para fertilizantes como nutrição animal, com uma produção associada de cerca de 160 t/ano de urânio. Esse volume representa um aumento de 10% na atual capacidade nacional de produção de P_2O_5. A rocha fosfática será destinada ao Complexo Químico da empresa em Paulínia (PR) para produção de fertilizantes: produção de ácido fosfórico e, a seguir, dos fertilizantes MAP e DAP (e o urânio, a cargo do INB, para a usina nuclear de Angra 3). Os prazos estabelecidos apontam para a concretização da primeira fase em 2014 e, a segunda, em 2015 (Brasilmineral OnLine n°366 - 27/8/2008).
- ✓ O Projeto de Serra do Salitre, em Minas Gerais, com investimento estimado em R$ 230 milhões, tem previsão de que a unidade de extração e beneficiamento de rocha fosfática entre em operação em 2011, com produção de 400 mil toneladas de concentrado fosfático no primeiro ano, podendo chegar a 500 mil toneladas anuais, no terceiro ano, 2013, o que irá suprir o Complexo Industrial de Paulínia (SP), e garantir a expansão das atividades da empresa nas regiões Sudeste e Centro-Oeste do País. A empresa já dispõe de licença ambiental (Brasilmineral Online n°400 – 13/05/2009).
- ✓ Aumento das capacidades instaladas de produção de Lagamar (MG), Angico Dias (PI) e de Irecê (BA), constando no Anuário da ABIQUIM de 2008, mas sem maiores detalhes ou dados precisos, com um investimento total de R$ 220 milhões (ABIQUIM, 2009a).

Tem-se o anúncio oficial de um projeto de médio porte, na cadeia de NPK, pelo grupo canadense MBAC Fertilizers Corporation (associado à canadense Yamana) que adquiriu recentemente a empresa Itafós. Com a sua jazida de rocha fosfática em Arraias-TO, irá produzir 100.000 t de concentrado a partir de 2010. Irá ainda instalar em Novo Horizonte – GO, um complexo químico industrial para a produção de ácido sulfúrico. A Yamana produz neste município 580.000 t/ano de concentrado de pirita recuperado dos rejeitos de minério de cobre, podendo obter ainda ouro e cobre, se implantar um novo empreendimento de produção destes metálicos. O concentrado de rocha obtido em Arraias será transportado para o Complexo onde serão produzidos a partir de 2012 fertilizantes fosfatados. O município de Novo Horizonte – GO tem localização estratégica em relação ao mercado consumidor do Centro-Oeste e Norte, onde a demanda é crescente, em função da expansão da atividade agrícola. O valor total do investimento, parte substancial para o setor de metálicos, atinge a quantia de US$ 200 milhões (Brasil Mineral OnLine n°416 - 2/9/2009).

Também a MBAC Fertilizers Corporation, adquiriu recentemente o Projeto Fertilizantes de Apuí na Amazônia, a 220 quilômetros de Manaus, no sul do estado do Amazonas, que pertencia à júnior australiana Redstone, abrangendo toda a bacia de Jatuarana, descoberta pelo SGM/CPRM, nos anos 80. Segundo anunciado, a pesquisa geológica preliminar aponta a existência de importante jazida de fósforo (BRASILmineral, 2009; Química Industrial OnLine n°413, 2009).

Quanto a outros projetos anunciados, dois saíram da agenda, tendo sido oficialmente abandonados pelas empresas, em declarações públicas. Estes são:

- ✓ Os estudos da Bunge para dobrar a unidade Goiás II, um dos maiores projetos da indústria, no valor de US$ 1,5 bilhão, foram cancelados.
- ✓ A mina de Catalão, em Goiás, controlada pela Copebrás, do grupo sul-africano Anglo American, que produziu, em 2008, 1,3 milhões de t de concentrado, chegou a anunciar em publicações internacionais e nacionais (ABIQUIM, 2009) uma grande ampliação para mais 1,8 milhão de t/ano de concentrado, com entrada em operação em 2012, um investimento estimado em US$ 1 bilhão. Recentemente, em outubro de 2009, a empresa anunciou seu cancelamento, pois irá vender os seus ativos em fertilizantes no Brasil, retirando-se da indústria de fertilizantes (BRITISH SULPHUR, 2009 e CVM/IAN, 2008).

Há também duas importantes reservas brasileiras de fertilizantes fosfatados, que estão bloqueadas na Floresta Nacional de Iperó, em São Paulo, e na reserva nacional do cobre, em Maicurú-PA, que poderão no futuro vir a ser desbloqueadas através da regulamentação dessas áreas (RODRIGUES, 2009).

7. RESERVAS MINERAIS

7.1. Panorama mundial

As reservas mundiais de rocha fosfática, divulgadas em termos de seu conteúdo de P_2O_5, atingem a cifra de 47 bilhões de toneladas, correspondendo a uma vida útil de 281 anos, se mantido nível atual de consumo.

Concentrações de rocha fosfática de importância econômica podem ser encontradas em dois tipos de rochas, as sedimentares e as ígneas. Os depósitos de origem sedimentar mais importantes são formados por fosforitos, existindo também alguns formados por guano ou os de alumino-fosfatos. Os de origem ígnea estão principalmente associados a ocorrências de rochas de composição ultrabásica e alcalina.

Os depósitos de fosforito são formados pela deposição e acumulação, em bacias sedimentares marinhas, de mares rasos, de *pellets* fosfáticos, excrementos de animais marinhos vivos ou de esqueletos dos animais mortos. Formam-se, normalmente, a baixas latitudes (de 0 a 40^o), estando alguns poucos relacionados a latitudes intermediárias. No decurso de milhões de anos, através de processos sedimentares e diagenéticos, estes depósitos adquirem concentrações que possibilitam a sua utilização econômica. Nos fosforitos, o fósforo é encontrado na forma de hidroxi-fluorapatita [$Ca_5(PO_4)_3OH,F$] ou de apatita carbonatada [$Ca_5(PO_4,CO_3OH)_3F$]. Este material pode ocorrer quase puro, mas em geral apresenta-se misturado a areia, argila ou carbonato para formar arenitos, folhelhos e calcários fosfáticos (KULAIF, 1999a).

A espessura de uma camada de fosforito pode variar de alguns centímetros até uma dezena de metros. Em alguns casos, essas camadas podem estender-se lateralmente por vários quilômetros, mantendo espessuras e teores de P_2O_5 relativamente homogêneos. Quanto ao teor, os depósitos podem apresentar desde percentagens muito baixas até teores de 35% de P_2O_5. Hidrocarbonetos de cor marrom escura a preta geralmente estão presentes nas camadas, associados a quantidades variáveis de material detrítico, principalmente quartzo.

Os depósitos de guano são formados pela acumulação de excrementos de aves marinhas e sua posterior assimilação pelas rochas subjacentes, normalmente formadas por calcários coralíferos porosos. Quando essas acumulações ocorrem sobre rochas de composição ferro-aluminosa, bauxitas, lateritas ou rochas feldspáticas, formam-se depósitos de minerais amorfos de fosfato de alumínio hidratado e fosfato de ferro, conhecidos como alumino-fosfatos.

Os depósitos de rocha fosfática de origem ígnea ocorrem relacionados a corpos de rochas alcalinas, intrusivas ou extrusivas, ou a veios hidrotermais associados a elas. Em sua maioria, são estruturas anelares, intrusivas, contendo carbonatitos, nefelina sienitos, rochas ultra-alcalinas tais como ijolitos e urtitos e ultramáficas alcalinas como álcali-piroxenitos. Estão localizados, normalmente, em áreas de plataforma e muitos estão associados a estruturas de *rift-valleys* ou a bordas de bacias.

Nessas rochas o fósforo é encontrado na forma de apatita, principalmente fluorapatita [$Ca_5(PO_4)_3F$], podendo se apresentar, nos mantos de intemperismo que recobrem os maciços, na forma de fosfatos secundários de bário e estrôncio (gorceixita e goyazita) e de terras-raras (rabdofanita) (KULAIF, 1999a).

A maior parte da produção mundial é feita a partir de jazidas de rochas sedimentares, que são de longe as mais importantes. As razões para isto está tanto relacionada aos altos teores de P_2O_5 quanto aos baixos custos de extração e tratamento mineral. Reservas de rocha fosfática sedimentar são encontradas principalmente no norte de África, China, Oriente Médio e nos Estados Unidos. Reservas de origem ígnea são encontradas no Brasil, Canadá, Rússia e África do Sul.

Os dados de reservas mundiais, com sua distribuição pelas regiões do mundo, são apresentados a seguir.

Tabela 12 - Reservas mundiais de rocha fosfática (10^3 t de P_2O_5).

Países	2007	% do total
Brasil	319.000	0,7
Marrocos (com Saara Ocidental)	21.000.000	44,7
China	10.000.000	21,3
Estados Unidos	3.400.000	7,2
África do Sul	2.500.000	5,3
Jordânia	1.700.000	3,6
Austrália	1.200.000	2,6
Rússia	1.000.000	2,1
Síria	800.000	1,7
Israel	800.000	1,7
Egito	760.000	1,6
Tunísia	600.000	1,3
Canadá	200.000	0,4
Senegal	160.000	0,3
Togo	60.000	0,1
Outros Países	2.558.380	5,4
TOTAL MUNDIAL	47.051.000	100,0

Nota: Em relação aos anos anteriores, os valores das reservas da China foram revistos e diminuídos pelo USGS, após estudo da Universidade da China.
Fonte: USGS (2009a).

Os dados de reservas mundiais de rocha fosfática sugerem que estas são muito concentradas, com apenas três países, Marrocos, China e Estados Unidos, detendo quase 75% do total. O Brasil está em 12º lugar, com 0,7 % do total mundial.

7.2. Situação atual e sua localização no Brasil

Segundo os dados mais atualizados (SMB, 2008), as reservas brasileiras de rocha fosfática, medidas mais indicadas, em 2007, eram de 319 milhões de toneladas de contido em P_2O_5, com uma distribuição geográfica de 67% em Minas Gerais, 14% em Goiás e 6% em São Paulo. A distribuição espacial das reservas, pelas diferentes unidades da federação, encontra-se na tabela seguinte, com grande destaque para Minas Gerais. A principal jazida encontra-se em Tapira (MG), seguida pela de Patos de Minas (MG), depois Araxá (MG), Catalão (GO) e Cajati (SP). Tem-se ainda as minas de Ouvidor (GO), Irecê (BA), Lagamar (MG). Destaca-se que recentemente o SGB/CPRM anunciou a descoberta de indícios de depósitos de rocha fosfática em Mato Grosso, localizadas em Nova Brasilândia, através do levantamento aéreo.

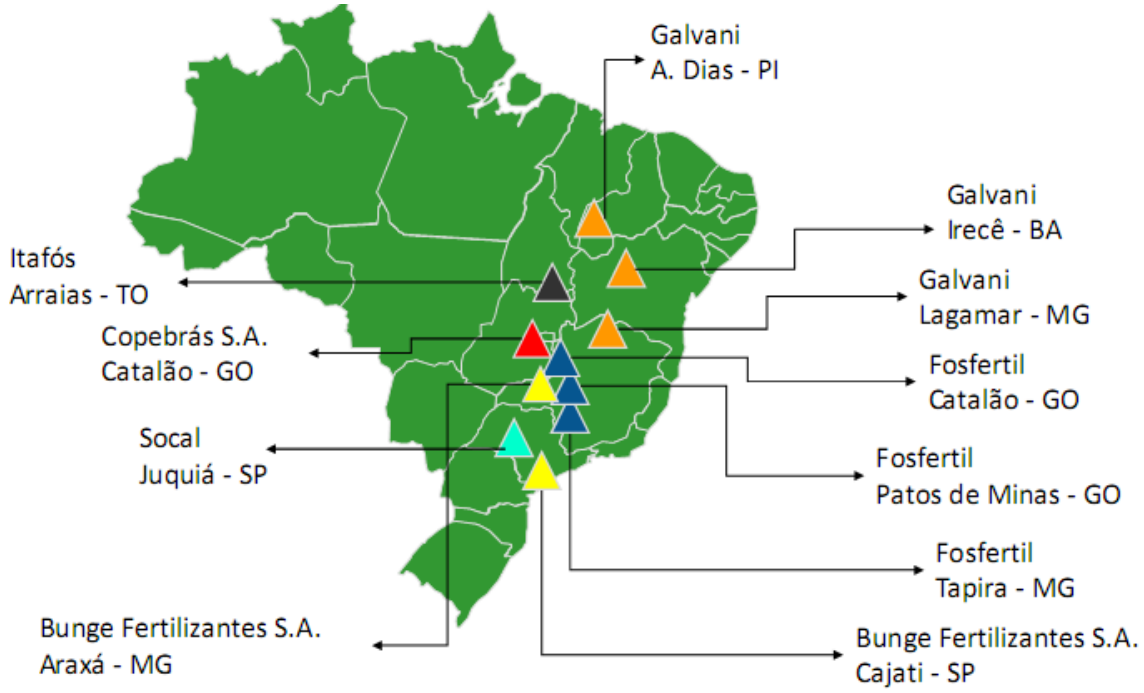
Tabela 13 – Reservas de rocha fosfática (medidas mais indicadas) no Brasil.

UF	Reservas (medidas + indicadas)	
	Qt. (10^3 t de P_2O_5)	%
MG	193,6	66,8
GO	44,0	15,2
Outros	52,1	18,0
TOTAL BRASIL	289,7	100,0

Fonte: AMB (2006).

A localização geográfica das reservas principais, ou seja, aquelas que se encontram em minas ativas do Brasil, podem ser visualizadas no mapa a seguir.

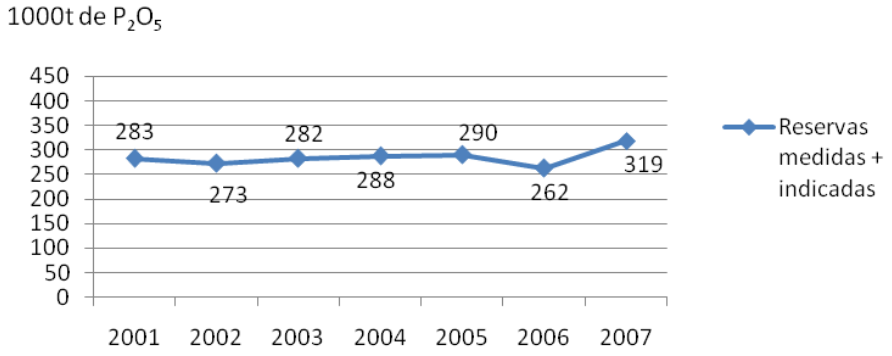
Mapa 1- Localização das minas ativas no Brasil.



Fonte: Arcoverde (2008), modificado.

A seguir apresenta-se a evolução do montante das reservas medidas mais indicadas do Brasil, no período de 2001 a 2007 (em gráfico) e de 1980 até 2007 (em tabela), onde se constata que os valores têm se mantido sempre em um mesmo patamar, sensivelmente igual a 300 milhões de toneladas de P_2O_5, com um acréscimo de apenas 20%, nos últimos sete anos.

Gráfico 23 – Reservas de rocha fosfática (medidas mais indicadas) no Brasil



Fonte: SMB.

Tabela 14 - Evolução das reservas de rocha fosfática (medidas mais indicadas), entre 1980 e 2007 (10^3 de P_2O_5).

Ano	Qt. (10^3 de P_2O_5)	Teor em P_2O_5	Ano	Qt. (10^3 de P_2O_5)	Teor em P_2O_5	Ano	Qt. (10^3 de P_2O_5)	Teor em P_2O_5
1980	271.000	9,47	1989	310.000	9,5	1998	261.000	8,87
1981	268.300	8,75	1990	300.000	9,81	1999	272.000	9,21
1982	218.000	9,37	1991	300.000	9,45	2000	298.211	8,92
1983	216.000	9,67	1992	300.000	9,49	2001	300.000	8,15
1984	190.000	9,59	1993	300.000	9,52	2002	260.000	8,6
1985	258.000	9,44	1994	277.000	9,58	2003	231.845	8,34
1986	280.000	10,07	1995	370.000	9,38	2004	216.740	8,39
1987	300.000	9,31	1996	370.000	9,4	2005	246.000	8,56
1988	300.000	9,41	1997	260.000	9,18	2006	261.620	
						2007	319.156	

Nota: O teor de P_2O_5 é o da reserva medida (AMB).
Fonte: SMB; AMB.

Por outro lado, verifica-se que o teor médio das reservas tem diminuído de 9,4%, em 1982, para 8,6%, em 2007, com cerca de 9% de queda, havendo uma variação de teor médio das jazidas, desde 5%, de Cajati (SP) até 22%, encontrado no município de Paulista (PE).

7.3. Relação produção/reserva

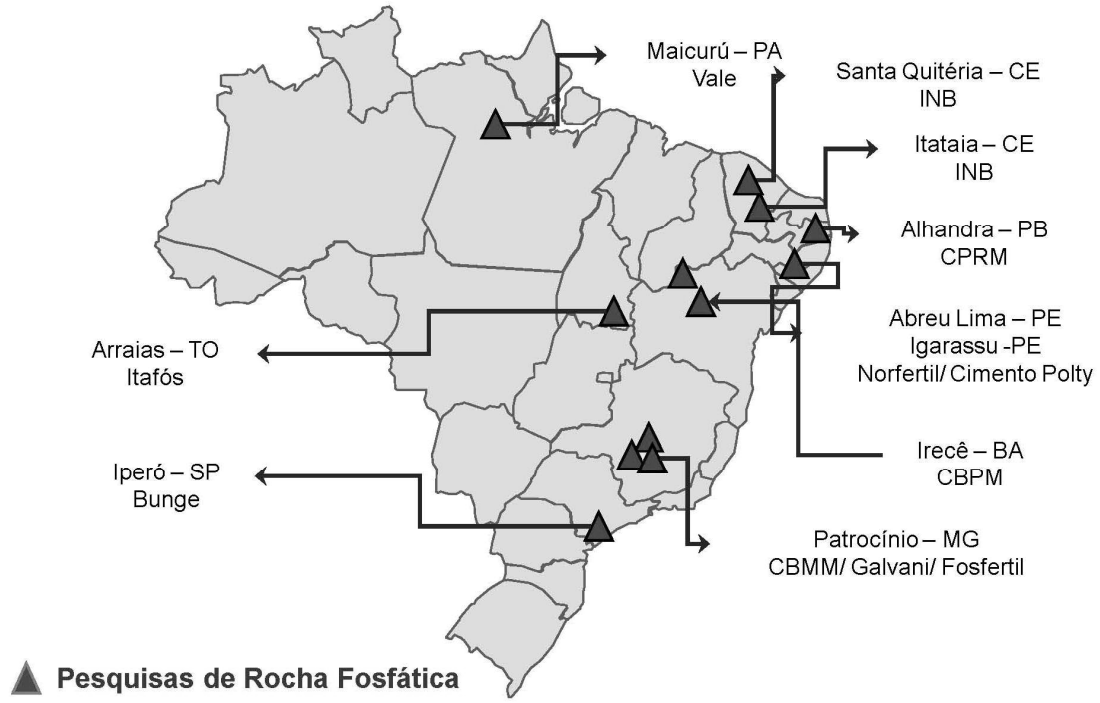
A análise da relação entre produção e reservas de rocha fosfática no Brasil leva a duas constatações contraditórias. A primeira é que, se o cálculo se realizar levando em conta os níveis atuais de produção, a vida útil das reservas lavráveis brasileiras estender-se-á por mais de três décadas. Apesar disto, porém, não se pode concluir que não exista vulnerabilidade no suprimento desta matéria-prima. Certamente, as causas para isto são as que foram apontadas no item anterior, sobre a qualidade e tipo das reservas nacionais. Por limitações de caráter geológico, a maior parte dos depósitos de rochas com concentrações de fósforo são do tipo ígneo, cujos teores, configurações estruturais e características mineralógicas são de custo bastante elevado, quando comparados aos minérios atualmente em produção, nos principais países exportadores desta *commodity*.

Vale destacar, porém, que investimentos em pesquisa mineral e em tecnologias de extração e tratamento dos minérios podem atuar no sentido de diminuição dos custos de produção desta matéria-prima, melhorando a situação de auto-suficiência no médio e longo-prazos.

7.4. Potencialidades e identificação de áreas vocacionadas

Apresenta-se a seguir mapa, elaborado pelo DNPM, com a localização das pesquisas geológicas em curso para rocha fosfática no Brasil (ARCOVERDE, 2008).

Mapa 2 – Pesquisas de rocha fosfática em execução no Brasil.



Fonte: Arcoverde (2008).

Segundo levantamento do DNPM, pesquisas em andamento nas áreas tituladas com alvarás de pesquisa, e as concluídas, em áreas com relatórios finais de pesquisa entregues e sob análise no DNPM, deverão permitir um acréscimo da ordem de 25% às reservas de rocha fosfática no Brasil (RODRIGUES, 2009).

7.5. Quantificação da necessidade de adição de reservas para a produção até 2030

Dados do DNPM/DIPEM indicam que, no último triênio, foram investidos em pesquisa mineral para rocha fosfática no Brasil em torno de R$ 13,8 milhões, 1,1% do total investido em pesquisa mineral de todas as substâncias nesse período. Em 2007, por exemplo, apenas R$ 3 milhões foram gastos em pesquisa de rocha fosfática, o que representa muito pouco se comparado com o total aplicado em pesquisas de ouro no mesmo ano, cerca de R$ 134 milhões (RODRIGUES, 2009; ARCOVERDE, 2008).

A evolução do consumo aparente e da produção correspondente, mesmo na meta de auto-suficiência, permite afirmar que as reservas são compatíveis com esse objetivo.

8. TECNOLOGIA

As tecnologias utilizadas na produção nacional de rocha fosfática estão em sintonia com as praticadas em outros países, destacando-se que o Brasil foi o responsável pelo desenvolvimento de tecnologia de ponta relacionada à produção de rocha fosfática a partir de depósitos ígneos.

Encontra-se em Kulaif (1999a), que no início da década de 1960, o Brasil encontrava-se em uma situação de total carência de tecnologia para o beneficiamento dos depósitos de rocha fosfática brasileiros que, de gênese ígnea, apresentavam características bastante peculiares, como menores teores e associações mineralógicas que impossibilitavam a aplicação das estratégias de beneficiamento então em uso.

Esse estrangulamento de natureza tecnológica foi solucionado através da pesquisa e desenvolvimento de uma nova tecnologia denominada de "Processo Serrana". Este processo, que é considerado um marco na história da tecnologia mineral brasileira, foi desenvolvido, entre os anos 1960 e 1962, por duas importantes equipes de profissionais relacionados à empresa Serrana, atual Bunge Fertilizantes. A primeira, sob a coordenação do Prof. Dr. Geraldo Conrado Melcher, foi responsável por trabalhos de pesquisa mineral que permitiram a completa definição da jazida de Cajati (SP), bem como pela caracterização tecnológica do minério. A segunda, liderada pelo Prof. Dr. Paulo Abib Andery, desenvolveu a tecnologia de tratamento do minério propriamente dita (ANDERY; PEREIRA, 1965 apud KULAIF, 1999a).

Além de ter sido objeto de patentes no Brasil e no exterior, o "Processo Serrana" teve um grande efeito multiplicador nas duas décadas seguintes, pois viabilizou, não somente o complexo mínero-químico de Cajati, mas também o aproveitamento econômico de todos os outros depósitos de minérios fosfatados ígneos brasileiros, tornando o País praticamente auto-suficiente na produção deste insumo" (LEAL Fº et al., 1993 apud KULAIF, 1999a).

A extração mineral nas jazidas brasileiras é totalmente mecanizada e a céu aberto, em cava, com bancadas de altura variável e o desmonte feito por explosivos ou retroescavadeira. O processamento compreende, normalmente, a britagem (primária, secundária e até terciária, por vezes), estocagem e homogeneização, moagem primária e separação magnética de baixo campo, moagem secundária e classificação, deslamagem e, finalmente, concentração por flotação e espessamento.

Em seguida, a partir do concentrado da rocha fosfática, seguem-se as operações de produção de fertilizantes, em complexos industriais, que serão descritos em perfil próprio, sobre os Fertilizantes NPK.

Várias empresas e instituições públicas no Brasil estão investindo em pesquisas visando a utilização direta de pó de rocha, um técnica designada pelo termo rochagem, para a fertilização em culturas de pequenas propriedades e solos excessivamente empobrecidos. Paralelamente, buscam-se soluções como a de produção de fertilizantes organo-fosfatados e de termofosfatos potássicos (LAPIDO- LOUREIRO, 2008).

9. RECURSOS HUMANOS

A mão-de-obra para as minas e usinas necessária para prover o aumento da produção que atenda ao consumo aparente projetado para 2030, encontra-se na tabela a seguir. Colocou-se um diferencial de produtividade, de ganho de 20%, em relação à produtividade atual (2005), para os cenários Vigoroso e Inovador, e manteve-se a mesma produtividade verificada para a futura, para o cenário Frágil.

Tabela 15 - Mão-de-obra nas minas e usinas de rocha fosfática

Ano	M. O. Minas	M.O. Usinas	M.O. TOTAL
Mão-de-obra em 2008	1.481	1.183	2.664
Mão-de-obra em 2030 (Cenário Frágil) [x2,5]	3.703	2.958	6.761
Mão-de-obra em 2030 (Cenário Vigoroso) [x2,4]	3.554	2.834	6.388
Mão-de-obra em 2030 (Cenário Inovador) [x 2,8]	4.146	3.313	7.459

Nota: Nos cenários Vigoroso e Inovador, colocou-se como hipótese um ganho de 20% em produtividade.
Fonte: Elaboração própria.

9. CONCLUSÕES

O Brasil passou a fazer parte do grupo de países altamente dependentes de importação de produtos fertilizantes, tendo, em 2008, apenas 36,6% do seu consumo sido produzido internamente, com o restante, 63,4%, sido importado. Em alguns momentos esta situação torna-se mais crítica.

Em valores monetários, as importações de matérias-primas e produtos intermediários NPK (fosfato, potássio e enxofre) atingiram, em 2008, US$ 11,3 bilhões, quando em 2007 eram de US$ 5,1 bilhão (ANDA, 2009), ambas cifras de grande expressão. Há uma vulnerabilidade com todos os riscos concomitantes, pois, sendo a demanda atendida por produtos importados, o mercado brasileiro será sempre um típico tomador de preço, ou seja, as cotações praticadas internamente seguem o mercado mundial.

Não se espera elevação destes montantes, em valor, em 2009, ao contrário, a evolução do ciclo descendente de preços sugere baixa acentuada, mas os valores totais continuarão elevados, uma vez que os problemas estruturais que originam esta situação perduram.

Para que exista substancial aumento da oferta interna, com a conseqüente diminuição dos dispêndios com importações de rocha fosfática, vai-se necessitar de ações e políticas concretas de governo, em conjunto com o empresariado nacional (RODRIGUES, 2009).

A concentração da oferta de rocha fosfática nas regiões sudeste e centro-oeste deverá se manter para os próximos anos, sendo que, mesmo com uma maior utilização de rochagem ou de outros materiais alternativos ou de aplicação de rocha fosfática parcialmente acidulada na agricultura não mudaria o cenário, uma vez que são necessárias jazidas ricas em apatita para sua produção e estas estão concentradas nas regiões produtoras atuais.

Nos últimos seis anos não se ampliaram as reservas brasileiras, mas as projeções de 2010 a 2030, segundo os três cenários da evolução do PIB, indicam que, mesmo sem a adição de novas reservas estas são mais que suficientes para sustentar a auto-suficiência. Entretanto segundo levantamento do DNPM, as áreas tituladas com alvarás de pesquisa e com relatórios finais de pesquisa sob análise no DNPM, permitem um adicional da ordem de 25% às reservas de rocha fosfática no Brasil, podendo até o Brasil vir a se tornar um exportador.

O Brasil é o quarto maior consumidor mundial, mas produz apenas 3,7% da produção mundial, tendo se tornado num dos maiores importadores mundiais de fertilizantes, o que implica atentar que o setor agrícola brasileiro depende em grande medida do mercado externo para o seu desempenho. A partir de 2000, verifica-se um maior peso na dependência externa, que hoje já ultrapassa os 20%. Há, portanto, uma grande vulnerabilidade para um grande país agrícola e que pretende vir a tornar-se também um grande produtor de biocombustíveis.

Mas o fraco desempenho desta indústria deve-se em grande parte a razões estruturais, à sua organização econômica em concorrência imperfeita, tratando-se de um mercado produtor de rocha fosfática altamente concentrado, oligopolizado por grandes grupos internacionais, que, ao mesmo

tempo que controlam as entregas de produtos fertilizantes aos agricultores, têm atividades de *traders* na outra ponta da cadeia, na produção de commodities agrícolas. É preocupante também a situação do elo seguinte da cadeia do NPK, o ácido fosfórico, uma importante matéria-prima de aplicação intermediária indispensável na fabricação de praticamente todos os principais fertilizantes fosfatados (ver RT 75 *Perfil da cadeia do NPK*).

Esforços governamentais estão sendo desenvolvidos para melhor gerenciar as reservas já existentes e em fase de pesquisa, para efetivar os investimentos prometidos e anunciados pelos grandes grupos, para a melhor utilização dos recursos minerais brasileiros, em nome do interesse nacional. Trata-se de um complexo desafio, dado que no presente momento as cotações dos produtos fertilizantes estão em ciclo de baixa e as expectativas de longo prazo são da estabilização, um pouco abaixo dos preços históricos. As empresas em 2008 têm vindo a anunciar grandes investimentos, mas no decorrer de 2009 algumas delas têm também dado indícios que não pretendem colocá-los em operação nos prazos que anteriormente anunciaram.

Projeção de consumo até 2030 mostram quantidades adicionais requeridas muito substanciais de rocha fosfática, entre 8 a 14 milhões de toneladas de concentrado de rocha fosfática, se se pretender ser auto-suficiente, acréscimo que seria requerido em novos projetos e ampliações. A boa notícia é que, matematicamente, se os empreendimentos anunciados forem cumpridos dentro do prazo, eles suprem as necessidades totais do consumo brasileiro de 2014. Já de 2015 em diante não existem dados sobre novos projetos e as necessidades adicionais do consumo são bastante substanciais. Projeção dos recursos humanos necessários nas minas e usinas para prover o aumento da produção projetada para 2030 indica que o contingente de pessoas empregadas nesta indústria será da ordem de 7.000 pessoas, quando hoje são de apenas 2.000.

Ainda quanto às projeções para 2030 do consumo aparente por habitante e verifica-se que ultrapassa a projeção de consumo aparente norte-americano qualquer que seja o cenário, a data variando entre 2020 para o cenário vigoroso e 2024 para o cenário frágil. Note-se que a dinâmica do mercado consumidor brasileiro de rocha fosfática está atrelada à cadeia do NPK, que por sua vez está atrelada predominantemente ao mercado mundial voltado para as exportações de *commodities* agrícolas, além das obrigações alimentares com a população brasileira ainda em crescimento.

10. RECOMENDAÇÕES

Competiria ao governo redimensionar as reservas outorgadas, seguindo estritos critérios técnicos de vida útil da jazida e aproveitamento econômico, tudo já previsto no Código de Mineração versus porte atual do empreendimento.

Também assume importância estratégica a continuidade dos estudos sobre a eficiência agronômica brasileira e a possível racionalização do uso de fertilizantes NPK, bem como o apoio ao desenvolvimento de novos produtos fertilizantes que possam ser mais eficientes e que sejam mais abundantes em termos de ocorrência geológica. Identificar e localizar geograficamente, no Brasil, rochas e minerais alternativos Há uma grande variedade de rochas susceptíveis de aplicação na remineralização de solos.

Entretanto o governo federal, através da Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral do MME- Ministério de Minas e Energia, liderou um GT - Grupo de Trabalho de Fertilizantes (SGM; DNPM; CPRM) que após seis meses de atividades (de abril a setembro de 2008) produziu resultados finais. As sugestões de medidas a serem implementadas pelo referido grupo de trabalho são a seguir transcritas, existindo, por parte da autora, concordância plena com as mesmas:

1. Pesquisa (exploração) mineral de fosfato: Os dados disponíveis evidenciam baixos investimentos nos últimos anos pelas empresas detentoras de títulos minerários, investimentos que são necessários à ampliação de reservas.

Sugere/se a necessidade de uma melhor instrumentalização legal do órgão responsável (DNPM), para uma melhor gestão dos recursos minerais, combate à especulação com títulos minerários e maior agilidade na liberação de áreas para pesquisa mineral efetiva, inibindo-se a existência de "latifúndios minerais" improdutivos.

2. Necessidade de aumentar o conhecimento geológico no País sobre áreas potenciais para fosfato de origem ígnea e de origem sedimentar, bem como sobre os fosforitos marinhos da plataforma continental brasileira.

Sugere/se apoio à CPRM para a realização desta tarefa.

3. Rochagem (também denominada remineralização, e em inglês, *rock for crops*) é uma técnica de fertilização alternativa ou complementar, indicada para as pequenas propriedades agrícolas, especialmente a agricultura familiar ou orgânica.

Sugere/se que o acompanhamento e monitoramento dessas pesquisas, de seus resultados positivos, deve ser objeto de difusão sistemática aos potenciais usuários. O incentivo à utilização da rochagem deve ser analisado e implementado.

Também assessores do MAPA produziram recente estudo que inclui diversas sugestões muito corretas:

1. No setor de pesquisa de fosfato
   - ✓ Diagnóstico: Baixos investimentos nos últimos anos pelas empresas detentoras de títulos minerários, investimentos que são necessários à ampliação de reservas.
   - ✓ Medidas:
   - Necessidade de uma melhor gestão dos recursos minerais, por parte do DNPM, combate à especulação com títulos minerários e maior agilidade na liberação de áreas para pesquisa mineral efetiva, inibindo-se a existência de "latifúndios minerais" improdutivos.
   - Necessidade de aumentar o conhecimento geológico no país sobre áreas potenciais para fosfato de origem ígnea e de origem sedimentar, bem como sobre os fosforitos marinhos da plataforma continental brasileira [CPRM]. Idem sobre áreas potenciais para potássio.

2. Reexame do marco regulatório dos fertilizantes separado dos demais, ou integrando com mudanças gerais anunciadas para o Código.
   - ✓ Diagnóstico: um marco regulatório específico abriria espaço para diminuição das barreiras à entrada de novos concorrentes como hoje acontece com o oligopólio, e poderia ser uma medida acertada e um laboratório experimental de sanear o mercado imperfeito.
   - ✓ Que incorporasse vários itens da nova legislação do Código proposta e ainda dispositivos do marco regulatório do petróleo.
   - ✓ Não permitisse que fossem outorgadas reservas a titulares com um plano de aproveitamento (por exemplo, não dando uma vida útil a reservas superiores a 30 anos)
   - ✓ Com a utilização do conceito de interesse nacional, para que o governo pudesse ter uma análise e decisão caso a caso, poder discricionário regulado, quando o porte do patrimônio ou do investimento o justificasse.

3. Melhorar a gestão dos recursos minerais, por parte do DNPM, combater a especulação com títulos minerários e aumentar a agilidade na liberação de áreas para pesquisa mineral.
   - ✓ Acompanhamento institucional (MME-MAPA-DNPM-CADE): Revestir-se-ia de grande importância na Cadeia de NPK se criar o OBSERFER - Observatório Permanente dos Investimentos na Indústria Brasileira de Fertilizantes, perfeitamente atualizado e sintonizado com as flutuações e nuances empresariais.
   - ✓ Que se pudesse promover, após aprovação de um relatório de pesquisa, imediato leilão das partes remanescentes das reservas provadas em alvará de pesquisa, que seriam desmembradas de seu titular original, por este não apresentar projeto de desenvolvimento compatível com o seu

tamanho, ainda podendo ser divididas em lotes, combatendo as reservas (latifúndios) improdutivas.

4. Aumentar a capacidade de produção interna de fertilizantes

✓ Diagnóstico: O aumento da capacidade interna de produção de fertilizantes é estratégico e este aumento poderia ser construído também fora da esfera de influência do atual oligopólio formado pela Bunge, Yara e Mosaic. O aumento proposto traria enormes benefícios para a competição do setor caso seu capital ficasse sob a égide do setor produtivo. Nesse sentido, o setor produtivo teria que possuir alta capacidade de organização, planejamento e gestão necessários para executar e administrar tal empreendimento. O setor Cooperativo organizado num consórcio teria total condição de levar a cabo tal investimento, pois já contaria com um mercado próprio cativo para o fertilizante produzido. Outros setores produtivos regionais organizados em fundações, associações de classe ou congêneres (Aprosoja, Fundação Mato Grosso etc), bem como o setor sucro-alcooleiro também poderiam realizar tal empreendimento.

5. O que construir e onde montar

✓ Sugere-se a montagem de duas (02) Fábricas/Misturadoras (fertilizantes compostos NPK), sendo uma localizada no Paraná e outra no Mato Grosso, além de uma fábrica completa desde a extração da Rocha Fosfática, passando pela produção de Ácido Sulfúrico, Ácido Fosfórico, MAP, DAP SPS, TSP (a ser construída na jazida recém descoberta no Mato Grosso desde que se confirme a sua viabilidade, no que diz respeito aos teores de fósforo na rocha e o potencial da capacidade total.)

6. Linha de crédito para importação de matérias primas

✓ Estabelecimento de linha de crédito para financiamento da importação de matérias primas para as novas organizações entrantes nesse complexo (cooperativas e associações de produtores).

7. Aumentar os Investimentos em P&D

✓ Para obtenção de variedades mais eficientes no uso de fertilizantes e tecnologias que permitam redução do custo de produção.

8. Investimentos em infra-estrutura portuária e logística

✓ Visando a diminuição dos custos portuários promover a melhoria de toda a logística interna necessária, alem da agilização da descarga de fertilizantes diminuindo os pagamentos de *demurrage*.

9. Impostos de importação e ICMS

✓ Manter na lista de exceção todos os fertilizantes nela constantes, bem como sua prorrogação até que seja aprovada proposta de alíquota zero a ser levada no âmbito do Mercosul dentro da Tarifa Externa Comum (TEC) para todos os fertilizantes e matérias primas importados pelo Brasil nela constantes. Propor que todos os decretos *anti-dumping* existentes que estabeleçam aumentos dos impostos de importação sejam prontamente revogados. Quanto ao ICMS, prorrogar o acordo existente de deferimento do ICMS cobrado atualmente pelos estados.

10. Programa de rotas tecnológicas alternativas

✓ Fontes alternativas de potássio têm sido estudadas e são de várias naturezas. Estes estudos indicam a necessidade de práticas diversas de aplicação de fertilizantes, buscando-se novos padrões para a incorporação dos elementos nutrientes aos solos empobrecidos, como a rochagem. Ela baseia-se na aplicação direta das rochas moídas e tem como vantagem a liberalização lenta dos elementos, o que implica na otimização do uso dos minerais com poucas perdas por carreamento pela drenagem. É importante enfatizar que as fontes alternativas mais estudadas são fontes alternativas de potássio e são de várias naturezas. Estes estudos indicam a necessidade de práticas diversas de aplicação de fertilizantes, buscando-se novos padrões para a incorporação dos elementos nutrientes aos solos empobrecidos, como a rochagem. Ela baseia-se na aplicação direta das rochas moídas e tem como vantagem a liberalização lenta dos elementos, o que implica na otimização do uso dos

minerais com poucas perdas por carreamento pela drenagem. No último ano aumentou o interesse de empresas em investir em prospecção e pesquisa mineral para potássio em nosso país, bem como em pesquisas tecnológicas. Estas têm se realizado tanto no sentido da busca de viabilização da utilização de minerais e rochas alternativos como supridores deste nutriente nos solos, quanto para a otimização na aplicação e uso de fertilizantes potássicos nas plantações nacionais.

11. AGRADECIMENTOS

Agradeço a atenção e informações gentilmente fornecidas por profissionais atuantes no setor de fertilizantes, com destaque para os senhores Eduardo Daher, da ANDA, Carlos Eduardo Florense, da AMA-BRASIL, Roberto Busato Belger, da Fosfertil, José Jaime Sznelwar e Remo Scalabrin, consultores independentes.

Além disso, e especialmente, agradeço a extensiva revisão do texto e grande número de sugestões e contribuições de Francisco Rêgo Chaves Fernandes, tecnologista sênior do CETEM – Centro de Tecnologia Mineral, economista pela Universidade de Lisboa, mestre e doutor em Engenharia Mineral pela EPUSP, pós-doutor pela Universidade do Porto, atualmente coordenador do Projeto FINEP Agrominerais para Biocombustíveis.

As projeções 2010-2030 foram realizadas por Eduardo Ogasawara, doutorando da COPPE/UFRJ de engenharia de sistemas de computação, especialista em bancos de dados, um dos idealizadores do IPEAdata e consultor do Projeto FINEP Agrominerais.

Entretanto, deve ficar claro que as opiniões, omissões e imprecisões do presente relatório são de inteira responsabilidade da autora.

12. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

200 MAIORES minas brasileiras. Revista Minérios & Minerales, n. 308, 2008.

ABIQUIM, Anuário da Indústria Química Brasileira, ABIQUIM - Associação Brasileira da Indústria Química, São Paulo.

ALBUQUERQUE, Gildo de Araújo Sá C.; AZAMBUJA, Ronaldo Simões L.; LINS, Fernando A. Freitas. Capítulo 6: Agrominerais – Enxofre. In: Luz & Lins (Eds.). Rochas e minerais industriais. 2ª edição. Centro de Tecnologia Mineral – CETEM. Rio de Janeiro, 2008.

AMB. Anuário Mineral Brasileiro; Departamento Nacional da Produção Mineral - DNPM, Brasília/ vários números, desde o n. 1, em 1972 e a última publicação em 2006, ano-base 2005. Disponível em: <http://www.dnpm.gov.br/conteudo.asp?IDSecao=68&IDPagina=66>. Acesso em 10 jul. 2009.

ANDA, Anuário Estatístico do Setor de Fertilizantes, Associação Nacional para Difusão de Adubos – ANDA, São Paulo/ vários anos, 2009a.

ANDA, Principais indicadores do setor de fertilizantes. Associação Nacional para Difusão de Adubos – ANDA, São Paulo, 2009b. Disponível em: </http://www.anda.org.br/estatisticas.aspx>. Acesso em 11 jul. 2009.

ARCOVERDE, Walter Lins; CARDOSO, Vanessa, Rocha fosfática. GT: Insumos Minerais para a Indústria Brasileira de Fertilizantes (MME/SGM – DNPM - CPRM), Brasília, 2008.

AS MAIORES empresas do setor mineral. Brasil Mineral, ano XXVI, n. 285, jun. 2009.

BALANÇO mineral brasileiro. Departamento Nacional da Produção Mineral – DNPM, Brasília, 2001. Disponível em: </http://www.dnpm.gov.br/mostra_arquivo.asp?IDBancoArquivoArquivo=361>. Acesso em 11 jul. 2009.

BALTIC INDEX, Índice de preços do frete marítimo do Báltico, 2009. Disponível em: <http://investmenttools.com/futures/bdi_baltic_dry_index.htm>. Acesso em: 11 jul. 2009.

BM. Commodity Price Data. Development Prospects Group. Banco Mundial – BM, 2009. Disponível em: <http://econ.worldbank.org/WBSITE/EXTERNAL/EXTDEC/EXTDECPROSPECTS/0,,contentMDK:21148472~menuPK:538204~pagePK:64165401~piPK:64165026~theSitePK:476883,00.html>. Acesso em 11 jul. 2009.

BRASILmineral. FOSFATADOS: Fosfertil decide manter programa de investimentos. Brasil Mineral. Ano XXVI. n.287. Agosto de 2009. p. 54 a 59.

BRASILmineral OnLine. n°400. FOSFATADOS: Galvani explora minério na Serra do Salitre. Em 13/5/2009.

BRASILmineral OnLine. n°366. FOSFATADOS: Galvani está confiante com projeto em Santa Quitéria. Em 27/8/2008.

BrasilMINERAL OnLine. n°354. FERTILIZANTES: Bunge anuncia R$ 3,2 bilhões em expansão. 28/05/2008.

BrasilMINERAL OnLine. n°346. FERTILIZANTES: Bunge e Yara exploram jazida em Santa Catarina. 03/04/2008.

Brazil Potash. Site em www.potassiodobrasil.com.br ou www.brazilpotash.com. Acesso em 22 jul. 2009.

BSC, Phosphate industry outlook. British Sulphur Consultants, Londres, 2009. Disponível em: </http://www.firt.org/Presentation_Archive/2008/JOINT/Jung_Phosphate_Outlook_presentation.pdf>. Acesso em 11 jul. 2009.

BUNGE FERTILIZANTES. Site, 2009. Disponível em: </http://www.bungefertilizantes.com.br>. Acesso em 12 jul. 2009.

CHAVES, Arthur Pinto. Rotas tecnológicas convencionais e alternativas para a obtenção de fertilizantes. Agrominerais e Biocombustíveis. Capítulo de livro. CETEM – Centro de Tecnologia Mineral, Rio de Janeiro, inédito, no prelo, 2009.

CVM/IAN. Informações anuais: Fosfertil. Comissão de Valores Mobiliários – CVM. São Paulo, 2008.

CVM/ITR. Informações trimestrais. 31/03/2009: Fosfertil. Comissão de Valores Mobiliários – CVM. São Paulo. 2009.

CVM/ITR. Informações trimestrais. 31/03/2009: Yara Brasil Fertilizantes S/A. Comissão de Valores Mobiliários – CVM. São Paulo. 2009.

COPEBRÁS. Site. 2009. Disponível em: < / http://www.copebras.com.br>. Acesso em 15 jul. 2009.

FOSFERTIL. Site, 2009 a. Disponível em: < / http://www.fosfertil.com.br>. Acesso em 20 jul. 2009.

FOSFERTIL. Fosfertil divulga sólidos resultados e mantém suas intenções de investimentos. Fosfertil notícia, 2009b. Disponível em: < / http://www.fosfertil.com.br>. Acesso em 20 jul. 2009

FOSFERTIL. Fosfertil define investimento de R$ 2 bilhões. Fosfertil notícias, 2009c. Disponível em: < / http://www.fosfertil.com.br>. Acesso em 20 jul. 2009

FOSFERTIL. Fosfertil: desempenho acumulado, primeiro trimestre de 2009. Fosfertil, 2009d. Disponível em: < / http://www.fosfertil.com.br>. Acesso em 20 jul. 2009.

FOSFERTIL. Fosfertil inicia projeto de R$462 milhões. Fosfertil notícias, 2009e. Disponível em: < / http://www.fosfertil.com.br>. Acesso em 20 jul. 2009

GALVANI. Site, 2009. Disponível em: < / http://www.galvani.ind.br/a-empresa.htm>. Acesso em 22 jul. 2009.

GEOLOGO.COM.BR Bahia 1: CBPM coloca novas áreas em licitação, assina novos contratos [Licita a jazida de fosfato de Irecê para a Galvani]. 19 jun. 2009. Disponível em: <http://www.geologo.com.br/MAINLINK.ASP?VAIPARA=Bahia%201:%20CB PM%20coloca%20novas%20areas%20em%20licitacao,%20assina%20novos%20contratos>. Acesso em 22 jul. 2009.

IBGE. Projeção da população do Brasil por sexo e idade para o período 1980-2050 - revisão 2008. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Rio de Janeiro, 2009.

IFA. Fertilizer outlook 2009-2013. The International Fertilizer Industry Association – IFA, 2009a. Paris. Disponível em: < http://www.fertilizer.org/ http://www.fertilizer.org/ifa/Home-Page/LIBRARY/Publications.html/Fertilizer-Outlook-2009-2013.html>. Acesso em 24 jul. 2009.

IFA. World phosphate rock: statistics by country, in 1000 tonnes P2O5. The International Fertilizer Industry Association – IFA. Production and International Trade Committee. Paris, 2009b. Disponível em: <http://www.fertilizer.org/>. Acesso em 25 jul. 2009.

ITAFÓS. Site, 2009. Disponível em: <http://www.itafos.com.br/>. Acesso em 26 de jul. 2009.

KULAIF, Yara. A nova configuração da indústria de fertilizantes fosfatados no Brasil. CETEM – Centro de Tecnologia Mineral. SED- Série Estudos e Documentos, n. 42. Rio de Janeiro, 1999a. Disponível em: <http://www.cetem.gov.br/publicacao/CETEM_SED_42.pdf>. Acesso em 28 jul. 2009.

KULAIF, Yara. A indústria de fertilizantes fosfatados no Brasil: perfil empresarial e distribuição regional. CETEM – Centro de Tecnologia Mineral. SED - Série Estudos e Documentos, n. 42. Rio

de Janeiro, 1999b. Disponível em: <http://www.cetem.gov.br/publicacao/CETEM_SED_43.pdf>. Acesso em 29 jul. 2009.

LAPIDO-LOUREIRO, F. E., MONTE, M. B. M., NASCIMENTO, M. (2008) Agrominerais – Fosfato. In: Rochas & Minerais Industriais: Usos e Especificações. 2.ed. Disponível em <http://www.cetem.gov.br/agrominerais/livros/07-agrominerais-fosfato.pdf>. Acesso em 05 out. 2009

LAPIDO-LOUREIRO, Francisco E.; MONTE, Marisa Bezerra de Mello; NASCIMENTO, Marisa. Capítulo 7 – Agrominerais - Fosfato. In: Luz & Lins (Eds.). Rochas e minerais industriais. 2ª edição. Centro de Tecnologia Mineral – CETEM. Rio de Janeiro, 2008.

MINERALDATA. Séries históricas do setor mineral brasileiro. CETEM - Centro de Tecnologia Mineral. Rio de Janeiro, 2009. Disponível em: <http://w3.cetem.gov.br:8080/mineraldata>. Acesso em 3 jul. 2009.

MINÉRIOS. Especial Fosfertil. Minérios & Minerales. Edição n. 316. Junho e julho.

MME. Elaboração do Plano Duo-Decenal de Geologia, Mineração e Transformação Mineral - PDGMT 2010/2030. Perspectiva Mineral, ano I, n. 1, 07 jul. 2009. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/sgm/ galerias/arquivos/publicacoes/Perspectiva_Mineral/ Perspectiva_Mineral_n_1_07-julho-2009.pdf>. Acesso em 1 ago. 2009.

MME/DNPM. Prévia da indústria mineral 2009-2008, Ministério de Minas e Energia – MME e Departamento Nacional da Produção Mineral – DNPM. Brasília, 2009. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/sgm/galerias/arquivos/publicacoes/Previa/Previa_da_Industria_Mineral_2009_2008.pdf>. Acesso em 2 ago. 2009.

MOSAIC. Site, 2009. Disponível em: <http://www.mosaicco.com.br>. Acesso em 3 ago. 2009.

Química Industrial on line. Fertilizantes. Química Industrial OnLine n°413.São Paulo, 14/9/2009.

RODRIGUES, Antonio Fernando da S.. Agronegócio e mineralnegócio: relações de dependência e sustentabilidade. Informe Mineral, v. 8, p. 28-47, 2o semestre de 2008. Departamento Nacional da Produção Mineral – DNPM. Brasília. 2009. Disponível em: <http://www.dnpm.gov.br/mostra_arquivo.asp?IDBancoArquivoArquivo=3116>. Acesso em 4 ago. 2009.

SAAB, Ali Aldersi; PAULA, Ricardo de Almeida. O mercado de fertilizantes no Brasil: diagnóstico e propostas de políticas. Apresentado ao GT de Fertilizantes. MME/DNPM/CRRM. Brasília. 2008.

SCHMIDT, Cristiane Alkmin Junqueira; LIMA, Marcos André (2002). Índices de concentração. Central de documentos, Secretaria de Acompanhamento Econômico - SEAE, Ministério da Fazenda – MF. Brasília, 2002. Disponível em: < http://www.seae.fazenda.gov.br/central_documentos/documento_trabalho/2002-1/doctrab13.pdf >. Acesso em 6 ago 2009.

SMB. SUMÁRIO MINERAL BRASILEIRO. Departamento Nacional da Produção Mineral – DNPM. Brasília/ vários números, desde o número 1, em 1970 e a última publicação em 2008, ano-base 2007. Disponível em: <http://www.dnpm.gov.br/conteudo.asp?IDSecao=68&IDPagina=64>. Acesso em 5 ago. 2009.

SOCAL. Site, 2009. Disponível em: </ http://www.socal.com.br/>. Acesso em 7 ago. 2009.

UE. Portal de estatísticas EUROSTAT: população, PIB e outros, somatório UE, e por cada país da UE-27. Luxemburgo, 2009. Disponível em: <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/eurostat/home/>. Acesso em 1 ago. 2009.

UN. World population prospects: the 2008 revision population database. United Nations – UN, United Nations Population Division. New York, 2009.

UNIVERSO da mineração brasileira, Departamento Nacional da Produção Mineral – DNPM, Brasília./Coords. NEVES, Carlos Augusto Ramos; SILVA, Luciano Ribeiro da. Disponível em: <http://www.dnpm.gov.br/mostra_arquivo.asp?IDBancoArquivoArquivo=2102>. Acesso em 01 ago.2009.

US Census Bureau. US Population Census, 2009. Disponível em: <http://www.census.gov>. Acesso em 1 jun. 2009.

USGS. Mineral Commodity Summaries – Jan. USGS - U.S. Geological Survey. Virgínia. 2009a. Disponível em: <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/phosphate_rock/index.html#mcs>. Acesso em 1 ago. 2009.

USGS. Phosphate rock end-use statistics. USGS - U.S. Geological Survey. Virgínia. / série longa, consumo aparente dos EUA, 1975 a 2003, 2008b. Disponível em: <http://minerals.usgs.gov/ds/2005/140/phosphate-use.pdf>. Acesso em 1 jun. 2009.

USGS. Phosphate rock statistics. USGS - U.S. Geological Survey, Virgínia. Série Longa, produção mundial, 1900 a 2007, 2008c. Disponível em: <http://minerals.usgs.gov/ds/2005/140/phosphate.pdf>. Acesso em 1 jun. 2009.

USGS. Minerals Yearbook. USGS - U.S. Geological Survey. Virgínia. 2008d. Disponível em: < http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/phosphate_rock/myb1-2007-phosp.pdf>. Acesso em 1 jun. 2009.

USGS. Mineral Industry Surveys. USGS - U.S. Geological Survey. Virgínia. / Séries de preços ROM mina nos EUA e de consumo aparente nos EUA, 2009e. Disponível em: <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/mis.html>. Acesso em 1 ago. 2009.

13. ANEXOS

ANEXO I – Tabelas de referência para os gráficos

Anexo 1 - Tabela de preços de rocha fosfática (US$/t).

Ano	Preço concentrado FOB mina EUA (US$/t)	Preço médio do concentrado base seca importação BR* FOB (US$/t)	Preço concentrado mercado interno BR FOB (US$/t)
2004	27,79	47,80	94,00
2005	29,61	49,29	104,00
2006	30,49	47,62	105,50
2007	51,10	59,80	121,00
2008	113,00	197,59	315,00

Nota: *o preço médio do concentrado base seca importação BR FOB é obtido pela divisão do total das importações do ano pela quantidade.
Fonte: SMB (2008 a 2005 – dados 2007 a 2004); MME/DNPM, Prévia da Indústria Mineral (2009 – com dados de 2008 para a série preço médio das importações BR); USGS (2009d), dados dos preços do concentrado FOB mina nos EUA e ANDA (2009a).

Anexo 2 - Tabela do valor da produção total comercializada de rocha fosfática.

Ano	Rocha fosfática - Preço: Ultrafértil CIF Catalão/GO (US$/t)	Rocha Fosfática - Produção de Concentrado (10^3 t)	Valor da Produção Mineral (US$ correntes)	Conversor dólares de 2008	VPM (milhões de US $ de 2008)
1990	45,0	2.968.000,0	133.560.000	1,64	220
1991	57,0	3.280.000,0	186.960.000	1,58	295
1992	44,0	2.825.000,0	124.300.000	1,53	190
1993	46,0	3.419.000,0	157.274.000	1,49	234
1994	54,0	3.937.000,0	212.598.000	1,45	308
1995	54,0	3.888.270,0	209.966.580	1,41	296
1996	76,0	3.823.246,0	290.566.696	1,37	398
1997	79,0	4.275.609,0	337.773.111	1,34	452
1998	88,0	4.421.403,0	389.083.464	1,32	513
1999	79,0	4.343.638,0	343.147.402	1,29	443
2000	80,0	4.725.106,0	378.008.480	1,25	513
2001	66,0	4.684.546,0	309.180.036	1,21	375
2002	65,0	5.083.703,0	330.440.695	1,20	395
2003	78,0	5.584.000,0	435.552.000	1,17	509
2004	94,0	5.689.000,0	534.766.000	1,14	609
2005	104,0	5.631.000,0	585.624.000	1,10	645
2006	107,0	5.932.000,0	634.724.000	1,07	677
2007	121,0	6.185.000,0	748.385.000	1,04	776
2008	315,0	6.340.000,0	1.997.100.000	**1,00**	1.997

Fontes: ANDA; SMB (2008 a 1990).

Anexo 3 – Tabela de consumo aparente, produção, importação e % de dependência externa de rocha fosfática (t)

Data	Consumo aparente	Produção	Importação	Exportação	% dependência externa
1978	1.412.708	1.068.874	343.834		24,3
1979	1.480.720	1.190.004	290.716		19,6
1980	1.737.955	1.486.300	251.673	18	14,5
1981	1.802.485	1.637.300	165.217	32	9,2
1982	1.140.900	1.061.900	79.000	...	6,9
1983	3.200.000	3.200.000	0	0	0,0
1984	3.864.000	3.855.000	9.000	0	0,2
1985	4.246.000	4.214.000	32.000	...	0,8
1986	4.628.000	4.509.000	119.000	...	2,6
1987	4.929.000	4.777.000	152.000	...	3,1
1988	4.814.000	4.672.000	142.000	...	2,9
1989	3.801.000	3.655.000	146.000	...	3,8
1990	3.152.000	2.968.000	184.000	...	5,8
1991	3.463.000	3.280.000	186.000	3.000	5,3
1992	3.044.000	2.825.000	219.000	...	7,2
1993	3.793.400	3.419.000	374.400	...	9,9
1994	4.499.973	3.937.000	563.000	27	12,5
1995	4.460.142	3.888.270	572.000	128	12,8
1996	4.824.666	3.823.246	1.001.459	39	20,8
1997	5.054.306	4.275.609	784.254	5.557	15,4
1998	5.246.185	4.421.403	826.892	2.110	15,7
1999	5.015.846	4.343.638	672.556	348	13,4
2000	5.705.374	4.725.106	980.529	261	17,2
2001	5.688.415	4.684.546	1.004.324	455	17,6
2002	6.140.933	5.083.703	1.058.331	1.101	17,2
2003	6.674.963	5.584.000	1.095.173	4.210	16,3
2004	7.252.270	5.689.000	1.563.891	621	21,6
2005	6.845.923	5.631.000	1.215.085	162	17,7
2006	7.337.110	5.932.000	1.405.572	462	19,2
2007	7.933.624	6.185.000	1.749.650	1.026	22,0
2008	8.025.317	6.340.000	1.660.000	...	21,0

Fonte: Até 2007, SMB; e 2008, MME/DNPM, Prévia da Indústria Mineral (2009).

Anexo 4 – Tabela de evolução da produção brasileira de rocha fosfática (t).

Data	Produção de rocha fosfática (t)
1978	1.068.874
1979	1.190.004
1980	1.486.300
1981	1.637.300
1982	1.061.900
1983	3.200.000
1984	3.855.000
1985	4.214.000
1986	4.509.000
1987	4.777.000
1988	4.672.000
1989	3.655.000
1990	2.968.000
1991	3.280.000
1992	2.825.000
1993	3.419.000
1994	3.937.000
1995	3.888.270
1996	3.823.246
1997	4.275.609
1998	4.421.403
1999	4.343.638
2000	4.725.106
2001	4.684.546
2002	5.083.703
2003	5.584.000
2004	5.689.000
2005	5.631.000
2006	5.932.000
2007	6.185.000
2008	6.340.000

Fonte: Até 2007, SMB; e 2008, MME/DNPM, Prévia da Indústria Mineral (2009).

Anexo 5 – Mão-de-obra utilizada em rocha fosfática, por categoria profissional, nas minas.

Ano	Eng. de minas	Geólogos	Outros	Técn. nível médio	Operários	Adminis-trativos	Total de mão-de-obra nas minas
1975	3	3		6	238	13	263
1976	4	2		4	226	12	248
1977	6	1	1	6	498	15	527
1978	9	3	23	36	788	20	879
1979	13	3	6	10	458	25	515
1980	10	3	3	24	496	24	560
1981	12	3	9	35	553	34	646
1982	11	2	9	34	576	28	660
1983	16	4	10	39	691	40	800
1984	12	2	4	36	482	19	555
1985	10	3	3	33	468	21	538
1986	8	3	2	37	472	18	540
1987	8	5	2	55	472	14	556
1988	8	6	2	56	707	12	791
1989	11	5	5	64	795	18	898
1990	8	4	2	57	573	45	689
1991	5	3	10	30	324	44	416
1992	6	4	2	52	521	25	610
1993	7	3	3	30	355	27	425
1994	7	3	1	31	281	28	351
1995	9	4	2	27	257	28	327
1996	7	3	1	28	255	27	331
1997	9	5	1	30	310	27	382
1998	8	4	1	26	310	12	361
1999	9	5	1	33	303	156	507
2000	12	7	5	43	708	29	804
2001	13	4	15	50	905	56	1.043
2002	16	7	11	47	1.077	38	1.196
2003	14	8	15	27	1.104	45	1.213
2004	24	9	8	157	807	50	1.055
2005	25	10	5	32	1.059	60	1.191

Fonte: AMB (2006); MINERALDATA (2009).

Anexo 6 – Mão-de-obra utilizada em rocha fosfática, por categoria profissional, nas usinas e o total geral (minas mais usinas).

Ano	Eng. de minas	Eng. meta-lúrgico	Outros	Técn. nível médio	Operários	Adminis-trativos	Total de mão-de-obra nas usinas	Total geral de mão-de-obra (minas mais usinas)
1975	4		1	18	334	29	386	649
1976	4		...	19	328	37	388	636
1977	4		...	17	333	37	391	918
1978	8		1	22	385	21	437	1.316
1979	14		11	55	806	39	925	1.440
1980	19	1	20	75	1.367	80	1.562	2.122
1981	18	...	43	107	1.181	316	1.665	2.311
1982	16	...	18	128	1.360	209	1.731	2.391
1983	14	...	64	134	1.431	185	1.828	2.628
1984	14	...	40	148	1.639	182	2.023	2.578
1985	15	...	57	174	1.988	227	2.461	2.999
1986	18	...	72	182	1.839	168	2.279	2.819
1987	18	...	11	215	1.820	254	2.318	2.874
1988	15	...	24	145	1.823	299	2.306	3.097
1989	13	...	30	166	1.566	195	1.975	2.873
1990	11	...	8	86	1.158	81	1.344	2.033
1991	8	...	4	42	612	46	712	1.128
1992	13	...	7	91	834	36	981	1.591
1993	8	2	6	47	656	36	755	1.180
1994	12		4	46	660	35	757	1.108
1995	12		5	44	629	37	727	1.054
1996	12		3	45	598	43	701	1.022
1997	12		8	56	795	89	960	1.342
1998	8		4	42	531	189	774	1.135
1999	12		14	63	667	39	795	1.302
2000	14		13	83	743	152	1.005	1.809
2001	12		12	13	769	44	850	1.893
2002	11		13	35	987	69	1.115	2.311
2003	16		14	18	1.170	87	1.305	2.518
2004	13		7	26	957	48	1.051	2.106
2005	11		3	53	837	64	968	2.159

Fonte: AMB (2006); MINERALDATA (2009).

ANEXO II – Plano Duo-Decenal e metodologia das Projeções 2010-2030

A. II.1. - O Plano Duo-Decenal de Geologia, Mineração e Transformação Mineral - PDGMT 2010/2030 e a metodologia para as projeções 2010-2030

A. II.1.1. O Plano Duo-Decenal de Geologia, Mineração e Transformação Mineral - PDGMT

Segundo o documento "Elaboração do Plano Duo-Decenal de Geologia, Mineração e Transformação Mineral - PDGMT 2010/2030" (MME, 2009), o Brasil tem tido nos últimos 25 anos uma fraca taxa de crescimento econômico, mas atualmente reúne condições para entrar em um novo patamar de crescimento.

Quanto à população, segundo previsão do IBGE, o Brasil alcançará o máximo populacional, aproximadamente 220 milhões de habitantes, por volta de 2040 (apenas 10 anos após o horizonte do PDGMT) com repercussões na elaboração do PDGMT. No Plano Plurianual para o Desenvolvimento do Setor Mineral - PPDSM, de 1994, a previsão da população brasileira para o ano 2010 (no próximo ano!) era de 246 milhões de habitantes, enquanto serão apenas 193 milhões, mais de 20% abaixo do estimado.

Entretanto, ainda o PAC-Plano de Aceleração do Crescimento, apresentado no início do ano de 2007, indica investimentos vultosos em infra-estrutura e habitação, e desencadeou o anúncio de uma série de investimentos privados em exploração mineral, mineração e transformação mineral.

É nesse contexto que surge um planejamento setorial de longo prazo e o presente Plano, Plano Duo-Decenal de Geologia, Mineração e Transformação Mineral - PDGMT 2010/2030, que se encontra em elaboração, terá um horizonte de 20 anos, com previsão de revisões quadrienais e detalhamento, coincidentes com os períodos dos Planos Plurianuais-PPAs do governo federal (MME, 2009).

AII.1.2. Metodologia para as projeções de consumo e produção de 2010-2030 e modelo Auto-Regressivo de Previsão de Consumo Aparente de Fertilizantes

Segundo o *Relatório Técnico 01: Histórico e perspectivas de evolução macroeconômica setorial da economia brasileira a longo prazo*, que faz parte integrante dos RT´s para a elaboração do Plano Duo-Decenal de Geologia, Mineração e Transformação Mineral - PDGMT 2010/2030:

> *"Para o Brasil é admitido um cenário mais provável de retomada do desenvolvimento, fundamentado no progressivo amadurecimento da democracia e do processo político, no aprofundamento da estabilização da economia, e na complementação das reformas institucionais. (...). A projeção da economia brasileira no horizonte 2010 a 2030 encontra-se apresentada segundo três cenários no quadro 19 a seguir:*

QUADRO 19

PIB - Produto Interno Bruto	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
	FRÁGIL: Instabilidade e Retrocesso	VIGOROSO: Estabilidade e Reformas	INOVADOR: Estabilidade, Reformas e Inovação
Média no período 2010-2030 (% a.a.)	*2,3*	*4,6*	*6,9*
- Período 2010 a 2015 (% a.a.)	*2,8*	*4,0*	*5,0*
- Período 2015 a 2020 (% a.a.)	*2,5*	*4,5*	*6,5*
- Período 2020 a 2030 (% a.a.)	*2,0*	*5,0*	*8,0*

Fonte: J. MENDO/RT 01, 2009.

> *Adotada, em qualquer dos três cenários analisados, a mesma previsão de crescimento de população, de acordo com as taxas médias geométricas projetadas para o período 2008 a 2050, pelo IBGE / Departamento de População e Indicadores Sociais, Divisão de Estudos e Análises da Dinâmica Demográfica." (*JMENDO/RT 01do *PDGMT).*

Dentre as técnicas existentes para realizar predições, talvez a mais utilizada seja a regressão e suas variantes como regressões múltiplas, mas recentemente vêm sendo usados também outras técnicas lineares como auto-regressão e vetores auto-regressivos. Embora a análise de regressão lide com a dependência de uma variável em relação a outras, esta dependência pode ser observada estatisticamente, mas não necessariamente existe uma relação causa-efeito. Entretanto, a especificação da modelagem de regressão é uma tarefa complexa, empírica e não é difícil se deparar com o problema do erro na especificação do modelo ou de introdução de viés da especificação do modelo, que comumente pode ter sua origem na omissão de uma ou mais variáveis relevantes, na inclusão de uma ou mais variáveis desnecessárias, ou na adoção da forma funcional errada. A partir da criação da metodologia Box-Jenkins, tecnicamente denominada método, a ênfase na análise de séries temporais permite que Y_t seja explicado por valores passados, ou defasados, do próprio Y e dos termos de erro estocásticos.

Pode-se tomar como exemplo o consumo aparente de fertilizantes. Neste caso, ao invés de se tentar prever diretamente o consumo aparente, pode-se prever via método ARIMA o consumo aparente dividido pelo PIB. Esta divisão é um dos diferentes tipos de transformação de séries temporais que podem ser aplicados numa modelagem econométrica (Gujarati e Porter 2008) e foi comumente utilizada em modelagens de previsão de fertilizantes via intensidade de uso (Suslick 1991, Suslick et al. 1995). Neste trabalho as previsões foram todas realizadas em cima da divisão do consumo aparente sobre o PIB. Esta escolha se justifica pelo fato de já ter sido utilizada no passado e pela necessidade de se estabelecer três perspectivas de previsão vinculadas às diferentes previsões de PIB de 2010 a 2030.

O processo de mineração de dados via método ARIMA para previsão de séries temporais foi dividido em três atividades básicas: análise da série temporal, ajustamento do modelo e previsão propriamente dita.

Análise das séries temporais, transformação para número índice e saturação

Em estatística, uma série temporal é uma coleção de observações feitas sequencialmente ao longo do tempo. Uma característica muito importante deste tipo de dados é que as observações vizinhas são dependentes, e o interesse é analisar e modelar esta dependência (Freedman et al. 2007).

As séries temporais podem ser divididas em séries estocásticas estacionárias e não-estacionárias. A maioria das variáveis econômicas, dentre elas as de interesse para os fertilizantes, como o PIB, consumo aparente e preço de determinado fertilizante, são consideradas não-estacionárias. Para a finalidade de se fazer previsões, as séries não-estacionárias têm pouco valor prático (Tsay 2001). Mas a partir da identificação de uma série não-estacionária, podem-se realizar modificações sobre as séries de modo a transformá-las em séries temporais não-estacionárias. Explicações detalhadas sobre os métodos de transformação, como e quando se realizam estas transformações podem ser obtidas em Gujarati e Porter (2008).

A primeira transformação realizada consiste em aplicar o número índice sobre cada série temporal. O objetivo é igualar as escalas das séries de modo a igualar as forças dos regressores no modelo de previsão. Este número é o valor da série em um determinado ano. O ano escolhido para todas as séries estudadas foi o de 2008. O mesmo processo foi realizado sobre o consumo aparente para cada elemento fertilizante. A partir destas transformações, pode-se realizar um paralelo entre o PIB, o consumo aparente do produto nutriente e a série transformada do consumo aparente do produto nutriente pelo PIB.

Visualmente se pode observar que a série transformada (consumo aparente/PIB) é não-estacionária e que possuem tendência. Neste sentido, é necessário retirar a tendência desta série de modo a se poder aplicar a modelagem Box-Jenkins. Para se remover a tendência, basta calcular a regressão linear sobre a série transformada e subtrair a série original pelo valor da regressão. O resíduo da série transformada pelo valor da regressão linear é a série sem tendência. Esta diferença é comumente conhecida como inovação (Gujarati e Porter 2008). A modelagem Box-Jenkins é feita em cima da inovação.

Para o cenário inovador, o PIB cresce fortemente (mais de quatro vezes). É de se esperar que a sua componente agrícola, parte intimamente ligada aos fertilizantes não cresça nas mesmas proporções do PIB como um todo. Isso já é observado atualmente. Ademais, o próprio crescimento da área agrícola também não deve acompanhar este crescimento. Desta forma, é necessário aplicar uma saturação da capacidade de propagação do crescimento do PIB ao consumo aparente dos fertilizantes. O modelo de saturação apresentado é baseado na função sigmóide. Além desta saturação do PIB foi utilizado também uma saturação do consumo aparente por habitante. No caso, utiizou-se o consumo aparente dos EUA por habitante como *proxy* para o modelo regressivo. O modelo de saturação também foi baseado na função sigmóide.

Modelo Box-Jenkins para Previsão de Fertilizantes

A partir da inovação pode-se calcular a auto-correlação da série. O objetivo da auto-correlação é obter os *lags* para se aplicar o Box-Jenkins. Uma vez tendo se ajustado o modelo Garch pode-se calcular a previsão da inovação para série temporal e reaplicar a tendência de volta. Isto permite gerar a previsão do consumo aparente pelo PIB. Este consumo aparente sofre ainda o efeito do *proxy* do consumo aparente por habitante. Multiplicando-se o PIB saturado pelo valor da previsão saturada pelo consumo aparente por habitante, tente-se a previsão do consumo aparente efetivo para cada um dos cenários.

AII.2 Índice de Concentração (CR) e o índice Herfindahl-Hirschman (HHI)

Dois indicadores, o índice de Concentração (CR) e o índice Herfindahl-Hirschman (HHI) são utilizados pelos analistas econômicos para medir o grau de concentração de mercado de um determinado setor da atividade econômica, ou seja, visam captar a forma de competição de um mercado, fornecendo elementos para a análise da concorrência. Um alto valor para estes indicadores é sinônimo de se tratar de formas de competição designadas genericamente por concorrência imperfeita, em que, ao invés da concorrência perfeita com muitos vendedores e muitos compradores, se tem uma estrutura empresarial (a oferta), com poder sobre o mercado, significando, entre outros, poder sobre a fixação do preço final do produto. Em um setor constituído por uma única empresa ou por poucas empresas relevantes, a concorrência imperfeita designa-se por, respectivamente, monopólio e oligopólio.

O primeiro índice de mensuração, o índice de concentração (CR), mede a participação percentual acumulada (*market-share*) das empresas de um determinado setor. Usualmente utiliza-se apenas as quatro maiores empresas na produção total daquele setor econômicoe o índice é denotado por CR_4. Quanto mais o resultado obtido se aproximar de 100, maior o grau de concentração do setor, e dessa forma, o mercado pode estar próximo a práticas oligopolísticas. Já o resultado próximo de 0, significa que o mercado está mais próximo da concorrência perfeita. O mercado pode ser classificado em seis tipos: “altamente concentrado”, quando o CR_4 é maior que 75%; “alta concentração”, quando varia entre 65% e 75%; “concentração moderada”, quando varia entre 50% e 65%; “baixa concentração” quando varia entre 35% e 50%; "ausência de concentração”, quando se encontra abaixo de 35% e “claramente atomístico”, quando se encontra em torno de 2%.

Quanto ao índice Herfindahl-Hirschman (HHI), este é calculado por meio da soma dos quadrados da participação de cada empresa em relação ao total do setor de atividade econômica em exame (*market-shares* individuais) das firmas participantes. O HHI_4, índice calculado também para as quatro maiores empresas varia de 0 a 10.000. Em um mercado semelhante ao modelo de concorrência perfeita, com um número muito grande de firmas, o valor de cada participação individual de uma empresa no mercado é insignificante e o HHI tende a zero. No extremo oposto, sob regime de monopólio, em que há apenas uma empresa, sua participação é de 100% e o HHI correspondente é 10.000 (100^2). Costuma-se classificar os mercados, através de faixas de valores para o HHI, considerando-se uma concentração baixa, quando o valor está abaixo de 1.000, moderada quando se encontra entre 1.000 e 1.800 e alta quando é superior a 1.800 (Schmidt e Lima, 2002).

No Brasil, a Secretaria de Acompanhamento Econômico do Governo Federal, detém critérios para identificar se a concentração gera o controle de elevada parcela de mercado. Admite-se que uma concentração gera o controle de parcela de mercado suficientemente alta para viabilizar o exercício coordenado do poder de mercado sempre que: a concentração tornar a soma da participação de mercado das quatro maiores empresas (C_4) igual ou superior a 75%.

O índice HHI tem sido também utilizado por entidades governamentais de defesa da concorrência e de antitruste, como no Brasil o CADE - Conselho Administrativo de Defesa Econômico e o *Federal Trade Commission* dos EUA – Estados Unidos , para a orientação de políticas antitruste. Neste RT - Relatório Técnico, o HHI foi calculado, assim como o CR4, para as quatro mais importantes empresas do setor.